Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович
Должность: Директор
Дата подписания: 02.11.2026 14:11:48
Уникальный программный ключ:
fceab25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»

Бирский филиал

ФАКУЛЬТЕТ БИОЛОГИИ И ХИМИИ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан
подписано ЭЦП Шмелев Н.А.
(подпись, инициалы, фамилия)

«26» 02 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Биомолекулярная медицина
(наименование дисциплины)

ОПОП ВО программа бакалавриата
06.03.01 Биология
шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль, специализация)

Биомедицина
наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения
очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Бирск 2026 г.

Рабочая программа составлена на основании учебного плана основной профессиональной образовательной программы 06.03.01 Биология профиль Биомедицина, одобренного ученым советом Бирского филиала Уфимского университета науки и технологий (протокол №7 от 27.02.2026 г.) и утвержденного директором Бирского филиала 27.02.2026.

Зав.кафедрой кафедры биологии, экологии и химии *(наименование кафедры разработчика программы)*	*подписано ЭЦП*	Онина С.А.
Разработчик программы	*подписано ЭЦП*	Кутлин Ю.Н.
Руководитель образовательной программы	*подписано ЭЦП*	Онина С.А.

1. Цель дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

1.1. Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины: целью дисциплины является формирование у обучающихся системного представления о молекулярных механизмах функционирования клеток, тканей и органов человека в норме и при патологических состояниях, а также развитие способности применять эти знания для понимания патогенеза заболеваний, интерпретации результатов молекулярно-биологических исследований и обоснования современных подходов к диагностике, профилактике и лечению заболеваний.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1. – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной
код компетенции	наименование компетенции	
ПК-1	Способен выполнять научно-исследовательские полевые и лабораторные работы, применять на практике приёмы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, анализировать результаты биологических исследований, способен проводить научные исследования с использованием биологических систем различных уровней организации в хозяйственных и медицинских в целях	ПК-1.1. Демонстрирует знания методик полевых и лабораторных биологических работ, требований к составлению научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, методов анализа результатов биологических исследований
		ПК-1.2. Понимает принципы выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологические работ, составления научно-технические отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, анализа получаемой информации, представления результатов биологических исследований, проведения научных исследований с использованием биологических систем различных уровней организации в хозяйственных и медицинских в целях
		ПК-1.3. Выполняет научно-исследовательские полевые и лабораторные биологические работы, выполняет на практике приёмы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, анализа получаемой информации и представления результатов биологических исследований, проведения научных исследований с использованием биологических систем различных уровней организации в хозяйственных и медицинских в целях

2. Структура и трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 7 зачетные единицы (з.е.), 252 академических часов.

Таблица 2 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
Общая трудоемкость дисциплины	252	7 семестр - 252
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	104	7 семестр - 104
в том числе:		
лекции	38	7 семестр - 38
лабораторные занятия	0	
практические занятия	66	7 семестр - 66
Другие виды работ в соответствии с УП:		
контрольная работа	0.5	7 семестр - 1
консультации	1	7 семестр - 1
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	148	7 семестр - 148
Из них:		
контроль	34.8	
ФКР:		
зачет	0	
зачет с оценкой	0	
курсовая работа (проект)	0	
экзамен	1.2	7 семестр - 1

3 Содержание дисциплины

Таблица 3 – Содержание дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности					Форма текущего контроля успеваемости
		Лек, час.	П, час.	Эк, час.	КоР, час.	СРС, час.	
4 курс / 7 семестр							
1	Введение в биомолекулярную медицину						
2	Введение в биомолекулярную медицину Понятие, предмет и задачи биомолекулярной медицины. История развития молекулярной медицины. Место биомолекулярной медицины в системе медико-биологических и клинических дисциплин. Молекулярные уровни организации живых систем. Взаимосвязь молекулярных, клеточных, тканевых и органных процессов. Основные направления современной биомолекулярной медицины: молекулярная	2	4			4	Практические работы

	диагностика; молекулярная патология; фармакогеномика; протеомика; метаболомика; персонализированная медицина.						
3	Основные биомолекулы и молекулярная организация клетки Белки: структура, уровни организации и функции. Ферменты и механизмы регуляции ферментативной активности. Нуклеиновые кислоты: ДНК и РНК. Липиды и их роль в построении мембран и клеточной сигнализации. Углеводы и их роль в энергетическом обмене и межклеточном взаимодействии. Мембранные белки, рецепторы и транспортные системы. Организация клеточного пространства и компартментализация процессов. Молекулярные механизмы поддержания клеточного гомеостаза.	2	4			8	Практические работы
4	Геном, хранение и реализация генетической информации Организация генома человека. Структура гена и регуляторные элементы. Репликация ДНК и механизмы ее контроля. Повреждение ДНК и системы репарации. Транскрипция и процессинг РНК. Трансляция и посттрансляционная модификация белков. Регуляция экспрессии генов. Некодирующие РНК и их биомедицинское значение. Генетические варианты, мутации и полиморфизмы. Основы геномной стабильности и генетической изменчивости.	2	4			8	Практические работы
5	Эпигенетика и регуляция клеточных программ Понятие эпигенетической регуляции. Метилирование и деметилирование ДНК. Модификации гистонов. Ремоделирование хроматина.Роль микроРНК и других некодирующих РНК. Эпигенетическая память клетки. Влияние факторов окружающей среды и образа жизни на эпигеном. Эпигенетические механизмы опухолевого роста и наследственных заболеваний. Эпигенетические мишени для диагностики и терапии.	2	4			8	Практические работы

6	Клеточная сигнализация и межклеточные взаимодействия Основные типы клеточной коммуникации. Рецепторы клеточной поверхности и внутриклеточные рецепторы. Рецепторы, связанные с G-белком. Рецепторные тирозинкиназы. Сигнальные пути MAPK, PI3K/AKT/mTOR, JAK/STAT и NF-κB. Вторичные посредники: цАМФ, цГМФ, ионы кальция, инозитолтрифосфат и диацилглицерол. Сигнализация цитокинов и факторов роста. Молекулярные механизмы гормональной регуляции. Нарушения клеточной сигнализации при заболеваниях. Сигнальные пути как мишени лекарственной терапии.	2	4			8	Практические работы
7	Молекулярная биология клетки						
8	Молекулярная биология клетки Клеточный цикл и его регуляция. Контроль клеточной пролиферации. Дифференцировка и специализация клеток. Апоптоз: молекулярные механизмы и биологическое значение. Некроз, некроптоз, пироптоз и ферроптоз. Аутофагия и клеточная адаптация.Старение клеток и клеточная сенесценция. Молекулярные механизмы стресса эндоплазматического ретикулума. Оксидативный стресс и повреждение клеточных структур. Митохондриальная дисфункция и ее медицинское значение.	2	4			4	Практические работы
9	Молекулярные основы метаболизма и энергетики Основные пути обмена веществ.Гликолиз, глюконеогенез и регуляция углеводного обмена. Цикл трикарбоновых кислот и окислительное фосфорилирование. Митохондрии и синтез АТФ. Обмен липидов и липопротеинов. Обмен аминокислот и азотистый обмен. Метаболическая регуляция и энергетический гомеостаз. Молекулярные механизмы инсулинорезистентности и сахарного диабета. Митохондриальные и наследственные метаболические заболевания. Метаболомика в диагностике	2	4			8	Практические работы

	заболеваний.						
10	Контрольная работа				1	0.5	
11	Молекулярные механизмы воспаления и иммунного ответа						
12	Молекулярные механизмы воспаления и иммунного ответа Молекулярные медиаторы воспаления. Распознавание патоген-ассоциированных и поврежденных молекулярных структур. Толл-подобные рецепторы и другие рецепторы врожденного иммунитета. Система комплемента. Цитокины, хемокины и молекулы клеточной адгезии. Молекулярные механизмы активации Т- и В-лимфоцитов. Антигенпрезентирование и иммунная толерантность. Аутоиммунные реакции и иммунопатология. Молекулярные основы аллергических заболеваний. Иммунные биомаркеры и таргетная иммунотерапия.	2	4			8	Практические работы
13	Молекулярные основы инфекционных заболеваний Молекулярное взаимодействие микроорганизмов и клеток хозяина.Факторы вирулентности и механизмы патогенности.Инвазия, адгезия и внутриклеточное выживание возбудителей.Молекулярная организация вирусов.Репликация вирусных геномов.Взаимодействие вирусов с клеточными сигнальными системами.Механизмы формирования лекарственной устойчивости.Молекулярная диагностика инфекций.Геномный надзор за возбудителями заболеваний.Основы разработки вакцин и противоинфекционных препаратов.	2	4			8	Практические работы
14	Молекулярная онкология Генетические и эпигенетические основы канцерогенеза. Онкогены и гены-супрессоры опухолевого роста.Нарушение контроля клеточного цикла при опухолях.	2	4			8	Практические работы

	Уклонение опухолевых клеток от апоптоза. Геномная нестабильность и мутационный процесс.Ангиогенез, инвазия и метастазирование. Роль опухолевого микроокружения. Иммунный надзор и иммунное уклонение от опухолей. Молекулярная классификация опухолей. Биомаркеры, жидкостная биопсия и таргетная терапия. Иммунотерапия злокачественных новообразований. Основы персонализированного лечения в онкологии.						
15	Молекулярные основы наследственных заболеваний Типы наследования и молекулярные механизмы генетических заболеваний. Точечные мутации, делеции, вставки и изменения числа копий генов. Хромосомные аномалии. Болезни, обусловленные нарушением структуры и функций белков. Митохондриальные заболевания. Молекулярные основы моногенных и мультифакториальных заболеваний. Генетическая гетерогенность и вариабельность клинических проявлений. Медико-генетическое консультирование. Пренатальная и преимплантационная диагностика. Этические и правовые аспекты геномных исследований.	2	4			8	Практические работы
16	Молекулярные механизмы заболеваний органов и систем Молекулярные основы сердечно-сосудистых заболеваний. Эндотелиальная дисфункция и атерогенезис. Молекулярные механизмы артериальной гипертензии. Патогенез нейродегенеративных заболеваний. Молекулярные механизмы нарушений нервной регуляции.Заболевания печени и молекулярные нарушения детоксикации. Молекулярные основы заболеваний почек. Патогенез заболеваний дыхательной системы. Молекулярные механизмы заболеваний эндокринной системы. Репродуктивное здоровье и молекулярная медицина. Молекулярные основы заболеваний опорно-двигательной системы. Возрастные заболевания и	2	4			8	Практические работы

	механизмы старения.						
17	Биомаркеры и молекулярная диагностика						
18	Биомаркеры и молекулярная диагностика Понятие и классификация биомаркеров. Диагностические, прогностические и предиктивные биомаркеры.Молекулярные маркеры повреждения органов и тканей. Генетические и эпигенетические маркеры заболеваний. Белковые и метаболические биомаркеры. Циркулирующая опухолевая ДНК и внеклеточные везикулы. Принципы валидации диагностических тестов. Чувствительность, специфичность и диагностическая точность. Стандартизация и контроль качества лабораторных исследований. Интерпретация результатов молекулярной диагностики.	4	6			6	Практические работы
19	Методы биомолекулярных исследований Выделение и анализ ДНК, РНК и белков. Полимеразная цепная реакция и ее варианты. Количественная ПЦР и цифровая ПЦР.Секвенирование ДНК, включая технологии нового поколения. Микрочиповые и гибридизационные методы. Электрофорез и иммуноблоттинг. Иммуноферментный анализ. Проточная цитометрия. Иммунофлуоресцентная и конфокальная микроскопия. Масс-спектрометрия. Клеточные культуры и органоиды. Биостатистика и анализ экспериментальных данных. Биобанкирование и стандартизация биологических образцов.	4	4			6	Практические работы
20	Геномика, транскриптомика, протеомика и метаболомамика						
21	Геномика, транскриптомика, протеомика и метаболомамика Основы омиксных технологий. Структурная и функциональная геномика. Транскриптомный анализ. Секвенирование одноклеточных организмов. Протеомный анализ и количественная протеомика. Метаболомный анализ. Эпигеномика и	2	4			6	Практические работы

	анализ регуляторных элементов. Интеграция многомерных биологических данных. Биоинформатика и базы данных. Основы системной биологии. Применение искусственного интеллекта в биомолекулярной медицине.						
22	Фармакогеномика и персонализированная медицина						
23	Фармакогеномика и персонализированная медицина Принципы персонализированной медицины. Генетические факторы эффективности и безопасности лекарственных средств. Фармакокинетика и фармакодинамика на молекулярном уровне. Фармакогенетические варианты и реакция на лекарственные препараты. Молекулярные мишени лекарственной терапии. Таргетные препараты и биологическая терапия. Молекулярные механизмы лекарственной устойчивости. Компаньонная диагностика. Принципы выбора терапии на основе молекулярного профиля пациента.Ограничения и этические аспекты персонализированной медицины.	4	4			5.5	Практические работы
24	Экзамен			1		36	
Итого по 4 курсу 7 семестру		38	66	1	1	148	
Итого по дисциплине		38	66	1	1	148	

Таблица 4 – Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Наименование семинарских и практических работ	Объем, час.

4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины. Баллы, выставляемые за конкретные виды деятельности представлены ниже.

Контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости

Тестовые задания

Описание тестовых заданий: тестовые задания включают тесты закрытого типа (с одним правильным ответом), тесты на установлении последовательности и на установление соответствия. Оценка за выполнение тестовых заданий выставляется на основании процента заданий, выполненных студентами в процессе прохождения промежуточного и рубежного контроля знаний
Тесты

1. Какова основная цель биомолекулярной медицины?

А. Изучение только анатомического строения человекаБ. Изучение молекулярных механизмов функционирования клеток, тканей и органовВ. Разработка методов хирургического леченияГ. Изучение только лекарственных растений

2. Какой уровень организации живой материи является основным объектом биомолекулярной медицины?

А. ПопуляционныйБ. ЭкосистемныйВ. Молекулярный и клеточныйГ. Биосферны

3. Какая молекула является носителем наследственной информации у человека?

А. АТФБ. ДНКВ. ХолестеринГ. Гликоген

4. Какой процесс обеспечивает передачу генетической информации от ДНК к РНК?

А. ТрансляцияБ. РепликацияВ. ТранскрипцияГ. Гликолиз

5. Где проходит трансляция?

А. В лизосомахБ. На рибосомахВ. В аппарате ГольджиГ. В пероксисомах

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения тестовых заданий

Описание методики оценивания выполнения тестовых заданий: оценка за выполнение тестовых заданий ставится на основании подсчета процента правильно выполненных тестовых заданий.
Критерии оценки (в баллах)*:*
- **9-10** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 81 – 100 %;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 61 – 80 %;
- **4-6** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 41 – 60 %;

- **до 4** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 40 %;

Контрольная работа

Вариант 1

Задание 1. Теоретические вопросы

1. Опишите уровни структурной организации белков.
2. Объясните понятия «активный центр фермента» и «аллостерический центр».
3. От каких факторов зависит скорость ферментативной реакции?
4. Каковы основные механизмы регуляции активности ферментов?
5. Как изменение аминокислотной последовательности может привести к нарушению функции белка?

Задание 2. Выберите один правильный ответ

1. Первичная структура белка определяется:
А. пространственным расположением субъединицБ. последовательностью аминокислот в полипептидной цепиВ. системой водородных связейГ. взаимодействием белка с липидами
2. Ферменты преимущественно:
А. углеводыБ. липидыВ. белкиГ. нуклеиновые кислоты
3. Участок фермента, непосредственно связывающий субстрат, называется:
А. аллостерический центрБ. активный центрВ. регуляторный доменГ. мембранный рецептор
4. Конкурентный ингибитор:
А. связывается только с фермент-субстратным комплексомБ. конкурирует с субстратом за активный центрВ. разрушает ферментГ. увеличивает максимальную скорость реакции
5. Денатурация белка сопровождается преимущественно нарушением:
А. аминокислотная последовательностьБ. вторичная, третичная и четвертичная структураВ. химический состав аминокислотГ. пептидные связи первичной структуры

Задание 3. Установите соответствие

Термин	**Характеристика**
1. Изофермент	А. Небелковый компонент фермента
2. Кофактор	Б. Форма фермента, отличающаяся строением и тканевой локализацией
3. Апофермент	В. Белковая часть сложного фермента
4. Холофермент	Г. Функционально активный комплекс апофермента и кофактора

Задание 4. Ситуационная задача

У пациента выявлено значительное повышение активности аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы в сыворотке крови. Также отмечаются слабость, тошнота и болезненность в правом подреберье.

1. Какие клеточные процессы могут привести к повышению активности этих ферментов в крови?
2. Почему определение активности ферментов используется в диагностике заболеваний?
3. Какие дополнительные биохимические показатели целесообразно исследовать?
4. Как можно объяснить различия в тканевом происхождении АЛТ и АСТ?

Задание 5. Задание повышенной сложности

Объясните, каким образом мутация в гене, кодирующем фермент, может привести к развитию наследственного метаболического заболевания. В ответе укажите возможные последствия:

- для структуры белка;
- для связывания субстрата;
- для скорости реакции;
- для метаболического пути в целом.

Вариант 2

Задание 1. Теоретические вопросы

1. Опишите роль белков-рецепторов в передаче клеточного сигнала.
2. Что такое денатурация и ренатурация белка?
3. Чем обратимое ингибирование отличается от необратимого?
4. Как температура и уровень pH влияют на активность ферментов?
5. Объясните значение посттрансляционной модификации белков.

Задание 2. Выберите один правильный ответ

1. Пептидная связь образуется между:
А. двумя углеводамиБ. аминогруппой одной аминокислоты и карбоксильной группой другойВ. двумя липидамиГ. фосфатными группами
2. Витамины часто участвуют в ферментативных реакциях в качестве:
А. субстратов мембранБ. коферментов или их предшественниковВ. структурных липидовГ. ингибиторов транскрипции
3. При повышении температуры до оптимального значения активность фермента обычно:
А. снижается до нуляБ. увеличиваетсяВ. не изменяетсяГ. приводит к разрушению субстрата независимо от фермента
4. Фосфорилирование белка является примером:
А. трансляцияБ. посттрансляционная модификацияВ. репликацияГ. денатурация ДНК
5. Аллостерический ингибитор связывается с:
А. только с субстратомБ. с участком фермента, отличным от активного центраВ. с рибосомойГ. с молекулой ДНК

Задание 3. Установите соответствие

Фермент	**Преимущественная тканевая локализация**
1. Креатинкиназа-МВ	А. Печень
2. Щелочная фосфатаза	Б. Миокард
3. АЛТ	В. Печень и скелетные мышцы
4. Липаза	Г. Поджелудочная железа

Задание 4. Ситуационная задача

У пациента после интенсивной физической нагрузки выявлено повышение активности креатинкиназы и лактатдегидрогеназы.

1. Какие ткани могут быть источником этих ферментов?
2. Почему физическая нагрузка может сопровождаться повышением уровня ферментов?
3. Какие данные необходимы для дифференциации физиологического и патологического повышения уровня?
4. Какое значение имеет исследование изоферментов?

Задание 5. Задание повышенной сложности

Сравните ферментативную регуляцию в нормальной и опухолевой клетках. Рассмотрите:

- изменение потребности в энергии;
- перестройку гликолиза;
- регуляцию синтеза ферментов;
- значение гипоксии;
- возможные диагностические маркеры.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания контрольной работы

Описание методики оценивания: при оценке выполнения студентом контрольной работы максимальное внимание следует уделять следующим аспектам: насколько полно в теоретическом вопросе раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; демонстрируются высокий уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владение навыками практической деятельности; кейс-задание решено на высоком уровне, содержит аргументацию и пояснения.

Критерии оценки (в баллах):

- **9-10** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе полно раскрыто содержание материала; четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; демонстрируются высокий уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владение навыками практической деятельности; кейс-задание решено на высоком уровне, содержит пояснения; тестовые задания решены свыше, чем на 80%; уровень знаний, умений, владений – высокий;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если В теоретическом вопросе раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; ответ самостоятельный; определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения в последовательности изложения; небольшие недостатки при использовании научных терминов; кейс-задание решено верно, но решение не доведено до завершающего этапа; тесты решены на 60-80%. Уровень знаний, умений, владений – средний;
- **5-6** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе усвоено основное, но непоследовательно; определения понятий недостаточно четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, практических занятий; уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владения навыками практической деятельности невысокий, наблюдаются пробелы и неточности; в решение кейс-задания верно выполнены некоторые этапы; тесты решены на 40-60%; уровень знаний, умений, владений – удовлетворительный;
- **менее 5** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе не изложено основное содержание учебного материала, изложение фрагментарное, не последовательное; определения понятий не четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владения навыками практической деятельности очень низкий; тесты решены менее, чем на 40 %; уровень знаний, умений, владений – недостаточный.

Практические работы

Практические работы, являются важным источником познания нового материала, способствуют формированию и совершенствованию практических умений и навыков обучающихся.

Практическая работа № 1

Биомолекулы как основа жизнедеятельности клетки

Цель

Систематизировать знания о строении и функциях белков, липидов, углеводов и нуклеиновых кислот; установить связь между структурой биомолекул и их биологической ролью.

Задания

1. Заполнить таблицу:

Класс биомолекул	**Структурные элементы**	**Основные функции**	**Примеры**
Белки			
Липиды			
Углеводы			
Нуклеиновые кислоты			

1. Сравнить первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуры белка.
2. Объясните, почему замена одной аминокислоты может привести к изменению функции белка.
3. Проанализировать различия между ДНК и РНК.

Контрольные вопросы

1. Какие химические связи стабилизируют структуру белка?
2. Что такое домен белка?
3. Какова роль фосфолипидов в клеточной мембране?
4. Чем фермент отличается от неорганического катализатора?
5. Какие функции выполняет АТФ?

Практическая работа № 2
Ферменты и регуляция скорости биохимических реакций

Цель

Изучить зависимость ферментативной активности от температуры, pH, концентрации субстрата и ингибиторов.

Теоретические положения

Ферменты ускоряют химические реакции за счет снижения энергии активации. Скорость ферментативной реакции зависит от:

- концентрации фермента;
- концентрации субстрата;
- температуры;
- pH среды;
- наличие активаторов и ингибиторов;
- Степень связывания фермента с субстратом.

Задания

1. Построить график зависимости скорости реакции от концентрации субстрата.
2. Объяснить понятия Vmax и Km.
3. Сравнить конкурентное и неконкурентное ингибирование.
4. Определите тип ингибирования по предложенному графику.
5. Рассчитать относительную активность фермента при различных значениях pH.

Практическая ситуация

У пациента выявлено повышение активности аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы.
Необходимо:

1. Объясните биологическое значение этих ферментов.
2. Укажите органы, поражение которых может сопровождаться изменением их активности.
3. Предложить дополнительные лабораторные показатели для дифференциальной диагностики.

Практическая работа № 3
Биологические мембраны и клеточный транспорт

Цель

Изучить молекулярную организацию мембран и механизмы транспорта веществ через плазматическую мембрану.

Задания

1. Составить схему строения биологической мембраны.
2. Сравнить простую диффузию, облегчённую диффузию, активный транспорт, эндоцитоз и экзоцитоз.
3. Определить направление движения вещества при различных градиентах концентрации.
4. Объяснить роль натрий-калиевого насоса.
5. Проанализировать последствия нарушения работы мембранных каналов.

Ситуационная задача

Мутация в гене, кодирующем мембранный ионный канал, приводит к нарушению транспорта ионов через эпителиальные клетки.
Ответьте:

1. Как изменится водно-солевой баланс ткани?
2. Почему дефекты ионных каналов могут вызывать заболевания нервной и мышечной систем?
3. Какие методы можно использовать для исследования функции каналов?

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения практических работ

Описание методики оценивания выполнения практических работ: оценка за выполнение тестовых заданий ставится на основании знания теоретического материала по теме практической работы, умений и навыков применения знаний на практике, работы с оборудованием, анализировать результаты практической работы.
Критерии оценки (в баллах*):*
- **5** баллов выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач практической работы, хода работы, применяемых методик исследования; демонстрируется полное знание теоретического материала по теме практической работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются умения и навыки работы с оборудованием, применения знания на практике, анализа результатов практической работы и формулирование выводов, владение навыками прикладной деятельности;
- **4** балла выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач практической работы, хода работы, имеются пробелы в знании применяемых методик исследования; демонстрируется неполное знание фактического материала по теме практической работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются некоторые недостатки умения работать с оборудованием, применять знания на практике, недостатки владения навыками прикладной деятельности и способности анализировать результаты практической работы, формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи;

- **3** балла выставляется студенту, если демонстрируются неполные знания цели и задач практической работы, хода работы, применяемых методик исследования; демонстрируется неполное, несистемное знание теоретического материала по теме практической работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются заметные недостатки в умении работать с оборудованием, применять знания на практике, недостаточно владеет навыками прикладной деятельности, способностью анализировать результаты практической работы и формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи;
- **0-2** балла выставляется студенту, если демонстрируются полное или почти полное отсутствие знания цели и задач практической работы, хода работы, применяемых методик исследования; демонстрируется полное или почти полное отсутствие знания теоретического материала по теме практической работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются значительные недостатки умения работать с оборудованием, применять знания на практике, владения навыками прикладной деятельности, способности анализировать результаты практической работы и формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи.

Экзаменационные билеты

Экзамен (зачет) является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций. Структура экзаменационного билета: в билете указывается кафедра в рамках нагрузки которой реализуется данная дисциплина, форма обучения, направление и профиль подготовки, дата утверждения; билет может включать в себя теоретический(ие) вопрос(ы) и практическое задание (кейс-задание).

Примерные вопросы к экзамену, 4 курс / 7 семестр

1. Предмет, цели и задачи биомолекулярной медицины. Ее значение для современной клинической практики.
2. Основные уровни организации живой материи: молекулярный, субклеточный, клеточный, тканевой и органный.
3. Связь биомолекулярной медицины с биохимией, молекулярной биологией, генетикой, физиологией и патологией.
4. Понятие гомеостаза и молекулярные механизмы его поддержания.
5. Основные типы химических связей в биомолекулах и их значение для структуры и функции макромолекул.
6. Вода, электролиты и буферные системы организма: биомедицинское значение.
7. Принципы структурно-функциональной организации биомолекул.
8. Методы исследования биомолекул в медицине: спектрофотометрия, электрофорез, хроматография, масс-спектрометрия, ПЦР и секвенирование.
9. Аминокислоты: классификация, строение, свойства и биологическая роль.
10. Уровни структурной организации белка: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры.
11. Силы, стабилизирующие пространственную структуру белков.
12. Фолдинг белков и роль молекулярных шаперонов.
13. Денатурация и ренатурация белков. Факторы, вызывающие денатурацию.
14. Посттрансляционные модификации белков и их значение.
15. Функциональная классификация белков организма человека.
16. Структура и функции гемоглобина. Молекулярные механизмы связывания кислорода.
17. Аллостерическая регуляция белков. Кооперативность и эффекторы.
18. Белковые агрегаты и протеинопатии: молекулярные механизмы развития заболеваний.
19. Коллаген: строение, биосинтез и роль в формировании соединительной ткани.
20. Эластин и другие структурные белки внеклеточного матрикса.
21. Антитела: строение, классы иммуноглобулинов и механизм действия.
22. Белки плазмы крови и их диагностическое значение.
23. Ферменты как биологические катализаторы: свойства и механизм действия.

24. Активный центр фермента и формирование фермент-субстратного комплекса.
25. Специфичность ферментов. Модели «ключ — замок» и индуцированного соответствия.
26. Кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса — Ментен.
27. Факторы, влияющие на активность ферментов: температура, pH, концентрация субстрата и фермента.
28. Типы ингибирования ферментов: конкурентное, неконкурентное, бесконкурентное и смешанное.
29. Аллостерические ферменты и их регуляция.
30. Кофакторы, коферменты, простетические группы и металлоферменты.
31. Изоферменты и их клинико-диагностическое значение.
32. Ферменты плазмы крови: функциональные и индикаторные ферменты.
33. Лактатдегидрогеназа, креатинкиназа и аминотрансферазы в диагностике заболеваний.
34. Ферментопатии: классификация, причины и молекулярные механизмы.
35. Применение ферментов и ингибиторов ферментов в терапии.
36. Регуляция активности ферментов посредством фосфорилирования и дефосфорилирования.
37. Нуклеотиды: строение, классификация и биологические функции.
38. Структура ДНК. Принципы комплементарности и антипараллельности цепей.
39. Формы организации ДНК в клетке. Упаковка ДНК в хроматине.
40. Структура и виды РНК: мРНК, тРНК, рРНК, микроРНК и длинные некодирующие РНК.
41. Репликация ДНК: основные этапы, ферменты и механизмы контроля точности.
42. Репарация ДНК: основные пути и медицинское значение нарушений репарации.
43. Транскрипция: этапы, ферменты и регуляция.
44. Процессинг эукариотической мРНК.
45. Генетический код и его свойства.
46. Трансляция: этапы синтеза белка на рибосомах.
47. Регуляция экспрессии генов на транскрипционном и посттранскрипционном уровнях.
48. Эпигенетическая регуляция экспрессии генов.
49. Мутации: классификация, причины возникновения и последствия.
50. Молекулярные механизмы наследственных заболеваний.
51. Митохондриальная ДНК и особенности митохондриального наследования.
52. Геном человека: структура, функциональные элементы и вариабельность.
53. Структура и основные компоненты биологических мембран.
54. Жидкостно-мозаичная модель клеточной мембраны.
55. Функции мембранных липидов, белков и углеводов.
56. Мембранная асимметрия и ее биологическое значение.
57. Транспорт веществ через биологические мембраны.
58. Простая и облегченная диффузия.
59. Активный транспорт. Роль Na^+/K^+-АТФазы.
60. Ионные каналы: классификация, строение и механизмы регуляции.
61. Мембранный потенциал и потенциал действия.
62. Рецептор-опосредованный эндоцитоз, фагоцитоз и экзоцитоз.
63. Липидные рафты и их роль в клеточной сигнализации.
64. Нарушения структуры и функции мембран при заболеваниях.
65. Понятие клеточной сигнализации. Основные типы межклеточной коммуникации.
66. Мембранные и внутриклеточные рецепторы.
67. Рецепторы, сопряженные с G-белками: строение и механизм действия.
68. Вторичные посредники: цАМФ, цГМФ, $ИФ_3$, ДАГ и Ca^{2+}.
69. Фосфолипаза С и кальций-зависимая сигнализация.
70. Рецепторы с тирозинкиназной активностью.
71. Сигнальные пути Ras — Raf — MEK — ERK и PI3K — AKT — mTOR.
72. Рецепторы цитокинов и JAK/STAT-сигналинг.
73. Ядерные рецепторы и регуляция транскрипции.

74. Механизмы десенситизации и интернализации рецепторов.
75. Нарушения клеточной сигнализации при сахарном диабете, онкологических и аутоиммунных заболеваниях.
76. Молекулярные механизмы действия гормонов
77. Общая характеристика обмена веществ и энергии. Анаболизм и катаболизм.
78. АТФ как универсальный энергетический посредник клетки.
79. Гликолиз: этапы, энергетический баланс и регуляция.
80. Аэробное и анаэробное превращение пирувата.
81. Цикл трикарбоновых кислот: этапы и биологическое значение.
82. Дыхательная цепь митохондрий и окислительное фосфорилирование.
83. Хемиосмотическая теория синтеза АТФ.
84. Разобщение окисления и фосфорилирования.
85. Глюконеогенез: субстраты, этапы и регуляция.
86. Гликогенез и гликогенолиз.
87. Молекулярные механизмы нарушений углеводного обмена.
88. β-окисление жирных кислот и кетогенез.
89. Синтез жирных кислот и регуляция липогенеза.
90. Обмен аминокислот и обезвреживание аммиака.
91. Орнитиновый цикл и механизмы развития гипераммониемии.
92. Энергетический обмен мозга, сердца и скелетных мышц.
93. Активные формы кислорода и азота: источники и свойства.
94. Молекулярные механизмы окислительного стресса.
95. Повреждение липидов, белков и нуклеиновых кислот свободными радикалами.
96. Ферментативная антиоксидантная система клетки.
97. Супероксиддисмутаза, каталаза и глутатионпероксидаза.
98. Неферментативные антиоксиданты: глутатион, витамины Е и С, мочевая кислота.
99. Окислительный стресс при ишемии-реперфузии.
100. Окислительный стресс при старении и хронических заболеваниях.
101. Митохондрии как источник активных форм кислорода.
102. Биомаркеры окислительного стресса и возможности их применения в медицине.
103. Клеточный цикл: фазы и молекулярные механизмы регуляции.
104. Циклины и циклинзависимые киназы.
105. Контрольные точки клеточного цикла.
106. Белок p 53 и его роль в поддержании геномной стабильности.
107. Апоптоз: определение, стадии и морфологические признаки.
108. Внешний и внутренний пути апоптоза.
109. Каспазы и их роль в программируемой клеточной гибели.
110. Семейство белков Bcl-2 и регуляция проницаемости митохондриальной мембраны.
111. Некроз, некроптоз, пироптоз и ферроптоз.
112. Аутофагия: молекулярные механизмы и биомедицинское значение.
113. Нарушения апоптоза при опухолевом росте и дегенеративных заболеваниях.
114. Молекулярные механизмы врожденного иммунитета.
115. Распознавание патоген-ассоциированных молекулярных структур.
116. Toll-подобные рецепторы и активация воспалительных сигнальных путей.
117. Цитокины: классификация, механизмы действия и роль в воспалении.
118. Система комплемента: пути активации и биологические эффекты.
119. Молекулярные механизмы активации Т- и В-лимфоцитов.
120. Иммуноглобулины: строение, классы и функции.
121. Молекулярные механизмы аутоиммунных заболеваний.
122. Гиперчувствительность и аллергические реакции на молекулярном уровне.
123. Молекулярные механизмы хронического воспаления.
124. Воспалительные медиаторы и их роль в повреждении тканей.

125. Основные признаки опухолевой трансформации клетки.
126. Онкогены, протоонкогены и гены-супрессоры опухолевого роста.
127. Мутации в генах TP53, RAS, RB 1 и BRCA: медицинское значение.
128. Молекулярные механизмы бесконтрольной пролиферации клеток.
129. Эпигенетические изменения при канцерогенезе.
130. Геномная нестабильность и опухолевый рост.
131. Ангиогенез, инвазия и метастазирование опухолей.
132. Роль микроокружения опухоли.
133. Опухолевые стволовые клетки.
134. Молекулярные маркеры опухолей и их использование в диагностике.
135. Основные направления таргетной терапии опухолевых заболеваний.
136. Иммунотерапия опухолей и ингибиторы контрольных точек иммунного ответа.
137. Моногенные, хромосомные и митохондриальные заболевания.
138. Наследственные болезни обмена веществ.
139. Молекулярные механизмы муковисцидоза.
140. Молекулярные основы фенилкетонурии.
141. Молекулярные механизмы серповидноклеточной анемии.
142. Наследственные коллагенопатии.
143. Молекулярные механизмы мышечных дистрофий.
144. Болезни, связанные с нарушением репарации ДНК.
145. Экспансии повторов и заболевания с динамическим типом наследования.
146. Генетическая гетерогенность и вариабельность клинических проявлений.
147. Пенетрантность, экспрессивность и фенокопии.
148. Медико-генетическое консультирование и оценка генетического риска.
149. Принципы молекулярной диагностики заболеваний.
150. Полимеразная цепная реакция: принцип, этапы и варианты применения.
151. ПЦР в реальном времени и количественная оценка нуклеиновых кислот.
152. Электрофорез нуклеиновых кислот и белков.
153. Гибридизация нуклеиновых кислот и метод FISH.
154. Секвенирование по Сэнгеру.
155. Методы высокопроизводительного секвенирования.
156. Геномное, экзомное и транскриптомное секвенирование.
157. Биомаркеры: классификация и критерии диагностической значимости.
158. Жидкостная биопсия и анализ циркулирующей опухолевой ДНК.
159. Молекулярная диагностика инфекционных заболеваний.
160. Преимущества, ограничения и источники ошибок молекулярно-генетических методов.
161. Понятие персонализированной медицины и ее основные принципы.
162. Фармакогеномика и фармакогенетика.
163. Генетические вариации, влияющие на метаболизм лекарственных препаратов.
164. Биомаркеры эффективности и токсичности лекарственной терапии.
165. Таргетная терапия и молекулярная стратификация пациентов.
166. Генетическое тестирование перед назначением лекарственных препаратов.
167. Роль биоинформатики в персонализированной медицине.
168. Проблемы интерпретации вариантов генома.
169. Этические, правовые и социальные аспекты генетического тестирования.
170. Ограничения и перспективы персонализированной медицины.
171. Основные принципы генной терапии.
172. Вирусные и невирусные векторы доставки генетического материала.
173. Ex vivo- и in vivo-подходы в генной терапии.
174. Редактирование генома с использованием CRISPR/Cas-систем.
175. Возможности и ограничения технологий редактирования генома.

176. РНК-терапия: антисмысловые олигонуклеотиды, siRNA и мРНК-препараты.
177. Клеточная терапия и использование стволовых клеток.
178. CAR-T-клеточная терапия.
179. Риски генной и клеточной терапии.
180. Перспективы регенеративной медицины.
181. У пациента выявлено повышение активности АЛТ и АСТ. Объясните молекулярные причины изменения активности ферментов и диагностическое значение показателей.
182. У больного обнаружена мутация в гене, кодирующем мембранный белок-канал. Объясните, как нарушение структуры белка может привести к развитию заболевания.
183. У пациента выявлена инсулинорезистентность. Охарактеризуйте нарушения рецепторного и пострецепторного сигналинга.
184. У больного наблюдается метаболический ацидоз с повышенным уровнем лактата. Объясните молекулярные механизмы лактатацидоза.
185. У пациента выявлено снижение активности супероксиддисмутазы. Какие последствия это может иметь для клетки?
186. Опишите молекулярные механизмы развития опухоли при инактивации гена-супрессора ТР
187. У пациента выявлена мутация в гене репарации ДНК. Какие виды повреждений могут накапливаться в геноме?
188. Объясните механизм действия препарата, являющегося конкурентным ингибитором фермента.
189. У пациента выявлен наследственный дефект синтеза коллагена. Какие изменения соединительной ткани можно ожидать?
190. Объясните молекулярные механизмы развития аутоиммунного воспаления.
191. При ишемии ткани развивается повреждение клеточных мембран. Какую роль играют активные формы кислорода?
192. У пациента выявлена мутация в митохондриальной ДНК. Каковы особенности наследования и клинических проявлений заболевания?
193. Объясните молекулярные механизмы действия рецептора, сопряженного с G-белком.
194. Сравните апоптоз и некроз на молекулярном уровне.
195. Объясните принцип ПЦР в реальном времени и возможности ее применения в диагностике.
196. У пациента выявлен вариант гена, изменяющий метаболизм лекарственного препарата. Как это учитывается при выборе терапии?
197. Объясните механизмы опухолевого ангиогенеза и значение фактора VEGF.
198. Почему нарушения фолдинга белков могут приводить к развитию нейродегенеративных заболеваний?
199. Объясните роль микроРНК в регуляции экспрессии генов.
200. Какие молекулярные механизмы лежат в основе лекарственной устойчивости опухолевых клеток?

Образец экзаменационного билета

<table>
<tr><td colspan="2">МИНОБРНАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ
Кафедра биологии, экологии и химии</td></tr>
<tr><td>Дисциплина: Биомолекулярная медицина
очная форма обучения
4 курс 7 семестр</td><td>Курсовые экзамены 20__-20__ г.
Направление 06.03.01 Биология
Профиль: Биомедицина</td></tr>
</table>

Экзаменационный билет № 1 1. Основные уровни организации живой материи: молекулярный, субклеточный, клеточный, тканевой и органный. 2. Биомаркеры окислительного стресса и возможности их применения в медицине.	
Дата утверждения: __.__._____	Заведующий кафедрой _____

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания ответа на экзамене

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.
При оценке ответа на экзамене максимальное внимание должно уделяться тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, насколько ответ самостоятельный, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли раскрыты причинно-следственные связи, насколько высокий уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.
Критерии оценки (в баллах):
- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;
- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;
- **10-16** баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;
- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:
- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме:
7 семестр - экзамен.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах.

Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине при использовании модульно-рейтинговой системы

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины:

для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

Шкалы оценивания:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

Рейтинг-план дисциплины

Таблица перевода баллов текущего контроля в баллы рейтинга

	5	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1
2		5	4	3	2	2	2	2	2	1
3			5	4	3	3	3	2	2	2
4				5	4	4	3	3	3	2
5					5	5	4	4	3	3
6						5	5	4	4	3
7							5	5	4	4
8								5	5	4
9									5	5
10										5

Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении 1.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1. Основная учебная литература

1. Куррек Дж., Штейн К. А. Молекулярная медицина: введение. — 2-е изд. Вайнхайм: Wiley-VCH, 2025. — 464 с. — ISBN 978-3-527-35239-5.
2. Трент Р. Дж. Молекулярная медицина. — 4-е изд. Лондон: Elsevier, 2018.
3. Горбунова В. Н., Пчелина С. Н., Шварцман А. Л. Введение в молекулярную медицину: учебное пособие. — Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2011. — Электронное издание, 2020.

5.2. Дополнительная учебная литература

1. Альбертс Б., Джонсон А., Льюис Дж. и др. «Молекулярная биология клетки». — 7-е изд. Нью-Йорк: W. W. Norton, 2022.
2. Бэкингем Л. Молекулярная диагностика: основы, методы и клиническое применение. 3-е изд. F. A. Davis, 2022.

5.3. Другие учебно-методические материалы

Перечень рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», находящихся в свободном доступе

1. https://ncbi.nlm.nih.gov/guide/howto/learn-basics/?utm_source=openai

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

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/.
2. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/.
3. Университетская библиотека онлайн biblioclub.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/.
4. Электронная библиотека УУНиТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elib.bashedu.ru/.
5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rsl.ru/.
6. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://xn--90ax2c.xn--p1ai/viewers/.
7. Национальная платформа открытого образования npoed.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://npoed.ru/.
8. Электронное образование Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://edu.bashkortostan.ru/.
9. Информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.garant.ru/.

Программное обеспечение

1. LIBREOFFICE - Договор №0301400003023000002 от 14.03.2023 (бессрочный)
2. Операционная система Astra Linux - Договор 0301400003023000002 от 14 марта 2023 бессрочно
3. ACD/ChemSketch - Бесплатная лицензия https://www.acdlabs.com/solutions/academia/
4. Математический пакет Maxima - Бесплатная лицензия http://maxima.sourceforge.net/ru/index.html
5. Математический пакет Scalib - Бесплатная лицензия https://www.scilab.org/about/scilab-open-source-software
6. Браузер Google Chrome - Бесплатная лицензия https://www.google.com/intl/ru_ALL/chrome/privacy/eula_text.html
7. Браузер Яндекс - Бесплатная лицензия https://yandex.ru/legal/browser_agreement/index.html
8. Справочная Правовая Система "КонсультантПлюс" - Договор №125818-С от 28.04.2026
9. Pascalabc, PascalABC.NET - Бесплатная лицензия https://pascal-abc.ru, http://pascalabc.net
10. Программа для обработки ямр спектров SpinWorks - Бесплатная лицензия https://fen.nsu.ru/nmr/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=4

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория 11(БФ)	Лекционная, Семинарская, Для курсового проектирования, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Доска, ибп, коммутатор, компьютер, мебель (столы для коворкинг зоны). Программное обеспечение 1. ACD/ChemSketch 2. Математический пакет Maxima 3. Математический пакет Scalib 4. LIBREOFFICE 5. Pascalabc, PascalABC.NET 6. Операционная система Astra Linux 7. Программа для обработки ямр спектров SpinWorks
Аудитория 24(БФ)	Для хранения оборудования	Checker, checktemp, smart track, адаптер, аптечка, бинокль блц 10х40, веб камера, весы, камера, комплект учебных фильмов, компьютер, ксерокс,

		лоток/поддон, микроскоп, монитор, мышь, нитрат-тест 2 соэкс, нитратомер портативный нитрат-тест, ноутбук, переходник, планшет, принетр brother, принетр kyosera 2135, принтер, проектор, системный блок, станок, термогигрометр testo 622, термометр, тонометр, фильтр, холодильник, экран, электропанель-конвектор ballu camino bec/v(vr)-2000. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux
Аудитория 29(БФ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Доска, компьютер , проектор, экран.
Аудитория 30(БФ)	Для самостоятельной работы	Коммутатор, компьютер, монитор, наушники, принтер, системный блок, фильтр сетевой. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux
Аудитория 42(БФ)	Для самостоятельной работы	Коммутатор, компьютер, ксерокс, маршрутизатор wi-fi. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux 3. Браузер Google Chrome 4. Браузер Яндекс
Читальный зал(ФМ)	Для курсового проектирования, Для самостоятельной работы	Компьютер, ксерокс, принтер. Программное обеспечение 1. Справочная Правовая Система "КонсультантПлюс" 2. LIBREOFFICE 3. Операционная система Astra Linux