

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 13.08.2026 15:05:08
Уникальный идентификатор:
6b5279da4e034bffa79172803da5b10c9b0de2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Факультет естественных наук
Кафедра теоретической и прикладной химии

Согласовано
и.о. декана факультета естественных наук
« 14 » 04 2026 г.
/Лялина И.Ю./

Рабочая программа дисциплины

Молекулярная биология

Направление подготовки

44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Профиль:

Биология и химия

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Согласовано учебно-методической
комиссией факультета естественных наук
Протокол « 14 » 04 2026 г. № 6
Председатель УМКом /Лялина И.Ю./

Рекомендовано кафедрой теоретической
и прикладной химии
Протокол от « 31 » 03 2026 г. № 8
Зав. кафедрой /Васильев Н.В./

Москва
2026

Автор-составитель:

Дроганова Татьяна Сергеевна, старший преподаватель кафедры теоретической и прикладной химии

Рабочая программа дисциплины «Молекулярная биология» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 22.02.2018, №125

Дисциплина «Молекулярная биология» входит в «Предметно методический модуль (профиль: Биология)» обязательной части Блока 1 «Дисциплины(модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки(по учебному плану) 2026

Содержание

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	8
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	11
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	22
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ. Ошибка! Закладка не определена.	
8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ..... Ошибка! Закладка не определена.	
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ..... Ошибка! Закладка не определена.	

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины – сообщить обучающимся знания о содержании, современных теоретических и практических задачах молекулярной биологии как науки, изучающей взаимосвязь строения и функций биологических макромолекул, обеспечивающих жизнедеятельность организмов.

Задачи дисциплины:

- прочное освоение учащимися теоретических знаний в области основных разделов молекулярной биологии;
- обеспечение навыков работы с молекулярно-биологическими объектами, объяснения и демонстрации полученных данных;
- приобретение обучающимися умений самостоятельного поиска информации в области молекулярной биологии, ее анализа и использования в процессе учебной и практической (преподавательской) деятельности.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции

ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач

ОПК-8. Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Молекулярная биология» входит в «Предметно методический модуль (профиль: Биология)» обязательной части Блока 1 «Дисциплины(модули)» и является обязательной для изучения.

Для освоения дисциплины обучающиеся используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин «Органическая химия», «Генетика», «Цитология», «Биологическая химия» на предыдущих этапах образования.

В результате освоения данных дисциплин обучающиеся, в частности, приобретают знания в области строения основных классов органических соединений биологической природы, химического состава и обмена веществ и энергии в организме, принципах ферментативного катализа, взаимосвязи и регуляции обмена веществ. Одновременно у обучающихся вырабатываются умения в области проведения практических (лабораторных) работ с биологическими объектами, формируется готовность к восприятию нового теоретического материала и практических навыков в области молекулярной биологии.

В связи с тем, что в процессе освоения текущего курса обучающиеся приобретают необходимые знания в области молекулярных механизмов хранения, воспроизведения и реализации генетической информации, мутагенных и канцерогенных факторов окружающей среды, основополагающих методов и возможностей генетической инженерии и молекулярной биотехнологии, освоение дисциплины «Молекулярная биология» является необходимым для последующего изучения таких дисциплин как «Теория эволюции», «Физиология растений», «Физиология человека и животных», «Биохимические методы мониторинга окружающей

среды», «Популяционная генетика» и др., а также прохождения специализированной и производственной практики.

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Формы обучения
	Очная
Объем дисциплины в зачетных единицах	3
Объем дисциплины в часах	108
Контактная работа	50,3
Лекции	16
Лабораторные занятия	32
Из них в форме практической подготовки	4
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	2,3
Экзамен	2
Предэкзаменационная консультация	0,3
Самостоятельная работа	48
Контроль	9,7

Формой аттестации является экзамен в 8-ом семестре.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) Дисциплины с кратким содержанием	Кол-во часов		
	Очная форма		
	Лекции	Лабораторные занятия	Из них в форме практической подготовки
Раздел I. Задачи и методы молекулярной биологии. Современные теоретические и практические задачи молекулярной биологии как составляющей физико-химической биологии (расшифровка структуры геномов, создание банков генов, изучение молекулярных основ эволюции, адаптации, канцерогенеза и др.). Методы молекулярной биологии. Физико-химические методы (хроматография, электрофорез, ультрацентрифугирование и др.) изучения структуры и свойств главных биополимеров (нуклеиновых кислот и белков).	1	4	
Раздел II. Структура геномов.			
Тема 1. Структура геномов вирусов и фагов. Строение геномов ДНК-содержащих фагов фХ174, М13, λ-фага, вируса гепатита В. Болезни, вызываемые ДНК-содержащими вирусами. РНК-содержащие вирусы. Ретровирусы. Вирус иммунодефицита человека (ВИЧ), его структура и цикл развития, подходы для борьбы с ним. Вирусы гриппа. Онкогенные вирусы.	1	4	
Тема 2. Структура геномов бактерий. Особенности структуры геномов бактерий. Различия в геномах у различных видов бактерий. Минимальный размер генома прокариот. Особенности строения генов бактерий. Структура оперонов бактерий и регуляция транскрипции. Плазмидная ДНК бактерий. Химический синтез ДНК бактерий как путь создания синтетических геномов.	1	3	
Тема 3. Структура геномов эукариот. Мозаичное строение генов эукариот. Повторяющиеся и уникальные последовательности в ДНК. Теломерные повторы. Сателлитная ДНК. Итоги выполнения программы «Геном человека». Успехи и перспективы в изучении структуры генома человека, животных и растений.	1	3	
Раздел III. Подвижные гены, рекомбинация и эволюция геномов.			
Тема 1. Молекулярные основы генетической рекомбинации. Общая и сайт-специфическая	1	1	

рекомбинация. Белки и ферменты, участвующие в рекомбинации. Бактериофаги как участники сайт-специфической рекомбинации. Особенности рекомбинации вирусных РНК.			
Тема 2. Подвижные генетические элементы и эволюция. Подвижные генетические элементы бактерий, их структура и возможные механизмы перемещения транспозонов. Мобильные диспергированные гены эукариот. Ретропозоны. Псевдогены. Последствия ретропозиции и эволюция геномов.	2	1	
Раздел IV. Повреждения и репарация ДНК. Апоптоз.			
Тема 1. Причины и виды повреждений ДНК. Классификация факторов, вызывающих повреждения в ДНК. Антропогенные факторы мутагенеза. Активные формы кислорода как индукторы мутационного процесса. Мутагены и раковое перерождение клеток.	2	2	
Тема 2. Виды репарации ДНК. Репарация ДНК и ее виды: прямая и эксцизионная репарация. SOS - репарация. Ферменты репарации.	2	2	
Тема 3. Молекулярные механизмы апоптоза. Молекулярные и биохимические аспекты апоптоза. Индукторы и рецепторы апоптоза. Каспазы, их строение и мишени воздействия. Взаимосвязь процессов апоптоза и вирусного канцерогенеза. Апоптоз и регуляция клеточного цикла.	2	4	
Раздел V. Современные методы и задачи генетической инженерии, геномики и протеомики			
Тема 1. Методы геномики и генетической инженерии. Понятие о рекомбинантных ДНК. Генетическая инженерия как технология получения функционально активных генетических структур. Рестрикция ДНК. Рестриктазы, их классификация и особенности воздействия на ДНК. Клонирование ДНК. Плазмиды, их свойства и функции. Векторы молекулярного клонирования. Гибридизация нуклеиновых кислот. Химический синтез генов и геномов. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) и аспекты ее применения. Различные стратегии молекулярного клонирования. Получение генов с использованием обратной транскриптазы. Геномика, ее задачи и достижения. Методы секвенирования ДНК. Задачи биоинформатики. Методы и задачи протеомики.	2	4	4
Тема 2. Достижения и перспективы генетической инженерии, геномики и протеомики.	1	4	

Получение пептидных гормонов: гормона роста, соматостатина, инсулина. Получение интерферонов. Получение трансгенных растений (общие принципы, достижения и перспективы). Преимущества трансгенных видов и сортов растений. Получение трансгенных животных в научных и практических целях. Трансгенные рыбы, птицы, овцы и крупный рогатый скот и перспективы их использования. Молекулярно-генетическая трансформация видов бактерий. Проблемы создания искусственных клеток и организмов.			
Итого	16	32	4

Практическая подготовка

Тема	Задание на практическую подготовку	Количество часов
Раздел V. Современные методы и задачи генетической инженерии, геномики и протеомики		
Тема 1. Методы геномики и генетической инженерии.	Проведение экспериментов, направленных на изучение ДНК	4
Итого:		4

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Количество часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Формы отчетности
Раздел I. Задачи и методы молекулярной биологии Современные теоретические и практические задачи молекулярной биологии как составляющей физико-химической биологии (расшифровка структуры геномов, создание банков генов, изучение молекулярных основ эволюции, адаптации, канцерогенеза и др.). Методы молекулярной биологии. Физико-химические методы (хроматография, электрофорез, ультрацентрифугирование и др.) изучения структуры и свойств главных биополимеров (нуклеиновых кислот и белков).	Современные задачи молекулярной биологии. Методы молекулярной биологии	6	Работа с учебной литературой и ресурсами сети «Интернет»	Основная и дополнительная литература, интернет-ресурсы	реферат, индивидуальное задание,

Раздел II. Структура геномов Тема 1. Структура геномов вирусов и фагов. Строение геномов ДНК-содержащих фагов jX174, M13, λ-фага, вируса гепатита В. Болезни, вызываемые ДНК-содержащими вирусами. РНК-содержащие вирусы. Ретровирусы. Вирус иммунодефицита человека (ВИЧ), его структура и цикл развития, подходы для борьбы с ним. Вирусы гриппа. Онкогенные вирусы. Тема 2. Структура геномов бактерий. Особенности структуры геномов бактерий. Различия в геномах у различных видов бактерий. Минимальный размер генома прокариот. Особенности строения генов бактерий. Структура оперонов бактерий и регуляция транскрипции. Плазмидная ДНК бактерий. Химический синтез ДНК бактерий как путь создания синтетических геномов. Тема 3. Структура геномов эукариот. Мозаичное строение генов эукариот. Повторяющиеся и уникальные последовательности в ДНК. Теломерные повторы. Сателлитная ДНК. Итоги выполнения программы «Геном человека». Успехи и перспективы в изучении структуры генома человека, животных и растений.	Структура геномов вирусов, бактерий и эукариот	10	Работа с учебной литературой и ресурсами сети «Интернет»	Основная и дополнительная литература, интернет-ресурсы	реферат, индивидуальное задание,
Раздел III. Подвижные гены, рекомбинация и эволюция геномов Тема 1. Молекулярные основы генетической рекомбинации. Общая и сайт-специфическая рекомбинация. Белки и ферменты, участвующие в рекомбинации. Бактериофаги как участники сайт-специфической ре-	Молекулярные основы генетической рекомбинации. Подвижные генетические элементы и эволюция	8	Работа с учебной литературой и ресурсами сети «Интернет»	Основная и дополнительная литература, интернет-ресурсы	реферат, индивидуальное задание,

комбинации. Особенности рекомбинации вирусных РНК. Тема 2. Подвижные генетические элементы и эволюция. Подвижные генетические элементы бактерий, их структура и возможные механизмы перемещения транспозонов. Мобильные диспергированные гены эукариот. Ретропозоны. Псевдогены. Последствия ретропозиции и эволюция геномов.					
Раздел IV. Повреждения и репарация ДНК. Апоптоз . Тема 1. Причины и виды повреждений ДНК. Классификация факторов, вызывающих повреждения в ДНК. Антропогенные факторы мутагенеза. Активные формы кислорода как индукторы мутационного процесса. Мутагены и раковое перерождение клеток. Тема 2. Виды репарации ДНК. Репарация ДНК и ее виды: прямая и эксцизионная репарация. SOS - репарация. Ферменты репарации. Тема 3. Молекулярные механизмы апоптоза. Молекулярные и биохимические аспекты апоптоза. Индукторы и рецепторы апоптоза. Каспазы, их строение и мишени воздействия. Взаимосвязь процессов апоптоза и вирусного канцерогенеза. Апоптоз и регуляция клеточного цикла.	Причины и виды повреждений ДНК. Виды репарации ДНК. Молекулярные механизмы апоптоза	10	Работа с учебной литературой и ресурсами сети «Интернет»	Основная и дополнительная литература, интернет-ресурсы	реферат, индивидуальное задание,
Раздел V. Методы и задачи генетической инженерии, геномики и протеомики Тема 1. Методы геномики и генетической инженерии. Понятие о рекомбинантных ДНК. Генетическая инженерия как технология получения функционально активных генетических	Методы геномики и генетической инженерии. Достижения и перспективы генетической инженерии, геномики и протеомики	14	Работа с учебной литературой и ресурсами сети «Интернет»		реферат, индивидуальное задание,

структур. Рестрикция ДНК. Рестриктазы, их классификация и особенности воздействия на ДНК. Клонирование ДНК. Плазмиды, их свойства и функции. Векторы молекулярного клонирования. Гибридизация нуклеиновых кислот. Химический синтез генов и геномов. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) и аспекты ее применения. Различные стратегии молекулярного клонирования. Получение генов с использованием обратной транскриптазы. Геномика, ее задачи и достижения. Методы секвенирования ДНК. Задачи биоинформатики. Методы и задачи протеомики. Тема 2. Достижения и перспективы генетической инженерии, геномики и протеомики. Получение пептидных гормонов: гормона роста, соматостатина, инсулина. Получение интерферонов. Получение трансгенных растений (общие принципы, достижения и перспективы). Преимущества трансгенных видов и сортов растений. Получение трансгенных животных в научных и практических целях. Трансгенные рыбы, птицы, овцы и крупный рогатый скот и перспективы их использования. Молекулярно-генетическая трансформация видов бактерий. Проблемы создания искусственных клеток и организмов.					
Итого		48			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа
ОПК-8. Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ПК-1	Пороговый	Работа на учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия)	Знать: - основы молекулярной биологии; - фундаментальные принципы функционирования живых систем. Уметь: - применять научные знания в области молекулярной биологии для общеобразовательных дисциплин и решения профессиональных задач; - осуществлять поиск и анализ научной информации по актуальным вопросам современного естествознания; - прогнозировать направление и результат химических превращений биологически значимых макромолекул.	Опрос, тестирование, выполнение и защита лабораторных работ, индивидуальные задания	Шкала оценивания опроса, шкала оценивания тестирования, шкала оценивания выполнения лабораторных работ, шкала оценивания индивидуального задания
	Продвину- тый	Самостоя- тельная ра- бота	Знать: - основы молекулярной биологии; - фундаментальные принципы функционирования живых систем. Уметь: - применять научные знания в области молекулярной биологии для общеобразовательных дисциплин и решения профессиональных задач; - осуществлять поиск и анализ научной информации по актуальным вопросам современного естествознания; - прогнозировать направление и результат химических превращений биологически значимых макромолекул. Владеть:	Опрос, тестирование, выполнение и защита лабораторных работ, реферат, практическая подготовка	Шкала оценивания опроса, шкала оценивания тестирования, шкала оценивания выполнения лабораторных работ, шкала оценивания реферата, шкала оценивания практической подготовки

			- практическими навыками исследований для проведения экспериментальных научно-исследовательских работ с биологическими объектами в рамках профессиональной деятельности.		
ОПК-8	Пороговый	Работа на учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия)	Знать: - основные современные методы генной инженерии; - основы биотехнологических и биомедицинских производств и молекулярного моделирования Уметь: - использовать основные современные методы генной инженерии, основы биотехнологических и биомедицинских производств и молекулярного моделирования в профессиональной деятельности	Опрос, тестирование, выполнение и защита лабораторных работ, индивидуальные задания	Шкала оценивания опроса, шкала оценивания тестирования, шкала оценивания выполнения лабораторных работ, шкала оценивания индивидуального задания
	Продвину- тый	Самостоя- тельная ра- бота	Знать: - основные современные методы генной инженерии; - основы биотехнологических и биомедицинских производств и молекулярного моделирования Уметь: - использовать основные современные методы генной инженерии, основы биотехнологических и биомедицинских производств и молекулярного моделирования в профессиональной деятельности Владеть: - современными методами генной инженерии, основами биотехнологических и биомедицинских производств и молекулярного моделирования	Опрос, тестирование, выполнение и защита лабораторных работ, реферат, практическая подготовка	Шкала оценивания опроса, шкала оценивания тестирования, шкала оценивания выполнения лабораторных работ, шкала оценивания реферата, шкала оценивания практической подготовки

Шкала оценивания опроса

Максимальное количество баллов – 24 (3 балла за каждый опрос)

Показатель	Баллы
Свободное владение материалом	3
Достаточное усвоение материала	2
Поверхностное усвоение материала	1
Неудовлетворительное усвоение материала	0

Шкала оценивания тестирования

Макс. количество баллов за семестр – 6

Процент правильных ответов	Баллы
80-100%	4,8-6
60-80%	3,6-4,7
40-60%	2,4-3,2
20-40%	1,2-2,3
0-20%	0-1,1

Шкала оценивания выполнения и защиты лабораторной работы

Макс. количество баллов – 24 (по 3 балла за работу)

Критерии оценивания	Кол-во баллов
Работа выполнена полностью по плану без существенных ошибок и сделаны правильные выводы	3
Работа выполнена не полностью или с небольшими ошибками, сделаны частично верные выводы	1-2
Работа не выполнена	0

Шкала оценивания выполнения индивидуального задания

Максимальное количество баллов за семестр – 3

Уровень оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Выполнение индивидуального задания	Свободное владение материалом	8-10
	Достаточное усвоение материала	6-7
	Поверхностное усвоение материала	5-3
	Неудовлетворительное усвоение материала	0-2

Шкала оценивания практической подготовки

Критерии оценивания	Баллы
Высокая активность на практической подготовке, выполнены лабораторные исследования в количестве не менее 3	12-20
Средняя активность на практической подготовке, выполнены лабораторные исследования в количестве от 1 до 3	5-11
Низкая активность на практической подготовке, лабораторное исследование не выполнялось	0-4

Шкала оценивания реферата

Максимальное количество баллов за семестр – 2

Показатель	Баллы
Реферат соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением достаточного количества научных и практических источников по теме, студент в состоянии ответить на вопросы по теме.	2
Реферат в целом соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением нескольких научных и практических источников по теме, студент в состоянии ответить на часть вопросов по теме	1
Реферат не соответствует заявленной теме, выполнен с использованием только 1 или 2 источников, студент допускает ошибки при изложении материала, не в состоянии ответить на вопросы по теме.	0

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерные вопросы для индивидуальных заданий:

- 1.Перечислите основные теоретические и практические задачи современной молекулярной биологии.
- 2.Какова роль отечественных ученых в изучении структуры нуклеиновых кислот и молекулярной организации вирусов и фагов?
3. Почему работы Дж. Уотсона и Ф. Крика расцениваются как революционные в современной биологии?
- 6.Перечислите основные физические методы, используемые в молекулярной биологии. Какие параметры структуры биополимеров и органелл клетки изучаются данными методами?
- 7.Как используется в молекулярной биологии культура клеток, гибридные клетки и бесклеточные системы?
- 9.Перечислите основные методы технологии получения рекомбинантных ДНК. Кем были разработаны принципы молекулярного клонирования?
- 10.Назовите основные ферменты, используемые в генетической инженерии, и укажите реакции, которые они катализируют.
- 11.Какие типы рестриктаз вам известны и как они используются в генетической инженерии?
- 12.Что представляют собой плазмиды? Какие свойства плазмид используются в генетической инженерии?
- 13.На чем основан метод гибридизации нуклеиновых кислот? Что представляет собой ДНК-зонды?
- 14.Изобразите в виде схемы процесс получения генов с использованием обратной транскриптазы.
- 15.Что представляет собой полимеразная цепная реакция и каковы возможности ее практического использования?
- 16.Какие методы определения первичной структуры ДНК вам известны? В чем состоит принцип этих методов? Как получают библиотеки генов и библиотеки кДНК?
- 17.Каковы в настоящее время успехи в области изучения геномов прокариот и эукариот?
- 18.Изобразите схему получения гормона роста методами генетической инженерии.
- 19.В чем состоят основные отличия структуры геномов про- и эукариот ?
- 20.Каковы особенности генетического кода митохондрий?
- 21.Какие ДНК-содержащие вирусы и фаги вам известны?
- 22.Какие виды подвижных генетических элементов вы знаете и каковы характерные особенности их строения?

23. Назовите известные вам виды регуляторных последовательностей эукариотических геномов.
24. Какие виды генетической рекомбинации вы знаете?
25. Каковы современные представления о структуре хроматина?
26. Перечислите известные виды повреждений структуры ДНК. Какие факторы способны вызывать мутации в ДНК?
27. Приведите схему строения оперонов бактерий и объясните функции их основных элементов
29. Что представляют собой аутосплайсинг и альтернативный сплайсинг?
30. Представьте в виде схемы цикл развития ВИЧ. К какой группе вирусов он относится? Каковы перспективы борьбы со СПИДом?
31. Каковы особенности структуры онкогенных вирусов? Приведите примеры онкогенов и онкобелков. Что вам известно о механизмах ракового перерождения клеток?
32. Что представляет собой апоптоз и каково его биологическое значение?
33. В связи с чем укорачиваются хромосомы эукариот при каждой последующей репликации?
34. Какие механизмы обеспечивают точность трансляции?
35. Как осуществляется транспорт белка через мембрану?
36. Какие ферменты принимают участие в нейтрализации активных форм кислорода?

Примерные вопросы к экзамену:

1. Молекулярная биология как составляющая физико-химической биологии. Предмет и задачи молекулярной биологии.
2. Основные достижения молекулярной биологии.
3. РНК как вероятный первичный в эволюции форм жизни биополимер (концепция «мир РНК»).
4. Виды мутаций ДНК и причины их возникновения.
5. Активные формы кислорода, их возникновение и воздействие на структуру ДНК.
6. Механизмы репарации ДНК. Прямая и эксцизионная репарация.
7. Молекулярные механизмы апоптоза. Взаимосвязь апоптоза с канцерогенезом.
8. Апоптоз и теория канцерогенеза.
9. Онкогены, онкобелки и возможные механизмы их действия.
10. Современные теории вирусного канцерогенеза.
11. Препараты, используемые в химиотерапии.
12. ДНК-содержащие вирусы и фаги. Особенности структуры геномов фагов φX 174 и λ. Вирусы гепатита.
13. Структура и цикл развития вируса иммунодефицита человека.
14. Особенности генома бактериофагов, позволяющие использовать их в качестве векторов молекулярного клонирования.
15. Открытие явления обратной транскрипции и его значение для прогресса молекулярной биологии.
16. Молекулярные механизмы генетической рекомбинации.
17. Сайт-специфическая рекомбинация.
18. Особенности структуры геномов и генов бактерий.
19. Особенности строения плазмид, их применение в качестве векторов молекулярного клонирования.
20. Подвижные генетические элементы прокариот.
21. Структура геномов эукариот. Уникальные и повторяющиеся гены.
22. Структура хроматина и ее связь с функциональной активностью генома.
23. Регуляторные элементы генома эукариот.
24. Сателлитная ДНК.
25. Некодирующая ДНК. Роль в молекулярной эволюции.
26. Особенности структуры ДНК клеточных органелл.

27. Генетический код: особенности ядерного и митохондриального геномов.
28. Мобильные диспергированные гены эукариот.
29. Наследственные заболевания и их диагностика.
30. Особенности структуры генома человека.
31. Особенности протеома человека.
32. Задачи геномики и протеомики.
33. Ферменты, используемые в генетической инженерии.
34. Химический синтез генов и геномов. Работы Х.-Г. Корана и К. Вентера.
35. Схема получения рекомбинантных ДНК и их клонирования в клетках бактерий.
36. Векторы молекулярного клонирования, их разнообразие и использование в генетической инженерии.
37. Принцип комплементарности и его использование в гибридизации нуклеиновых кислот.
38. ДНК-зонды и их применение.
39. Получение пептидных гормонов (соматостатин, гормон роста) и интерферонов методами генетической инженерии.
40. Получение лекарственных препаратов при помощи биотехнологии.
41. Получение трансгенных растений: общие принципы, достижения и перспективы.
42. Полимеразная цепная реакция, принцип метода.
43. Синтез генов с использованием обратной транскриптазы.
44. Рестриктазы и их использование в генетической инженерии.
45. Бесклеточные системы трансляции и перспективы их использования для внеклеточного синтеза белков. Репликазы и их применение в системах искусственного синтеза белка.
46. Методы определения первичной структуры ДНК.
47. Изучение молекулярной организации мембран (работы Ю. Овчинникова).
48. Каталитически активные антитела (абзимы). Перспективы их применения.
49. Использование методов молекулярной биологии в диагностике заболеваний.
50. Перспективы развития молекулярной биологии.

Примерные темы рефератов

1. Геном вирусов. Молекулярные аспекты вирусных заболеваний человека: гепатиты В, С, грипп, СПИД
2. Особенности генома бактериофагов, позволяющие использовать их в качестве векторов молекулярного клонирования.
3. Особенности строения плазмид, их применение в качестве векторов молекулярного клонирования.
4. Подвижные генетические элементы эукариот и молекулярная эволюция.
5. Повторяющиеся последовательности генома эукариот.
6. Репарация ДНК и ее виды.
7. Транскрипция у эукариот и ее регуляция. Общая регуляция транскрипции на уровне хроматина.
8. Концепция «Мир РНК».
9. Индукция и механизмы апоптоза.
10. Определение нуклеотидных последовательностей ДНК.
11. Синтез ДНК и генетическая трансформация клеток бактерий.
12. Достижения и перспективы молекулярной биотехнологии.
13. Данные, опубликованные по программам «Геном человека», «1000 геномов», «Протеом человека».
14. Геном клеточных органелл эукариот.
15. Обратная транскрипция и ее применение в генетической инженерии.
16. Теломерные повторы в ДНК, ДНК-теломеразы.
17. Молекулярные аспекты канцерогенеза.

18. Некодирующие РНК.
19. Роль ферментов в детоксикации ксенобиотиков.
20. РНК-интерференция.
21. Причины и последствия прионизации белков.
22. Современные представления о структуре рибосом.

Примерные темы лабораторных работ:

1. Получение белковых экстрактов из тканей животных и растений
2. Определение концентрации белка по методу Лоури
3. Методы очистки белков
4. Электрофоретическое разделение белков в ПААГ
 - 1) Приготовление гелей для электрофореза
 - 2) Проведение электрофореза в ПААГ
 - 3) Анализ электрофореграмм
5. Полимеразная цепная реакция
 - 1) Выделение ДНК
 - 2) Амплификация выделенных фрагментов ДНК
 - 3) Визуализация продуктов амплификации и анализ электрофореграмм
6. Гель-фильтрация белков
7. Оценка качества препаратов ДНК

Задания на практическую подготовку

1. Проведение экспериментов, направленных на изучение ДНК

Примерные задания для подготовки к опросам

1. Методы молекулярной биологии. ПЦР, принцип метода. Организация лаборатории.
2. Методы определения первичной структуры ДНК. Определение первичной структуры белков.
3. Использование принципа комплементарности в гибридизации нуклеиновых кислот. ДНК-зонды и их применение.
4. РНК-содержащие вирусы. Структура и цикл развития ВИЧ.
5. ДНК-содержащие вирусы и фаги. Особенности структуры геномов фагов фХ 174 и λ. Вирусы гепатита.
6. Особенности структуры геномов и генов бактерий. Перенос генетического материала у бактерий.
7. Структура геномов эукариот. Уникальные и повторяющиеся гены. Сателлитная ДНК. Структура хроматина и ее связь с функциональной активностью генома. ДНК-связывающие домены в белках, их типы.
8. Некодирующая ДНК. Роль в молекулярной эволюции. Особенности структуры ДНК клеточных органелл (митохондрий и хлоропластов).
9. Ферменты и белковые факторы, участвующие в репликации ДНК. Строение, функции и механизм действия ДНК-теломераз.
10. Регуляторные элементы генома эукариот. Энхансеры и регуляция транскрипции.
11. Подвижные генетические элементы прокариот. Мобильные диспергированные гены эукариот.
12. Особенности структуры генома человека. Программа «Геном человека». Задачи геномики и протеомики. Наследственные заболевания и их диагностика.
13. Молекулярные механизмы генетической рекомбинации. Сайт-специфическая рекомбинация.

14. Повреждения ДНК, их классификация и причины их возникновения. Активные формы кислорода, их возникновение и воздействие на структуру ДНК. Ферментные системы, участвующие в связывании АФК.
15. Механизмы репарации ДНК. Прямая и эксцизионная репарация. SOS-репарация. Ферментные системы, участвующие в репарации.
16. Индукция и механизмы апоптоза. Раковое перерождение клеток.
17. Онкогены, онкобелки и возможные механизмы их действия.
18. Ферменты, используемые в генетической инженерии. Реввертаза, рестриктазы, ДНК-полимеразы. Фрагмент Кленова.
19. Векторы молекулярного клонирования, их разнообразие и использование в генетической инженерии. Плазмиды, их свойства и использование в генетической инженерии.
20. Получение рекомбинантных ДНК и их клонирование в клетках бактерий.
21. ОТ. Открытие, применение. Синтез генов с использованием обратной транскриптазы.
22. Химический синтез генов и геномов. Работы Х.-Г. Корана и К Вентера.
23. Ферменты небелковой природы: каталитически активные антитела (абзимы), рибозимы, гибридозимы. Перспективы их применения.
24. Методы генетической инженерии. Получение инсулина, соматотропина, эритропоэ

Примерные задания для тестирования

1. К методам молекулярной клинической диагностики относятся все, кроме:
 - 1) полимеразная цепная реакция
 - 2) гибридизация нуклеиновых кислот
 - 3) секвенирование ДНК
 - 4) рестрикционный анализ
 - 5) бактериологический посев
2. Какой естественный процесс существования клетки лежит в основе ПЦР:
 - 1) транскрипция
 - 2) трансляция
 - 3) репликация
 - 4) сплайсинг
3. Молекулярно-генетическими маркерами для внутривидового типирования микроорганизмов являются:
 - 1) специфические сайты для эндонуклеаз
 - 2) плазмиды
 - 3) специфические последовательности ДНК, тестируемые с помощью зондов
 - 4) повторяющиеся последовательности ДНК
 - 5) конформационные изменения однонитевой ДНК (SSCP)
 - 6) всё перечисленное
4. Основными инструментами для генетического конструирования являются:
 - 1) протеазы
 - 2) изомеразы
 - 3) рестриктазы
 - 4) трансферазы
5. При калибровке автоматических дозаторов масса одного миллилитра дистиллированной воды
 - 1) 1 г
 - 2) 1000 ± 5 мг
 - 3) зависит от метода дистилляции
 - 4) зависит от температуры
6. Прибор для проведения полимеразной цепной реакции и других термоциклических процессов называется:
 - 1) амплификатор;
 - 2) вортекс;

- 3) трансиллюминатор;
- 4) центрифуга
7. Для точного измерения величины водородного показателя раствора используют:
 - 1) спектрофотометр;
 - 2) pH-метр;
 - 3) пикнометр;
 - 4) флуориметр.
8. Процесс узнавания т-РНК своей аминокислоты называется
 - 1) сплайсинг
 - 2) процессинг
 - 3) рекогниция
 - 4) трансляция
9. Механизм преобразования пре-мРНК
 - 1) вырезаются все интроны, а экзоны сшиваются
 - 2) вырезаются все экзоны, а интроны сшиваются
 - 3) экзоны меняются местами с интронами
 - 4) мРНК становится длиннее проматричной
10. Промотор – это
 - 1) участок ДНК, регулирующий работу оперона
 - 2) участок ДНК, опознаваемый РНК-полимеразой
 - 3) участок ДНК, прекращающий движение РНК-полимеразы
 - 4) участок ДНК, отделяющий оператор от структурных генов
11. Подберите к каждой аминокислоте соответствующее свойство радикала.

1) Фен	А. Гидрофильный с анионной группой
2) Цис	Б. Гидрофильный с катионной группой
3) Сер	В. Гидрофобный
4) Глу	Г. Полярный незаряженный
5) Арг	

Ответ: 1В, 2Г, 3Г, 4А, 5Б

12. Выберите один неправильный ответ.

Гидрофобные радикалы аминокислот чаще всего располагаются:

- 1) Внутри глобулярных цитозольных белков
 - 2) В местах контактов протомеров олигомерных белков
 - 3) На поверхности цитозольных белков
 - 4) На поверхности интегральных мембранных белков
 - 5) В активном центре белков
13. Выберите один неправильный ответ.
- Шапероны:
- 1) Являются глобулярными белками
 - 2) Связываются с частично денатурированными белками
 - 3) Облегчают разрушение частично денатурированных белков
 - 4) Находятся во всех отделах клетки
 - 5) Их синтез усиливается при стрессовых воздействиях
14. Что общего между нативной и денатурированной рибонуклеазой:
- 1) Первичная структура
 - 2) Конформация
 - 3) Строение активного центра
 - 4) Межрадикальные связи
 - 5) Функция
15. Выберите один неправильный ответ.
- Белки денатурируют в результате:
- 1) Действия протеолитических ферментов

- 2) Повышения температуры
- 3) Изменения pH
- 4) Действия солей тяжелых металлов
- 5) Воздействия мочевины

16. Выполните «цепное» задание.

а) в формировании третичной структуры ДНК принимают участие:

- 1) ТАТА-фактор
- 2) Гистоны
- 3) SSB-белки

б) эти белки имеют суммарный заряд:

- 1) Положительный
- 2) Отрицательный
- 3) Нейтральный

в) заряд обусловлен присутствием в белке большого количества:

- 1) Глу, Асп
- 2) Лиз, Арг
- 3) Лей, Фен

г) эти белки входят в состав:

- 1) Рибосом
- 2) Нуклеосом
- 3) Репликативного комплекса

д) образование этих структур способствует:

- 1) Репликации
- 2) Компактизации ДНК
- 3) Повышению отрицательного заряда ДНК
- 4) Транскрипции

17. Установите соответствие.

- | | |
|--|-----------------------------|
| 1. Фрагмент цепи ДНК | А. 5'-U-A |
| 2. Содержит пуриновый и пиримидиновый нуклеотиды | Б. 5'-dG-dT |
| 3. Фрагмент цепи РНК | В. Оба динуклеотида |
| 4. Содержит остатки только пуриновых нуклеотидов | Г. Ни один из динуклеотидов |

Ответ: 1Б, 2В, 3А, 4Г

18. Выберите один неправильный ответ.

Молекула мРНК:

- 1) Построена из нуклеозидмонофосфатов
- 2) Имеет поли-А-последовательность на 3'-конце
- 3) Содержит равное количество уридиловых и адениловых нуклеотидов
- 4) На 5'-конце имеет «кэп»
- 5) Образует спирализованные участки

19. Выберите один правильный ответ.

ДНК-лигаза:

- 1) Не входит в состав репликативного комплекса
- 2) Синтезирует фрагменты цепей ДНК
- 3) «Сшивает» фрагменты Оказаки

4) Катализирует гидролиз 3',5'-фосфодиэфирной связи

5) Активируется ТАТА-фактором

20. Установите соответствие.

1) Пре-тРНК

2) тРНК

3) Обе

4) Ни одна

А. Образуется в ядре

Б. Синтезируется при участии SSB-белков

В. Содержит специфическую последовательность - ССА на 3'-конце

Г. Не содержит антикодонной петли

Ответ: 1Г, 2В, 3А, 4Б

21. Выберите один правильный ответ.

Пре-мРНК:

1) Представляет собой полный транскрипт гена

2) Последовательность триплетов, кодирующих первичную структуру белка

3) На 5'-конце имеет поли-А-последовательность

4) Связывается с рибосомой в области колпачка

5) Выходит из ядра в цитоплазму

22. Выберите один неправильный ответ.

В ходе образования зрелой мРНК происходит:

1) Разрыв 3',5'-фосфодиэфирной связи в местах «вырезания» интронов

2) Взаимодействие пре-мРНК с мяРНП

3) Образование полиА-последовательности на 3'-конце мРНК

4) Присоединение к 5'-концу мРНК «кэпа»

5) Связывание мРНК с субъединицами рибосом

23. Выберите один неправильный ответ.

В процессе альтернативного сплайсинга:

1) Участвуют мяРНП

2) Осуществляется построение «кэпа» на 5'-конце

3) Происходит гидролиз 3',5'-фосфодиэфирной связи на границе экзон-интрон

4) мяРНП «сшивают» экзоны

5) Образуются «зрелые» мРНК с разной первичной структурой

24. Энхансер представляет собой:

1) Участок ДНК, который может связываться с регуляторным белком и стимулировать транскрипцию

2) ДНК-связывающий регуляторный белок

3) Не транскрибируемый 5'-концевой участок РНК

4) Транскрипционный фактор, связывающийся с РНК-полимеразой

5) Ген, кодирующий строение белка, регулирующего транскрипцию

25. В β-цепи одного из вариантов гемоглобина отсутствуют аминокислоты с 92-й по 94-ю.

Это является результатом:

1) Альтернативного сплайсинга пре-мРНК гемоглобина

2) Делеции 3 нуклеотидов в гене β-цепи гемоглобина

3) Делеции со сдвигом рамки считывания

4) Образования мРНК гемоглобина, укороченной на 9 нуклеотидов

5) Образования терминирующего кодона в положении 93 мРНК гемоглобина

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Освоение дисциплины предусматривает: подготовку реферата, опрос, выполнение лабораторных работ, задания по практической подготовке, выполнение индивидуальных заданий, тестирования.

Требования к реферату

Реферат – продукт самостоятельной работы, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемого вопроса, приводит различные точки зрения, а также собственное понимание проблемы.

Реферат состоит из:

- введения;
- основной части – обобщенное и систематизированное изложение темы на основе литературных источников;
- заключения или выводов;
- перечня использованных литературных источников (отечественных и иностранных).

Объем реферата – 10-15 страниц машинописного текста. Текст должен быть напечатан или написан только на одной стороне листа с полями: слева – 3 см, справа – 1 см, сверху и снизу – 2,5 см. Каждый лист, таблица и рисунок должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами. Работа должна быть сброшюрована.

Указатель литературы должен содержать не менее 10 источников: пособия, справочники, монографии, периодические издания, страницы в Интернете и т.д. Используемые источники располагаются в алфавитном порядке. В тексте обязательны ссылки на использованные источники, представляющие собой номер источника в списке литературы в квадратных скобках.

Требования к экзамену

Формой промежуточной аттестации является экзамен в 8 семестре, который проходит в форме устного собеседования по вопросам в билете.

Максимальное количество баллов, которое может набрать студент в течение семестра за различные виды работ – 70 баллов.

Максимальная сумма баллов, которые студент может получить на экзамене – 30 баллов. Экзамен проводится по вопросам. На экзамене студенты должны давать развернутые ответы на теоретические вопросы, проявляя умение делать самостоятельные обобщения и выводы, приводя достаточное количество примеров, а также выполнять практические задания. Итоговая оценка знаний студентов по изучаемой дисциплине составляет 100 баллов.

Шкала оценивания экзамена

Показатель	Балл
Полно раскрыто содержание материала в объеме программы; четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений и опытов; ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.	21-30
Раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях из наблюдений и опытов.	11-20
Усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно; определения понятий недостаточно четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений и опытов или допущены ошибки при их изложении; допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определении понятий.	5-10

Основное содержание вопроса не раскрыто; не даны ответы на вспомогательные вопросы; допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.	0-5
---	-----

Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по приведенной ниже шкале. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа студента в течение всего срока освоения дисциплины, а также баллы, полученные на промежуточной аттестации.

Баллы, полученные обучающимся в течение освоения дисциплины	Оценка по дисциплине
81-100	отлично
61-80	хорошо
41-60	удовлетворительно
0-40	Не удовлетворительно

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература:

1. Кони́чев, А. С. Молекулярная биология: учебник для вузов / А. С. Кони́чев, Г. А. Севастьянова, И. Л. Цветков. — 5-е изд. — Москва: Юрайт, 2021. — 422 с. — Текст: электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/459165>
2. Молекулярная биология. Практикум: учебное пособие для вузов / под ред. А. С. Кони́чева. — 2-е изд. — Москва: Юрайт, 2021. — 169 с. — Текст: электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/475012>

6.2. Дополнительная литература:

1. Баженова, И.А. Основы молекулярной биологии: теория и практика: учеб. пособие / И. А. Баженова, Т. А. Кузнецова. - СПб.: Лань, 2018. - 140с. – Текст: непосредственный
2. Биология в 2 ч.: учебник для вузов / под ред. В. Н. Ярыгина, И. Н. Волкова. — 7-е изд. — Москва: Юрайт, 2021. — Текст: электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/470631>, <https://urait.ru/bcode/470632>
3. Ершов, Ю. А. Биохимия: учебник и практикум для вузов / Ю. А. Ершов, Н. И. Зайцева. — 2-е изд. — Москва: Юрайт, 2021. — 323 с. — Текст: электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/469840>
4. Колесников, Е. Ю. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности: учебник и практикум для вузов / Е. Ю. Колесников, Т. М. Колесникова. — 2-е изд. — Москва: Юрайт, 2021. — 469 с. — Текст: электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/468928>
3. Комов, В. П. Биохимия: учебник для вузов / В. П. Комов, В. Н. Шведова. — 4-е изд. — Москва: Юрайт, 2021. — 684 с. — Текст: электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/477904>
4. Спирин, А. С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка: учебное пособие / Спирин А. С. - Москва: Лаборатория знаний, 2019. - 594 с. - ISBN 978-5-00101-623-6. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001016236.html>
5. Прошкина, Е. Н. Молекулярная биология: стресс-реакции клетки: учебное пособие для вузов / Е. Н. Прошкина, И. Н. Юранева, А. А. Москалев. — Москва: Юрайт, 2021. — 101 с. — Текст: электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/473783>
6. Якупов, Т.Р. Молекулярная биотехнология: учебник для вузов / Т. Р. Якупов, Т. Х. Фаизов. - СПб.: Лань, 2019. - 160с. – Текст: непосредственный.

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

- <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/welcome.html> – электронная библиотека учебных материалов по химии
- <http://www.genom.gov> – Национальный исследовательский институт генома человека – новейшая информация по исследованию генома человека
- <https://ido.tsu.ru> – виртуальный лабораторный практикум: справочник
- <http://www.evolbiol.ru> – информационно-образовательный портал
- <https://www.booksite.ru> – учебник по биологической химии
- <http://elementy.ru/catalog/t51/Biokhimiya> - базы данных по биологической химии
- <http://humbio.ru> – базы данных по биологии человека
- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> – банк данных по первичным структурам нуклеиновых кислот
- <https://www.embl.de/> – базы учебных и научных материалов по биологической химии
- <https://www.ddbj.nig.ac.jp/> – база данных по исследованиям в области биологической химии
- <http://erop.inbi.ras.ru/> – база данных по природным олигопептидам
- http://genefunction.ru/public_results – электронная система аннотации бактериальных генов
- <https://toukach.ru/rus/csdb.htm> – база данных по структурам природных углеводов
- <http://www.uniprot.org/> – база данных о белках и их функциях
- <http://www-nbrf.georgetown.edu/> – база данных по первичным последовательностям и пространственной структуре белков
 - Электронно-библиотечная система Лань <https://e.lanbook.com>
 - ООО «Электронное издательство Юрайт» <https://urait.ru>

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows
Microsoft Office
Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных:

fgosvo.ru – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования
pravo.gov.ru - Официальный интернет-портал правовой информации
www.edu.ru – Федеральный портал Российское образование

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: комплект учебной мебели, доска, технические средства обучения (проектор подвесной, компьютер стационарный - моноблок);

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой, подключенной к сети Интернет, обеспеченные доступом к электронной информационно-образовательной среде Университета. Персональные компьютеры с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду Университета. Доска. Программное обеспечение: Лицензионное программное обеспечение: Зарубежное: Microsoft Windows, Microsoft Office Отечественное: Kaspersky Endpoint Security Свободно распространяемое программное обеспечение: Зарубежное: Google Chrome, 7-zip Отечественное: ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей) Информационные справочные системы: система «Консультант-Плюс» Профессиональные базы данных: fgosvo.ru pravo.gov.ru;

- помещение для самостоятельной работы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, оснащенное компьютерной техникой, подключенной к сети Интернет, обеспечено доступом к электронно-образовательной среде Университета, Комплект учебной мебели, персональные компьютеры с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду Университета, доска, проектор подвесной.