

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 01.07.2026 12:50:34 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a48609a8788b8522525	Рабочая программа дисциплины "Молекулярная биология" по специальности 06.05.01 "Биоинженерия и биоинформатика" специализации Биоинженерия и биоинформатика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Молекулярная биология

Специальность

06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Специализация

Биоинженерия и биоинформатика

Присваиваемая квалификация (степень)

Биоинженер и биоинформатик

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2026 г.



Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
 - 6.1. Перечень видов оценочных средств
 - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
 - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
 - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
 - 7.1. Рекомендуемая литература
 - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
 - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины является изучение структуры, свойств и функций биополимеров – белков и нуклеиновых кислот, механизмов передачи и реализации генетической информации. Задачами изучения дисциплины являются:

1. овладение знаниями о строении и функциях белков и нуклеиновых кислот;
2. формирование представления о структуре геномов вирусов, про- и эукариот;
3. приобретение знаний о молекулярных механизмах передачи и реализации генетической информации;
4. формирование навыков самостоятельного решения практических задач.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ОПК-3.1. проводит экспериментальную работу с организмами и клетками

ОПК-3.2. использует физико-химические методы исследования макромолекул

ОПК-3.3 применяет методы математического моделирования и математической статистики для обработки результатов биологических исследований

ОПК-4.1 понимает теоретические основы методов биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний

ОПК-4.2. применяет методы биоинженерии и биоинформатики для получения биологических объектов с целенаправленно

измененными свойствами

ОПК-4.3. грамотно обосновывает полученные результаты, анализирует методический опыт и адекватно оценивает достоверность и практическую значимость исследования

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.08.04

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Физика

Общая, аналитическая и физическая химия

Органическая химия

Высокомолекулярные соединения и коллоидная химия

Общая биология

Биологически активные соединения в эволюции млекопитающих

Регуляция обмена веществ и функций организма

Микробиология. Вирусология

Зоология

Физиология человека и животных. Высшая нервная деятельность

Цитология и гистология

Иммунология

Биология человека

Биохимия

Биофизика

Введение в биотехнологию

Генетика и селекция

Теории эволюции

Биология размножения и развития

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)



ОПК-3: Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований;

Знать:

Для достижения ОПК-3.1 знать: строение и уровни организации белков и нуклеиновых кислот, взаимосвязь их структуры и функции; молекулярные механизмы репликации, транскрипции, трансляции и регуляции этих процессов у про- и эукариот.

Уметь:

Для достижения ОПК-3.2 уметь: правильно использовать понятия и термины молекулярной биологии; использовать теоретические знания для решения практических задач.

Владеть:

Для достижения ОПК-3.3 владеть: навыками решения ситуационных задач

ОПК-4: Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования;

Знать:

Для достижения ОПК-4.1 знать: молекулярные механизмы экспрессии генов.

Уметь:

Для достижения ОПК-4.2 уметь: использовать базовые знания в области молекулярной биологии для решения практических задач профессиональной деятельности.

Владеть:

Для достижения ОПК-4.3 владеть: навыками самообразования, работы с учебной и научной литературой.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Для достижения ОПК-3.1 знать: строение и уровни организации белков и нуклеиновых кислот, взаимосвязь их структуры и функции; молекулярные механизмы репликации, транскрипции, трансляции и регуляции этих процессов у про- и эукариот.
3.1.2	Для достижения ОПК-4.1 знать: молекулярные механизмы экспрессии генов.
3.2	Уметь:
3.2.1	Для достижения ОПК-3.2 уметь: правильно использовать понятия и термины молекулярной биологии; использовать теоретические знания для решения практических задач.
3.2.2	Для достижения ОПК-4.2 уметь: использовать базовые знания в области молекулярной биологии для решения практических задач профессиональной деятельности.
3.3	Владеть:
3.3.1	Для достижения ОПК-3.3 владеть: навыками решения ситуационных задач.
3.3.2	Для достижения ОПК-4.3 владеть: навыками самообразования, работы с учебной и научной литературой.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 72 в том числе : аудиторные занятия : 32 самостоятельная работа : 36,7 : контактная работа: 35,3 ИКР: 3,3	Виды контроля в семестрах: зачеты 7



5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Предмет, задачи и методы молекулярной биологии. История развития молекулярной биологии			
1.1	Предмет, задачи и методы молекулярной биологии. История развития молекулярной биологии /Лек/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э3 Э4
1.2	Важнейшие достижения, современные теоретические и практические задачи молекулярной биологии /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2
1.3	Вклад зарубежных и отечественных ученых в развитие молекулярной биологии /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
1.4	Современные методы молекулярной биологии /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э4
	Раздел 2. Белки			
2.1	Белки /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
2.2	Особенности структуры, свойства, классификация и функции белков /Пр/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
2.3	Классификация аминокислот. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2 Э4
2.4	Способы связи в белковой молекуле. Физико-химические свойства белков. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2
2.5	Методы выделения, очистки, фракционирования белков. Методы определения молекулярной массы белка: гравитационный (ультрацентрифугование), ультрафильтрационный, гельфильтрационный, электрофоретический /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2 Э3
2.6	Форма белковых молекул и методы ее изучения. Связь первичной структуры и функций пептидов и белков. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2 Э4
	Раздел 3. Нуклеиновые кислоты			
3.1	Нуклеиновые кислоты /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
3.2	Особенности структуры и функции ДНК и РНК. /Пр/	7	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2
3.3	Структура и функции нуклеотидов. Характеристика связей в молекулах нуклеиновых кислот. Полиморфизм ДНК. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
3.4	Вирусные и фаговые РНК, ус-печи в исследовании их структуры и функции. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2 Э3 Э4
3.5	Малые РНК, их роль в регуляции экспрессии генов. Методы изучения структуры нуклеиновых кислот. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э3 Э4



3.6	Концепция «Мир РНК». /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
Раздел 4. Структура генома вирусов и фагов				
4.1	Структура генома вирусов и фагов /Лек/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2 Э3
4.2	Особенности вирусных геномов, типы их репликации. /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
4.3	РНК-содержащие вирусы (общая характеристика, представители). /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2
4.4	ДНК-содержащие вирусы (общая характеристика, представители). Происхождение вирусов и их роль в эволюции. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э3 Э4
Раздел 5. Структура генома прокариот				
5.1	Структура генома прокариот /Лек/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э4
5.2	Особенности структуры генома прокариот, структура оперонов, виды МГЭ. /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2 Э3
5.3	Мобильные генетические элементы прокариот /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2 Э4
5.4	Внехромосомные факторы наследственности прокариот /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2 Э4
5.5	Генетическая изменчивость бактерий /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2
Раздел 6. Структура генома эукариот				
6.1	Структура генома эукариот /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э3 Э4
6.2	Уровни компактизации ДНК, особенности структуры генома эукариот, структура генов, виды МГЭ эукариот. /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
6.3	Сателлитная ДНК. Мобильные генетические элементы эукариот и их роль в эволюции геномов. Гены «домашнего хозяйства» и гены «роскоши». Роль гистонов и негистоновых белков в структуре хроматина. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э3 Э4
6.4	Геном человека. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2
6.5	Энхансеры и сайленсеры. ДНК митохондрий и хлоропластов. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
Раздел 7. Транскрипция				
7.1	Транскрипция /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2



7.2	Механизмы транскрипции, процессинга РНК и трансляции у про- и эукариот. /Пр/	7	3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
7.3	Структура РНК-полимеразы прокариот. Белки-репрессоры транскрипции у прокариот. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2 Э4
7.4	РНК-полимеразы эукариот. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э3 Э4
7.5	Аттенуация. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2
7.6	Тотальная регуляция экспрессии генов у эукариот. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
Раздел 8. Процессинг РНК				
8.1	Процессинг РНК /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
8.2	Кэппинг, осуществляющие его ферменты и типы кэп-структур. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2
8.3	Механизм полиаденилирования мРНК. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
8.4	Механизмы автосплайсинга. Молекулярные механизмы сплайсинга с участием мяРНК. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э4
8.5	Редактирование РНК. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э4
Раздел 9. Биосинтез белка				
9.1	Биосинтез белка /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э4
9.2	АРСазы и механизм активации аминокислот. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
9.3	Структура рибосом у про- и эукариот. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2
9.4	Биосинтез белка в митохондриях /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2
9.5	Белковые факторы трансляции у про- и эукариот. Способы регуляции трансляции: позитивная и негативная. Маскирование мРНК и тотальная регуляция трансляции у эукариот. Репрограммирование трансляции. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
Раздел 10. Репликация ДНК				
10.1	Репликация ДНК /Лек/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
10.2	Механизм репликации ДНК у про- и эукариот /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2



10.3	Полуконсервативная модель репликации ДНК, опыты Мезельсона–Сталя. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2
10.4	Полимеразы, участвующие в репликации ДНК прокариот, их ферментативная активность. Особенности ДНК-полимераз эукариот. Репликация кольцевых хромосом: модель Кэрнса, модель катящегося кольца. Ориджины и терминаторы репликации /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
10.5	ДНК-лигаза, ее функции и механизм действия. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2 Э4
10.6	Проблема репликации концов линейных ДНК. Теломерные последовательности эукариот. Теломеразы, ее механизм и функции. /Ср/	7	2,7	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2
Раздел 11. Иная контактная работа				
11.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	7	3,3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Контрольная работа
Тест

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Примеры тестовых заданий

1. Установите соответствие.

При формировании вторичной структуры в нуклеиновых кислотах образуются комплементарные пары:

- | | |
|---------|---|
| 1. А::У | А. ДНК |
| 2. А::Т | Б. РНК |
| 3. G::C | В. Характерно для ДНК и РНК |
| 4. С::А | Г. Не характерно для нуклеиновых кислот |

2. Выберите один правильный ответ.

Плавление ДНК сопровождается:

- А. Образованием ковалентных «сшивок» между цепями
- Б. Гидролизом 3',5'-сложноэфирной связи между мономерами
- В. Нарушением первичной структуры цепей ДНК

3. Выберите один неправильный ответ.

Молекула мРНК:

- А. Построена из нуклеозидмонофосфатов
- Б. Имеет полиА-последовательность на 3'-конце
- В. Содержит равное количество урициловых и адениловых нуклеотидов
- Г. На 5'-конце имеет «кэп»
- Д. Образует спирализованные участки

4. Установите соответствие.

Матрица:

- | | |
|------------------|---------------|
| 1. Одна цепь ДНК | А. Трансляция |
| 2. Обе цепи ДНК | Б. Сплайсинг |
| 3. мРНК | В. Репликация |

Процесс:

Г. Метилирование ДНК

Д. Транскрипция

5. Выберите один правильный ответ.

Транскрипция:

- А. Происходит в S-фазу клеточного цикла
- Б. Всегда начинается с кодона AUG
- В. Иницируется образованием праймера
- Г. Не требует локального расплетения двойной спирали ДНК



Д. Протекает при участии ТАТА-фактора

6. Выберите один правильный ответ.

Промотор:

А. Специфическая последовательность нуклеотидов в молекуле РНК

Б. Присоединяется к репликону

В. Место присоединения РНК-полимеразы

Г. Предшествует транскрипту

Д. Необратимо связывается с ТАТА-фактором

7. Выберите один правильный ответ.

Пре-мРНК:

А. Представляет собой полный транскрипт гена

Б. Последовательность триплетов, кодирующих первичную структуру белка

В. На 5'-конце имеет полиА-последовательность

Г. Связывается с рибосомой в области колпачка

Д. Выходит из ядра в цитоплазму

8. Выберите один неправильный ответ.

В процессе альтернативного сплайсинга:

А. Участвуют мяРНК

Б. Осуществляется построение «кэпа» на 5'-конце

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

Г. мяРНК «сшивают» экзоны

Д. Образуются «зрелые» мРНК с разной первичной структурой

9. Установите соответствие.

А. Специфическая последовательность в составе промотора

Б. Участок ДНК, содержащий информацию о структуре одной полипептидной цепи

В. Концевой фрагмент цепи ДНК

Г. Единица репликации

Д. Фрагмент РНК

1. Транскриптон

2. Репликон

3. ТАТА-бокс

10. Выберите правильные утверждения:

а) белковые факторы, необходимые для биосинтеза белка, связываются только с 50S субчастицей рибосомы;

б) в рибосоме осуществляется считывание информации о порядке расположения аминокислотных остатков в новообразуемом белке;

в) в процессе элонгации синтеза белка происходит новообразование пептидной связи;

г) одной из реакций при элонгации биосинтеза белка является гидролиз пептидил-тРНК.

11. Выберите один правильный ответ.

Стоп-кодонами являются:

а) ЦГУ, ЦГЦ, ЦГА;

б) УГЦ, ГАА, ЦАЦ;

в) УУУ, УУЦ, УГГ;

г) УГА, УАА, УАГ;

д) УАУ, УАЦ, УГА.

12. Выберите один неправильный ответ.

Для генетического кода характерны:

А. Вырожденность

Б. Универсальность

В. Специфичность

Г. Однонаправленность

Д. Комплементарность

13. Выберите один неправильный ответ.

В процессе синтеза белка принимают участие:

А. Рибосомы

Б. Факторы инициации

В. Аминоацил-тРНК

Г. ДНК

Д. Факторы элонгации



14. Выберите один наиболее полный ответ.

В ходе трансляции:

- А. Участвуют факторы инициации, элонгации, терминации
- Б. На каждом этапе элонгации синтезируемый белок удлиняется на одну аминокислоту
- В. Затрачивается энергия АТФ и гуанозинтрифосфата (ГТФ)
- Г. Синтезируется полипептидная цепь белка-предшественника
- Д. Участвуют аминоацил-тРНК

15. Выберите один правильный ответ.

Антикодон:

- А. Триплет нуклеотидов ДНК, кодирующий одну аминокислоту
- Б. Место присоединения аминокислоты к тРНК
- В. Триплет нуклеотидов тРНК, комплементарный кодону мРНК
- Г. Бессмысленный кодон мРНК
- Д. Триплет нуклеотидов РНК, кодирующий одну аминокислоту

16. Выберите один неправильный ответ.

Для образования Глу-тРНК Глу необходимы:

- А. АТФ
- Б. ГТФ
- В. тРНК Глу
- Г. Глутамат
- Д. Глутамил-тРНК-синтетаза

17. Выберите один неправильный ответ.

Энергия ГТФ при трансляции требуется для:

- А. Образования пептидных связей
- Б. Включения Met-тРНК в пептидилный центр рибосомы
- В. Транслокации
- Г. Включения аминоацил-тРНК в центр связывания
- Д. Терминации

18. Выполните «цепное» задание.

а) в синтезе белка у прокариотов и эукариотов участвуют:

- А. мЯРНИ
- Б. SSB-белки
- В. Рибосомы
- Г. Нуклеосомы

б) эти структуры образованы только из:

- А. Белков
- Б. РНК
- В. РНК и белков
- Г. ДНК и белков

в) строение этих полимеров у прокариотов и эукариотов различается по:

- А. Первичной структуре
- Б. Величине константы седиментации (S)
- В. Месту синтеза

19. Выберите один неправильный ответ.

В ходе посттрансляционной достройки полипептидные цепи могут:

- А. Образовывать олигомеры
- Б. Подвергаться частичному протеолизу
- В. Гидроксилироваться
- Г. Присоединять простетические группы
- Д. Удлиняться на несколько аминокислот

20. Выберите один неправильный ответ.

Оператор:

- А. Может связываться с белком-репрессором
- Б. Участок молекулы ДНК
- В. Входит в регуляторную зону оперона
- Г. Содержит информацию о структуре белка-репрессора;
- Д. Расположен на ДНК перед структурными генами

21. Выберите утверждение, которое нарушает последовательность событий.

При высокой концентрации триптофана в среде выращивания *E. Coli*:

- А. Триптофан (Три) связывается с белком-репрессором



- Б. Комплекс белка-репрессора и Три приобретает сродство к оператору
В. Три вызывает конформационные изменения в структуре белка-репрессора
Г. РНК-полимераза не может присоединиться к промотору
Д. Транскрипция структурных генов Тгр-оперона не идет
22. Установите соответствие.
- А. Лас-оперон
Б. Тгр-оперон
В. Оба
Г. Ни один
1. Регулируется по механизму репрессии
2. Контролирует транскрипцию структурных генов функционально взаимосвязанных белков
3. При повышении концентрации регулятора скорость транскрипции возрастает
4. Регулирует синтез ферментов у эукариотов
23. Выберите один правильный ответ.
Энхансер представляет собой:
- А. Участок ДНК, который может связываться с регуляторным белком и стимулировать транскрипцию
Б. ДНК-связывающий регуляторный белок
В. Нетранскрибируемый 5'-концевой участок РНК
Г. Транскрипционный фактор, связывающийся с РНК-полимеразой
Д. Ген, кодирующий строение белка, регулирующего транскрипцию
24. Выберите правильные ответы.
Зоны стойкой репрессии хроматина формируются путем:
- А. Связывания ДНК с гистонами
Б. Образования тиминовых димеров
В. Метилирования ДНК
Г. Конденсации хроматина
Д. Образования ковалентных связей между нитями ДНК и гистонами
25. Выберите правильные ответы.
Различия в наборе белков из разных тканей человека объясняются тем, что:
- А. В разных тканях экспрессированы разные гены
Б. Геном разных типов клеток различен
В. Гены белков, не свойственных данной ткани, стойко репрессированы
Г. Экспрессия генов контролируется механизмами индукции и репрессии
Д. Стойко репрессированные гены не активируются факторами внешней и внутренней среды
26. Выберите один неправильный ответ.
Репликация:
- А. Начинается после перехода клетки в фазу синтеза
Б. Предполагает образование репликативной вилки
В. Осуществляет точное воспроизведение ДНК перед каждым клеточным делением
Г. Обеспечивает многократное удвоение генома в течение S-фазы
Д. Завершается образованием тетраплоидного набора хромосом
27. Выберите наиболее полное утверждение.
При репликации происходит:
- А. Образование 3',5'-фосфодиэфирных связей между мономерами
Б. Локальное расхождение цепей ДНК-матрицы
В. Удвоение генома клетки.
Г. Образование фрагментов Оказаки
Д. Образование нуклеотидных цепей, комплементарных нуклеотидным цепям матрицы
28. Выберите один неправильный ответ.
Репликативная вилка:
- А. Представляет собой локальное расхождение цепей ДНК-матрицы
Б. Перемещается вдоль спирали ДНК-матрицы
В. Образуется при участии белков репликативного комплекса
Г. Необходима для одновременного синтеза двух новых цепей ДНК
Д. Поддерживается при участии ТАТА-фактора
29. Установите соответствие.
1. Присоединяет остатки дезоксирибонуклеозидмонофосфата в процессе роста лидирующей цепи ДНК
2. Синтезирует фрагмент РНК
3. Гидролизует 3',5'-фосфодиэфирную связь в одной из цепей ДНК
- А. ДНК-полимераза α



- Б. ДНК-лигаза
В. ДНК-полимераза δ
Г. SSB-белки
Д. ДНК-топоизомераза I
30. Выберите один правильный ответ.
Фермент теломераза:
А. Синтезирует праймер
Б. Не требует затрат энергии
В. Участвует в достройке 5'-концов цепей ДНК
Г. Неактивен в быстро делящихся клетках
Д. Удаляет из цепей ДНК минорные нуклеотиды

Вопросы для контрольных работ

1. Биологическая роль белков.
2. Приведите основные особенности пептидной связи.
3. Какие уровни структурной организации характерны для белковых молекул?
4. Какие методы используются для изучения структурной организации белков?
5. Какие связи участвуют в стабилизации первичной, вторичной, третичной и четвертичной структуры белков?
6. Приведите основные особенности альфа-спирали и бета-структуры.
7. Какими кислотно-основными свойствами обладают растворы белков?
8. Что такое денатурация? Под воздействием каких факторов происходит денатурация белка?
9. На каких принципах базируется классификация белков?
10. На чем основано разделение белков на простые и сложные? Приведите классификацию сложных белков.
11. Какие методы используются для выделения, разделения белков и очистки белковых препаратов?
12. Приведите примеры структурной организации отдельных белков.
13. С использованием структур азотистых оснований изобразите схему формирования канонических пар по Уотсону-Крику.
14. Напишите случайную последовательность ДНК длиной 30 нуклеотидов. Считая, что ее направление 5' 3', определите для нее последовательность комплементарной цепи (в направлении 5' 3'). Пользуясь таблицей генетического кода, определите 6 последовательностей аминокислот, которые могли бы синтезироваться с обеих цепей во всех трех рамках считывания.
15. Будет ли синтезироваться β -галактозидаза при индукции лактозой в следующих случаях: а) в операторном участке произошла мутация, препятствующая связыванию с ним белка LacI; б) в белке LacI произошла мутация, препятствующая связыванию лактозы; в) в белке LacI произошла мутация, препятствующая олигомеризации? Будет ли в этих случаях β -галактозидаза синтезироваться без индукции лактозой?
16. Компоненты белоксинтезирующей системы у прокариот.
17. Компоненты белоксинтезирующей системы у эукариот.
18. Строение рибосом, характеристика функциональных центров.
19. Биосинтез белка: активация аминокислот. Характеристика аминоацил-tРНК-синтетаз.
20. Инициация трансляции в прокариотических клетках.
21. Элонгация трансляции у прокариот.
22. Терминация трансляции в прокариотических клетках.
23. Характеристика этапов трансляции в эукариотических клетках.
24. Сворачивание (фолдинг) полипептидной цепи. Роль ферментов и шаперонов в этом процессе.
25. Посттрансляционные модификации белков.
26. Энергетические затраты на биосинтез белка. Роль GTP в процессе трансляции. Эффективность и точность белкового синтеза.
27. Генетический код. Основные характеристики.
28. Регуляция биосинтеза белка у прокариот.
29. Регуляция биосинтеза белка у эукариот.
30. В чем состоят основные отличия структуры геномов про- и эукариот?
31. Какие ДНК-содержащие вирусы и фаги вам известны?
32. Какие виды подвижных генетических элементов вы знаете и каковы характерные особенности их строения?
33. Назовите известные вам виды регуляторных последовательностей эукариотических геномов.
34. Каковы современные представления о структуре хроматина?
35. Приведите схемы реакций фосфорилирования и АДФ-рибозилирования белков.
36. Приведите схему строения оперонов бактерий и объясните функции их основных элементов.



37. Перечислите основные этапы процессинга РНК у эукариот.
38. Что представляют собой аутосплайсинг и альтернативный сплайсинг?
39. Представьте в виде схемы цикл развития ВИЧ. К какой группе вирусов он относится. Каковы перспективы борьбы со СПИДом?
40. Что такое репликон?
41. За счет чего укорачиваются хромосомы эукариот при каждой последующей репликации?
42. Каковы отличия инициации транскрипции у эукариот от таковой у прокариот?

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

1. Предмет изучения и история развития молекулярной биологии.
2. Основные методы молекулярной биологии.
3. Белки: биологические функции, аминокислоты как структурные мономеры белков, первичная структура белка.
4. Белки: вторичная, сверхвторичная структура белка, домены.
5. Белки: третичная и четвертичная структуры, фолдинг белков.
6. Нуклеиновые кислоты: особенности первичной структуры ДНК и РНК.
7. Нуклеиновые кислоты: макромолекулярная структура ДНК.
8. Нуклеиновые кислоты: макромолекулярная структура и функции мРНК и тРНК.
9. Нуклеиновые кислоты: структура и функции рРНК, гяРНК, мяРНК, мцРНК.
10. Концепция «Мир РНК».
11. Структура генома вирусов и фагов: типы генетического материала и механизм его репликации у различных вирусов.
12. Структура генома вирусов и фагов: типы взаимодействия вируса с клеткой-хозяином, происхождение вирусов и их роль в эволюции.
13. Особенности генома прокариот, оперонная организация прокариотического генома.
14. Мобильные генетические элементы прокариот, плазмиды.
15. Особенности генома эукариот, последовательность нуклеотидов эукариотического генома.
16. Компактность генома эукариот: уровни компактизации ДНК, роль гистонов.
17. Структура эукариотических генов: гены, кодирующие белки, гистоновые гены, регуляторные элементы.
18. Структура эукариотических генов: гены, кодирующие рРНК, тРНК.
19. Мобильные генетические элементы эукариот.
20. Геном митохондрий и хлоропластов.
21. Принципы транскрипции. Транскрипция у прокариот.
22. Принципы транскрипции. Транскрипция у эукариот.
23. Регуляция транскрипции у про- и эукариот.
24. Процессинг РНК.
25. Свойства генетического кода. Активация аминокислот при биосинтезе белка. Структура рибосомы у про- и эукариот.
26. Механизм трансляции.
27. Уровни регуляции биосинтеза белка. Регуляция трансляции у про- и эукариот.
28. Репрограммирование трансляции.
29. Принципы репликации. Общая характеристика белков и ферментов, участвующих в репликации ДНК.
30. Молекулярные механизмы репликации ДНК прокариот (на примере E.coli). Регуляция репликации ДНК.
31. Молекулярные механизмы репликации ДНК эукариот.
32. Проблема концевой недорепликации ДНК. Репликация теломерных участков эукариотических хромосом.

Пример итогового тестирования

1. Выберите правильный ответ.

Иминокислотой является:

- 1) глицин
- 2) цистеин
- 3) аргинин
- 4) пролин
- 5) серин

2. Выберите правильный ответ.

В состав белков не входят аминокислоты:

- 1) глутамин 4) β-аланин



- 2) γ -аминомасляная кислота 5) треонин
3) аргинин
3. Выберите правильный ответ.
Гидроксигруппу содержат аминокислоты:
1) аланин 4) метионин
2) серин 5) треонин
3) цистеин
4. Выберите правильный ответ.
Пептидная связь в белках имеет преимущественно:
1) цис-конфигурацию 2) транс-конфигурацию
5. Выберите правильный ответ.
Препятствует образованию α -спирали аминокислотный остаток:
1) аланина 4) пролина
2) серина 5) глутамина
3) валина
6. Выберите правильный ответ.
Вторичная структура природных белков представлена:
1) только α -спиралью
2) только β -структурой
3) участками аморфными, α -спирали, β -структуры
4) участками α -спирали и β -структуры
7. Выберите правильный ответ.
Радикалы аминокислотных остатков полипептидной цепи не участвуют в формировании структур молекулы белка:
1) первичной
2) вторичной
3) третичной
4) четвертичной
8. Выберите правильный ответ.
В стабилизации четвертичной структуры не участвует связь:
1) ионная
2) дисульфидная
3) водородная
4) гидрофобное взаимодействие
5) пептидная
9. Выберите правильный ответ.
Денатурация белков происходит в результате:
1) деградации первичной структуры
2) агрегации белковых глобул
3) изменений пространственных структур
10. Установите соответствие.
А. Дезоксиаденозинмонофосфат
Б. Дезокситимидинмонофосфат
В. Оба
Г. Ни один
1. Имеет в своем составе рибозу
2. Содержит пуриновое основание
3. Содержит пиримидиновое основание
4. На 5'-конце пентозы имеет остаток фосфорной кислоты
А-2, Б-3, В-4, Г-1

6.4. Критерии оценивания

Описание показателей и критериев оценивания компетенций для текущего и итогового теста



Набранная сумма баллов (% выполненных заданий) (max – 100)

Менее 60 – Неудовлетворительно

60-75 – Удовлетворительно

76-95 – Хорошо

86-100 – Отлично

Требования (критериальные показатели) к выполнению контрольной работы

Неудовлетворительно:

Полнота ответа – Студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, отсутствуют межпредметные связи.

Структурированность – Нет.

Логика изложения – Отсутствует логика в изложении материала.

Ответы на дополнительные вопросы – Нет.

Удовлетворительно:

Полнота ответа – Студент усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не достаточно правильные формулировки, ответ отличается низким уровнем самостоятельности.

Структурированность – Не всегда прослеживается четкость и структурированность.

Логика изложения – Не всегда прослеживается логика изложения материала.

Ответы на дополнительные вопросы – Затрудняется с ответами, ответ отличается низкой самостоятельностью.

Хорошо:

Полнота ответа – Студент твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его; ответ отличается меньшей обстоятельностью.

Структурированность – Ответ структурирован, грамотен, обстоятелен.

Логика изложения – Корректно и логически стройно его излагает ответ.

Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, не всегда ответы на дополнительные вопросы отличаются полнотой, структурированностью.

Отлично:

Полнота ответа – Студент полно излагает учебный материал на основе лекций и дополнительной литературы, осуществляет межпредметные связи; владеет понятийным аппаратом и уяснил взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значение для приобретения профессии.

Структурированность – Ответ структурирован, грамотен, обстоятелен.

Логика изложения – Корректно и логически стройно его излагает ответ.

Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с поставленными задачами, ответы на дополнительные вопросы характеризуются полнотой, структурированностью.

Требования (критериальные показатели) к уровню освоения дисциплины

Зачтено.

Студент глубоко и полно владеет содержанием учебного материала и понятийным аппаратом; умеет связывать теорию с практикой, иллюстрировать примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения. Делает выводы логично, четко. Ясно и кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Ответ носит самостоятельный характер. Допущенные ошибки исправляются студентом после дополнительных вопросов экзаменатора. Учитывается участие в дискуссиях на практических и семинарских занятиях, уровень ответов на контрольные вопросы, написания тестовых заданий.

Незачтено

Студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности и существенные ошибки в определении понятий, формулировке положений, не привлекает для аргументации ответа основные положения исследовательских, концептуальных и нормативных документов, не умеет обосновать свои суждения; наблюдается нарушение логики изложения. Ответ отличается низким уровнем самостоятельности, не содержит собственной профессионально-личностной позиции. Или, студент имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажающие их смысл; не ориентируется в нормативно-концептуальных, программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи. Учитывается участие в дискуссиях на практических и семинарских занятиях, уровень ответов



на контрольные вопросы и написания тестовых заданий.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Авдеева Л.В., Алейникова Т.Л., Андрианова Л.Е.	Биохимия: учебник (https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970454619.html)	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020	ЭБС
Л1.2	Коничев А. С., Севастьянова Г. А., Цветков И. Л.	Молекулярная биология: учебник для спо (https://urait.ru/bcode/565542)	Москва : Юрайт, 2025	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Жукова А. Г., Кизиченко Н. В., Горохова Л. Г.	Молекулярная биология: учебник с упражнениями и задачами: учебник (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488606)	Москва, Берлин : Директ-Медиа, 2018	ЭБС
Л2.2	Субботина Т.Н., Николаева П.А., Харсекина А.Е.	Молекулярная биология и геновая инженерия: учебное пособие (https://znanium.com/catalog/document?id=342136)	Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018	ЭБС

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека [научной периодики на русском языке]. — Москва, [1999-]. - Доступ к полным текстам после регистрации из сети ЧелГУ. – URL: http://elibrary.ru/defaultx.asp
Э2	Научная библиотека Челябинского государственного университета [Электронный ресурс] : [сайт] / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, [2001-]. – Режим доступа: http://www.lib.csu.ru/
Э3	КиберЛенинка - научная электронная библиотека (журналы) http://cyberleninka.ru
Э4	Молекулярная биология [Электронный ресурс] - URL: http://molbiol.ru/

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

Национальная электронная библиотека (НЭБ) (https://rusneb.ru/) Национальная электронная библиотека (НЭБ) : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: http://нэб.рф . – Режим доступа: из читальных залов библиотеки ЧелГУ. – Текст : электронный.
Президентская библиотека (https://www.prlib.ru/) Президентская библиотека : электронная национальная библиотека : сайт / ФГБУ Президентская библиотека имени Б. Н. Ельцина. – Санкт-Петербург, 2009 – . – URL: https://www.prlib.ru/ . – Текст : электронный.
WebofScience (https://apps.webofknowledge.com) WebofScience : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания ThomsonReuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
Scopus (https://www.scopus.com) Scopus : реферативная база данных / ElsevierBV. – URL: http://www.scopus.com/ . – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Учебная аудитория № А-25.
Основное оборудование:
учебные столы, совмещенные со скамейками; стол, стул преподавателя; доска ученическая; стол для обучающихся с инвалидностью, передвигающихся с использованием кресла-коляски.
Технические средства обучения для проведения занятий:
мультимедийное интерактивное оборудование (проектор, экран, акустическая система, трибуна с ПК).
Программное обеспечение:
Windows 10 (срок действия лицензии: бессрочно).
Помещения для организации самостоятельной работы (для всех дисциплин (модулей))



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Молекулярная биология" по специальности 06.05.01 "Биоинженерия и биоинформатика" специализации Биоинженерия и биоинформатика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 17

Учебная аудитория (компьютерный класс) № 337.

Основное оборудование:

учебная и специализированная мебель, учебная доска, автоматизированные рабочие места для обучающихся с доступом к Интернет ресурсам, рабочее место преподавателя, оборудованное с выходом в сеть Интернет.

Технические средства обучения для проведения занятий: мультимедийный комплекс портативный (ноутбук, демонстрационный экран, проектор).

Учебно-методическая документация: пособия, плакаты, наглядный и раздаточный материал.

Программное обеспечение: Windows 10 (срок действия лицензии: бессрочно), система ДО «Moodle» - свободно распространяемое ПО, Acrobat Reader - свободно распространяемое ПО.

Неограниченный доступ в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации; к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

К началу освоения дисциплины «Молекулярная биология» необходимо вспомнить материал по базовым дисциплинам, изучавшимся ранее: «Общая, аналитическая и физическая химия», «Органическая химия», «Высокомолекулярные соединения и коллоидная химия», «Биологически активные соединения в эволюции млекопитающих», «Общая биология», «Микробиология. Вирусология», «Цитология и гистология», «Биология человека», «Биофизика», «Биохимия». Отсутствие знаний по данным дисциплинам крайне затруднит восприятие предмета, целью которого является приобретение знаний о структуре и функциях важнейших биополимеров, а также о молекулярных механизмах хранения, воспроизведения и реализации генетической информации.

Для более глубокого освоения каждой темы дисциплины предусмотрен текущий контроль в виде тестов, письменных работ.

После освоения курса студент должен уметь объяснять молекулярные механизмы транскрипции, процессинга РНК, биосинтеза белка, репликации ДНК, знать структурную организацию белков и нуклеиновых кислот, иметь представление о роли молекулярной биологии в изучении живых систем.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MSOffice365, форумы, электронная почта и др.).

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, социальных сетей и т.п.

Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).



При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ к помощи специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

06.05.01 Биотехнология и биоинформатика специализация Биотехнология и биоинформатика, Рабочая программа дисциплины «Молекулярная биология», год набора 2026, очная форма обучения, принята:

Проректор по учебной работе утверждено 03.03.2026

А. А. Саламатов

Ученым советом биологического факультета

Протокол заседания № 8 от 27.02.2026

Председатель Ученого совета

биологического факультета согласовано

Д.С. Сташкевич

Заседанием кафедры микробиологии, иммунологии и общей биологии

Протокол заседания № 9 от 27.02.2026

Заведующий кафедрой

согласовано

А.Л. Бурмистрова

Автор (составитель)

Ю.М. Зырянова

Структура рабочей программы дисциплины соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО от 27.04.2022 № 291-1.