Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Акчурин Сергей Владимирович
Должность: Заместитель директора института зоотехнии и биологии
Дата подписания: 05.11.2026 15:18:20
Уникальный программный ключ:
7abcc100773ae7c9fc6b4a7a083ff3fbbf160d2a

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ – МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт агробиотехнологий
Кафедра биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:
И. о. директора института
зоотехнии и биологии
_____ С.В. Акчурин
“ 30 ” апреля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.О.35 «МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ БИОТЕХНОЛОГИИ»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО 3++

Направление: 06.03.01- Биология
Направленность: Генетика животных

Курс 3
Семестр 6

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2026

Москва, 2026

Сканировано с CamScanner

Разработчик: Поливанова О.Б., кандидат биологических наук, доцент
«22» 04 2026г.

Рецензент: Тараканов И.Г., доктор биологических наук, профессор
«27» 04 2026г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 06.01.03 - Биология.

Программа обсуждена на заседании кафедры биотехнологии
протокол № 4 от «27» 04 2026г.

И. о. зав. кафедрой Моисеенко К.В., к.б.н.
«27» 04 2026г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института Зоотехнии и биологии Маннапов А.Г., доктор биол. наук, профессор
«27» 04 2026г.

Заведующий выпускающей кафедрой Зоологии Кидов А.А., доктор биологических наук, доцент
«27» 04 2026г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ Сидорова В.Н.
(подпись)

Сканировано с CamScanner

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ **4**

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ **4**

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ **5**

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ **5**

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ **5**

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам 5
4.2 Содержание дисциплины 10
4.3 Лекции и практические занятия 17

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ **24**

6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ **25**

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности 25
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания 55

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ **56**

7.1 Основная литература 56
7.2 Дополнительная литература 56

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) **57**

9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) **57**

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ **58**

Виды и формы отработки пропущенных занятий 59

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ **59**

Аннотация

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.35 «Молекулярная биология с основами биотехнологии»
для подготовки бакалавра по направлению 06.01.03 «Биология»
направленности «Генетика животных»**

Цель освоения дисциплины: формирование у студентов системного научного знания об основных клеточных макромолекулах, включая ДНК, РНК, белки, биологических путях передачи информации между ними, а также о специфике молекулярного, надмолекулярного и субклеточного уровней организации биологических систем. Курс «Молекулярная биология с основами биотехнологии» раскрывает ключевые понятия и основные проблемы строения и функций клеточных макромолекул. Данный курс дает фундаментальные знания о строении и свойствах макромолекул, входящих в состав живой материи, их химических превращениях и значении этих превращений для понимания физико-химических основ жизни. В ходе изучения дисциплины раскрываются основные молекулярные механизмы наследственности и адаптации биохимических процессов в живых организмах к изменяющимся условиям окружающей среды. Формируется понимание единства метаболических процессов в организме и их регуляции на молекулярном, клеточном, организменном уровнях. Рассматривается практический аспект использования методов молекулярной биологии в контексте современной биотехнологии.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 06.01.03 «Биология», направленности «Генетика животных». являются «Цитология с основами цитогенетики», «Органическая химия», «Биология с основами экологии», «Общая генетики». Дисциплина «Молекулярная биология с основами биотехнологии» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Биология размножения и развития животных», «История происхождения животного мира».

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2

Краткое содержание дисциплины. дисциплина «Молекулярная биология с основами биотехнологии» позволяет сформировать у студентов четкие представления о принципах структурной организации, функциях и методах изучения белков и нуклеиновых кислот, закономерностях основных молекулярно-генетических процессов, протекающих в клетках эукариотов, прокариотов и у вирусов: репликации, рекомбинации, мутации, репарации, транскрипции, сплайсинга и процессинга РНК, биосинтезе белка, а также механизмах их регуляции. В рамках дисциплины рассматриваются прикладные аспекты использования и современные методы молекулярной биологии. В ходе освоения учебной дисциплины студенты учатся анализировать связь между химическим составом, строением и функцией биомолекул, находить взаимосвязь между различными их классами в ходе процессов, протекающих в клетках. Предполагается, что студенты смогут применять полученные в ходе освоения учебной дисциплины знания в практической и научно-исследовательской работе, а также применять их при изучении других биологических дисциплин. Таким образом, дисциплина «Молекулярная биология с основами биотехнологии» имеет теоретическую и практико-ориентированную направленность.

Общая трудоемкость дисциплины: 144/4 (часы/зач. ед.)

Промежуточный контроль: зачет с оценкой

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Молекулярная биология с основами биотехнологии» является системного научного знания об основных клеточных макромолекулах, включая

ДНК, РНК, белки, биологических путях передачи информации между ними, а также о специфике молекулярного, надмолекулярного и субклеточного уровней организации биологических систем.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Молекулярная биология с основами биотехнологии» включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 06.01.03 «Биология», направленности направленности «Генетика животных», «Органическая химия», «Биология с основами экологии», «Общая генетики». Дисциплина «Молекулярная биология с основами биотехнологии» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Биология размножения и развития животных», «История происхождения животного мира».

Рабочая программа дисциплины «Молекулярная биология с основами биотехнологии» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций (для 3++)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ОПК-2	Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания	ОПК-2.3	принципы структурно-функциональной организации живых объектов	использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитани	опытом применения экспериментальных методов для оценки состояния живых объектов
2.	ОПК-3	Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной	ОПК-3.1	основы эволюционной теории и современные направления исследования эволюционных процессов; историю развития, принципы и методические подходы общей генетики, молекулярной генетики, генетики популяций	применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов	методами молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности

		деятельности				
3.	ОПК-5	Способен применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	ОПК-5.1	принципы современной биотехнологии	применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	методами генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования
			ОПК-5.2	приемы генетической инженерии	оценивать и прогнозировать перспективность объектов своей профессиональной деятельности для биотехнологических производств	методами оценки и прогнозирования перспективности объектов своей профессиональной деятельности для биотехнологических производств
			ОПК-5.3	основы	Определять	приемами определения

				нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	биологическую безопасности продукции биотехнологических и биомедицинских производств	биологической безопасности продукции биотехнологических и биомедицинских производств
4.	ОПК-6	Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	ОПК-6.2	основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии	использовать навыки лабораторной работы и методы химии, физики, математического моделирования и математической статистики в профессиональной деятельности	методами химии, физики, математического моделирования и математической статистики
5.	ОПК-8	Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные	ОПК-8.1	основные типы экспедиционного и лабораторного оборудования, особенности выбранного объекта профессиональной деятельности, условия его содержания и	использовать экспедиционное и лабораторное оборудование	методами сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации

		результаты		работы с ним с учетом требований биоэтики		
			ОПК-8.2	способы модификации методов и методические приемы	анализировать и критически оценивать развитие научных идей, на основе имеющихся ресурсов, составить план решения поставленной задачи, выбрать и модифицировать методические приемы	навыкам и работы с современным оборудованием

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

* в том числе практическая подготовка (см учебный план)

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	В т.ч. по семестрам № 6
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	**144**	**144**
1. Контактная работа:	**56,35**	**56,35**
Аудиторная работа		
лекции (Л)	28	28
практические занятия (ПЗ)	28	28
лабораторные работы (ЛР)		
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
консультации перед экзаменом		
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35	0,35
2. Самостоятельная работа (СРС)	**87,65**	**87,65**
реферат/эссе (подготовка)		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	87,65	87,65
Подготовка к экзамену (контроль)		
Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)		
Вид промежуточного контроля:	Зачет с оценкой	

4.2 Содержание дисциплины

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С	ЛР	ПКР	
Раздел 1. «Введение в молекулярную биологию»	**27**	**3**	**3**			**15**
Тема 1. «Предмет, цели, задачи и основные методы молекулярной	7	1	1			5

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С	ЛР	ПКР	
биологии»						
Тема 2. «Химический состав клеток и особенности биохимических реакций»	7	1	1			5
Тема 3. «Форма, строение и функция белковых молекул»	9	1	1			5
Раздел 2. «Структура и функции нуклеиновых кислот. Методы исследования ДНК и РНК»	**18**	**4**	**4**			**10**
Тема 4. «Структура и функции нуклеиновых кислот. Организация геномов про-и эукариотов»	9	2	2			5
Тема 5. «Методы исследования нуклеиновых кислот»	9	2	2			5
Раздел 3. «Репликация ДНК»	**18**	**3**	**3**			**10**
Тема 6. «Общие механизмы репликации. Репликация у прокариотов»	9	1	1			5
Тема 7. «Репликация у эукариотов»	9	2	2			5
Раздел 4. «Репарация и рекомбинация ДНК. Мутации»	**18**	**4**	**4**			**12**
Тема 8. «Мутагены и мутации. Репарация ДНК»	9	2	2			6
Тема 9. «Механизмы рекомбинации»	9	2	2			6
Раздел 5. «Транскрипция и процессинг»	**18**	**4**	**4**			**12**
Тема 10. «Транскрипция у про- и эукариотов»	9	2	2			6
Тема 11. «Процессинг мРНК»	9	2	2			6
Раздел 6. «Трансляция»	**18**	**4**	**4**			**12**
Тема 12. «Строение, структура и функции тРНК и рРНК»	9	2	2			6
Тема 13. «Трансляция у про- и эукариотов»	9	2	2			6
Раздел 7. «Регуляция экспрессии генов»	**18**	**4**	**4**			**12**
Тема 14. «Общие принципы регуляции экспрессии генов. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции»	9	2	2			6
Тема 15. «Посттрансляционная регуляция экспрессии генов»	9	2	2			6
Раздел 8. «Введение в основы биотехнологии»	**8,65**	**2**	**2**			**4,65**
Тема 16. «Цели, задачи и основные методы биотехнологии»	8,65	2	2			4,65
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35				0,35	
Всего за 5 семестр	**108**	**28**	**28**		**0,35**	**79,65**
Итого по дисциплине	**108**	**28**	**28**		**0,35**	**79,65**

Раздел 1. «Введение в молекулярную биологию»

Тема 1. «Предмет, цели, задачи и основные методы молекулярной биологии»

1. Хранение и передача генетической информации.
2. Изменения наследственной информации как основа эволюции.
3. Методы молекулярной биологии и ее роль в современной жизни

Тема 2. «Химический состав клеток и особенности биохимических реакций»

1. Химический состав живых клеток.
2. Макромолекулы в клетках.
3. Трехмерная структура макромолекул. Конфигурация и конформация.
4. Живые организмы как открытые системы.
5. Энергетическое сопряжение в биологических реакциях.
6. Слабые взаимодействия в водных средах.
7. Ионизация воды. Слабые кислоты и основания.
8. Роль буферных систем в поддержании pH в биологиеских системах.
9. Участие воды в реакциях в биологических системах
10. Молекулярное строение веществ и эволюционные связи
11. Химическая эволюция биомолекул. Гипотеза РНК-мира.
12. Особенности каталитических реакций в клетках

Тема 3. «Форма, строение и функция белковых молекул»

13. Иерархическая организация структуры белков
14. Белки как катализаторы
15. Белки, поддерживающие структуру и функцию генома

Раздел 2. «Структура и функции нуклеиновых кислот. Методы исследования ДНК и РНК»

Тема 4. «Структура и функции нуклеиновых кислот. Организация геномов про-и эукариотов»

16. Химический состав и строение нуклеиновых кислот.
17. Дополнительные функции нуклеотидов в клетке
18. Полиморфизм структуры ДНК.
19. Свойства ДНК: денатурация и ренатурация; гибридизация и отжиг; гипо- и гиперхромный эффект; оптическая плотность.
20. Типы РНК и их распространенность.
21. Функция хромосом и специализированные геномные последовательности
22. Упаковка ДНК в хромосомы
23. Структура бактериальной хромосомы. Последовательность геномов и число генов прокариотов
24. Оперонная организация генов прокариотов.
25. Бактериальные плазмиды
26. ДНК митохондрий и хлоропластов
27. Структура генома эукариотов. Экзон-интронное строение генома эукариотов.
28. Последовательности геномов и число генов эукариотов

29. Кластеры и повторы. Дупликация генов. Дивергенция последовательностей. Псевдогены. Сателлитные ДНК
30. Ферменты, способствующие уплотнению ДНК
31. Бактериальные топоизомеразы
32. Топоизомеразы эукариотов
33. Белки SMC и конденсация хроматина
34. Нуклеосомы: основные единицы конденсации ДНК
35. Гистоновые хвосты и межнуклеосомные связи
36. Структуры хромосом высшего порядка
37. Роль гистона H1 в формировании хроматосомы

Тема 5. «Методы исследования нуклеиновых кислот»

38. Полимеразная цепная реакция.
39. Детекция продуктов ПЦР: электрофорез в агарозном геле.
40. ПЦР в реальном времени, фрагментный анализ.
41. Рестрикционный анализ ДНК.
42. Молекулярные маркеры: SSN, SNP, RFLP, PAPID, SCAR, STS.
43. Методы гибридизации нуклеиновых кислот. ДНК зонды.
44. Саузерн- и Нозерн-блоттинг.
45. Технология рекомбинантных ДНК. Клонирование ДНК in vivo.
46. Клонирующие и экспрессирующие векторы. Библиотеки геномной и кДНК.
47. Секвенирование нуклеиновых кислот.
48. Анализ экспрессии генов.
49. Геномика, протеомика и транскриптомика
50. Изучение функций генов и их продуктов

Раздел 3. «Репликация ДНК»

Тема 6. «Общие механизмы репликации. Репликация у прокариотов»

51. Доказательства полуконсервативного механизмы репликации.
52. Типы репликации
53. Химия ДНК-полимераз
54. Строение полимеразы I и полимеразы III
55. Структура репликативной вилки
56. Ферменты репликации, реплисома
57. Репликация ДНК прокариотов на примере E. coli: инициация, элонгация, терминация.

Тема 7. «Репликация у эукариотов»

58. ДНК-полимеразы эукариотов: многообразие и классификация
59. Особенности репликации у эукариотов на примере Saccharomyces cerevisiae.
60. Особенности репликации теломер хромосом эукариотов. Теломераза.

Раздел 4. «Репарация и рекомбинация ДНК. Мутации»

Тема 8. «Мутагены и мутации. Репарация ДНК»

61. Репарация: роль в жизни клетки, классификация механизмов репарации.
62. Прямое восстановление: фотореактивация
63. Пруфридинг
64. Репарация алкилирующих повреждений, восстановление фосфодиэфирных связей.
65. Эксцизионная репарация нуклеотидов и оснований
66. Мисмэтч-репарация
67. SOS-репарация.
68. Пострепликативная репарация

Тема 9. «Механизмы рекомбинации»

69. Репарация двуцепочечных разрывов путём гомологичной рекомбинации
70. Коллапс репликативной вилки и ее реконструкция с помощью двуцепочечных разрывов
71. Регрессия репликативной вилки
72. Ферментативные машины в бактериальной рекомбинационной репарации ДНК
73. RecBCD и RecFOR и инициация рекомбинационной репарации
74. Бактериальная рекомбиназа RecA.
75. Восстановление репликационной вилки у бактерий
76. Мейотическая рекомбинация и ее вклад в генетическое разнообразие
77. Рекомбинация в ходе митоза
78. Негомологичное соединение концов
79. Механизм сайт-специфичной рекомбинации
80. Сайт-специфичная рекомбинация как часть жизненного цикла вирусов
81. Регуляция экспрессии генов при помощи механизмов сайт-специфичной рекомбинации
82. Вспомогательные белки сайт-специфичной рекомбинации

Раздел 5 «Транскрипция и процессинг»

Тема 10. «Транскрипция у про- и эукариотов»

83. РНК-полимеразы и основы транскрипции
84. Бактериальные промоторы
85. Роль сигма-фактора в инициации транскрипции у бактерий. Многообразие бактериальных сигма-факторов и их промоторы
86. Элонгация и терминация транскрипции у бактерий
87. Характеристика РНК-полимераз эукариотов и строение их промоторов
88. Роль транскрипционных факторов в инициации транскрипции эукариотов
89. Механизмы терминации транскрипции у эукариотов
90. Связь транскрипции са с репарацией ДНК, процессингом РНК и транспортом мРНК

Тема 11. «Процессинг мРНК»

91. Кэпирование – механизм и значение
92. Полиаденилирование – механизм и значение
93. Координированная регуляция кэпирования мРНК, полиаденилирования и сплайсинга во время транскрипции
94. Механизм сплайсинга. Граница экзон-интрон
95. Строение сплайсосомы.
96. Альтернативный сплайсинг – значение и примеры
97. Самосплайсирующиеся интроны
98. Транс-сплайсинг
99. Редактирование РНК
100. Транспорт и деградация РНК
101. Процессинг не кодирующих РНК
102. Процессинговые тела – места хранения и деградации мРНК в эукариотовических клетках

Раздел 6 «Трансляция»

Тема 12. «Строение, структура и функции тРНК и рРНК»

103. Структура тРНК
104. Гипотеза колебаний и распознавания кодона антикодоном
105. Подавление некоторых мутаций специальными тРНК
106. Свойства генетического кода
107. История расшифровки генетического кода
108. Исключения из генетического кода
109. Строение, структура и функции рибосом эукариотов и прокариотов
110. Ассоциация и диссоциация рибосом в ходе трансляции

Тема 13. «Трансляция у про- и эукариотов»

111. Инициация трансляции у прокариотов и эукарит. Факторы инициации трансляции
112. Формирование пептидной связи в ходе элонгации
113. Управление транслокацией с помощью ГТФазы фактора элонгации G
114. Регуляция циклов элонгации при помощи связывания и гидролиза ГТФ
115. Терминация трансляции
116. Фактор рециркуляции рибосом и подготовка к новому циклу трансляции
117. Энергетическое сопровождение трансляции
118. Влияние антибиотиков и токсинов на биосинтез белка на уровне трансляции
119. Связанное с трансляцией удаление дефектной мРНК
120. Фолдинг белков, их ковалентная модификация и таргетинг

Раздел 7. «Регуляция экспрессии генов»

Тема 14. «Общие принципы регуляции экспрессии генов. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции»

121. Активаторы и репрессоры, и их роль в инициации транскрипции
122. Интеграция сигналов в ходе регуляции транскрипции. Комбинаторный контроль
123. Регуляция нуклеосомами
124. Структурные основы регуляции транскрипции. ДНК-связывающие мотивы белков-транскрипционных факторов
125. Механизм регуляции lac-оперона и аттенуации trp-оперона. Энхансеры. Сайленсеры.
126. Коактиваторы и корепрессоры
127. Аттенюация транскрипция
128. SOS регуляция
129. Рибопереключатели

Тема 15. «Посттрансляционная регуляция экспрессии генов»

130. Посттрансляционная регуляция экспрессии генов
131. Влияние малых РНК на стабильность транскрипта, РНК-интерференция. Микро и малые интерферирующие РНК.
132. Регуляция генов на уровне трансляции
133. Ковалентные модификации белков и регуляция экспрессии генов
134. Внутриклеточная локализация и ее влияние на экспрессию генов
135. Транскрипция у эукариотов и регуляция структуры хроматины
136. Геномный импринтинг
137. Компенсация дозы генов и экспрессия генов половых хромосом
138. Регуляция экспрессии генов стероидными гормонами
139. Роль 5’ и 3’ нетранслируемых областей мРНК в регуляции экспрессии генов
140. Крупномасштабная регуляция групп генов
141. Регуляция экспрессии генов и индивидуальное развитие

Раздел 8. «Введение в основы биотехнологии»

Тема 16. Основные направления современной биотехнологии

142. Генно-инженерные организмы и их применение
143. Получение рекомбинантных белков в культурах клеток бактерий и дрожжей
144. Рекомбинантные ДНК и производство вакцин
145. Генетическая инженерия животных
146. Генетическая инженерия растений
147. Генетическое тестирование, геномный и транскриптомный анализ
148. Генетический анализ и персонализированная медицина

4.3 Лекции и практические занятия

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4

Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
1.	**Раздел 1. «Введение в молекулярную биологию»**				**6**
	Тема 1. «Предмет, цели, задачи и основные методы молекулярной биологии»	Лекция № 1. «Предмет, цели, задачи и основные методы молекулярной биологии»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2		1
		Практическое занятие № 1. «Предмет, цели, задачи и основные методы молекулярной биологии»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2	Ответы на вопросы, решение задач	1
	Тема 2. «Химический состав клеток и особенности биохимических реакций»	Лекция № 2. «Химический состав клеток и особенности биохимических реакций»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2		1
		Практическое занятие № 2. «Организация работы и техника безопасности в лаборатории молекулярной биологии»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2	Ответы на вопросы, решение задач	1

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
	Тема 3. «Форма, строение и функция белковых молекул»	Лекция № 3. «Форма, строение и функция белковых молекул»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2		1
		Практическое занятие № 3. «Ферменты, применяемые в молекулярной биологии»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2	Ответы на вопросы, решение задач	1
2.	**Раздел 2. «Структура и функции нуклеиновых кислот. Методы исследования ДНК и РНК»**				**8**
	Тема 4. «Структура и функции нуклеиновых кислот. Организация геномов про-и эукариотов»	Лекция № 4. «Структура и функции нуклеиновых кислот. Свойства нуклеиновых кислот»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2		2
		Практическое занятие № 4 «Выделение ДНК из различных клеток и тканей. Контроль качества и определение концентрации нуклеиновых кислот»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2		2
	Тема 5. «Методы исследования нуклеиновых кислот»	Лекция № 5. «Методы исследования нуклеиновых кислот»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
		Практическое занятие № 5. «Электрофорез ДНК в агарозном геле»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
3.	**Раздел 3. «Репликация ДНК»**				**6**
	Тема 6. «Общие механизмы репликации. Репликация у прокариотов»	Лекция № 6. «Общие механизмы репликации. Репликация у прокариотов»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2		1
		Практическое занятие № 6. «ПЦР – принцип метода и основные параметры»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2	Ответы на вопросы, решение задач	1
	Тема 7. «Репликация у эукариотов»	Лекция № 7. «Репликация у эукариотов»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2		2
		Практическое занятие № 7. «Количественная ПЦР в реальном времени»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
4.	**Раздел 4. «Репарация и рекомбинация ДНК. Мутации»**				**8**
	Тема 8. «Мутагены и мутации. Репарация ДНК»	Лекция № 8. «Мутагены и мутации. Репарация ДНК»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2;		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
			ОПК-8.1; ОПК-8.2		
		Практическое занятие № 8. «Анализ ДНК с помощью Саузерн-блоттинга»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 9. «Механизмы рекомбинации»	Лекция № 9. «Механизмы рекомбинации»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2		2
		Практическое занятие № 9. «Механизмы рекомбинации»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
5.	**Раздел 5 «Транскрипция и процессинг»**				**8**
	Тема 10. «Транскрипция у про- и эукариотов»	Лекция № 10. «Транскрипция у про- и эукариотов»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2		2
		Практическое занятие № 10. «Базы данных нуклеотидных последовательностей»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 11. «Процессинг мРНК»	Лекция № 11. «Процессинг мРНК»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3;		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
			ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2		
		Практическое занятие № 11. «Секвенирование ДНК и РНК»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
6.	**Раздел 6 «Трансляция»**				**8**
	Тема 12. Строение, структура и функции тРНК и рРНК	Лекция № 12. Строение, структура и функции тРНК и рРНК»	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2		2
		Практическое занятие № 12. Строение, структура и функции тРНК и рРНК	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 13. Трансляция у про- и эукариотов	Лекция № 13. Трансляция у про- и эукариотов	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2		2
		Практическое занятие № 13. Трансляция у про- и эукариотов	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
7.	**Раздел 7. Регуляция экспрессии генов**				**8**
	Тема 14. Общие	Лекция № 14. Общие принципы регуляции	ОПК-2.3; ОПК-3.1;		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
	принципы регуляции экспрессии генов. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции	экспрессии генов. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции	ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2		
		Практическое занятие № 14. Общие принципы регуляции экспрессии генов	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 15. Посттрансляционная регуляция экспрессии генов	Лекция № 15. Посттрансляционная регуляция экспрессии генов	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2		2
		Практическое занятие № 15. Посттрансляционная регуляция экспрессии генов	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
8.	**Раздел 8. «Введение в основы биотехнологии»**				**4**
	Тема 16. Основные направления современной биотехнологии	Лекция № 16. Основные направления современной биотехнологии	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2		2
		Практическое занятие № 16. Получение рекомбинантных белков	ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2		2

ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Введение в молекулярную биологию		
1.	Тема 1. «Предмет, цели, задачи и основные методы молекулярной биологии	Изменения наследственной информации как основа эволюции. (ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2)
2.	Тема 2. «Химический состав клеток и особенности биохимических реакций»	Макромолекулы в клетках. Трехмерная структура макромолекул. Конфигурация и конформация. (ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2)
3.	Тема 3. Форма, строение и функция белковых молекул	Белки как катализаторы (ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2)
Раздел 2. Структура и функции нуклеиновых кислот. Методы исследования ДНК и РНК		
4.	Тема 4. Структура и функции нуклеиновых кислот. Организация геномов про-и эукариотов»	Полиморфизм структуры ДНК Свойства ДНК: денатурация и ренатурация; гибридизация и отжиг; гипо- и гиперхромный эффект; оптическая плотность (ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2)
5.	Тема 5. Методы исследования нуклеиновых кислот	Саузерн- и Нозерн-блоттинг. Технология рекомбинантных ДНК. Клонирование ДНК in vivo. Клонирующие и экспрессирующие векторы. Библиотеки геномной и кДНК. Секвенирование нуклеиновых кислот (ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2)
Раздел 3. Репликация ДНК		
6.	Тема 6. Общие механизмы репликации. Репликация у прокариотов	Строение полимеразы I и полимеразы III (ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2)
7.	Тема 7. Репликация у эукариотов	Особенности репликации у эукариотов на примере Saccharomyces cerevisiae. (ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2)
Раздел 4. Репарация и рекомбинация ДНК. Мутации		
8.	Тема 8. Мутагены и мутации. Репарация ДНК	Репарация алкилирующих повреждений, восстановление фосфодиэфирных связей. (ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2)
9.	Тема 9. Механизмы рекомбинации	Коллапс репликативной вилки и ее реконструкция с помощью двуцепочечных разрывов

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		(ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2)
Раздел 5 Транскрипция и процессинг		
10.	Тема 10. Транскрипция у про- и эукариотов	Роль сигма-фактора в инициации транскрипции у бактерий. Многообразие бактериальных сигма-факторов и их промоторы (ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2)
11.	Тема 11. Процессинг мРНК	Альтернативный сплайсинг – значение и примеры (ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2)
Раздел 6. Трансляция		
12.	Тема 12. Строение, структура и функции тРНК и рРНК	История расшифровки генетического кода (ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2)
13.	Тема 13. Трансляция у про- и эукариотов	Репарация Регуляция циклов элонгации при помощи связывания и гидролиза ГТФ (ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2)
Раздел 7. Регуляция экспрессии генов		
14.	Тема 14. Общие принципы регуляции экспрессии генов. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции	Интеграция сигналов в ходе регуляции транскрипции. Комбинаторный контроль (ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2)
15.	Тема 15. Посттрансляционная регуляция экспрессии генов	Внутриклеточная локализация и ее влияние на экспрессию генов (ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2)
Раздел 8. Введение в основы биотехнологии		
16.	Тема 16. Основные направления современной биотехнологии	Рекомбинантные ДНК и производство вакцин (ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2)

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 3. Форма, строение и функция белковых молекул	Л	Разбор конкретных ситуаций, учебная дискуссия в ходе просмотра обучающих видеоматериалов
2.	Тема 4. Структура и функции нуклеиновых	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций, учебная дискуссия в ходе просмотра обучающих видеоматериалов

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	кислот. Организация геномов про-и эукариотов		
3.	Тема 5. Методы исследования нуклеиновых кислот	Л	Работа студентов с электронными ресурсами
4.	Тема 6. Общие механизмы репликации. Репликация у прокариотов	ЛР	Работа студентов с электронными ресурсами
5.	Тема 7. Репликация у эукариотов	Л	Работа студентов с электронными ресурсами
6.	Тема 8. Мутагены и мутации. Репарация ДНК	ЛР	Работа студентов с электронными ресурсами
7.	Тема 9. Механизмы рекомбинации	ЛР	Работа студентов с электронными ресурсами
8.	Тема 10. Транскрипция у про- и эукариотов	Л	Работа студентов с электронными ресурсами, анализ конкретной ситуации, тематическая дискуссия
9.	Тема 11. Процессинг мРНК	ЛР	Просмотр обучающих видеоматериалов
10.	Тема 12. Строение, структура и функции тРНК и рРНК	Л	Работа студентов с электронными ресурсами
11.	Тема 13. Трансляция у про- и эукариотов	ЛР	Анализ конкретной ситуации, тематическая дискуссия
12.	Тема 14. Общие принципы регуляции экспрессии генов. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции	ЛР	Анализ конкретной ситуации, тематическая дискуссия

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Примерный перечень вопросов и задач к разделу 1. «Введение в молекулярную биологию»

Тема 1. Предмет, цели, задачи и основные методы молекулярной биологии

1. Какова роль современной молекулярной биологии в различных сферах деятельности человека?
2. Как молекулярная биология связана с другими науками о жизни?

3. Что может привнести в исследовательскую работу применение методов молекулярной биологии?
4. Является ли молекулярная биология прикладной дисциплиной?

Тема 2. Химический состав клеток и особенности биохимических реакций

5. Что такое контаминация и каковы способы ее предотвращения?
6. Что является потенциальными источниками контаминации?
7. Что произойдет, если контаминацию не контролировать?
8. Изложите принцип зонирования в лаборатории молекулярной биологии
9. Как контролировать контаминацию?
10. Как проводить деконтаминацию?

Тема 3. Форма, строение и функция белковых молекул

11. Какие ферменты используются в молекулярной биологии?
12. Как класифицируются рестриктазы?
13. Как проводить реакции рестрикции и лигирования? Предложите протокол
14. При обработке плазмиды размером 20 кб резтриктазами в смеси и по отдельности образовались следующие фрагменты:

EcoRI – 6 кб и 14 кб
HindIII – 7 кб и 13 кб
обе – 2 кб, 4 кб, 5 кб, 9 кб

15. Обнаружена новая эндонуклеаза рестрикции, которая распознает и расщепляет палиндромную последовательность GGATATCC. Как часто эта последовательность появляется в ДНК случайной последовательности, в которой все четыре нуклеотида присутствуют в равных количествах? В ДНК случайной последовательности, в которой содержание G и C составляет 80%, будет ли частота, с которой этот сайт появляется, увеличиваться или уменьшаться?

Примерный перечень вопросов и задач к разделу 2. «Структура и функции нуклеиновых кислот. Методы исследования ДНК и РНК»

Тема 4. Структура и функции нуклеиновых кислот. Организация геномов про-и эукариотов

1. Перечислите основные этапы выделения ДНК
2. Какие типы гомогенизации используются при выделении ДНК из различных источников? Какие наиболее эффективны при выделении ДНК из бактериальных клеток?
3. Какие реагенты используются для осаждения ДНК?
4. Как осуществляется контроль качества выделенной ДНК? РНК?
5. Зачем используют β-меркаптоэтанол (2-ME) в лизирующих буферах для выделения нуклеиновых кислот?
6. Какими методами можно разрушить клетку для выделения нуклеиновых кислот в рамках химического лизиса?
7. Рассчитайте количество (мл) стоковых растворов для приготовления 100 мл ТЕ-буфера для растворения и хранения ДНК

Стоковый раствор	Количество (мл)	Финальная концентрация
1 M Tris-HCl		10 mM Tris-HCl
0,5 M EDTA		25 mM EDTA
dH2O		
Финальный объем	100 мл	

8. Рассчитайте количество (мл) стоковых растворов для приготовления 50 мл экстракционного буфера для выделения ДНК

Стоковый раствор	Количество (мл)	Финальная концентрация
1 M Tris-HCl		100 mM Tris-HCl
5 M NaCl		1,4 M NaCl
9. 0,5 M EDTA		20 mM EDTA
10 % CTAB		2 % CTAB
1M 2-ME		40 mM 2-ME
dH2O		
Финальный объем	50 мл	

10. Нуклеотидная последовательность одной цепочки из двойной спирали ДНК: 5’-GGATTTTTGTCCACAATCA-3’. Какова будет последовательность комплементарной цепочки? В ДНК бактерии 13% всех нуклеотидов составляет аденин. каковы доли остальных нуклеотидов?
11. Сколько возможных нуклеотидных последовательностей Существует для нити ДНК в N нуклеотидов, если она а)однацепочечная, b) двуцепочечная?
12. Представьте, что можно сделать разрез ДНК в участке с определенной последовательностью нуклеотидов. Какова будет средняя длина такой последовательности (в нуклеотидах), чтобы в бактериальном геноме длиной в $3*10^6$ возник всего один разрез? А в геноме клетки животного, который содержит $3*10^9$ пар оснований?
13. Пара азотистых оснований А-Т удерживается двумя водородными связями. Водородные связи схожей силы могут возникать между другими парами нуклеотидов, такими как А-G и А-С. Что произойдет, если такие пары образуются во время удвоения ДНК, а неправильные пары войдут в состав молекулы. Почему это происходит редко?
14. При повышении температуры раствора, содержащего в каком порядке будут расплавляться приведенные ниже молекулы ДНК:
    5’-GCGGGCCAGCCCGAGTGGGTAGCCCAGG-3’
5’-ATTATAAAATATTTAGATACTATATTTACAA-3’
5’-AGAGCTAGATCGAT-3’?

15. CD диск хранит около 4,8 *10^9 бит информации на площади 96 $см^2$. Эта информация записана в виде двоичного кода. Как много бит понадобится для обозначения каждой нуклеотидной пары в последовательности ДНК? Сколько таких CD понадобится дл записи информации, хранящейся в геноме? Геном человека – 3*10^9 нуклеотидных пар.

Тема 5. Методы исследования нуклеиновых кислот

16. Химический состав и строение нуклеиновых кислот
17. Полиморфизм структуры ДНК.
18. Свойства ДНК: денатурация и ренатурация; гибридизация и отжиг; гипо- и гиперхромный эффект; оптическая плотность
19. (а) Сделайте вывод о строении следующих нуклеиновых кислот: двухцепочечная или одноцепочечная. Укажите тип нуклеиновых кислот
20.

Молекула	A,%	G,%	C,%	T,%	U,%
A	33	17	33	17	0
B	33	33	17	17	0
C	21	40	21	80	0
D	41	9	0	9	41

(а) Каков будет состав второй цепочки ДНК, если первая содержит 18% гуанина, 30% аденина, 20% тимина? ИЛИ Пять молекул ДНК имеют следующие температуры плавления: 73°C, 69°C, 84°C, 78°C, 82°C. Расставьте эти молекулы по мере увеличения содержания пар G-C

21. Дана двойная молекула ДНК с относительной молекулярной массой 75 тыс., из них 10350 приходится на долю адениловых нуклеотидов. Относительная молекулярная масса одного нуклеотида в среднем 345. Сколько содержится нуклеотидов по отдельности в данной ДНК ? Какова длина ее молекулы?

В ходе экспериментов было выделено небольшое количество редкого белка. Белок был расщеплен на фрагменты при помощи протеаз., некоторые фрагменты были разделены хроматографическими методами и была определена аминокислотная последовательность данных фрагментов. К сожалению, удалось определить только 3 коротких фрагмента аминокислотной последовательности:

ТРИПТОФАН-МЕТИОНИН-ГИСТИДИН-ГИСТИДИН-ЛИЗИН
ЛЕЙЦИН-СЕРИН-АРГИНИН-ЛЕЙЦИН-АРГИНИН
ТИРОЗИН-ФЕНИЛАЛАНИН-ГЛУТАМИН-МЕТИОНИН-ГЛИЦИН

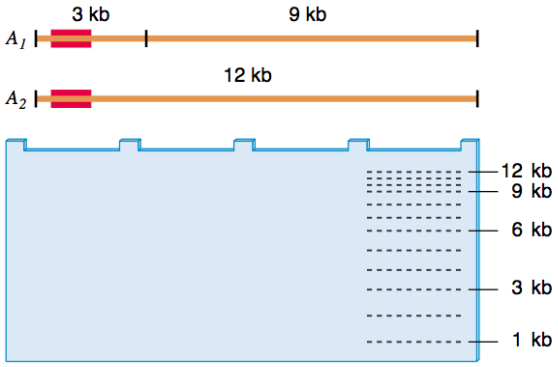
С помощью таблицы генетического кода составьте наборы ДНК зондов для каждого из пептидов, которые можно использовать для выявления этого гена в библиотеке кДНК путем гибридизации. Какой из наборов зондов имеет смысл использовать в первую очередь? Ответ пояснить.

Было установлено, что глицин на конце белка 3 с-концевой, т. е. находится на конце белка. Как, учитывая это, можно составить олигонуклеотидный

праймер для амплификации участка гена из библиотеки кДНК при помощи ПЦР?

Предположим, что с помощью ПЦР был получен фрагмент ДНК длиной 300 нуклеотидов. При определении последовательности нуклеотидов внутри был обнаружен фрагмент CTATCACGCTTTACC. Какой из этого можно сделать вывод?

22. На представленной схеме отмечены позиции рестрикционных сайтов для соответствующего фермента рестрикции, которые могут присутствовать в соответствующем локусе человеческой хромосомы. ДНК, присутствующая в конкретной хромосоме, соответствует вариантам, изображенным на рисунке внизу и вверху. ДНК-зонд связывается в положении, обозначенном прямоугольником. В соответсвии с RFLP анализам по этим фрагментам, возможно 3 генотипа. Что это за генотипы? Используйте символ A1 для обозначения фрагмента вверху и A2 для обозначения фрагмента внизу. Каким будет взаимное расположение полос на электрофорограмме для каждого из 3-х генотипов?



23. Какова последовательность ДНК, которую использовали для секвенирования? На рисунке на 4-х дорожках показаны продукты секвенирования, полученные при использовании дидеоксинуклеозидтрифосфатов (ddNTP) ddGTP – дорожка 1; ddATP – 2; ddTTP – 3; ddCTP – 4. Числа справа показывают положение маркеров длины

Данный образец ДНК был получен из середины кДНК белка одного из видов млекопитающих. Можно ли определить аминокислотную последовательность этой части белка при помощи таблицы генетического кода?

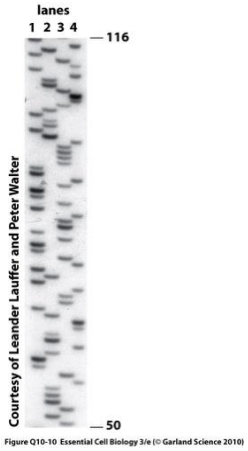


Figure Q10-10 Essential Cell Biology 3/e (© Garland Science 2010)

Примерный перечень вопросов и задач к разделу 3. «Репликация ДНК»

Тема 6. Общие механизмы репликации. Репликация у прокариотов

(а) Нарисуйте схематично процесс инициации репликации у *E. coli* в формате комикса

(а) Составьте таблицу, где перечислены основные участники инициации репликации у прокариотов и их роль

Участник инициации репликации	Роль

(а) Какая последовательность будет синтезироваться при использовании ДНК-полимеразы? Укажите стрелкой, в каком направлении будет идти синтез:

5’ AGGTCTTCGATCGA 3’

(а) Пусть синтез ДНК остановился на 4-м нуклеотиде. Изобразите фрагмент двойной цепи ДНК данной последовательности длиной 4 пн, покажите водородные связи

(а) Какую активность ДНК полимеразы I надо использовать, чтобы удалить одноцепочечный фрагмент и оставить только фрагмент двойной ДНК длиной 4 пн?

(а) Заполните табцу:

Топоизомераза I	Эукариотов	Прокариотов
Общие черты		
Отличительные черты		

Тема 7. Репликация у эукариотов
Тестовые задания

1. Почему для репликации ДНК необходимы РНК праймеры?
   (a) РНК праймеры необходимы для активности ДНК лигазы;
   (b) РНК праймеры создают 5 'и 3' концы нити;
   (c) ДНК полимераза может добавлять нуклеотиды только к молекулам РНК;
   (d) ДНК полимераза может добавлять нуклеотиды только к уже существующей нити.

2. Предположим, что в клетке произошла мутация, в ходе которой в процессе репликации ДНК были созданы нормальные фрагменты Оказаки, но не произошло их связывание в непрерывную цепь. Ген, кодирующий какой из ферментов, был изменен данной мутацией?
   (a) ДНК-полимераза;
   (b) РНК праймаза;
   (c) ДНК-хеликаза;
   (d) ssDNA binding protein
   (e) ДНК-лигаза;

3. Геном типичной бактерии содержит 5·103 пар оснований и реплицируется около 30 минут. Геном человека содержит 3·109 пар оснований. Если он будет реплицироваться со скоростью бактериального генома, это займет 300 часов (12 дней). Но весь человеческий геном полностью реплицируется за несколько часов. Почему это возможно?
   (a) Эукариотовическая ДНК реплицируется проще, чем прокариотовическая
   (b) ДНК-полимераза человека работает быстрее, чем ДНК полимераза прокариотов
   (c) Нуклеосомы эукариотов обеспечивают более быструю репликацию ДНК
   (d) ДНК человека содержит больше ориджинов репликации, чем ДНК прокариотов.

4. Репликация ДНК называется полуконсервативной, потому что:
   (a) В процесс вовлечены как синтез ДНК, так и синтез РНК;
   (b) Часть теломер теряется в ходе каждого цикла репликации;
   (c) Новая двойная спираль ДНК содержит одну старую и одну новую нить;
   (d) Каждая новая цепь комплементарна, а не идентична матричной цепи;

5. Что происходит после того, как ДНК-полимераза, синтезирующая новую цепь ДНК, встречается с РНК-праймером предыдущего фрагмента Окадзаки?

(a) Происходит репликация другой цепи в направлении от 3’ к 5’ концу;

(b) ДНК-полимераза меняет направление и выполняет проверку ошибок;

(c) ДНК лигаза соединяет 2 фрагмента вместе;

(d) РНК праймер удаляется и заменяется на ДНК;

6. Представьте себе форму жизни, в которой ориентация нитей в двойной спирали ДНК была бы параллельной, а не антипараллельной. Эта форма жизни обладает ДНК-полимеразой с характерными свойствами ДНК-полимеразы нормальных эукариотовических организмов. Исходя из этого ожидается, что:

(a) Репликация ДНК ,будет намного медленнее, чем у обычных эукариотов;

(b) Репликация ДНК происходила бы в направлении от 3 'до 5' на одной нити и в направлении от 5 'до 3', на другой;

(c) Репликация ДНК происходила бы только на одном конце репликационного глазка;

(d) ДНК-полимераза не сможет выполнить проверку ошибок;

7. Лучшее объяснение того, почему синтез ДНК является прерывистым:

(a) ДНК-полимераза может двигаться только вдоль нити ДНК в одной ориентации;

(b) Это позволяет эффективно проверять ошибки вновь синтезированной ДНК;

(c) ДНК-полимераза должна периодически останавливаться, чтобы накопить больше нуклеотидов;

(d) Нуклеосомы нарушают процесс синтеза ДНК;

8. Эксперименты Мезельсона и Сталя продемонстрировали полуконсервативный механизм репликации ДНК, показав, что, когда ДНК, содержащая N15, реплицируется в присутствии N14:

(a) Новая нить реплицированной молекулы ДНК содержит одинаковое количество N14 и N15;

(b) После одного цикла репликации, одна нить содержит молекулу ДНК с N14, а другая – с N15;

(c) После нескольких циклов репликации вся ДНК была преобразована из формы “HH” в форму “LH”;

(d) После множества циклов репликации половина молекул ДНК имеют “HH”-плотность, а другая – «LL”-плотность;

9. Отметить верные и неверные утверждения

1. ssDNA binding protein присоединяется после того, как ДНК-геликаза разделяет двойную спираль;
2. Формирование ведущей цепи не требует праймеров;
3. ДНК-лигаза - это фермент, который соединяет фрагменты Окадзаки;
4. Репликация ДНК всегда начинается с синтеза РНК-праймера;

5. РНК-праймеры удаляются и заменяются на ДНК до того, как ДНК-лигаза соединяет вновь синтезированные участки ДНК;

10. Заполнить пропуски:

A. Фермент, ответственный за синтез ДНК при репликации называется_____.

B. Активный участок молекулы ДНК, участвующий в репликации, представляет собой Y-образную структуру и называется _____.

C. Фермент, который сшивает ДНК разрывы во время синтеза или репарации называется_____.

D. Та дочерняя цепь ДНК, которая синтезируется непрерывно называется_____, а та цепь, которая синтезируется с перерывами называется_____.

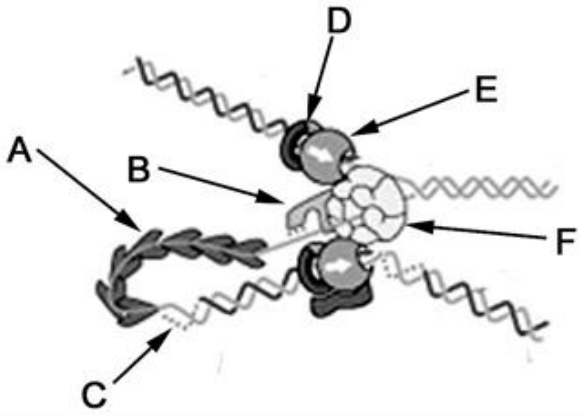
E. Для ДНК-полимеразы в отличие от РНК полимеразы совершенно необходим свободный 3’-ОН-конец_____, спаренной с расплетенной ДНК, чтобы присоединять к нему новые нуклеотиды

F. Если ДНК полимераза ошибочно присоединит неправильный нуклеотид к 3'-концу, ее отдельный Каталитический домен, обладающий (3’→5’)_____ активностью, удалит неподходящее основание.

G. Для инициации синтеза ДНК на отстающей цепи нужны короткие праймеры, воззникающие благодаря работе фермента _____, который в качестве субстрата использует рибонуклеозидтрифосфаты.

H. Расплетение двойной спирали ДНК в зоне репликативной вилки катализируется _____, использующей для направленного движепния по ДНК энергию гидролиза АТФ.

11. Назовите различные белки и компоненты комплекса репликации ДНК, показанные на этой диаграмме. Определите функцию каждого из них.



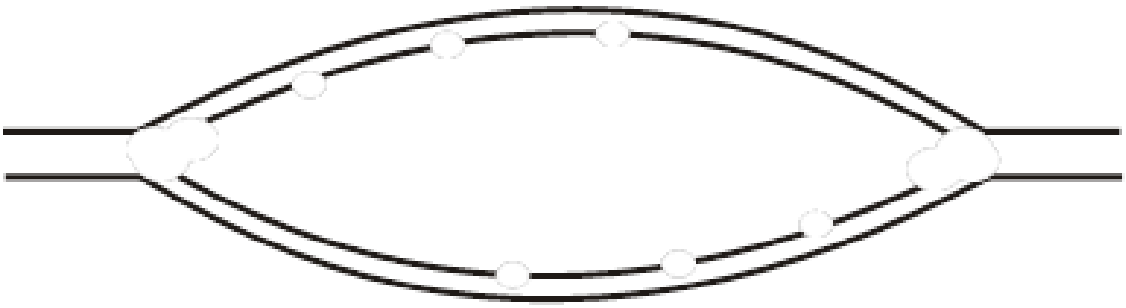
12. Обозначьте порядок функционирования перечисленных ферментов в ходе репликации ДНК

_____РНК-праймаза;

_____ДНК-лигаза;

_____ДНК-полимераза;
_____ДНК-хеликаза;
_____Инициирующие белки;
_____РНК-рибонуклеаза;

13.На данном изображении:



A. Обозначьте стрелками концы вновь синтезированных нитей ДНК, чтобы указать направление синтеза ДНК.
B. Обозначьте место нахождения ориджина репликации.
C. На исходных цепях обозначьте 3’ и 5' концы
D. Пронумеруйте фрагменты Окадзаки для отстающей цепи в порядке их синтеза, начиная с 1.
E. Обозначьте лидирующую цепь

Примерный перечень вопросов и задач к разделу 4. «Репарация и рекомбинация ДНК. Мутации»

Тема 8. Мутагены и мутации. Репарация ДНК

1. Мутации: понятие, классификация, роль в жизни клетки, организма и вида.
2. Мутагены.
3. Горячие точки и частота мутаций
4. Репарация: роль в жизни клетки, классификация.
5. Прямое восстановление: фотореактивация, пруфридинг, репарация алкилирующих повреждений, восстановление фосфодиэфирных связей
6. Эксцизионная репарация: темновая репарация димеров, репарация с помощью гликозилаз и АР-эндонуклеаз, мисмэтч-репарация. SOS-репарация
7. Пострепликативная репарация.
8. Рекомбинация ДНК. Структура Холлидея
9. Аналог основания 2-амино-пурина (2-AP) заменяет аденин во время репликации ДНК, и он может образовывать пару оснований с цитозином. Аналог основания 5-бромурацил (5-BU) заменяет тимидин, и он может образовывать пару оснований с гуанином. как будет выглядеть двухцепочечная тринуклеотидная A-G-T последовательности, показанная здесь, после трех раундов репликации? Предполагается, что в первом раунде оба аналога присутствуют и включаются везде, где это возможно. Перед вторым и третьим циклом репликации любые невключенные аналоги оснований удаляются. Какими будут конечные последовательности?

10. Редкая доминантная мутация, экспрессируемая при рождении, была изучена на людях. Записи показали, что шесть случаев были обнаружены среди 40 000 живорождений. Семейные истории показали, что в двух случаях мутация уже присутствовала у одного из родителей. Рассчитайте частоту спонтанных мутаций для этой мутации. Какие основные предположения могут повлиять на наши выводы?

11. Рассмотрим следующие оценки:

(а) На этой планете живет $5,5 * 10^9$ человек.

(б) Каждый человек имеет около 30000 ($0,3 * 10^5$) генов.

(с) Средняя частота мутаций в каждом локусе составляет 10^{-5}.

Сколько спонтанных мутаций в настоящее время присутствует в человеческой популяции? Предполагая, что эти мутации равномерно распределены по всем генам, сколько новых мутаций возникло в каждом гене в человеческой популяции?

12. Заполните таблицу. Укажите соответствие между ферментом и процессом (репарация, репликация, рекомбинация, рестрикция) Укажите роль фермента и его принадлежность про- или эукариотовам

Фермент	Процесс	Принадлежность	Роль
recA			
β-полимераза эукариотов			
O6-метилтрансфераза			
UvrD			
Pol δ дрожжей			

13. Заполните таблицу. Опишите белок-белковые и ДНК-белковые взаимодействия, которые происходят в процессе репарации двуцепочечных разрывов у путём гомологичной рекомбинации.

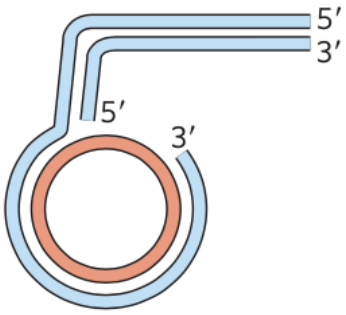
Взаимодействие	Участники	Роль

14. Нарисуйте формулу 7-метилгуанина. Какие мутагены могут привести к возникновению данной мутации? Как повлияет на генетический код такая модификация? Обоснуйте, к какому типу относится данная мутация: транзиция или трансверсия.

Теме 9. Механизмы рекомбинации ДНК

15. Каковы четыре возможных судьбы репликационной вилки, которая сталкивается с матричной цепью с разрывом или каким-либо другим типом нерепарированного повреждения ДНК?

16. Разветвленная кольцевая ДНК-субстрат конструируется для имитации одной из возможных структур застопорившейся репликационной вилки, как показано ниже. Добавляется фермент, который способствует регрессии вилочной структуры.



a) Изобразите структуру продукта, полученного, если регрессия проходит наполовину по окружности.

(b) Нарисуйте структуру продукта, если регрессия идет по кругу. Предположим, что рука имеет ту же длину, что и окружность, и имеет ту же последовательность.

17. Нарисуйте промежуточное соединение Холлидея и пометьте концы каждой цепи ДНК так, чтобы полярность нити была очевидна.

18. Фермент RecBCD действует как нуклеаза и геликаза при подготовке концов ДНК для связывания RecA и проникновения в цепь. RecBCD имеет несколько функций, встроенных в его три подблока. Укажите субъединицу (RecB, RecC или RecD), отвечающую за каждую из следующих функций.

(a) 3 '→ 5' винтовой двигатель

(б) Нуклеаза

(c) 5' → 3' спираль

(d) Наличие «булавочной» структуры, которая помогает разделять ДНК пряди

(e) Связывание с сайтами chi

19. В клетках *E. coli* с мутациями, элиминирующими фермент RecBCD, около 20% клеток имеют линеаризованные хромосомы при выращивании в нормальных аэробных условиях. При сходных условиях роста в клетках дикого типа линеаризуется менее 3% хромосом. Укажите в двух-трех предложениях, почему наблюдается такое различие.

20. Во время мейоза у дрожжей, если диплоидная клетка имеет аллели a и A определенного гена, в норме она образует две споры с A и две споры с a. В редких случаях мейоз дает одну спору с A и три с a или три с A и одну с a. Как это могло случиться?

21. В отличие от рекомбинации, репарация двухцепочечных разрывов путем негомологичного соединения концов приводит к мутациям. Объясните, почему.

Примерный перечень вопросов и задач к разделу 5. «Транскрипция и процессинг»

Тема 10. Транскрипция у про- и эукариотов

1. РНК-полимеразы прокариотов: роль в клетке, классификация, строение, функции отдельных субъединиц.
2. Инициация, элонгация и терминация транскрипции у про- и эукариотов.
3. Процессинг: полиаденилирование, кэпирование, сплайсинг. Понятие об альтернативном сплайсинге.
4. Распад мРНК.

5. РНК-синтетазная система вирусов.
6. Гены, кодирующие РНК. Регуляция транскрипции

Тема 11. Процессинг мРНК

Тестовые задания

1. Наличие поли-А-хвоста на молекуле мРНК демонстрирует, что
   (a) Присутствуют экзоны, которые необходимо удалить
   (b) Данная молекула не содержит интронов
   (c) Транскрипт должен быть немедленно разрушен
   (d) Это молекула рРНК
   (e) Ни один из приведенных выше ответов не является правильным
2. В ходе удаления интронов единый комплекс мяРНК катализирует, как разрезание, так и соединение концов. Что было бы, если бы эти два процесса катализировались отдельными ферментами, не связанными в один комплекс?
   (a) Процессинг осуществлялся бы быстрее
   (b) Клетка не смогла бы определить правильный сайт разрезания
   (c) Экзоны не соединялись бы в правильной последовательности
   (d) Из мРНК были бы удалены экзоны вместо интронов
3. Ядрышко, расположенное в ядре – это сайт, где происходит:
   (a) Процессинг РНК
   (b) Происходит транскрипция рРНК и сбор субъединиц рибосом
   (c) к тРНК присоединяются аминокислоты
   (d) мРНК транслируется в белок
4. В ходе процессинга РНК:
   (a) Все экзоны удаляются и отбрасываются
   (b) Молекулы РНК строятся на основе матрицы ДНК
   (c) Интроны вырезаются из РНК, а экзоны сшиваются вместе
   (d) Молекула РНК транслируется в молекулу белка
5. Как клетка «маркирует» положение интронов в РНК, не прошедшей процессинг?
   (a) Существуют специальные типы мяРНК для каждого из типов интронов
   (b) В РНК присутствуют кодоны «вырезать» и «вставить»
   (c) В этом нет необходимости, так как границы между экзонами и интронами часто чередуются
   (d) Существуют специальные границы, расположенные рядом с участками сплайсинга, которые распознаются рибозимами
6. Альтернативный сплайсинг относится к:
   (e) Использование экзонов в качестве интронов и наоборот в ходе процессинга РНК
   (f) Сплайсинг поврежденных фрагментов ДНК репарационными ферментами ДНК
   (g) Соединение РНК из двух разных генов с образованием новой мРНК
   (h) Использование альтернативных рамок считывания при трансляции мРНК
7. Во время транскрипции от РНК к ДНК

(a) РНК-полимераза движется вдоль ДНК в направлении 5 'к 3'.

(b) Сначала создается 3'-конец молекулы РНК.

(c) РНК-полимераза должна сначала связываться с промоторной последовательностью.

(d) транскрипция всегда начинается с «стартового кодона».

8. Во время транскрипции определенного гена РНК-полимераза будет транскрибировать:

(a) Обе цепи ДНК, но в итоге будет получаться одна молекула РНК

(b) Только одну из цепей ДНК, двигаясь в направлении от 3’ к 5’ вдоль матрицы

(c) Обе цепи, но перемещаясь от 3' к 5' для однойи от 5'к 3'для другой

(d) Только экзоны гена, пропуская интроны

9. Поскольку две цепи молекулы ДНК являются комплементарными, для любого данного гена:

(a) РНК-полимераза может связываться с любой цепью.

(b) Только одна цепь фактически несет генетический код для определенного гена.

(c) Каждый ген обладает точной копией, которая может быть использована в случае мутации.

(d) Ген, транскрибированный в направлении от 5 'к 3' одной цепи, может быть транскрибирован в направлении от 3 'до 5' другой цепи.

10. Инициация транскрипции происходит, когда:

(a) Большая и малая субъединицы связываются вместе, затем присоединяется мРНК

(b) Малая рибосомальная единица, содержащая инициаторную тРНК, связывается с 5’ концом мРНК

(c) Рибосома связывается со стартовым кодоном и инициаторная тРНК входит в рибосому

(d) Инициаторная тРНК связывается со стартовым кодоном с последующим связываением с большой субъединицей рибосомы

11. ТАТА бокс – это:

(a) Последовательность, завершающая трансляцию

(b) Последовательность оснований в промоторах эукариотов и архей

(c) Последовательность, упрощающая сборку комплекса транскрипции РНК-полимеразой II

(d) Пример одного из стоп-кодонов транскрипции

12. Согласно теории РНК мира:

(a) Молекулы РНК были первыми органическими молекулами, сформировавшимися на земле;

(b) Жизнь эволюционировала на другой планете, называемой “РНК мир”

(c) Все молекулы РНК в клетке являются «рибозимами»

(d) Примитивные молекулы РНК эволюционировали прежед белков и ДНК

13. Вероятно, ДНК содержит тимин вместо урацила, потому что:

(a) Тимин химически гораздо более стабилен, чем урацил.

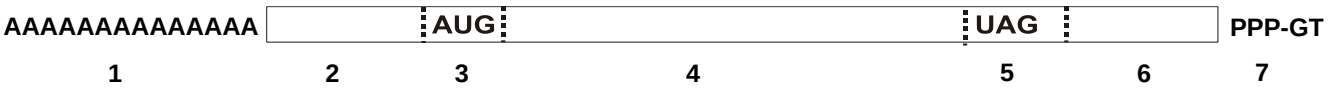
(b) Когда урацил химически дезаминирован, образуется тимин.

(c) Тимин был одним из первых четырех нуклеотидов в примитивных молекулах РНК.

(d) Если дезаминирован цитозин, измененное основание может быть обнаружено и удалено.

Отметить верные и неверные утверждения

1. Каждая из трех возможных рамок считывания мРНК может давать различные, но функциональные белки.
2. Транскрипция прекращается, когда РНК-полимераза встречает поли-U-последовательность.
3. Трансляция заканчивается тогда, когда фактор освобождения белка связывается со стоп-кодоном
4. Инициация транскрипции у прокариотов связана со связывание сигма-фактора с промотором
5. Только рРНК являются полиаденилированными.
6. Поскольку гены могут быть закодированы на обеих нитях двойной спирали ДНК, кодирующие области разных генов могут перекрываться.
7. Промотор расположен ниже по потоку от кодирующей области гена.
8. Для прокариотов не характерен процессинг
9. Общие факторы транскрипции — это белки, которые регулируют активность эукариотовической РНК-полимеразы.
10. Рибозимы являются примитивными формами молекул РНК, которые больше не существуют в клетках.
11. Интроны — это «мусорная» ДНК, которая загромождает геном вида. Укажите по крайней мере две причины, почему это утверждение неверно?
12. На рисунке изображена схема молекулы мРНК, на которой обозначены различные участки.



Что не так с этой схемой? Внесите корректировки

На правильной схеме обозначьте участок (участки), который (которые) является (являются):

кодирующими

некодирующими

3’-конец

5’-конец

старт-кодон

стоп-кодон

сайт связывания с рибосомой

Данная схема отражает строение прокариотовической или эукариотовической мРНК? Объясните почему

13. У бактерии кодирующая цепь ДНК несёт последовательность 5’ AGC GCA CAG ACA GAT AAA AAT TAC AGA GTA CAC AAC TAA 3’. Какая будет последовательность у антисмысловой цепочки ДНК? У синтезируемой с

этого участка мРНК? Какие антикодоны будут у аминоацил-тРНК с учётом эффекта качения (wooble-pairing)? Какие могут быть экзогенные причины ингибирования трансляции с этого участка?

Примерный перечень вопросов и задач к разделу 6. «Трансляция»

Тема 12. Строение, структура и функции тРНК и рРНК

1. Следующий РНК-полимер добавляют к экстракту E. coli, где он может транслироваться во всех трех возможных рамках считывания. Какие аминокислоты могут полимеризоваться в полипептиды в этой системе?

5'-AUAUAUAUAUAUAUAUAUAUAUAUAU-3'

Учитывая полинуклеотид, кодирующий полиметионин, какие другие полипептиды также будут продуцироваться?

2. Переведите следующую мРНК в белок, начиная с первого кодона инициации:
   5'-CCGAUGCCAUGGCAGCUCGGUGUUAC
   AAGGCUUGCAUCAGUACCAGUUUGAAUCC-3'
3. Из последовательности белка мы можем получить некоторую информацию о последовательности гена, который его кодирует. Однако из-за вырожденности генетического кода существует множество возможных последовательностей нуклеотидов, которые могли бы кодировать данную последовательность белка. Полезность геномных баз данных для поиска генов белков с известной последовательностью становится ясной, если учесть следующее. Сколько возможных молекул РНК может кодировать пептид Met-Asn-Trp-Tyr? Сколько, если к концу пептида добавить остаток Leu?
4. Ниже показан 5'-конец молекулы мРНК. Каковы первые три (N-концевые) аминокислоты его белкового продукта?
   5'-AUGUGUUGAUGUAUCAGACCUGUC – – –
5. Переведите следующую мРНК, начиная с первого 5'-нуклеотида, предполагая, что трансляция происходит в клетке E. coli. Если все тРНК максимально используют правила вобуляции, но не содержат инозин, сколько различных тРНК требуется для трансляции этой РНК?
   5'-AUGGGUCGUGAGUCAUCGUUAAUUGUAGCU
   GGAGGGGAGGAAUGA-3

Вопросы к семинару

1. Особенности химического состава и строения РНК.
2. Матричная РНК, транспортная РНК, рибосомальная РНК. Роль модифицированных нуклеотидов в РНК. Образование неканонических пар нуклеотидов у РНК.
3. Строение рибосом у про- и эукариотов.
4. Трансляция. Роль в жизни клетки.
5. Этапы трансляции: образование аминоацил-тРНК, инициация, элонгация и терминация трансляции у про- и эукариотов.
6. Затраты энергии при трансляции. Ингибирование трансляции. Антибиотики.
7. Регуляции трансляции

8. Фолдинг. Роль фолдаз, шаперонов, лигандов.
9. Пути и механизмы транспорта белков в клетке после их синтеза на рибосомах.
10. Модификация белков.
11. Сортировка и распад белков

Тема 13. Трансляция у про- и эукариотов

Тестовые задания

Выбор вариантов ответа

1. В ходе процесса трансляции:

(a) Пептид переходит от тРНК в Р-сайте к т-РНК в А- сайте
(b) Приходящие тРНК должны сначала связываться в Е-сайте
(c) Началом считается связывание малой субъединицы рибосомы с поли А-хвостом мРНК
(d) мРНК транслируется одной рибосомой за раз

2. «Протеосома» представляет собой крупную структуру в цитоплазме, которая:

(a) Транслирует тРНК в белок
(b) Является суперзакрученной ДНК
(c) Учувствует в процессинге РНК
(d) Учувствует в ферментативном разрушении белов

3. При элонгации в ходе трансляции после поступления каждой новой тРНК:

a. Аминокислота «передается» от тРНК в А-сайте к тРНК в Р-сайте.
(b) вновь прибывающие тРНК должны сначала связываться с Е-сайтом.
(c) Пептид переходит от тРНК в Р-сайте к т-РНК в А- сайте
(d) Новая тРНК должна сначала связываться с Р-сайтом рибосомы.

Заполнить пропуски

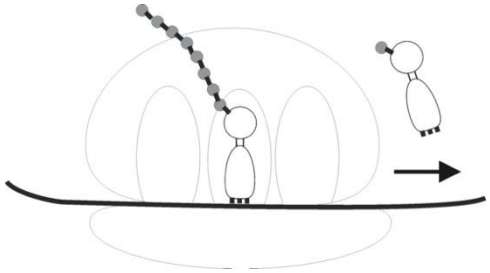
1. В рибосоме формирование пептидных связей новой полипептидной цепочки происходит в _____субъединице, тогда как сопоставление кодонов мРНК происходин на поверхности_____субъединицы. При трансляции в ходе удлинения полипептидной цепочки, каждая входящая аминоацил-тРНК связывается с _____-сайтом рибосомы, а растущая пептидная цепь удерживается на тРНК в _____-сайте.
2. О конце трансляции сигнализирует _____-кодон, который связывает белок под названием_____.
3. В бактериальных клетках белок, называемый _____ассоциированный с РНК-полимеразой в основном ответственен за связывание с промотором.
4. Разместите следующие события в правильной последовательности:

_____Трансляция
_____Транскрипция
_____Полиаденилирование
_____Присоединение кэпа
_____Процессинг РНК
_____Экспорт из ядра

5. Кодон метионина - _____, антикодон метионина - _____и ДНК код - _____.

Задание 1. Основываясь на результатах секвенирования ДНК для проекта генома человека, количество промоторов предполагает, что в человеческом геноме насчитывается около 25 000 генов. Однако количество различных типов белков может быть намного больше. Почему?

Задание 2. На рисунке обозначьте три сайта связывания тРНК, кодон и антикодон, белок и мРНК. Перечислите последовательность событий, которые произойдут, когда входящая тРНК будет находиться в сайте связывания.



Задание 3. Укажите связь между химическим составом, структурой и функцией тРНК

Хим состав	Структура	Функция

Задание 4. Укажите белок-белковое и НК-НК и НК-белковое взаимодействия, которые наблюдаются в процессе инициации транскрипции у прокариотов

Тип взаимодействия (белок-белок, НК-НК или НК-белок)	Участники	Роль

Задание 5. Укажите события, которые происходят в судьбе мРНК эукариотов по пути от закодированной последовательности в ДНК до созревания включительно

Клеточная структура	Участники	События

Примерный перечень вопросов и задач к разделу 7. «Регуляция экспрессии генов»

Темы 14-15. Общие принципы регуляции экспрессии генов. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции. Посттрансляционная регуляция экспрессии генов

1. Структура генома: классификация кодирующих и некодирующих последовательностей.
2. Повторяющиеся последовательности в геноме и их роль.
3. Уровни регуляции экспрессии генов. Положительная и отрицательная регуляция. Механизм регуляции lac-оперона и аттенуации trp-оперона. Энхансеры. Сайленсеры.
4. РНК-интерференция. Микро и малые интерферирующие РНК
5. Бактериальные клетки могут получать аминокислоту триптофан из окружающей среды, а при недостатке триптофана в среде синтезировать его самостоятельно. Trp-репрессор – регулятор транскрипции, который который включает транскрипцию генов, ответственных за производство ферментов, необходимых для синтеза триптофана. Что случится с регуляцией триптофанового оперона в клетках, экспрессирующих мутантный Trp-репрессор, который: 1) Не может связываться с ДНК; 2) Не может связывать триптофан; 3) связывается с ДНК даже в отсутствии триптофана? Что произойдет в этих случаях, если клетки, кроме того, экспрессируют нормальный Trp-репрессор со второго нормального гена?
6. Объясните, почему ДНК-связывающие белки могут специфически связываться с определенной нуклеотидной последовательностью в двуцепочечной молекуле ДНК, не разрушая водородные связи. Укажите, как белки могут отличать A-T пары от G-C пар. Ответ дайте в виде схемы и укажите, какие типы связей – водородные, электростатические или гидрофобные - образуются.
7. Исследователь создает оперон lac на плазмиде, но инактивирует все части оператора Lac (lacO) и промотора Lac, заменяя их сайтом связывания репрессора LexA (который действует в SOS-ответе) и промотор регулируется LexA. Плазмиду вводят в клетки *E. coli*, имеющие оперон lac с неактивным геном lacZ. При каких условиях эти трансформированные клетки будут продуцировать π-галактозидазу?
8. Опишите возможные эффекты на экспрессию генов lac мутаций, которые (а) перемещают оператор Lac на другую сторону оперона, (б) инактивируют сайт связывания СРБ и (в) изменяют последовательность промотора вокруг положения -10.
9. В опероне ara белок AraC может действовать либо как активатор, либо как репрессор. Если AraC остается связанным с ДНК в отсутствие арабинозы, почему этот белок не всегда действует как активатор?
10. Клетки *E. coli* растут в среде с глюкозой в качестве единственного источника углерода. Внезапно добавляют триптофан. Клетки продолжают расти и делятся каждые 30 минут. Опишите (качественно), как уровни триптофансинтазы (фермента, продуцируемого опероном trp) изменяются со временем при следующих условиях:

(а) мРНК trp стабильна (деградирует медленно в течение многих часов).
(б) мРНК trp быстро разрушается, но триптофансинтаза стабильна.
(с) мРНК trp и триптофансинтаза быстро разрушаются.

11. Как могут повлиять на SOS-ответ у *E. coli* мутации в гене lexA, которые (a) предотвращают автокаталитическое расщепление белка LexA или (б) ослабляют взаимодействие LexA с его нормальным сайтом связывания?

12. Клетки *E. coli* растут в среде, содержащей лактозу, но не глюкозу. Укажите, будут ли каждое из следующих изменений или условий увеличивать, уменьшать или не изменять экспрессию lac оперона. Может быть полезно нарисовать модель, изображающую то, что происходит в каждой ситуации.

(a) Добавление высокой концентрации глюкозы

(b) Мутация, которая предотвращает связывание репрессора Lac с оператор

(c) Мутация, которая полностью инактивирует π-галактозидазу

(d) Мутация, которая полностью инактивирует галактозид проникать

13. Как повлияют на транскрипцию оперона trp *E. coli* следующие манипуляции с лидерной областью мРНК trp?

(a) Увеличение расстояния (количества оснований) между геном лидерного пептида и последовательностью 2

(b) Увеличение расстояния между последовательностями 2 и 3

(c) Удаление последовательности 4

(d) Замена двух кодонов Trp в гене лидерного пептида на кодоны His

(e) Устранение сайта связывания рибосомы для гена который кодирует лидерный пептид

(f) Замена нескольких нуклеотидов в последовательности 3 так, что она может образовывать пару оснований с последовательностью 4, но не с последовательностью 2.

14. У эукариотов большинство генов в норме выключены, а РНК-полимеразы не функционируют без активации. У бактерий РНК-полимераза может транскрибировать почти любой ген в отсутствие связанных ингибиторов. Предложите несколько причин такого различия между бактериями и эукариотовами.

15. Регуляторные белки у эукариотов связываются с последовательностями ДНК примерно той же длины, что и бактериальные регуляторные белки. Однако геномы эукариотов обычно на несколько порядков больше, чем у бактерий. Какое влияние это оказывает на стратегию эукариотов по регуляции конкретного гена?

16. Для оптимальной активации транскрипции генов GAL у дрожжей необходима функция белков Gal4 и Gal11 (Gal4p и Gal11p). Устранение любого белка снижает активацию промоторов GAL. Однако инактивация Gal11p имеет дополнительный и драматический эффект клеточной летальности. Предположите, почему устранение Gal11p может иметь больший эффект, чем устранение Gal4p.

17. Каково состояние фосфорилирования дрожжевого белка Mig1, когда: a) отсутствуют глюкоза и галактоза; б) присутствует галактоза и отсутствует глюкоза; в) присутствует глюкоза и отсутствует галактоза; и (d) присутствуют как глюкоза, так и галактоза?

Примерный перечень вопросов и задач к разделу 8. «Введение в основы биотехнологии»

Тема 16. Основные направления современной биотехнологии

1. Какую функциональную информацию о геноме можно определить с помощью применения иммунопреципитации хроматина (ChIP)?
2. Опишите три основные цели проекта «Геном человека».
3. Опишите геном человека с точки зрения размера генома, процента генома, который кодирует белки, насколько он состоит из повторяющихся последовательностей и сколько генов он содержит. Опишите две другие особенности генома человека.
4. Проект «Геном человека» продемонстрировал, что у людей всех рас и национальностей примерно 99,9 процента последовательности генома одинаковы, однако разные люди могут быть идентифицированы с помощью методов ДНК-дактилоскопии. Какую основную вариацию в геноме человека можно использовать для различения разных людей? Кратко объясните свой ответ.
5. В рамках проекта «Геном человека» (HGP) была опубликована относительно точная последовательность генома человека из объединенных образцов от нескольких людей. Она служит эталоном для гаплоидного генома. Чем результаты проектов персонального генома (PGP) отличаются от результатов HGP?
6. Объясните различия между секвенированием всего генома (WGS) и секвенированием всего экзома (WES) и опишите преимущества и недостатки каждого подхода к выявлению мутаций в геноме, вызывающих заболевания. Какой подход использовался для проекта генома человека?
7. Какие экспериментальные данные подтверждают, что мы ввели полезный ген в трансгенный организм и что он работает так, как мы ожидаем?
8. Как положительный тест ASO на серповидноклеточную анемию определяет, что индивидуум является гомозиготным рецессивным по мутации, вызывающей серповидноклеточную анемию?
9. Как из анализа микрочипов мы узнаем, какие гены экспрессируются в определенной ткани?
10. Как мы можем сопоставить геном с данными об экспрессии РНК в ткани или отдельной клетке?
11. Как из GWAS мы узнаем, какие гены связаны с определенным генетическим нарушением?
12. Существует ряд мышиных моделей для человеческого муковисцидоза (CF). Каждая из этих линий мышей является трансгенной и несет специфическую мутацию гена CFTR. Мутации такие же, как и те, которые наблюдаются в нескольких разновидностях человеческого CF. Эти трансгенные мыши CF используются для изучения диапазона различных фенотипов, которые характеризуют CF у людей. Их также используют в качестве моделей для тестирования потенциальных лекарств от CF. К сожалению, большинство линий трансгенных мышей CF не демонстрируют один из наиболее характерных симптомов человеческого CF — застой в легких. Можете ли

вы назвать причину, по которой линии мышей CF не демонстрируют этот симптом человеческого CF?

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если был дан блестящий ответ с незначительными недочётами;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если в целом была проведена серьёзная подготовка, но с рядом замечаний;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответ был неплохой, однако имеются серьёзные недочёты при подготовке ответов на вопрос;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не было ответа на поставленный вопрос

Вопросы к зачету с оценкой

1. Молекулярное строение веществ и эволюционные связи
2. Хранение и передача генетической информации.
3. Изменения наследственной информации как основа эволюции.
4. Химическая эволюция биомолекул. Гипотеза РНК-мира.
5. Методы молекулярной биологии и ее роль в современной жизни
6. Генетика Менделя
7. Цитогенетика – движение хромосом в ходе митоза и мейоза
8. Хромосомная теория наследования
9. Молекулярная генетика
10. Химический состав и строение нуклеиновых кислот.
11. Дополнительные функции нуклеотидов в клетке
12. Полиморфизм структуры ДНК.
13. Свойства ДНК: денатурация и ренатурация; гибридизация и отжиг; гипо- и гиперхромный эффект; оптическая плотность.
14. Типы РНК и их распространенность.
15. Полимеразная цепная реакция.
16. Детекция продуктов ПЦР: электрофорез в агарозном геле.
17. ПЦР в реальном времени, фрагментный анализ.
18. Рестрикционный анализ ДНК. Молекулярные маркеры: SSN, SNP, RFLP, PAPID, SCAR, STS.
19. Методы гибридизации нуклеиновых кислот. ДНК зонды.
20. Саузерн- и Нозерн-блоттинг.
21. Технология рекомбинантных ДНК. Клонирование ДНК in vivo.
22. Клонирующие и экспрессирующие векторы. Библиотеки геномной и кДНК.
23. Секвенирование нуклеиновых кислот.
24. Анализ экспрессии генов.
25. Геномика, протеомика и транскриптомика
26. Изучение функций генов и их продуктов

27. Функция хромосом и специализированные геномные последовательности
28. Упаковка ДНК в хромосомы
29. Структура бактериальной хромосомы. Последовательность геномов и число генов прокариотов
30. Оперонная организация генов прокариотов.
31. Бактериальные плазмиды
32. ДНК митохондрий и хлоропластов
33. Структура генома эукариотов. Экзон-интронное строение генома эукариотов.
34. Последовательности геномов и число генов эукариотов
35. Кластеры и повторы. Дупликация генов. Дивергенция последовательностей. Псевдогены. Сателлитные ДНК
36.
37. Ферменты, способствующие уплотнению ДНК
38. Бактериальные топоизомеразы
39. Топоизомеразы эукариотов
40. Белки SMC и конденсация хроматина
41. Суперспирализация ДНК
42. Мера топологической связи и раскрученность ДНК
43. Формы уплотнения ДНК при суперспирализации
44. Нуклеосомы: основные единицы конденсации ДНК
45. Гистоновые хвосты и межнуклеосомные связи
46. Структуры хромосом высшего порядка
47. Роль гистона H1 в формировании хроматосомы
48. Динамика нуклеосом
49. Комплексы ремоделирования хроматина
50. Варианты субъединиц гистонов
51. Сборка нуклеосом и роль шаперонов
52. Модификация гистоновых хвостов и решуляция доступности ДНК
53. Гистоновый код
54. Доказательства полуконсервативного механизмы репликации.
55. Типы репликации
56. Химия ДНК-полимераз
57. Строение полимеразы I и полимеразы III
58. Структура репликативной вилки
59. Ферменты репликации, реплисома
60. Репликация ДНК прокариотов на примере E. coli: инициация, элонгация, терминация.
61. ДНК-полимеразы эукариотов: многообразие и классификация
62. Особенности репликации у эукариотов на примере Saccharomyces cerevisiae.
63. Особенности репликации теломер хромосом эукариотов. Теломераза.

64. Генетическая и ферментативная регуляция клеточного цикла эукариотов
65. Мутации: понятие, классификация, роль в жизни клетки, организма и вида.
66. Горячие точки и частота мутаций.
67. Мутагены.
68. Физические факторы, вызывающие повреждения ДНК
69. Окислительные повреждения ДНК
70. Тест Эймса для идентификации мутагенов
71. Репарация: роль в жизни клетки, классификация механизмов репарации.
72. Прямое восстановление: фотореактивация
73. Пруфридинг
74. Репарация алкилирующих повреждений, восстановление фосфодиэфирных связей.
75. Эксцизионная репарация нуклеотидов и оснований
76. Мисмэтч-репарация
77. SOS-репарация.
78. Пострепликативная репарация
79. Репарация двуцепочечных разрывов путём гомологичной рекомбинации
80. Коллапс репликативной вилки и ее реконструкция с помощью двуцепочечных разрывов
81. Регрессия репликативной вилки
82. Ферментативные машины в бактериальной рекомбинационной репарации ДНК
83. RecBCD и RecFOR и инициация рекомбинационной репарации
84. Бактериальная рекомбиназа RecA.
85. Восстановление репликационной вилки у бактерий
86. Мейотическая рекомбинация и ее вклад в генетическое разнообразие
87. Рекомбинация в ходе митоза
88. Негомологичное соединение концов
89. Механизм сайт-специфичной рекомбинации
90. Сайт-специфичная рекомбинация как часть жизненного цикла вирусов
91. Регуляция экспрессии генов при помощи механизмов сайт-специфичной рекомбинации
92. Вспомогательные белки сайт-специфичной рекомбинации
93. Три основных пути транспозиции
94. Классификация бактериальных транспозонов
95. Ретротранспозоны эукариотов
96. Эволюционная связь ретротранспозонов и ретровирусов
97. РНК-полимеразы и основы транскрипции
98. Бактериальные промоторы

99. Роль сигма-фактора в инициации транскрипции у бактерий. Многообразие бактериальных сигма-факторов и их промоторы
100. Элонгация и терминация транскрипции у бактерий
101. Характеристика РНК-полимераз эукариотов и строение их промоторов
102. Роль транскрипционных фактров в инициации транскрипции эукариотов
103. Механизмы терминации транскрипции у эукариотов
104. Связь транскрипции са с репарацией ДНК, процессингом РНК и транспортом мРНК
105. Кэпирование – механизм и значение
106. Полиаденилирование – механизм и значение
107. Координированная регуляция кэпирования мРНК, полиаденилирования и сплайсинга во время транскрипции
108. Механизм сплайсинга. Граница экзон-интрон
109. Строение сплайсосомы.
110. Альтернативный сплайсинг – значение и примеры
111. Самосплайсирующиеся интроны
112. Транс-сплайсинг
113. Редактирование РНК
114. Транспорт и деградация РНК
115. Процессинг некодирующих РНК
116. Процессинговые тела – места хранения и деградации мРНК в эукариотовических клетках
117. Структура тРНК
118. Гипотеза колебаний и распознавания кодона антикодоном
119. Подавление некоторых мутаций специальными тРНК
120. Свойства генетического кода
121. История расшифровки генетического кода
122. Исключения из генетического кода
123. Строение, структура и функции рибосом эукариотов и прокариотов
124. Ассоциация и диссоциация рибосом в ходе трансляции
125. Инициация трансляции у прокариотов и эукарит. Факторы инициации трансляции
126. Формирование пептидной связи в ходе элонгации
127. Управление транслокацией с помощью ГТФазы фактора элонгации G
128. Регуляция циклов элонгации при помощи связывания и гидролиза ГТФ
129. Терминация трансляции
130. Фактор рециркуляции рибосом и подготовка к новому циклу трансляции
131. Энергетическое сопровождение трансляции
132. Влияние антибиотиков и токсинов на биосинтез белка на уровне трансляции

133. Связанное с трансляцией удаление дефектной мРНК
134. Фолдинг белков, их ковалентная модификация и таргетинг
135. Активаторы и репрессоры, и их роль в инициации транскрипции
136. Интеграция сигналов в ходе регуляции транскрипции. Комбинаторный контроль
137. Регуляция нуклеосомами
138. Структурные основы регуляции транскрипции. ДНК-связывающие мотивы белков-транскрипционных факторов
139. Механизм регуляции lac-оперона и аттенуации trp-оперона. Энхансеры. Сайленсеры.
140. Коактиваторы и корепрессоры
141. Аттенюация транскрипция
142. SOS регуляция
143. Рибопереключатели
144. Посттрансляционная регуляция экспрессии генов
145. Влияние малых РНК на стабильность транскрипта, РНК-интерференция. Микро и малые интерферирующие РНК.
146. Регуляция генов на уровне трансляции
147. Ковалентные модификации белков и регуляция экспрессии генов
148. Внутриклеточная локализация и ее влияние на экспрессию генов
149. Транскрипция у эукариотов и регуляция структуры хроматины
150. Геномный импринтинг
151. Компенсация дозы генов и экспрессия генов половых хромосом
152. Регуляция экспрессии генов стероидными гормонами
153. Роль 5’ и 3’ нетранслируемых областей мРНК в регуляции экспрессии генов
154. Крупномасштабная регуляция групп генов
155. Регуляция экспрессии генов и индивидуальное развитие
156. Регуляция экспрессии генов и индивидуальное развитие
157. Эволюция транскрипционных факторов
158. Влияние небольших генетических изменений на фенотип
159. Генетическая основа наследственных заболеваний и рака. Генная терапия
160. Получение рекомбинантных белков с использованием микроорганизмов
161. Генетическая инженерия растений и животных
162. ДНК тесты в криминалистике
163. Исследование ДНК ископаемых останков
164. Этические вопросы современной молекулярной генетики

Вопросы к зачету с оценкой

1. Хранение и передача генетической информации.
2. Изменения наследственной информации как основа эволюции.
3. Методы молекулярной биологии и ее роль в современной жизни
4. Химический состав живых клеток.
5. Макромолекулы в клетках.
6. Трехмерная структура макромолекул. Конфигурация и
7. Живые организмы как открытые системы.
8. Энергетическое сопряжение в биологических реакциях.
9. Слабые взаимодействия в водных средах.
10. Ионизация воды. Слабые кислоты и основания.
11. Роль буферных систем в поддержании pH в биологиеских системах.
12. Участие воды в реакциях в биологических системах
13. Молекулярное строение веществ и эволюционные связи
14. Химическая эволюция биомолекул. Гипотеза РНК-мира.
15. Особенности каталитических реакций в клетках
16. Иерархическая организация структуры белков
17. Белки как катализаторы
18. Белки, поддерживающие структуру и функцию генома
19. Химический состав и строение нуклеиновых кислот.
20. Дополнительные функции нуклеотидов в клетке
21. Полиморфизм структуры ДНК.
22. Свойства ДНК: денатурация и ренатурация; гибридизация и отжиг; гипо- и гиперхромный эффект; оптическая плотность.
23. Типы РНК и их распространенность.
24. Функция хромосом и специализированные геномные последовательности
25. Упаковка ДНК в хромосомы
26. Структура бактериальной хромосомы. Последовательность геномов и число генов прокариотов
27. Оперонная организация генов прокариотов.
28. Бактериальные плазмиды
29. ДНК митохондрий и хлоропластов
30. Структура генома эукариотов. Экзон-интронное строение генома эукариотов.
31. Последовательности геномов и число генов эукариотов
32. Кластеры и повторы. Дупликация генов. Дивергенция последовательностей. Псевдогены. Сателлитные ДНК
33. Ферменты, способствующие уплотнению ДНК
34. Бактериальные топоизомеразы
35. Топоизомеразы эукариотов
36. Белки SMC и конденсация хроматина
37. Нуклеосомы: основные единицы конденсации ДНК
38. Гистоновые хвосты и межнуклеосомные связи
39. Структуры хромосом высшего порядка
40. Роль гистона H1 в формировании хроматосомы

41. Полимеразная цепная реакция.
42. Детекция продуктов ПЦР: электрофорез в агарозном геле.
43. ПЦР в реальном времени, фрагментный анализ.
44. Рестрикционный анализ ДНК.
45. Молекулярные маркеры: SSN, SNP, RFLP, PAPID, SCAR, STS.
46. Методы гибридизации нуклеиновых кислот. ДНК зонды.
47. Саузерн- и Нозерн-блоттинг.
48. Технология рекомбинантных ДНК. Клонирование ДНК in vivo.
49. Клонирующие и экспрессирующие векторы. Библиотеки геномной и кДНК.
50. Секвенирование нуклеиновых кислот.
51. Анализ экспрессии генов.
52. Геномика, протеомика и транскриптомика
53. Изучение функций генов и их продуктов
54. Доказательства полуконсервативного механизмы репликации.
55. Типы репликации
56. Химия ДНК-полимераз
57. Строение полимеразы I и полимеразы III
58. Структура репликативной вилки
59. Ферменты репликации, реплисома
60. Репликация ДНК прокариотов на примере E. coli: инициация, элонгация, терминация.
61. ДНК-полимеразы эукариотов: многообразие и классификация
62. Особенности репликации у эукариотов на примере Saccharomyces cerevisiae.
63. Особенности репликации теломер хромосом эукариотов. Теломераза.
64. Репарация: роль в жизни клетки, классификация механизмов репарации.
65. Прямое восстановление: фотореактивация
66. Пруфридинг
67. Репарация алкилирующих повреждений, восстановление фосфодиэфирных связей.
68. Эксцизионная репарация нуклеотидов и оснований
69. Мисмэтч-репарация
70. SOS-репарация.
71. Пострепликативная репарация
72. Репарация двуцепочечных разрывов путём гомологичной рекомбинации
73. Коллапс репликативной вилки и ее реконструкция с помощью двуцепочечных разрывов
74. Регрессия репликативной вилки
75. Ферментативные машины в бактериальной рекомбинационной репарации ДНК

76. RecBCD и RecFOR и инициация рекомбинационной репарации
77. Бактериальная рекомбиназа RecA.
78. Восстановление репликационной вилки у бактерий
79. Мейотическая рекомбинация и ее вклад в генетическое разнообразие
80. Рекомбинация в ходе митоза
81. Негомологичное соединение концов
82. Механизм сайт-специфичной рекомбинации
83. Сайт-специфичная рекомбинация как часть жизненного цикла вирусов
84. Регуляция экспрессии генов при помощи механизмов сайт-специфичной рекомбинации
85. Вспомогательные белки сайт-специфичной рекомбинации
86. РНК-полимеразы и основы транскрипции
87. Бактериальные промоторы
88. Роль сигма-фактора в инициации транскрипции у бактерий. Многообразие бактериальных сигма-факторов и их промоторы
89. Элонгация и терминация транскрипции у бактерий
90. Характеристика РНК-полимераз эукариотов и строение их промоторов
91. Роль транскрипционных факторов в инициации транскрипции эукариотов
92. Механизмы терминации транскрипции у эукариотов
93. Связь транскрипции са с репарацией ДНК, процессингом РНК и транспортом мРНК
94. Кэпирование – механизм и значение
95. Полиаденилирование – механизм и значение
96. Координированная регуляция кэпирования мРНК, полиаденилирования и сплайсинга во время транскрипции
97. Механизм сплайсинга. Граница экзон-интрон
98. Строение сплайсосомы.
99. Альтернативный сплайсинг – значение и примеры
100. Самосплайсирующиеся интроны
101. Транс-сплайсинг
102. Редактирование РНК
103. Транспорт и деградация РНК
104. Процессинг не кодирующих РНК
105. Процессинговые тела – места хранения и деградации мРНК в эукариотовических клетках
106. Структура тРНК
107. Гипотеза колебаний и распознавания кодона антикодоном
108. Подавление некоторых мутаций специальными тРНК
109. Свойства генетического кода
110. История расшифровки генетического кода
111. Исключения из генетического кода

112. Строение, структура и функции рибосом эукариотов и прокариотов
113. Ассоциация и диссоциация рибосом в ходе трансляции
114. Инициация трансляции у прокариотов и эукарит. Факторы инициации трансляции
115. Формирование пептидной связи в ходе элонгации
116. Управление транслокацией с помощью ГТФазы фактора элонгации G
117. Регуляция циклов элонгации при помощи связывания и гидролиза ГТФ
118. Терминация трансляции
119. Фактор рециркуляции рибосом и подготовка к новому циклу трансляции
120. Энергетическое сопровождение трансляции
121. Влияние антибиотиков и токсинов на биосинтез белка на уровне трансляции
122. Связанное с трансляцией удаление дефектной мРНК
123. Фолдинг белков, их ковалентная модификация и таргетинг
124. Активаторы и репрессоры, и их роль в инициации транскрипции
125. Интеграция сигналов в ходе регуляции транскрипции. Комбинаторный контроль
126. Регуляция нуклеосомами
127. Структурные основы регуляции транскрипции. ДНК-связывающие мотивы белков-транскрипционных факторов
128. Механизм регуляции lac-оперона и аттенуации trp-оперона. Энхансеры. Сайленсеры.
129. Коактиваторы и корепрессоры
130. Аттенюация транскрипция
131. SOS регуляция
132. Рибопереключатели
133. Посттрансляционная регуляция экспрессии генов
134. Влияние малых РНК на стабильность транскрипта, РНК-интерференция. Микро и малые интерферирующие РНК.
135. Регуляция генов на уровне трансляции
136. Ковалентные модификации белков и регуляция экспрессии генов
137. Внутриклеточная локализация и ее влияние на экспрессию генов
138. Транскрипция у эукариотов и регуляция структуры хроматины
139. Геномный импринтинг
140. Компенсация дозы генов и экспрессия генов половых хромосом
141. Регуляция экспрессии генов стероидными гормонами

142. Роль 5’ и 3’ нетранслируемых областей мРНК в регуляции экспрессии генов
143. Крупномасштабная регуляция групп генов
144. Регуляция экспрессии генов и индивидуальное развитие
145. Генно-инженерные организмы и их применение
146. Получение рекомбинантных белков в культурах клеток бактерий и дрожжей
147. Рекомбинантные ДНК и производство вакцин
148. Генетическая инженерия животных
149. Генетическая инженерия растений
150. Генетическое тестирование, геномный и транскриптомный анализ
151. Генетический анализ и персонализированная медицина

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 7

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку **«отлично»** заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. **Компетенции**, закреплённые за дисциплиной, **сформированы на уровне – высокий**.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку **«хорошо»** заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. **Компетенции**, закреплённые за дисциплиной, **сформированы на уровне – хороший (средний)**.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку **«удовлетворительно»** заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. **Компетенции**, закреплённые за дисциплиной, **сформированы на уровне – достаточный.**
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. **Компетенции**, закреплённые за дисциплиной, **не сформированы**.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : учебное пособие / Д. Нельсон, М. Кокс ; перевод с английского Т. П. Мосоловой [и др.]. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020 — Том 1 : Основы биохимии, строение и катализ — 2020. — 749 с. — ISBN 978-5-00101-864-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/135557.
2. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : учебное пособие / Д. Нельсон, М. Кокс ; перевод с английского Т. П. Мосоловой [и др.]. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020 — Том 2 : Биоэнергетика и метаболизм — 2020. — 691 с. — ISBN 978-5-00101-865-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/135558
3. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : учебное пособие / Д. Нельсон, М. Кокс ; перевод с английского Т. П. Мосоловой, О. В. Ефременковой. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020 — Том 3 : Пути передачи информации — 2020. — 451 с. — ISBN 978-5-00101-866-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/135559
4. Уилсон, К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии : учебное пособие / К. Уилсон, Д. Уолкер ; под редакцией А. В. Левашова, В. И. Тишкова ; перевод с английского Т. П. Мосоловой, Е. Ю. Бозелек-Решетняк. — 2-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 855 с. — ISBN 978-5-9963-2877-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/66244

7.2 Дополнительная литература

1. Скворцова, Н. Н. Основы биохимии и молекулярной биологии. Ч. I. Химические компоненты клетки : учебное пособие / Н. Н. Скворцова. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2016. — 154 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/91337
2. Калашникова, Елена Анатольевна. Современные аспекты биотехнологии: учебно-методическое пособие / Е. А. Калашникова, Р. Н. Киракосян; Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016 — 123 с.: рис., табл., цв. ил. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : http://elib.timacad.ru/dl/local/324.pdf.
3. Спирин, А. С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка : учебное пособие / А. С. Спирин. — Москва : Лаборатория знаний, 2019. — 594 с. — ISBN 978-5-00101-623-6. — Текст : электронный // Лань :

электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/110208

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. https://stepik.org *(открытый доступ)*
2. https://www.coursera.org *(открытый доступ)*
3. https://openedu.ru/ *(открытый доступ)*
4. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/ *(открытый доступ)*
5. http://molbiol.ru *(открытый доступ)*
6. http://biomolecula.ru/ *(открытый доступ)*
7. http://elementy.ru/ *(открытый доступ)*
8. http://xumuk.ru/ *(открытый доступ)*
9. http://fizrast.ru *(открытый доступ)*

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Таблица 8

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Учебная лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 37, аудитории № 212, 303-308, 314)	Система очистки воды Hydrurus Ultra Flow, № 410124000603648 Комплект оборудования для очистки и обеззараживания воздуха, № 410124000603649 Стерилизатор паровой форвакуумный СПГА-100-1-НН В, №210124558132517 Бокс микробиологический безопасности БМБ-II «Ламинар-С» по ТУ 32.50.50-010-51495026-2020 в исполнении: БМБ-II-«Ламинар-С»-1,5, № 210124558132419, № 210124558132418, № 210124558132420, № 210124558132421, № 210124558132422 Климатическая камера «Лаборатория биофотоники», № 410124000603662, № 410124000603663 Комплект климатических установок (фитотрон), № 210124558132659, № 210124558132660 Комплекс контролируемого фотонного излучения для роста растений (люминесцентный), № 410124000603660 Комплекс контролируемого фотонного излучения для роста растений (светодиодный), № 410124000603659 Шейкер инкубатор DW-SI-D2403, Drawell, №

	410124000603704 Шейкер - инкубатор с охлаждением CRYSTE, модель PURICELL_SHAKING X10, № 410124000603688 Спектрофотометр K5500Plus, Drawell № 410124000603673 Лиофильная сушилка, LFD-10A, Laboao, № 410124000603685 Комплект лабораторного оборудования пробоподготовки для биотехнологических исследований, № 410124000603692 Центрифуга лабораторная с охлаждением TGL18C,Nanbei, № 410124000603681 Льдогенератор XB-50, Scientz, № 410124000603690 Амплификатор детектирующий "ДТпрайм" по ТУ 9443- 004-96301278-2010 в модификации 5М6, № 410124000603637, № 410124000603638 Гельдокументирующая система QUANTUM-CX5 Edge - Epi UV PadBox, № 410124000603639 Гомогенизатор лабораторный RCP 24, № 410124000603640 Электропоратор для клеток эукариотов, прокариотов и растений CRY-3B, Scientz, № 410124000603691 Термостат Binder, №210134000004208 Интерактивная панель, № 410124000603731 Рабочая станция с предустановленным программным обеспечением, № 210134000018973 Рабочая станция, № 210134000019227-210134000019242
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова. Читальные залы библиотеки.	

Для проведения лекций по дисциплине «Молекулярная биология с основами биотехнологии» необходима специализированная лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием и соответствующим демонстрационным сопровождением.

Для проведения практических и семинарских занятий по дисциплине «Молекулярная биология с основами биотехнологии» необходима аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием и меловой доской.

10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

лекции (занятия лекционного типа);

семинары, практические занятия;

групповые консультации;

индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;

самостоятельная работа обучающихся;

занятия иных видов.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия обязан в отведенное для консультаций время на кафедре показать знания соответствующего раздела в виде написания реферата и решения тестовых заданий. Сложные вопросы необходимо разобрать с преподавателем.

11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Перед началом курса преподавателю рекомендуется ознакомить студентов с настоящими методическим рекомендациями, обеспечить лекционным материалом, списком терминов и страниц учебника по каждой теме, индивидуальным домашним заданием. Это позволит студенту выстраивать индивидуальную траекторию изучения дисциплины.

Преподавателю рекомендуется создать информационную виртуальную платформу для оперативного общения со студентами по учебным вопросам. Для этого можно задействовать такие формы, социальные сети, блоги. Это позволит информировать студентов о грядущих мероприятиях, изменениях в расписании, принимать домашние задания и т.д.

Рекомендуется вместо переклички проводить короткие тесты, это позволит более рационально использовать время и одновременно проверять уровень знаний студентов.

В течение семестра на основе активности студентов на занятиях необходимо определять успевающих и отстающих студентов. Это позволит дифференцированно подходить к обучению в группе: разбить на подгруппы при проведении практических и семинарских занятий, лидерам давать более сложный материал, отстающим – в более простой и доступной форме; прикреплять к лидерам отстающих студентов в режиме шефства.

По некоторым теоретическим вопросам дисциплины нужно задавать студентам сделать небольшие доклады на 5 - 6 минут, что поможет студентам подготовится к выступлениям на конференциях. При этом основной акцент сделать на научно-популярных темах, которые бы были интересны широкому кругу слушателей. При защите студентами работ необходимо обращать внимание на практическое применение полученных знаний и социальную значимость приобретаемой профессии.

11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Перед началом курса преподавателю рекомендуется ознакомить студентов с настоящими методическим рекомендациями, обеспечить лекционным материалом, списком терминов и страниц учебника по каждой теме, индивидуальным домашним заданием. Это позволит студенту выстраивать индивидуальную траекторию изучения дисциплины.

Преподавателю рекомендуется создать информационную виртуальную платформу для оперативного общения со студентами по учебным вопросам. Для этого можно задействовать такие формы, социальные сети, блоги. Это позволит информировать студентов о грядущих мероприятиях, изменениях в расписании, принимать домашние задания и т.д.

Рекомендуется вместо переклички проводить короткие тесты, это позволит более рационально использовать время и одновременно проверять уровень знаний студентов.

В течение семестра на основе активности студентов на занятиях необходимо определять успевающих и отстающих студентов. Это позволит дифференцированно подходить к обучению в группе: разбить на подгруппы при проведении практических и семинарских занятий, лидерам давать более сложный материал, отстающим – в более простой и доступной форме; прикреплять к лидерам отстающих студентов в режиме шефства.

По некоторым теоретическим вопросам дисциплины нужно задавать студентам сделать небольшие доклады на 5 - 6 минут, что поможет студентам подготовится к выступлениям на конференциях. При этом основной акцент сделать на научно-популярных темах, которые бы были интересны широкому кругу слушателей. При защите студентами работ необходимо обращать внимание на практическое применение полученных знаний и социальную значимость приобретаемой профессии.

Программу разработала:

Поливанова Оксана Борисовна, кандидат биологических наук, доцент



Сканировано с CamScanner

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Молекулярная биология с основами биотехнологии»
ОПОП ВО по направлению 06.01.03 «Биология», направленности «Генетика животных»
(квалификация выпускника – бакалавр)

Тараканом Иваном Германовичем, профессором кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором биологических наук, профессором, проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Молекулярная биология с основами биотехнологии» ОПОП ВО по направлению **06.01.03 - «Биология»,** направленности **«Генетика животных»** (уровень обучения) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре Биотехнологии (разработчик – Поливанова Оксана Борисовна, кандидат биологических наук, доцент).

Рассмотрев представленные на рецензирование материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «**Молекулярная биология с основами биотехнологии**» (далее по тексту Программа) *соответствует* требованиям ФГОС ВО по направлению **06.01.03 «Биология»**. Программа *содержит* все основные разделы, *соответствует* требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе ***актуальность*** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО *не подлежит сомнению* – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе ***цели*** дисциплины *соответствуют* требованиям ФГОС ВО направления **06.01.03 «Биология».**

4. В соответствии с Программой за дисциплиной **«Молекулярная биология с основами биотехнологии»** закреплено 8 ***компетенций***. Дисциплина **«Молекулярная биология с основами биотехнологии»** и представленная Программа *способна реализовать* их в объявленных требованиях. Дополнительная **(если есть)** компетенция в соответствии с (*указать профессиональный стандарт или иное*). Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть *соответствуют* специфике и содержанию дисциплины и *демонстрируют возможность* получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины **«Молекулярная биология с основами биотехнологии»** составляет 3 зачётных единицы (144 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин *соответствует* действительности. Дисциплина **«Молекулярная биология с основами биотехнологии»** взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению **06.01.03 «Биология»** и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий *соответствуют* специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины **«Молекулярная биология с основами биотехнологии»** предполагает 12 занятий в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, *соответствуют* требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления **06.01.03 «Биология».**

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, участие в тестировании, коллоквиумах, работа над домашним заданием и аудиторных заданиях - работа научными текстами), *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Сканировано с CamScanner

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что *соответствует* статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления **06.01.03 «Биология»**

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 3 наименования, Интернет-ресурсы – 9 источников и *соответствует* требованиям ФГОС ВО направления **06.01.03 «Биология»**

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины **«Молекулярная биология с основами биотехнологии»** и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине **«Молекулярная биология с основами биотехнологии».**

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «**Молекулярная биология с основами биотехнологии**» ОПОП ВО по направлению **06.01.03 «Биология»**, направленности **«Генетика животных»** (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Поливановой Оксаной Борисовной, кандидатом биологических наук, доцентом кафедры биотехнологии соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Тараканов И. Г., профессор кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор биологических наук, профессор _____

Сканировано с CamScanner