

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о документе:
ФИО: Шитикова Александра Васильевна
Должность: Института агробιοтехнологии
Дата подписания: 04.04.2024 10:14:57
Уникальный программный ключ:
fcd01ecb1fd76898cc51f245ad12c3f716ce658



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 агробιοтехнологии
Кафедра биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:
И. о. директора института
агробιοтехнологии
Шитикова А.В. 
"18"  2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.О.20 ОСНОВЫ МОЛЕКУ-
ЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ**


для подготовки бакалавров

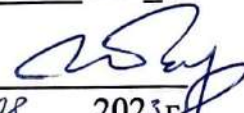
ФГОС ВО 3++

Направление: 19.03.01 Биотехнология
Направленность: Биотехнология микроорганизмов

Курс 2
Семестр 4


Форма обучения: очная
Год начала подготовки: 2023

Разработчик: Поливанова О.Б., кандидат биологических наук 
«28» 08 2023г.

Рецензент: Тараканов И.Г., доктор биологических наук, профессор 
«28» 08 2023г.


Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология.

Программа обсуждена на заседании кафедры биотехнологии протокол № 53 от «28» 08 2023г.

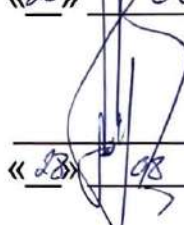
И. о. зав. кафедрой Чередниченко М.Ю., кандидат биологических наук, доцент 
«28» 08 2023г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии
института агробиотехнологии
Шитикова А.В., доктор с.-х. наук, профессор


«28» 08 2023г.

Заведующий выпускающей
кафедрой микробиологии и иммунологии
Козлов А.В., доктор биологических наук, доцент


«28» 08 2023г.

/Заведующий отделом комплектования ЦНБ

 
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТВЕТСТВЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам	5
4.2 Содержание дисциплины	9
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	52
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	52
7.1 Основная литература	52
7.2 Дополнительная литература	53
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	53
9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)	54
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	54
Виды и формы отработки пропущенных занятий	55
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	55

АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.20 «Основы молекулярной биологии»
для подготовки бакалавра по направлению 19.03.01 «Биотехнология»
направленности «Биотехнология микроорганизмов»

Цель освоения дисциплины: формирование у студентов системного знания об основных клеточных макромолекулах, включая ДНК, РНК, белки, биологических путей передачи информации между ними, а также о специфике молекулярного, надмолекулярного и субклеточного уровней организации биологических систем. Курс «Основы молекулярной биологии» 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 биологических процессов в живых организмах к изменяющимся условиям окружающей среды. Формируется понимание единства метаболических процессов в организме и их регуляции на молекулярном, клеточном, организменном уровнях.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология», направленности «Биотехнология микроорганизмов». являются «Физика», «Органическая химия», «Общая биология», «Цитология с основами цитогенетики», «Биохимия». Дисциплина «Основы молекулярной биологии» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Новые научные исследования в биотехнологии», «Основы моделирования в биологии» «Основы генетической инженерии», «Культура тканей и клеток растений», «Биотехнология в пищевой промышленности», «Биоинформатика».

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3

Краткое содержание дисциплины. Дисциплина «Основы молекулярной биологии» 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 эукариот, прокариот и у вирусов: репликация, рекомбинация, мутация, репарация, транскрипция, сплайсинг и процессинг РНК, биосинтез белка, а также механизмы 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 «Основы молекулярной биологии» имеет теоретическую и практико-ориентированную направленность.

Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка: 144/4 (час/зач. ед.)

Промежуточный контроль: экзамен

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Основы молекулярной биологии» является системного научного знания об основных клеточных макромолекулах, включая ДНК, РНК, белки, биологических путей передачи информации между ними, а

также о специфике молекулярного, надмолекулярного и субклеточного уровней организации биологических систем.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Основы молекулярной биологии» включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология», направленности «Биотехнология микроорганизмов». являются «Физика», «Органическая химия», «Общая биология», «Цитология с основами цитогенетики», «Биохимия». Дисциплина «Основы молекулярной биологии» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Основы научных исследований в биотехнологии», «Основы моделирования в биологии» «Основы генетической инженерии», «Культура тканей и клеток растений», «Биотехнология в пищевой промышленности», «Биоинформатика».

Рабочая программа дисциплины «Основы молекулярной биологии» 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)	Индикатор компетенции (для 3+)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:	Уметь	Знать	Знать
1.	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-11	современные источники актуальной информации в области естественных наук и основные способы обработки данной информации в том числе с использованием современных информационных технологий	анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществлять декомпозицию задачи	навыками поиска, критического анализа и синтеза информации и использовать для этих целей современные информационные технологии	навыками поиска, критического анализа и синтеза информации и использовать для этих целей современные информационные технологии
			УК-12	Принципы системного подхода к поиску и обработке информации	находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи	современными инструментами поиска и обработки информации	современными инструментами поиска и обработки информации
			УК-13	различные альтернативные способы решения задач в профессиональной деятельности	рассматривать возможные варианты решения задач, оценивая их достоинства и недостатки		навыками критической оценки возможных вариантов решения задачи
			УК-15	способы и методы решения задач	определять и оценивать последствия возможных решений задачи	навыками оценки возможных вариантов решения задачи	навыками оценки возможных вариантов решения задачи
2.	ОПК-1	Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических, биологических, биотехнологических наук и	ОПК-11	основные законы математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности	решать типовые профессиональные задачи с использованием основных законов математических и естественных наук	навыками решения типовых профессиональных задач с применением основных законов математических и естественных наук	навыками решения типовых профессиональных задач с применением основных законов математических и естественных наук

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час, всего/ч	ЛПР всего/ч
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	
1. Контактная работа:	96,4	
Аудиторная работа		
в том числе:		
лекции (Л)	38	
практические занятия (ПЗ)	56	
лабораторные работы (ЛР)		
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
консультации перед экзаменом	2	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	
2. Самостоятельная работа (СРС)	47,6	
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.)	23	
Подготовка к экзамену (контроль)	24,6	
Подготовка к зачёту/зачёту с оценкой (контроль)		
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

* в том числе практическая подготовка (см учебный план)

4.2 Содержание дисциплины

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
		Л	ПЗ/С всего/ч	ЛР всего/ч	
Раздел 1. «Введение в молекулярную биологию»	8	2	4		2
Тема 1. «Предмет, цели, задачи и основные методы молекулярной биологии»	4	1	2		1
Тема 2. «ДНК и хранение биологической информации»	4	1	2		1
Раздел 2. «Структура и функции нуклеиновых кислот. Методы	8	2	4		2

Наименование разделов и тем дисциплины (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
		Л	ПЗ/С всего/ч	ЛР всего/ч	
исследования ДНК и РНК»	4	1	2		1
Тема 3. «Структура и функции нуклеиновых кислот. Свойства нуклеиновых кислот. Свойства нуклеиновых кислот»	4	1	2		1
Тема 4. «Методы исследования нуклеиновых кислот»	8	2	4		2
Раздел 3. «Топология ДНК – функциональные деформации»	4	1	2		1
Тема 5. «Проблема компактизации ДНК. Ферменты, участвующие в компактизации ДНК»	4	1	2		1
Тема 6. «Суперскручивание ДНК»	4	1	2		1
Раздел 4. «Нуклеосома, хроматин и структура хромосома»	8	2	4		2
Тема 7. «Нуклеосома и структура хромосом высшего порядка»	4	1	2		1
Тема 8. «Регуляция структуры хроматина»	4	1	2		1
Раздел 5 «Репликация ДНК»	9	3	4		2
Тема 9. «Общие механизмы репликации»	4	1	2		1
Тема 10. «Репликация у прокариот и эукариот»	5	2	2		1
Раздел 6 «Репарация. Мутации»	9	3	4		2
Тема 11. «Мутagensы и мутации»	4	1	2		1
Тема 12. «Механизмы репарации ДНК»	5	2	2		1
Раздел 7. «Рекомбинация ДНК»	22	7	10		5
Тема 13. «Рекомбинация ДНК как процесс репарации»	4	1	2		1
Тема 14. «Ферменты рекомбинации»	5	2	2		1
Тема 15. «Гомологичная рекомбинация у эукариот и негомологичное соединение концов»	4	1	2		1
Тема 16. «Механизмы сайт-специфичной рекомбинации»	5	2	2		1
Тема 17. «Механизмы транспозиции»	4	1	2		1
Раздел 8. «Транскрипция и процессинг»	14	5	6		3
Тема 18. «Транскрипция у про- и эукариот – общие механизмы»	5	2	2		1
Тема 19. «Процессинг мРНК: эсплайсинг, полиаденилирование и сплайсинг. Альтернативный сплайсинг»	4	1	2		1
Тема 20. «Регуляция транскрипции»	5	2	2		1
Раздел 9. «Генетический код»	10	3	4		3
Тема 21. «ГРНК как молекула-адаптер. Гипотез колебаний»	4	1	2		1
Тема 22. «Свойства генетического кода»	5	2	2		1
Раздел 10. «Биосинтез белка»	8	3	4		1

Наименование разделов и тем дисциплин (Учебно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа
		Л1	Л2/С всего/ч	ЛР всего/ч	ПКР	
Тема 23. «Структура и функция рибосом прокариот и эукариот»	4	1	2			1
Тема 24. «Механизмы трансляции у бактерий и эукариот»	4	2	2			
Раздел 11. «Регуляция экспрессии генов»	14	6	8			
Тема 25. «Регуляция транскрипции у бактерий и эукариот»	3	1	2			
Тема 26. «Посттранскрипционная регуляция экспрессии генов»	4	2	2			
Тема 27. «Молекулярная биология, биология развития и эволюция»	3	1	2			
Тема 28. «Молекулярная биология в современной медицине, сельском хозяйстве, промышленности»	4	2	2			
консультации перед экзаменом	2				2	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4				0,4	
Подготовка к экзамену (контроль)	24,6					24,6
Всего за 3 семестр	144	38	56		2,4	47,6
Итого по дисциплине	144	38	56		2,4	47,6

* в том числе практическая подготовка

Раздел 1. «Введение в молекулярную биологию»

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

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

Тема 2. «ДНК и хранение биологической информации»

6. Генетика Менделя
7. Цитогенетика – движение хромосом в ходе митоза и мейоза
8. Хромосомная теория наследования
9. Молекулярная генетика

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

Тема 3. «Структура и функции нуклеиновых кислот. Свойства нуклеиновых»

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; гино- и гиперхромный эффект; оптическая плотность.
14. Типы РНК и их распространённость.

Тема 4. «Методы исследования нуклеиновых кислот»

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, RAPID, SCAR, STS.
19. Методы гибридизации нуклеиновых кислот. ДНК зонды.
20. Саузерн- и Нозерн-блоттинг.
21. Технология рекомбинантных ДНК. Клонирование ДНК in vivo.
22. Клонирование 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

Раздел 3. «Топология ДНК – функциональные деформации»

Тема 5. «Проблема компактизации ДНК. Ферменты, участвующие в компактизации ДНК»

27. Функция хромосом и специализированные геномные последовательности
28. Упаковка ДНК в хромосомы
29. Структура бактериальной хромосомы. Последовательность геномов и число генов прокариот
30. Оперонная организация генов прокариот.
31. Бактериальные плазмиды
32. ДНК митохондрий и хлоропластов
33. Структура генома эукариот. Экзон-интронное строение генома эукариот.

34. Последовательности геномов и число генов эукариот
35. Кластеры и повторы. Дупликация генов. Дивергенция последовательностей. Псевдогены. Сателлитные ДНК

36. Ферменты, способствующие уплотнению ДНК
37. Бактериальные топоизомеразы
38. Топоизомеразы эукариот
39. Белки SMC и конденсация хроматина

Тема 6. «Суперскручивание ДНК»

40. Суперспирализация ДНК
41. Мера топологической связи и раскрученность ДНК
42. Формы уплотнения ДНК при суперспирализации

Раздел 4. «Нуклеосома, хроматин и структура хромосом»

Тема 7. «Нуклеосома и структура хромосом высшего порядка»

43. Нуклеосомы: основные единицы конденсации ДНК
44. Гистоновые хвосты и межнуклеосомные связи
45. Структуры хромосом высшего порядка
46. Роль гистона H1 в формировании хроматосомы

Тема 8. «Регуляция структуры хроматина»

- 78.Репарация двуцепочечных разрывов путём гомологичной рекомбинации
- 79.Коллапс репликативной вилки и ее реконструкция с помощью двуцепочечных разрывов
- 80.Регрессия репликативной вилки
- Тема 14. «Ферменты рекомбинации»**
- 81.Ферментативные машины в бактериальной рекомбинационной репарации ДНК
- 82.RecBCD и RecFOR и инициация рекомбинационной репарации
- 83.Бактериальная рекомбиназа RecA.
- 84.Восстановление репликационной вилки у бактерий
- Тема 15. Гомологичная рекомбинация у эукариот и негомологичное соединение концов**
- 85.Мейотическая рекомбинация и ее вклад в генетическое разнообразие
- 86.Рекомбинация в ходе митоза
- 87.Негомологичное соединение концов
- Тема 16. Механизмы сайт-специфичной рекомбинации**
Значение сайт-специфичной рекомбинации
- 88.Механизм сайт-специфичной рекомбинации
- 89.Сайт-специфичная рекомбинация как часть жизненного цикла вирусов
- 90.Регуляция экспрессии генов при помощи механизмов сайт-специфичной рекомбинации
- 91.Вспомогательные белки сайт-специфичной рекомбинации
- Тема 17. Механизмы транспозиции**
- 92.Три основных пути транспозиции
- 93.Классификация бактериальных транспозонов
- 94.Ретротранспозоны эукариот
- 95.Эволюционная связь ретротранспозонов и ретровирусов
- Раздел 8. «Транскрипция и процессинг»**
- Тема 18. «Транскрипция у про- и эукариот – общие механизмы»**
- 96.РНК-полимеразы и основы транскрипции
- 97.Бактериальные промоторы
- 98.Роль сигма-фактора в инициации транскрипции у бактерий. Многообразие бактериальных сигма-факторов и их промоторы
- 99.Элонгация и терминация транскрипции у бактерий
100. Характеристика РНК-полимераз эукариот и строение их промоторов
101. Роль транскрипционных факторов в инициации транскрипции эукариот
102. Механизмы терминации транскрипции у эукариот
103. Связь транскрипции с репарацией ДНК, процессингом РНК и транспортом мРНК
- Тема 19. «Процессинг мРНК: эспирование, полиаденилирование и сплайсинг. Альтернативный сплайсинг»**

- 47.Динамика нуклеосом
- 48.Комплексы ремоделирования хроматина
- 49.Варианты субъединиц гистонов
- 50.Сборка нуклеосом и роль шаперонов
- 51.Модификация гистоновых хвостов и регуляция доступности ДНК
- 52.Г-гистоновый код
- Раздел 5 «Репликация ДНК»**
- Тема 9. «Общие механизмы репликации»**
- 53.Доказательства полуконсервативного механизма репликации.
- 54.Типы репликации
- 55.Химия ДНК-полимераз
- 56.Строение полимеразы I и полимеразы III
- 57.Структура репликативной вилки
- 58.Ферменты репликации, реплисома
- Тема 10. «Репликация у прокариот и эукариот»**
- 59.Репликация ДНК прокариот на примере *E. coli*: инициация, элонгация, терминация.
- 60.ДНК-полимеразы эукариот: многообразие и классификация
- 61.Особенности репликации у эукариот на примере *Saccharomyces cerevisiae*.
- 62.Особенности репликации теломер хромосом эукариот. Теломераза.
- 63.Генетическая и ферментативная регуляция клеточного цикла эукариот
- Раздел 6 «Репарация. Мутации»**
- Тема 11. «Мутagensы и мутации»**
- 64.Мутации: понятие, классификация, роль в жизни клетки, организма и вида.
- 65.Г-орядие точки и частота мутаций.
- 66.Мутagensы.
- 67.Физические факторы, вызывающие повреждение ДНК
- 68.Окислительные повреждения ДНК
- 69.Тест Эймса для идентификации мутagensов
- Тема 12. «Механизмы репарации ДНК»**
- 70.Репарация: роль в жизни клетки, классификация механизмов репарации.
- 71.Прямое восстановление: фотореактивация
- 72.Пруфридинг
- 73.Репарация алкилирующих повреждений, восстановление фосфодиэфирных связей.
- 74.Экзационная репарация нуклеотидов и оснований
- 75.Мисмэтч-репарация
- 76.SOS-репарация.
- 77.Пострепликативная репарация
- Раздел 7. «Рекомбинация ДНК»**
- Тема 13. «Рекомбинация ДНК как процесс репарации»**

104. Кэпирование – механизм и значение
 105. Полиаденилирование – механизм и значение
 106. Координированная регуляция элирования мРНК, полиаденилирования и сплайсинга во время транскрипции
 107. Механизм сплайсинга. Граница экзон-интрон
 108. Строение сплайсосомы.
 109. Альтернативный сплайсинг – значение и примеры
 110. Самосплайсующиеся интроны
 111. Транс-сплайсинг
- Тема 20. «Регуляция транскрипции»**
 112. Редактирование РНК
 113. Транспорт и деградация РНК
 114. Процессинг не кодирующих РНК
 115. Процессинговые тела – места хранения и деградации мРНК в эукариотических клетках
- Раздел 9. «Генетический код»**
Тема 21. «тРНК как молекула-адаптер. Гипотез колебаний»
 116. Структура тРНК
 117. Гипотеза колебаний и распознавания кодона антикодоном
 118. Подавление некоторых мутаций специальными тРНК
- Тема 22. «Свойства генетического кода»**
 119. Свойства генетического кода
 120. История расшифровки генетического кода
 121. Исключения из генетического кода
- Раздел 10. «Биосинтез белка»**
Тема 23. «Структура и функция рибосом прокариот и эукариот»
 122. Строение, структура и функции рибосом эукариот и прокариот
- Тема 24. «Механизмы трансляции у бактерий и эукариот»**
 123. Ассоциация и диссоциация рибосом в ходе трансляции
 124. Инициация трансляции у прокариот и эукариот. Факторы инициации трансляции
 125. Формирование пептидной связи в ходе элонгации
 126. Управление транслокацией с помощью ГТФазы фактора элонгации G
 127. Регуляция циклов элонгации при помощи связывания и гидролиза ГТФ
 128. Терминация трансляции
 129. Фактор рециркуляции рибосом и подготовка к новому циклу трансляции
- Тема 25. «Регуляция транскрипции у бактерий и эукариот»**
 130. Энергетическое сопровождение трансляции
 131. Влияние антибиотиков и токсинов на биосинтез белка на уровне трансляции
 132. Связанное с трансляцией удаление дефектной мРНК
 133. Фолдинг белков, их ковалентная модификация и таргетинг
- Тема 26. «Посттранскрипционная регуляция экспрессии генов»**
 134. Активаторы и репрессоры, и их роль в инициации транскрипции
 135. Интеграция сигналов в ходе регуляции транскрипции. Комбинаторный контроль
 136. Регуляция нуклеосомами
 137. Структурные основы регуляции транскрипции. ДНК-связывающие мотивы белков-транскрипционных факторов
 138. Механизм регуляции *lac*-оперона и аттенуации *trp*-оперона. Энкапсеры. Сайленсеры.
 139. Коактиваторы и корепрессоры
 140. Аттенуация транскрипции
 141. SOS регуляция
 142. Рибоперкючатели
- Тема 27. «Молекулярная биология, биология развития и эволюция»**
 143. Посттранскрипционная регуляция экспрессии генов
 144. Влияние малых РНК на стабильность транскрипта, РНК-интерференция. Микро и малые интерферирующие РНК.
 145. Регуляция генов на уровне трансляции
 146. Ковалентные модификации белков и регуляция экспрессии генов
 147. Внутриклеточная локализация и ее влияние на экспрессию генов
 148. Транскрипция у эукариот и регуляция структуры хроматина
 149. Геномный импринтинг
 150. Компенсация дозы генов и экспрессия генов половых хромосом
- Тема 28. «Молекулярная биология в современной медицине, сельском хозяйстве, промышленности»**
 151. Регуляция экспрессии генов стероидными гормонами
 152. Роль 5' и 3' нетранслируемых областей мРНК в регуляции экспрессии генов
 153. Крупномасштабная регуляция групп генов
 154. Регуляция экспрессии генов и индивидуальное развитие
 155. Молекулярная биология, биология развития и эволюция»
 156. Регуляция экспрессии генов и индивидуальное развитие
 157. Эволюция транскрипционных факторов
 158. Влияние небольших генетических изменений на фенотип
 159. Молекулярная биология в современной медицине, сельском хозяйстве, промышленности»
 160. Генетическая основа наследственных заболеваний и рака.
 161. Генетическая инженерия растений и животных
 162. ДНК тесты в криминалистике
 163. Исследование ДНК ископаемых останков
 164. Этические вопросы современной молекулярной генетики

4.3 Лекции и практические занятия
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4
Содержание лекций/лабораторного практикума/практических 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» Тема 1. «Предмет, цели, задачи и основные методы молекулярной биологии» Тема 2. «ДНК и хранение биологической информации» Тема 3. «Структура и функции нуклеиновых кислот. Методы исследования ДНК и РНК»	Лекция № 1. Предмет, цели, задачи и основные методы молекулярной биологии	УК-1.1; УК-1.3; УК-1.5; ОПК-1.2; ОПК-1.3		6
		Практическое занятие № 1. Предмет, цели, задачи и основные методы молекулярной биологии	УК-1.2; УК-1.5; ОПК-1.1; ОПК-1.3; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
2.	Раздел 2. «Структура и функции нуклеиновых кислот. Методы исследования ДНК и РНК» Тема 3. «Структура и функции нуклеиновых кислот. Свойства нуклеиновых кислот» Тема 4. «Методы исследования нуклеиновых кислот»	Лекция № 2. ДНК и хранение биологической информации	УК-1.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	Ответы на вопросы, решение задач	1
		Практическое занятие № 2. ДНК и хранение биологической информации	УК-1.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.1;	Ответы на вопросы, решение задач	2
3.	Раздел 3. «Топология ДНК – функциональные деформации» Тема 5. «Проблема компактизации ДНК. Ферменты, участвующие в компактизации ДНК. Ферменты,	Лекция № 3. «Структура и функции нуклеиновых кислот. Свойства нуклеиновых кислот»	УК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.3		6
		Практическое занятие № 3. «Структура и функции нуклеиновых кислот. Свойства нуклеиновых кислот»	УК-1.1; УК-1.5; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
4.	Раздел 4. «Нуклеосома, хроматин и структура хромосома» Тема 7. «Нуклеосома и структура хромосома высшего порядка» Тема 8. «Регуляция структуры хроматина»	Лекция № 4. «Нуклеосома, хроматин и структура хромосома»	УК-1.1; УК-1.3; УК-1.5; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.2		1
		Практическое занятие № 4. «Нуклеосома и структура хромосома высшего порядка»	УК-1.1; УК-1.3; УК-1.5; ОПК-1.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
5.	Раздел 5 «Репликация ДНК» Тема 9. «Общие механизмы репликации» Тема 10. «Репликация у прокариот и эукариот»	Лекция № 5. «Репликация ДНК»	УК-1.1; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-7.3		7
		Практическое занятие № 5. «Репликация ДНК»	УК-1.1; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-7.3	Ответы на вопросы, решение задач	1
6.	Раздел 6 «Репарация. Мутации» Тема 11.	Лекция № 6. «Суперскручивание ДНК»	УК-1.1; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.3; ОПК-7.1		2
		Практическое занятие № 6. Суперскручивание ДНК	УК-1.1; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	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
1.	Участвующие в компактизации ДНК» Тема 6. «Суперскручивание ДНК»	Проблема компактизации ДНК. Ферменты, участвующие в компактизации ДНК	ОПК-1.2; ОПК-7.2	просы, решение задач	1
		Лекция № 6. Суперскручивание ДНК	УК-1.1; ОПК-1.1; ОПК-1.3; ОПК-7.1		2
4.	Раздел 4. «Нуклеосома, хроматин и структура хромосома» Тема 7. «Нуклеосома и структура хромосома высшего порядка» Тема 8. «Регуляция структуры хроматина»	Практическое занятие № 6. Суперскручивание ДНК	УК-1.1; УК-1.3; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	6
		Лекция № 7. Нуклеосома и структура хромосома высшего порядка	УК-1.1; УК-1.3; УК-1.5; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.3		1
5.	Раздел 5 «Репликация ДНК» Тема 9. «Общие механизмы репликации» Тема 10. «Репликация у прокариот и эукариот»	Практическое занятие № 7. Нуклеосома и структура хромосома высшего порядка	УК-1.1; УК-1.3; УК-1.5; ОПК-1.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
		Лекция № 8. «Регуляция структуры хроматина»	УК-1.2; УК-1.5; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.3		1
6.	Раздел 6 «Репарация. Мутации» Тема 11.	Практическое занятие № 8. Регуляция структуры хроматина	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-7.3	Ответы на вопросы, решение задач	2
		Лекция № 9. Общие механизмы репликации	УК-1.1; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	7
7.	Раздел 7 «Репарация. Мутации» Тема 12.	Лекция № 9. Общие механизмы репликации	УК-1.1; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2		1
		Практическое занятие № 9. Общие механизмы репликации	УК-1.1; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
8.	Раздел 8 «Репарация. Мутации» Тема 13.	Лекция № 10. «Репликация у прокариот и эукариот»	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-1.1; ОПК-1.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2		2
		Практическое занятие № 10. Репликация у прокариот и эукариот	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-1.1; ОПК-1.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	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
	«Мутации и мутации»	мутации	ОПК-12; ОПК-71; ОПК-73		
		Практическое занятие № 11. Мутации и мутации	УК-1.1; УК-12; ОПК-11; ОПК-13; ОПК-71; ОПК-73	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 12. «Механизмы репарации ДНК»	Лекция № 12. Механизмы репарации ДНК	УК-12; УК-13; ОПК-1.1; ОПК-12; ОПК-72; ОПК-73		2
		Практическое занятие № 12. Механизмы репарации ДНК	УК-1.1; УК-13; УК-1.5; ОПК-12; ОПК-13; ОПК-72	Ответы на вопросы, решение задач	2
7.	Раздел 7. «Рекомбинация ДНК»				
	Тема 13. «Рекомбинация ДНК как процесс репарации»	Лекция № 13. Рекомбинация ДНК как процесс репарации	УК-1.1; УК-13; ОПК-12; ОПК-71; ОПК-72; ОПК-73		17
		Практическое занятие № 13. Рекомбинация ДНК как процесс репарации	УК-1.1; УК-15; ОПК-12; ОПК-13; ОПК-72	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 14. «Ферменты рекомбинации»	Лекция № 14. Ферменты рекомбинации	УК-1.1; УК-13; ОПК-12; ОПК-13; ОПК-71; ОПК-72		2
		Практическое занятие № 14. Ферменты рекомбинации	УК-1.1; УК-13; УК-1.5; ОПК-11; ОПК-13; ОПК-72; ОПК-73	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 15. «Гомологичная рекомбинация у эукариот и нетомологичное соединение концов»	Лекция № 15. Гомологичная рекомбинация у эукариот и нетомологичное соединение концов	УК-1.1; УК-15; ОПК-1.1; ОПК-13; ОПК-71		1
		Практическое занятие № 15. Гомологичная рекомбинация у эукариот и нетомологичное соединение концов	УК-12; УК-15; ОПК-1.1; ОПК-13; ОПК-71; ОПК-73	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 16. «Механизмы сайт-специфичной рекомбинации»	Лекция № 16. Механизмы сайт-специфичной рекомбинации	УК-1.1; УК-12; УК-1.5; ОПК-1.1; ОПК-13; ОПК-72		2
		Практическое занятие № 16. Механизмы сайт-специфичной рекомбинации	УК-1.1; УК-12; УК-1.5; ОПК-1.1; ОПК-12; ОПК-72	Ответы на вопросы, решение задач	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
	Тема 17. «Механизмы транспозиции»	Лекция № 17. Механизмы транспозиции	ОПК-71; ОПК-73		
		Практическое занятие № 17. Механизмы транспозиции	УК-12; УК-13; ОПК-12; ОПК-13; ОПК-72; ОПК-73	Ответы на вопросы, решение задач	2
8.	Раздел 8. «Транскрипция и пропессинг»				
	Тема 18. «Транскрипция у про- и эукариот – общие механизмы»	Лекция № 18. Транскрипция у про- и эукариот – общие механизмы	УК-1.1; УК-15; ОПК-1.1; ОПК-12; ОПК-71; ОПК-73		2
		Практическое занятие № 18. Транскрипция у про- и эукариот – общие механизмы	УК-1.1; УК-13; УК-1.5; ОПК-71; ОПК-72	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 19. «Процессинг мРНК: кэпирование и полиаденилирование»	Лекция № 19. Процессинг мРНК: кэпирование и полиаденилирование	УК-13; ОПК-1.1; ОПК-12; ОПК-72; ОПК-73		1
		Практическое занятие № 19. Процессинг мРНК: кэпирование и полиаденилирование	УК-1.1; УК-13; ОПК-12; ОПК-72; ОПК-73	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 20. «Регуляция транскрипции»	Лекция № 20. Регуляция транскрипции	УК-1.1; УК-12; УК-1.5; ОПК-13; ОПК-72; ОПК-73		2
		Практическое занятие № 20. Регуляция транскрипции	УК-1.1; УК-15; ОПК-1.1; ОПК-71; ОПК-72; ОПК-73	Ответы на вопросы, решение задач	2
9.	Раздел 9. «Генетический код»				
	Тема 21. «ГРНК как молекула-адаптер»	Лекция № 21. ГРНК как молекула-адаптер	УК-1.1; УК-13; ОПК-1.1; ОПК-12; ОПК-13; ОПК-73		7
		Практическое занятие № 21. Гипотез Гипотез колебаний	УК-12; УК-15; ОПК-12; ОПК-71; ОПК-72	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 22. «Свойства генетического кода»	Лекция № 22. Свойства генетического кода	УК-1.1; УК-12; УК-1.5; ОПК-		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
	генетического кода»		1.1; ОПК-13; ОПК-7.1; УК-13; ОПК-1.1; ОПК-1.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
10.	Раздел 10. «Биосинтез белка»				7
	Тема 23. «Структура и функция рибосом прокарриот и эукарриот»	Лекция № 23. Структура и функция рибосом прокарриот и эукарриот	УК-1.2; УК-1.5; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.1		1
	Тема 24. «Механизмы трансляции у бактерий и эукарриот»	Лекция № 24. Механизмы трансляции у бактерий и эукарриот	УК-1.1; УК-1.3; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 25. «Регуляция экспрессии генов»	Лекция № 25. Регуляция экспрессии генов	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 26. «Посттранскрипционная регуляция экспрессии генов»	Лекция № 26. Посттранскрипционная регуляция экспрессии генов	УК-1.1; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 27. «Молекулярная биология развития и эволюция»	Лекция № 27. Молекулярная биология, биология развития и эволюция	УК-1.1; УК-1.5; ОПК-1.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 28. «Молекулярная биология в современной сельском хозяйстве, промышленности»	Лекция № 28. Молекулярная биология в современной сельском хозяйстве, промышленности	УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.3; ОПК-7.3	Ответы на вопросы, решение задач	2
11.	Раздел 11. «Регуляция экспрессии генов»				14
	Тема 25. «Регуляция транскрипции у бактерий и эукарриот»	Лекция № 25. Регуляция транскрипции у бактерий и эукарриот	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	1
	Тема 26. «Посттранскрипционная регуляция экспрессии генов»	Лекция № 26. Посттранскрипционная регуляция экспрессии генов	УК-1.1; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 27. «Молекулярная биология развития и эволюция»	Лекция № 27. Молекулярная биология, биология развития и эволюция	УК-1.1; УК-1.5; ОПК-1.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 28. «Молекулярная биология в современной сельском хозяйстве, промышленности»	Лекция № 28. Молекулярная биология в современной сельском хозяйстве, промышленности	УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.3; ОПК-7.3	Ответы на вопросы, решение задач	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
	медицине, сельском хозяйстве, промышленности»	Молекулярная биология в современной сельском хозяйстве, промышленности	ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.2	просы, решение задач	

ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины					
№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
Раздел 1. «Введение в молекулярную биологию»					
1.	Тема 1. «Предмет, цели, задачи и основные методы молекулярной биологии»	Изменения наследственной информации как основа эволюции. Химическая эволюция биомолекул. Гипотеза РНК-мира (УК-1.1; УК-1.3; УК-1.5; ОПК-1.2; ОПК-1.3).			
2.	Тема 2. «ДНК и хранение биологической информации»	Цитогенетика – движение хромосом в ходе митоза и мейоза. Хромосомная теория наследования (УК-1.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3).			
Раздел 2. «Структура и функции нуклеиновых кислот. Методы исследования ДНК и РНК»					
3.	Тема 3. «Структура и функции нуклеиновых кислот. Свойства нуклеиновых кислот»	Полимеризм структуры ДНК. Свойства ДНК: денатурация и ренатурация, гибридизация и отжиг, гипо- и гиперхромный эффект, оптическая плотность (УК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.3).			
4.	Тема 4. «Методы исследования нуклеиновых кислот»	Саузерн- и Нозерн-блоттинг. Технология рекомбинантных ДНК. Клонирование ДНК in vivo. Клонирование и экспрессирующие векторы. Библиотеки геномной и кДНК. Секвенирование нуклеиновых кислот (УК-1.1; УК-1.5; ОПК-1.1; ОПК-1.2).			
Раздел 3. «Топология ДНК – функциональные деформации»					
5.	Тема 5. «Проблема компактизации ДНК. Ферменты, участвующие в компактизации ДНК»	Топонзомеры эукариот. Белки SMC и конденсация хроматина (УК-1.1; УК-1.5; ОПК-1.1; ОПК-7.1; ОПК-7.3).			
6.	Тема 6. «Суперкручивание ДНК»	Мера топологической связи и раскрученность ДНК. Формы ушления ДНК (УК-1.1; ОПК-1.3; ОПК-7.1).			
Раздел 4. «Нуклеосома, хроматин и структура хромосом»					
7.	Тема 7. «Нуклеосома и структура хромосом высшего порядка»	Гистоновые хвосты и межнуклеосомные связи. Структура хромосом высшего порядка (УК-1.1; УК-1.3; УК-1.5; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.3).			

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
8.	Тема 8. «Регуляция структуры хроматина»	Сборка нуклеосом и роль шаперонов Модификация гистоновых хвостов и регуляция доступности ДНК (УК-1.2; УК-1.5; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.3).
Раздел 5 «Репликация ДНК»		
9.	Тема 9. «Общие механизмы репликации».	Строение полимеразы I и полимеразы III Структура репликативной вилки (УК-1.1; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2)
10.	Тема 10. «Репликация у прокариот и эукариот»	ДНК-полимеразы эукариот: многообразие и классификация Особенности репликации у эукариот на примере <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (УК-1.1; УК-1.2; ОПК-1.1; ОПК-1.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2).
Раздел 6 «Репарация. Мутации»		
11.	Тема 11. «Мутагены и мутации»	Физические факторы, вызывающие повреждение ДНК Окислительные повреждения ДНК (УК-1.1; УК-1.3; ОПК-1.2; ОПК-7.1; ОПК-7.3).
12.	Тема 12. «Механизмы репарации ДНК»	Репарация алкилирующих повреждений, восстановление фос-фодиферных связей. Экзационная репарация нуклеотидов и оснований (УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-7.2; ОПК-7.3).
Раздел 7. «Рекомбинация ДНК»		
13.	Тема 13. «Рекомбинация ДНК как процесс репарации»	Коллапс репликативной вилки и ее реконструкция с помощью двуцепочечных разрывов Регрессия репликативной вилки (УК-1.1; УК-1.3; ОПК-1.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3)
14.	Тема 14. «Ферменты рекомбинации»	RecBCD и RecFOR и инициация рекомбинационной репарации Бактериальная рекомбиназа RecA (УК-1.1; УК-1.3; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2)
15.	Тема 15. «Гомологичная рекомбинация у эукариот и негомологичное соединение концов»	Сайт-специфичная рекомбинация как часть жизненного цикла вирусов Регуляция экспрессии генов при помощи механизмов сайт-специфичной рекомбинации (УК-1.1; УК-1.5; ОПК-1.1; ОПК-1.3; ОПК-7.1).
16.	Тема 16. «Механизмы сайт-специфичной рекомбинации»	Регуляция экспрессии генов при помощи механизмов сайт-специфичной рекомбинации Вспомогательные белки сайт-специфичной рекомбинации (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5; ОПК-1.1; ОПК-1.3; ОПК-7.2)
17.	Тема 17. «Механизмы рекомбинации»	Классификация бактериальных транспозонов Ретроинтеграция эукариот (УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.2; ОПК-7.3).
Раздел 8. «Транскрипция и процессинг»		
18.	Тема 18. «Транскрипция у прокариот и эукариот – общие механизмы»	Характеристика РНК-полимераз эукариот и строение их промоторов Роль транскрипционных факторов в инициации транскрипции эукариот (УК-1.1; УК-1.5; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-7.1; ОПК-7.3).
19.	Тема 19. «Процессинг мРНК: кэпирование, полиаденилирование и сплайсинг. Альтернативный сплайсинг»	Строение сплайсосомы. Альтернативный сплайсинг – значение и примеры (УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-7.2; ОПК-7.3)

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
20.	Тема 20. «Регуляция транскрипции»	Транспорт и деградация РНК Процессинг некодирующих РНК (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5; ОПК-1.3; ОПК-7.2; ОПК-7.3).
Раздел 9. «Генетический код»		
21.	Тема 21. «ГРНК как молекула-адаптер. Гипотез колебаний»	Гипотеза колебаний и распознавания кодона антикодоном (УК-1.1; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.3)
22.	Тема 22. «Свойства генетического кода»	История расшифровки генетического кода (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5; ОПК-1.1; ОПК-1.3; ОПК-7.1)
Раздел 10. «Биосинтез белка»		
23.	Тема 23. «Структура и функция рибосом прокариот и эукариот»	Ассоциация и диссоциация рибосом в ходе трансляции (УК-1.2; УК-1.5; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.1)

5. Образовательные технологии

Таблица 6

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 3. «Структура и функция нуклеиновых кислот. Свойства нуклеиновых кислот»	Л Разбор конкретных ситуаций, учебная дискуссия в ходе просмотра обучающих видеоматериалов
2.	Тема 5. «Проблема компактизации ДНК. Ферменты, участвующие в компактизации ДНК»	ПЗ Разбор конкретных ситуаций, учебная дискуссия в ходе просмотра обучающих видеоматериалов
3.	Тема 7. «Нуклеосома и структура хромосом высшего порядка»	Л Работа студентов с электронными ресурсами
4.	Тема 10. «Репликация у прокариот и эукариот»	ПЗ Работа студентов с электронными ресурсами
5.	Тема 12. «Механизмы репарации ДНК»	Л Работа студентов с электронными ресурсами
6.	Тема 15. «Гомологичная рекомбинация у эукариот и негомологичное соединение концов»	ПЗ Работа студентов с электронными ресурсами
7.	Тема 16. «Механизмы сайт-специфичной рекомбинации»	ПЗ Работа студентов с электронными ресурсами
8.	Тема 18. «Транскрипция у прокариот – общие механизмы»	Л Работа студентов с электронными ресурсами, анализ конкретной ситуации, тематическая дискуссия
9.	Тема 19. «Процессинг мРНК: кэпирование, полиаденилирование и сплайсинг»	ПЗ Просмотр обучающих видеоматериалов

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	слайсинг.	
	Альтернативный слайсинг»	
10.	Тема 20. «Регуляция транскрипции»	Л Работа студентов с электронными ресурсами
11.	Тема 21. «тРНК как молекула-адаптер. Гипотез колебаний»	ПЗ Анализ конкретной ситуации, тематическая дискусия
12.	Тема 22. «Свойства генетического кода»	ПЗ Анализ конкретной ситуации, тематическая дискусия
13.	Тема 25. «Регуляция транскрипции у бактерий и эукариот»	Л Анализ конкретной ситуации, тематическая дискусия
14.	Тема 26. «Посттранскрипционная регуляция экспрессии генов»	ПЗ Анализ конкретной ситуации, тематическая дискусия
15.	Тема 27. «Молекулярная биология, биология развития и эволюция»	ПЗ, Л Анализ конкретной ситуации, тематическая дискусия

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»

Задача 1. Скрещивают два чистопородных растения гороха. У одного сорта преобладают круглые семена; другой имеет рецессивные морщинистые семена. (а) Какие фенотипы будут наблюдаться у растений поколения F1 и в каких пропорциях? (б) Какие фенотипы будут наблюдаться у растений поколения F2 и в каких пропорциях? (с) Если растение поколения F1 скрещивают с растением, дающим морщинистые семена, какие фенотипы наблюдаются в потомстве и в каких пропорциях?

Задача 2. Скрещивают два растения гороха с круглыми семенами. В поколении F1 все растения имеют круглые семена. Что можно сказать о генотипе родителей растений?

Задача 3. Затем растения F1 из скрещивания в Задаче 2 скрещиваются случайным образом. В поколении F2 насчитывается 129 растений. Большинство, 121 растение, дают округлые семена. Однако есть 8 растений, дающих морщинистые семена. Исходя из этой информации, каковы были генотипы исходных родителей растений?

Задача 4. Чистокровных белоглазых самцов дрозофил скрещивают с красноглазыми самками дикого типа. Если потомство многократно скрещивать друг с другом, в каком поколении первым появятся белоглазые самки?

Задача 5. Чистокровных самцов мух дикого типа скрещивают с чистопородными белоглазыми самками. Если потомство неоднократно скрещивать друг с другом, в каком поколении первым появятся самцы белоглазых мух?

Задача 6. На неизведанном острове обнаружен новый вид плодовой мухи. Мухи ярко окрашены, с голубым и зеленым телом. Изучая этих насекомых в течение года или двух, исследователи находят одного самца с полностью черным телом. При скрещивании этого самца с самками дикого типа все потомки самцов в поколении F1 будут черными, а все потомки самок будут иметь синюю и зеленую окраску. Та же картина (все черные самцы и цветные самки) повторяется в поколениях F2, F3 и F4. Объясните эти наблюдения.

Задача 7. На одной хромосоме есть три сцепленных гена, обозначенных как M, N и O. Если кроссинговер происходит между M и O в 5% случаев, а между N и O в 8% случаев, каковы возможные варианты расположения этих генов? гены в хромосоме?

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

1. Химический состав и строение нуклеиновых кислот
2. Полиморфизм структуры ДНК.
3. Свойства ДНК: денатурация и ренатурация; гибридизация и отжиг; гипогиперхромный эффект; оптическая плотность
4. Доказательства полуконсервативного механизма репликации.
5. Типы репликации.
6. Ферменты репликации, реплисома
7. Репликация ДНК прокариот на примере *E. coli*: инициация, элонгация, терминация
8. ДНК-полимеразы эукариот: многообразие и классификация
9. Особенности репликации у эукариот на примере *Saccharomyces cerevisiae*
10. Особенности репликации теломер хромосом эукариот. Теломераза.
11. Генетическая и ферментативная регуляция клеточного цикла эукариот
 12. Саузерн- и Нозерн-блоттинг.
 13. Полимеразная цепная реакция.
 14. Молекулярные маркеры: SSR, SNP, RFLP, AFLP, RAPD, SCAR, STS.
15. Детекция продуктов ПЦР: электрофорез в агарозном геле
16. ПЦР в реальном времени, фрагментный анализ
17. Клонирование ДНК.
18. Рекомбинантная ДНК.
19. Клонирование и экспрессирующий векторы.
20. Библиотеки кДНК
21. Секвенирование по Сенгеру: метод «терминаторов»
22. Пиросеквенирование

23. Технология секвенирования на молекулярных кластерах с использованием флуоресцентно меченых нуклеотидов
24. Технология циклического лигазного секвенирования
25. Ионное полупроводниковое секвенирование
26. Одномолекулярное секвенирование. Нанопоровое секвенирование
27. Анализ экспрессии генов

Задание 1

(a) Сделайте вывод о строении следующих нуклеиновых кислот: двухцепочечная или одноцепочечная. Укажите тип нуклеиновых кислот

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

(b) 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

(c) 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?

Задание 2

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 СТАСАСГСТТТАСС. Какой из этого можно сделать вывод?

Задание 3

При обработке плазмиды размером 20 kb рестриктазами в смеси и по отдельности образовались следующие фрагменты:

EcoRI – 6 kb и 14 kb

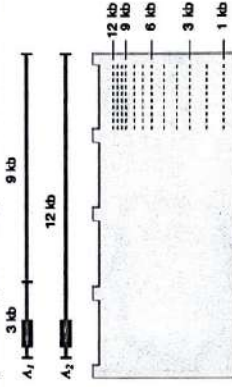
HindIII – 7 kb и 13 kb

обе – 2 kb, 4 kb, 5 kb, 9 kb

Как много рестриктазных карт можно построить в соответствии с этими данными? Построить рестриктазные карты для каждого из возможных вариантов.

Задание 4

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 сверху. ДНК-зонд связывается в положении, обозначенном прямоугольником. В соответствии с RFLP анализам по этим фрагментам, возможно 3 генотипа. Что это за генотипы? Используйте символ A1 для обозначения фрагмента сверху и A2 для обозначения фрагмента внизу. Каким будет взаимное расположение полюсов на электрофорограмме для каждого из 3-х генотипов?



Задание 5

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?



Примерный перечень вопросов и задач к разделу 3. «Топология ДНК – функциональные деформации»

Задача 1. У бактерий на транскрипцию подмножества генов влияет топология ДНК, при этом экспрессия увеличивается или (чаще) снижается, когда ДНК релаксирует. Когда бактериальная хромосома расщепляется в определенном месте ферментом рестрикции (тот, который разрезает длину и, следовательно, редкую последовательность), только близлежащие гены (в пределах 10 000 п.н.) проявляют либо увеличение, либо уменьшение экспрессии. Транскрипция генов в других частях хромосомы не затрагивается. Объясните данное наблюдение.

Задача 2. В разных участках хроматина отношение гистона H1 к гистону H2A может различаться, но отношение гистона H2A к гистону H2B в целом одинаково. Если количество H1 увеличивается в области хроматина, увеличится ли уменьшится транскрипция генов в этой области? Поясните свой ответ.

Задача 3. В хроматине нуклеосомы организованы в структуры более высокого порядка, филаменты размером 30 нм. Хотя подробная структура неизвестна, какие особенности 30-нм нити были экспериментально определены?

Задача 4. У эукариот хромосомы последовательно упакованы в структуры более высокого порядка, такие как филаменты размером 30 нм. У бактерий ДНК не упакована в столь стабильные белковые структуры, и гистоноподобные белки менее прочно связываются с ДНК. Предложите объяснение этой разницы.

Задача 5. Опишите по крайней мере три различия между областями хроматина, которые транскрипционно активны, и теми, в которых гены транскрипционно молчат.

Задача 6. Какова суперспиральная плотность (σ) замкнутой кольцевой ДНК длиной 4200 п.н. и числом связей (Lk) 374? Какова сверхспиральная плотность той же ДНК, когда Lk 412? В каждом случае молекула имеет отрицательную или положительную сверхспирализацию?

Задача 7. T4-подобный бактериофаг JS98 имеет ДНК с молекулярной массой $1,1 \times 10^8$, заключенную в головке длиной около 100 нм.

а) Рассчитайте длину ДНК (примите, что молекулярная масса пары нуклеотидов равна 650) и сравните ее с длиной головки JS98.

(б) Обратитесь к онлайн-базе данных Entrez Genome. Каково точное количество пар оснований в геноме JS98?

Задание 8. Нуклеотидный состав ДНК фага M13: А, 23%; Т, 36%; Г, 21%; С, 20%. Что это говорит вам о структуре ДНК фага M13?

Задание 9. Полный геном простейшей известной бактерии *Mycoplasma genitalium* представляет собой кольцевую молекулу ДНК длиной 580 070 п.н. Рассчитайте молекулярную массу (примем, что молекулярная масса пары нуклеотидов равна 650) и контурную длину (в расслабленном состоянии) этой молекулы. Что такое Lk0 для хромосомы микоплазмы? Что такое Lk?

Задание 10. Замкнутая молекула ДНК в релаксированной форме имеет Lk, равную 500. Сколько приблизительно пар оснований содержится в этой ДНК? Как меняется число зацеплений (увеличивается, уменьшается, не изменяется, становится неопределенным) в каждой из следующих ситуаций?

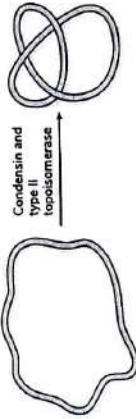
(а) Белковый комплекс связывается, оборачивая ДНК вокруг себя, образуя супердальнюю суперспираль.

(б) Одна цепь ДНК разорвана.

(в) к раствору ДНК добавляется ДНК-гиразу и АТФ.

(г) двойная спираль денатурируется под действием тепла.

Задание 11. В присутствии эукариотического конденсина и топоизомеразы II типа Lk релаксированной замкнутой молекулы ДНК не изменяется. Однако ДНК становится сильно запутанной, как показано в следующем столбце. Образование узлов требует разрыва ДНК, прохождения сегмента ДНК через разрыв и повторного лигирования топоизомеразой. Учитывая, что каждая реакция топоизомеразы должна приводить к изменению числа зацеплений, как Lk может оставаться прежним?



Примерный перечень вопросов и задач к разделу 4. «Нуклеосома, хроматин и структура хромосом»

Задача 1. Когда белки инкубируют с детергентом додецилсульфатом натрия (SDS), они поглощают детергент и частично денатурируют, теряя большую часть своей структуры, и, как правило, принимают постоянное отношение массы к заряду. При электрофорезе в SDS-полиакриламидном геле белки почти полностью разделяются в зависимости от их массы. Гистоны являются исключением. На этих же гелях многие гистоны мигрируют медленнее, чем должны, как будто они намного крупнее, чем есть на самом деле. Предложите объяснение такому поведению.

Задача 2. Какая из следующих модификаций белка — ацетилирование, фосфорилирование и метилирование — может изменить суммарный заряд на поверхности модифицированного гистона?

Задача 3. В разных участках хроматина отношение гистона H1 к гистону H2A может различаться, но отношение гистона H2A к гистону H2B в целом одинаково. Если количество H1 увеличивается в области хроматина, увеличится ли уменьшится транскрипция генов в этой области? Поясните свой ответ.

Задача 4. В хроматине нуклеосомы организованы в структуры более высокого порядка, филаменты размером 30 нм. Хотя подробная структура неизвестна, какие особенности 30-нм нити были экспериментально определены?

Задача 5. У эукариот хромосомы последовательно упакованы в структуры более высокого порядка, такие как филаменты размером 30 нм. У бактерий ДНК не упакована в столь стабильные белковые структуры, и гистонподобные белки менее прочно связываются с ДНК. Предложите объяснение этой разницы.

Задача 6. Опишите по крайней мере три различия между областями хроматина, которые транскрипционно активны, и теми, в которых гены транскрипционно молчат.

Задание 7. Чем эпигенетическое наследование отличается от менделевского?

Задание 8. В ходе репликации нуклеосомы частично смещаются и распределяются по дочерним цепям ДНК. Добавляются новые гистоновые субъединицы, чтобы довести весь набор нуклеосом до необходимого уровня. Нуклеосомы на реплицируемой ДНК могут иметь модифицированные гистоновые субъединицы, но новые гистоны, которые появляются после репликации, лишены модификаций (по крайней мере временно). Какое из следующих утверждений опирается, как модифицированные и немодифицированные субъединицы гистонов распределяются в нуклеосомах после репликации?

(а) Модифицированные и немодифицированные гистоны случайным образом собираются в нуклеосомы.

(б) Модифицированные субъединицы гистонов остаются вместе в нуклеосомах, отдельно от немодифицированных нуклеосом.

(с) Модифицированные пары H3-H4 остаются вместе, а модифицированные пары H2A-H2B остаются вместе, и нуклеосомы собираются с модифицированными и немодифицированными парами H3-H4 и H2A-H2B. Различные комбинации возникают случайным образом на каждой дочерней молекуле ДНК.

(г) Модифицированные нуклеосомы сегрегированы в одну дочернюю хромосому, а полностью немодифицированные нуклеосомы сегрегированы в другую дочернюю хромосому.

Задание 9. Геном человека содержит около $3,1 \cdot 10^9$ п.н. ДНК. Если предположить, что ДНК покрыта нуклеосомами, расположенными так, как описано, сколько молекул гистона H2A присутствует в одной соматической клетке человека? (Не принимайте во внимание какое-либо уменьшение H2A из-за его замены вариантами H2A.) Как изменится число после репликации ДНК, но до деления клетки?

Задание 10. Эксперименты Роджера Корнберга по перекрестному шиванию гистонов определили гетеротетрамер H3-H4 как нуклеосомную субструктуру. Предположим, что нуклеосомы на самом деле содержат две субъединицы H3, но только одну субъединицу H4, образуя стабильный гетеротример H3-H3-H4. Как изменились бы результаты перекрестного связывания?

Примерный перечень вопросов и задач к разделу 5. «Репликация ДНК»
Задание 1

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

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

Участник инициации репликации	Роль

Задание 2

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

5' AGGTCCTCGATCGA 3'

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

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

Задание 3

Заполните таблицу:

Топоизомераза I	Эукариот	Прокариот
Общие черты		
Отличительные черты		

Тестовые задания

1. Почему для репликации ДНК необходимы РНК праймеры?

(а) РНК праймеры необходимы для активности ДНК лигазы;

(б) РНК праймеры создают 5' и 3' концы нити;

(с) ДНК полимеразы может добавлять нуклеотиды только к молекулам РНК;

(д) ДНК полимеразы 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) Эукариотическая ДНК реплицируется проще, чем прокариотическая
- (b) ДНК-полимераза человека работает быстрее, чем ДНК полимераза прокариот
- (c) Нуклеосомы эукариот обеспечивают более быструю репликацию ДНК
- (d) ДНК человека содержит больше ориджинов репликации, чем ДНК прокариот.

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 Оказаки?

- (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 эукариотических организмов. Исходя из этого ожидается, что:

- (a) Репликация ДНК будет намного медленнее, чем у обычных эукариот;
- (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 "HN" в форму "LN";
- (d) После множества циклов репликации половина молекул ДНК имеет "HN"-плотность, а другая — «LL»-плотность;

9. Отметить верные и неверные утверждения

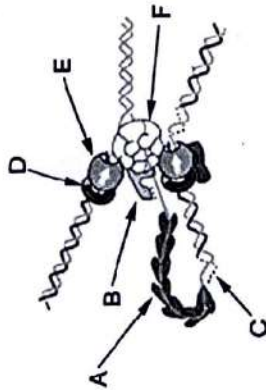
1. ssDNA binding protein присоединяется после того, как ДНК-геликаза разделяет двойную спираль;
2. Формирование ведущей цепи не требует праймеров;
3. ДНК-лигаза - это фермент, который соединяет фрагменты Оказаки;
4. Репликация ДНК всегда начинается с синтеза РНК-праймаера;
5. РНК-праймеры удаляются и заменяются на ДНК до того, как ДНК-лигаза соединяет вновь синтезированные участки ДНК;

10. Заполнить пропуски:

- А. Фермент, ответственный за синтез ДНК при репликации называется _____.
- Б. Активный участок молекулы ДНК, участвующий в репликации, представляет собой Y-образную структуру и называется _____.

- С. 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 необходимо свободный 3'-ОН-конец _____, спаренной с родительской ДНК, чтобы присоединять к нему новые нуклеотиды.
- F. Если ДНК полимеразы 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, возникающие благодаря работе фермента _____, который в качестве субстрата использует рибонуклеозидтрифосфаты.
- H. Расплетение двойной спирали ДНК в зоне репликативной вилки катализируется _____, использующей для направленного движения по ДНК энергию гидролиза АТФ.

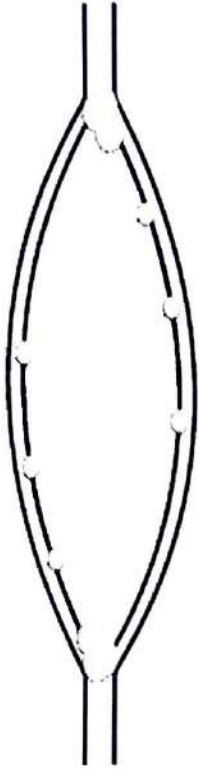
11. Назовите различные белки и компоненты комплекса репликации ДНК, показанные на этой диаграмме. Определите функцию каждого из них.



12. Обозначьте порядок функционирования перечисленных ферментов в ходе репликации ДНК

- _____ РНК-праймаза;
- _____ ДНК-лигаза;
- _____ ДНК-полимераза;
- _____ ДНК-хеликаза;
- _____ Иницирующие 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 Окадаки для отстающей цепи в порядке их синтеза, начиная с 1.
- E. Обозначьте лидирующую цепь

Примерный перечень вопросов и задач к разделу 6. «Репарация. Мутации»

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, прюфридинг, репарация алкилирующих повреждений, восстановление фосфоэфирных связей
6. Экзцизионная 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 цитозинном. Аналог основания 5-бромурацил (5-BU) заменяет тимидин, и он может образовывать пару оснований с гуанином. как будет выглядеть двухцепочечная триплексоидная А-Г-Т 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 $5,5 \cdot 10^5$ человек.
- (б) Каждый человек имеет около 30000 ($0,3 \cdot 10^5$) 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?

Задание 1

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

Фермент	Процесс	Принадлежность	Роль
гесА			
β -полимераза эукариот			
Об-метилтрансфераза			
UvrD			
Pol δ дрожжей			

Задание 2

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

Взаимодействие	Участники	Роль

Задание 3

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.

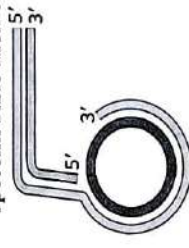
Задание 4

Молекулу ДНК длиной 5000 пар нуклеотидов (п. н.) обрабатывают отдельно рестриктазами А и В. Фрагменты разделяют электрофорезом. Фермент А разрезал ДНК на 4 фрагмента размером 2100, 1400, 1000 и 500 п. н. Обработка рестриктазой В дала 3 фрагмента: 2500, 1300 и 1200 п. н. Для определения расположения сайтов рестрикции этих ферментов на следующем этапе применяют процедуру двойного расщепления – обрабатывают ДНК двумя эндонуклеазами. Обработка изучаемого фрагмента одновременно двумя рестриктазами дала 6 фрагментов: 1900, 1000, 800, 600, 500, 200 п. н.
Обработка каждого из 4-х А-фрагментов рестриктазой В дала 2100 - 1900 и 200, 1400 - 800 и 600,

- 1000 - 1000 (изменений нет)
 - 500 - 500 (изменений нет)
- Обработка каждого из 3-х В-фрагментов рестриктазой А дала 2500 - 1900 и 600, 1300 - 800 и 500, 1200 - 1000 и 200
- Постройте рестрикционную карту.

Примерный перечень вопросов и задач к разделу 7. «Рекомбинация ДНК»

- Задание 1.** Каковы четыре возможных судьбы репликационной вилки, которая сталкивается с матричной цепью с разрывом или каким-либо другим типом нерепарированного повреждения ДНК?
- Задание 2.** Разветвленная кольцевая ДНК-субстрат конструируется для имитации одной из возможных структур застопорившейся репликационной вилки, как показано ниже. Добавляется фермент, который способствует регрессии вилочной структуры.



- а)** Изобразите структуру продукта, полученного, если регрессия пройдет наполовину по окружности.
- (б)** Нарисуйте структуру продукта, если регрессия идет по кругу. Предположим, что рука имеет ту же длину, что и окружность, и имеет ту же последовательность.
- Задание 3.** Нарисуйте промежуточное соединение Холлидея и пометьте концы каждой цепи ДНК так, чтобы полярность нити была очевидна.
- Задание 4.** Фермент RecBCD действует как нуклеаза и геликаза при подготовке концов ДНК для связывания RecA и проникновения в цепь. RecBCD имеет несколько функций, встречаемых в его три подблока. Укажите субъединицу (RecB, RecC или RecD), отвечающую за каждую из следующих функций.
 - (а) 3' → 5' винтовой двигатель
 - (б) Нуклеаза
 - (с) 5' → 3' спираль
 - (д) Наличие «булавочной» структуры, которая помогает разделять ДНК пряди
 - (е) Связывание с сайтами chi
- Задание 5.** В клетках *E. coli* с мутациями, элиминирующими фермент RecBCD, около 20% клеток имеют линейизованные хромосомы при выращивании в нормальных аэробных условиях. При сходных условиях роста в клетках

дикого типа линейризуется менее 3% хромосом. Укажите в двух-трех предложениях, почему наблюдается такое различие.

Задание 6. 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?

Задание 7. В отличие от рекомбинации, репарация двухцепочечных разрывов путем неомологичного соединения концов приводит к мутациям. Объясните, почему.

Примерный перечень вопросов и задач к разделу 8. «Транскрипция и процессинг»

1. РНК-полимеразы прокариот: роль в клетке, классификация, строение, функции отдельных субъединиц.
2. Инициация, элонгация и терминация транскрипции у про- и эукариот.
3. Процессинг: полиаденилирование, экзпирование, сплайсинг. Понятие об альтернативном сплайсинге.
4. Распад мРНК.
5. РНК-синтазная система вирусов.
6. Гены, кодирующие РНК. Регуляция транскрипции

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 мРНК 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 соединились 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 мРНК 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:
 - (a) Использованию 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 одной и 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 связыванием с большой субъединицей рибосомы

11. ТАТА бокс — это:
- (a) Последовательность, завершающая трансляцию
 - (b) Последовательность оснований в промоторах эукариот 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 прежде 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-У-последовательность.
 - 3. Трансляция заканчивается тогда, когда фактор освобождения белка связывается со стоп-кодоном
 - 4. Инициация транскрипции у прокариот связана со связыванием сигма-фактора с промотором
 - 5. Только рРНК являются полиаденированными.
 - 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 прокариот не характерен процессинг
 - 9. Общие факторы транскрипции — это белки, которые регулируют активность эукариотической РНК-полимеразы.
 - 10. Рибозимы являются примитивными формами молекул РНК, которые больше не существуют в клетках.
 - 11. Интроны — это «мусорная» ДНК, которая запромождаает геном вида. Укажите по крайней мере две причины, почему это утверждение неверно?
- Задание 1.** На рисунке изображена схема молекулы мРНК, на которой обозначены различные участки.

- 1. Что не так с этой схемой? Внесите коррективы
- 2. На правильной схеме обозначьте участок (участки), который (которые) является (являются):

кодирующими
некодирующими
3'-конец
5'-конец
старт-кодон
стоп-кодон

- сайт связывания с рибосомой
 - 3. Данная схема отражает строение прокариотической или эукариотической мРНК? Объясните почему
- Задание 2.** 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 (wobble-pairing)? Какие могут быть экзогенные причины ингибирования трансляции с этого участка?

Примерный перечень вопросов и задач к разделу 9. «Генетический код»

- Задание 1.** Следующий РНК-полимер добавляет 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'
- Задание 2.** Учитывая полинуклеотид, кодирующий полиметинин, какие другие полипептиды также будут продуцироваться?
Задание 3. Переведите следующую мРНК в белок, начиная с первого кодона инициации:
5'-CCGAUGCCCAUGCCAGCUCGGGUUUAAC AAGCUUGCAUCAGUACCAGUUUGAAUCC-3'
- Задание 4.** 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-Asp-Trp-Tyr? Сколько, если к концу пептида добавить остаток Leu?
- Задание 5.** Ниже показан 5'-конец молекулы мРНК. Каковы первые три (N-концевые) аминокислоты его белкового продукта?
5'-AUGUGUUUGAUGUAUCAGACCUGUC ---
- Задание 6.** Переведите следующую мРНК, начиная с первого 5'-нуклеотида, предполагая, что трансляция происходит в клетке *E. coli*. Если все тРНК мак-

симально используют правила вобуляции, но не содержат инозин, сколько различных тРНК требуется для трансляции этой РНК?

5'-AUGGGUCGUGAGUCAUGCUUUAAUUUGUAGCU
GGAGGGGAGGAUGA-3

Примерный перечень вопросов и задач к разделу 10. «Биосинтез белка»

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 эукариот.
4. Трансляция. Роль в жизни клетки.
5. Этапы трансляции: образование аминоацил-тРНК, инициация, элонгация и терминация трансляции у про- и эукариот.
6. Затраты энергии при трансляции. Ингибирование трансляции. Антибиотики.
7. Регуляция 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

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) Участвует в процессинге РНК
 - (d) Участвует в ферментативном разрушении белков
3. При элонгации в ходе трансляции после поступления каждой новой тРНК:
 - (a) Аминокислота «передается» от тРНК в А-сайте к тРНК в Р-сайте. вновь прибывающие тРНК должны сначала связываться с Е-сайтом.
 - (b) Пептид переходит от тРНК в Р-сайте к т-РНК в А-сайте
 - (c) Новая тРНК должна сначала связываться с Р-сайтом рибосомы.

Заполнить пропуски

1. В рибосоме формирование пептидных связей новой полипептидной цепи происходит в _____ субъединице, тогда как сопоставление кодонов мРНК происходит на поверхности _____ субъединицы. При трансляции в ходе удлинения полипептидной цепи, 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 _____ в ассоциированный с РНК-полимеразой в основном ответствен за связывание с промотором.

4. Разместите следующие события в правильной последовательности:

- _____ Трансляция
- _____ Транскрипция
- _____ Полиадезилирование
- _____ 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 прокариот

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

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

Клеточная структура	Участники	События

Примерный перечень вопросов и задач к разделу 11. «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. Энкансеры. Сайленсеры.
4. РНК-интерференция. Микро и малые интерферирующие РНК

Задание 1. Бактериальные клетки могут получать аминокислоту триптофан из окружающей среды, а при недостатке триптофана в среде синтезировать его самостоятельно. *Trp*-репрессор – регулятор транскрипции, 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 отсутствие триптофана? Что произойдет в этих случаях, если клетки, кроме того, экспрессируют нормальный *Trp*-репрессор со второго нормального гена?

Задание 2. Объясните, почему ДНК-связывающие белки могут специфически связываться с определенной нуклеотидной последовательностью в двухцепочечной молекуле ДНК, не разрушая водородные связи. Укажите, как белки могут отличать А-Т пары от G-C пар. Ответ дайте в виде схемы и укажите, какие типы связей – водородные, электростатические или гидрофобные – образуются.

Задание 3. 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 промотором регулируется *LexA*. Плазмиду вводят в клетки *E. coli*, имеющие оперон *lac* с неактивным геном *lacZ*. При каких условиях эти трансформированные клетки будут производить β -галактозидазу?

Задание 4. Опишите возможные эффекты на экспрессию генов *lac* мутаций, которые (а) перемещают оператор *Lac* на другую сторону оперона, (б) инактивируют сайт связывания *CRP* и (в) изменяют последовательность промотора вокруг положения *-10*.

Задание 5. В опероне *aga* белок *AgasC* может действовать либо как активатор, либо как репрессор. Если *AgasC* остается связанным с ДНК в отсутствие арабинозы, почему этот белок не всегда действует как активатор?

Задание 6. 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*) изменятся со временем при следующих условиях:

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

Задание 7. Как могут повлиять на *SOS*-ответ у *E. coli* мутации в гене *lexA*, которые (а) предотвращают автокаталитическое расщепление белка *LexA* или (б) ослабляют взаимодействие *LexA* с его нормальным сайтом связывания?

Задание 8. 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.

- (а) Добавление высокой концентрации глюкозы
- (б) Мутация, которая предотвращает связывание репрессора *Lac* с оператором
- (с) Мутация, которая полностью инактивирует β -галактозидазу
- (d) Мутация, которая полностью инактивирует галактозид проницатель

Задание 9. Как повлияют на транскрипцию оперона *trp* *E. coli* следующие манипуляции с лидерной областью мРНК *trp*?

- (а) Увеличение расстояния (количества оснований) между геном лидерного пептида и последовательностью 2
- (б) Увеличение расстояния между последовательностями 2 и 3
- (с) Удаление последовательности 4

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

(е) 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.

Задание 10. У эукариот 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 эукариотами.

Задание 11. Регуляторные белки у эукариот связываются с последовательностями ДНК примерно той же длины, что и бактериальные регуляторные белки. Однако геномы эукариот обычно на несколько порядков больше, чем у бактерий. Какое влияние это оказывает на стратегию эукариот по регуляции конкретного гена?

Задание 12. Для оптимальной активации транскрипции генов GAL у дрожжей необходима функция белков Gal4 и Gal1 (Gal4p и Gal1p). Устранение любого белка снижает активацию промоторов GAL. Однако инактивация Gal1p имеет дополнительный и драматический эффект клеточной летальности. Предположите, почему устранение Gal1p может иметь больший эффект, чем устранение Gal4p.

Задание 13. Каково состояние фосфорилирования дрожжевого белка Mig1, когда: а) отсутствует глюкоза и галактоза; б) присутствует галактоза и отсутствует глюкоза; в) присутствует глюкоза и отсутствует галактоза; и (д) присутствуют как глюкоза, так и галактоза?

Вопросы к экзамену

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, RAPID, SCAR, STS.

19. Методы гибридизации нуклеиновых кислот. ДНК зонды.
20. Саузерн- и Нозерн-блоттинг.
21. Технология рекомбинантных ДНК. Клонирование ДНК in vivo.

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

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 эукариот и строение их промоторов
102. Роль транскрипционных факторов в инициации транскрипции эукариот
103. Механизмы терминации транскрипции у эукариот
104. Связь транскрипции с репарацией ДНК, процессингом РНК и транспортом мРНК
105. Кэпирование – механизм и значение
106. Полиаденирование – механизм и значение
107. Координированная регуляция кэпирования мРНК, полиаденирования 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 эукариотических 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 эукариот и прокариот
124. Ассоциация и диссоциация рибосом в ходе трансляции
125. Инициация трансляции у прокариот и эукариот. Факторы инициации трансляции
126. Формирование пептидной связи в ходе элонгации
127. Управление транслोकацией 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

64. Генетическая и ферментативная регуляция клеточного цикла эукариот
65. Мутации: понятие, классификация, роль в жизни клетки, организм и вида.
66. Горячие точки и частота мутаций.
67. Мутагены.
68. Физические факторы, вызывающие повреждение 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 фосфоэфирных связей.
75. Экцизионная 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 эукариот
96. Эволюционная связь ретротранспозонов и ретровирусов
97. РНК-полимеразы и основы транскрипции
98. Бактериальные промоторы

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 высшем качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закрепленные 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, закрепленные за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний)
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с проблемами 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, закрепленные 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, закрепленные за дисциплиной, не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Сельскохозяйственная биотехнология : учебник для студ. вузов по с.-х., естественнонауч. и пед. спец. и магистерским progr. / В. С. Шevelухa, Е. А. Калашникова. - М. : Высшая школа, 2008. - 710 с.
2. Степанов, В. М. Молекулярная биология. Структура и функции белков : учебник для вузов по специальности "Биология" / В. М. Степанов ; ред. А. С. Спирин. - М. : Высшая школа, 1996. - 335 с.

7.2 Дополнительная литература

1. Э. де Робертис Биология клетки / Э. де Робертис, В. Новинский, Ф. Сазс ; ред. С. Я. Залкинд. - М. : Мир, 1973. - 487 с.

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. Эхансеры. Сайленсеры.
140. Коактиваторы и корепрессоры
141. Аттенуация транскрипция
142. SOS регуляция
143. Рибопереклочатели
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 эукариот и регуляция структуры хроматин
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

2. Харченко, П. Н. ДНК-технологии в развитии агробиологии : монография / П. Н. Харченко, В. И. Глазко ; ред. Б. В. Ванюшин. - М. : ВОСКРЕСЕНЬЕ, 2006. - 473 с.

3. Белясова, Н. А. Биохимия и молекулярная биология : учебное пособие для студентов технологических и биологических специальностей учреждений, обеспечивающих получение высшего образования / Н. А. Белясова. - Минск : Книжный Дом, 2004. - 414

4. Глазко, В. И. Введение в геномную селекцию животных / В. И. Глазко, Г. Ю. Косовский, Т. Т. Глазко ; Центр экспериментальной эмбриологии и репродуктивных биотехнологий РАСХН. - Москва : Приятная компания, 2012. - 258 с.

5. Спирин, А. С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка : учебное пособие / А. С. Спирин. - М. : Лаб. Базовых Знаний, 2019. - 575 с.

6. Молекулярная биология клетки : в 3-х томах. С задачами Джона Уилсона и Тима Ханта / Б. Альбертс [и др.]. - Москва : Регулярная и хаотическая динамика, 2013.

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

1. <https://sterik.org/> (открытый доступ)
2. <https://www.coliceta.org/> (открытый доступ)
3. <https://orepedu.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)

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)	2	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебный корпус № 3, аудитория № 109 Учебная аудитория для проведения: - занятий лекционного типа, - практических занятий, - занятий семинарского типа, - лабораторных занятий, - групповых и индивидуальных консультаций, - текущего контроля и промежуточной аттестации, - самостоятельной работы, студентом. - научно-исследовательской работы студентов.	(а) Парты двухместные – 15 шт.; (б) Стулья – 30 шт.; (с) Доска передвижная поворотная, инв. 557950/1 – 1 шт.; (д) Мультимедийный проектор – 1 шт.; (е) Экран для проектора – 1шт.; (ф) Доска меловая – 1 шт.;
	Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, читальные залы библиотеки	(а) Парты двухместные – 10 шт.; (б) Стулья – 20 шт.
	Общжитие № 1 Комната для самоподготовки	(а) Парты двухместные – 10 шт.; (б) Стулья – 20 шт.

Для проведения лекций по дисциплине «Основы молекулярной биологии» необходима специализированная лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием и соответствующим демонстрационным оборудованием.

Для проведения практических и семинарских занятий по дисциплине «Основы молекулярной биологии» 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 обучающимися; 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 разоб- брать с преподавателем.

11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Перед началом курса преподавателю рекомендуется ознакомиться студентам с настоящими методическими рекомендациями, обеспечить лекционным ма- териалом, списком терминов и страниц учебника по каждой теме, индивиду- альным домашним заданием. Это позволит студенту выстраивать индивидуаль- ную 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 поз- волит информировать студентов о грядущих мероприятиях, изменениях в рас- писании, принимать домашние задания и т.д.

Рекомендуется вместо переклички проводить короткие тесты, это позво- лит более рационально использовать время и одновременно проверить уровень знаний студентов.

В течение семестра на основе активности студентов на занятиях необхо- димо определять успевающих и отстающих студентов. Это позволит диффе- ренцированно подходить к обучению в группе: разбить на подгруппы при про- ведении практических и семинарских занятий, лидерам давать более сложный материал, отстающим – в более простой и доступной форме; прикреплять к ли- дерам отстающих студентов в режиме шефства.

По некоторым теоретическим вопросам дисциплины нужно задавать сту- дентам сделать небольшие доклады на 5 - 6 минут, что поможет студентам под- готовиться 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 при- обретаемой профессии.

Программу разработала:

Полыванова Оксана Борисовна, кандидат биологических наук, доцент



РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Основы молекулярной биологии»
ОПОП ВО по направлению 19.03.01 «Биотехнология», направленность «Биотехнология
микроорганизмов»
(квалификация выпускника – бакалавр)

Таракановым Иваном Германовичем, заведующим кафедрой физиологии растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором биологических наук, профессором, проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Основы молекулярной биологии» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 «Биотехнология», направленность «Биотехнология микроорганизмов» (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. Предыдущая рабочая программа дисциплины «Биотехнология» (далась по тексту Программа) *соответствует* требованиям ФГОС ВО по направлению 19.03.01 – «Биотехнология». Программа *содержит* все основные разделы, *соответствует* требованиям к нормативно-методическим документам.
2. Предыдущая 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 19.03.01 – «Биотехнология».
4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Основы молекулярной биологии» закреплено 10 *компетений*. Дисциплина «Основы молекулярной биологии» 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 соответствующей специфике* и содержанию дисциплины и *демонстрируют возможность* получения заявленных результатов.
5. Общая трудоёмкость дисциплины «Основы молекулярной биологии» составляет 4 зачётных единиц (144 часа).
6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин *соответствует* действительности. Дисциплина «Основы молекулярной биологии» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.03.01 – «Биотехнология» и возможность дублирования в содержании отсутствует.
7. Предыдущая Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемых при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий *соответствуют* специфике дисциплины.
8. Программа дисциплины «Основы молекулярной биологии» 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 19.03.01 – «Биотехнология».
10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, участие в обсуждении 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.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что *соответствует* статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 19.03.01 – «Биотехнология»

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 *соответствуют* требованиям ФГОС ВО направления 19.03.01 – «Биотехнология».

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Основы молекулярной биологии» 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 «Основы молекулярной биологии».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Основы молекулярной биологии» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 – «Биотехнология», направленность «Биотехнология микроорганизмов» (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., заведующий кафедрой физиологии растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор биологических наук, профессор

