

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шитикова Александра Васильевна

Должность: И. о. директора института агробиотехнологий

Дата подписания документа: 2025.08.28 11:41:15

Уникальный идентификатор документа:

fcd01ecb1fdf76838d51245ad12c3f716ce658



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

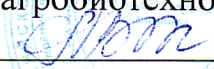
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт агробиотехнологии
Кафедра биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:

И. о. директора института
агробиотехнологии

 А.В. Шитикова

“ 28 ” 08 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.О.35 «МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО 3++

Направление: 19.03.01- Биотехнология

Направленность: Агропромышленная биотехнология, Биотехнология и
молекулярная биология

Курс 3

Семестр 5-6

Форма обучения: очная

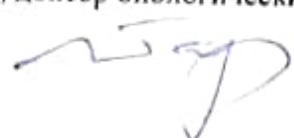
Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчик: Поливанова О.Б., кандидат биологических наук, доцент

 «28» 08 2025г.

Рецензент: Тараканов И.Г., доктор биологических наук, профессор

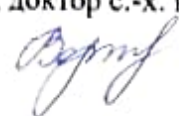
 «28» 08 2025г.

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
протокол № 1 от «28» 08 2025г.

Биотехнологии

И. о. зав. кафедрой Вертикова Е.А., доктор с.-х. наук, профессор

 «28» 08 2025г.

Согласовано:

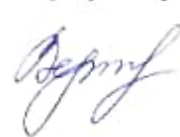
Председатель учебно-методической комиссии института агробиотехнологии
Шитикова А.В., доктор с.-х. наук, профессор

 «28» 08 2025г.

И. о. заведующего выпускающей кафедрой микробиологии и иммунологии
Волбуева О.Г., доктор с.-х. наук, профессор

 «28» 08 2025г.

И. о. заведующего выпускающей кафедрой биотехнологии
Вертикова Е.А., доктор с.-х. наук, профессор

 «28» 08 2025г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

 Сидорова А.А.
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.3 ЛЕКЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	17
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	25
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	26
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	26
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	53
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	53
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	53
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	54
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	54
9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)	54
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	56
Виды и формы отработки пропущенных занятий	56
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	56

Аннотация
рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.35 «Молекулярная
биология»
для подготовки бакалавра по направлению 19.03.01 «Биотехнология»
направленности «Биотехнология и молекулярная биология, Агропромышленная
биотехнология»

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

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология», направленностей «Агропромышленная биотехнология», «Биотехнология и молекулярная биология» являются «Физическая и коллоидная химия», «Органическая химия», «Биология с основами экологии», «Биофизика». Дисциплина «Молекулярная биология» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Методы редактирования генома», «Генетические технологии» «Основы системной биологии», «Молекулярная вирусология», «Основы биотехнологии животных».

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

Краткое содержание дисциплины. дисциплина «Молекулярная биология » позволяет сформировать у студентов четкие представления о принципах структурной организации, функциях и методах изучения белков и нуклеиновых кислот, закономерностях основных молекулярно-генетических процессов, протекающих в клетках эукариотов, прокариотов и у вирусов: репликации, рекомбинации, мутации, репарации, транскрипции, сплайсинга и процессинга РНК, биосинтезе белка, а также механизмах их регуляции. В рамках дисциплины рассматриваются прикладные аспекты использования и современные методы молекулярной биологии. В ходе освоения учебной дисциплины студенты учатся анализировать связь между химическим составом, строением и функцией биомолекул, находить взаимосвязь между различными их классами в ходе процессов, протекающих в клетках. Предполагается, что студенты смогут применять полученные в ходе освоения учебной дисциплины знания в практической и научно-исследовательской работе, а также применять их при изучении других биологических дисциплин. Таким образом, дисциплина «Молекулярная биология» имеет теоретическую и практико-ориентированную направленность. Курс рассчитан на 2 семестра.

Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка: 216/6
(часы/зач. ед.)

Промежуточный контроль: экзамен

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Молекулярная биология» является системного научного знания об основных клеточных макромолекулах, включая ДНК, РНК, белки, биологических путях передачи информации между ними, а также о специфике молекулярного, надмолекулярного и субклеточного уровней организации биологических систем.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Молекулярная биология» включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология», направленности «Биотехнология и молекулярная биология, Агропромышленная биотехнология». являются «Физическая и коллоидная химия», «Органическая химия», «Биология с основами экологии», «Биофизика». Дисциплина «Молекулярная биология» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Методы редактирования генома», «Генетические технологии» «Основы системной биологии», «Молекулярная вирусология», «Основы биотехнологии животных».

Рабочая программа дисциплины «Молекулярная биология» 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 6 зач. ед. (216 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компете нции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций (для 3++)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
2.	ОПК-1	Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	ОПК-1.1	основные законы математических и естественных наук, необходимые 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 и использованием цифровых средств
				основные законы математических и естественных наук для решения стандартных профессиональных задач	использовать знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных профессиональных задач	навыками исследования биологических объектов и процессов с опорой на основные законы математических и естественных наук
			ОПК-1.3	законы и закономерности математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязи для осуществления профессиональной деятельности	формулировать гипотезу и планировать теоретическое или экспериментальное исследование основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, основываясь на законах и закономерностях математических, физических,

					химических и биологических наук и их взаимосвязях
3.	ОПК-7	Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы	ОПК-7.1	основные математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы экспериментальных исследований	планировать экспериментальные исследования с использованием основных математических, физических, физико-химических, химических, биологических, микробиологических методов
			ОПК-7.2	теоретические основы и области практического применения основных математических, физических, физико-химических, химических, биологических, микробиологических методов	под руководством специалиста более высокой квалификации использовать математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы в экспериментальных исследованиях
			ОПК-7.3	проводит статистическую обработку результатов экспериментальных	навыками подготовки испытуемых образцов, химических реактивов и микробиологических

				исследований и испытаний, формулирует выводы	испытываемых объектов, а также оформлять выходную протокольную документации	препаратов к проведению исследований, подготовки аналитического оборудования и лабораторных помещений
--	--	--	--	--	---	--

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

* в том числе практическая подготовка (см учебный план)

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час. всего/*	В т.ч. по семестрам	
		№ 5	№ 6
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	216	108	108
1. Контактная работа:	156,65	84,25	72,4
Аудиторная работа			
<i>в том числе:</i>			
<i>лекции (Л)</i>	54	34	20
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	40		40
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	50	50	
<i>курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)</i>			
<i>консультации перед экзаменом</i>	2		2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,65	0,25	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	32,35	23,75	8,6
<i>реферат/эссе (подготовка)</i>			
<i>курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)</i>			
<i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>			
<i>контрольная работа</i>			
<i>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.)</i>		23,75	8,6
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	27		27
<i>Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)</i>			
Вид промежуточного контроля:	Экзамен		

4.2 Содержание дисциплины

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С всего	ЛР всего	ПКР	
Раздел 1. «Введение в молекулярную биологию»	12,75	4		6		2,75
Тема 1. «Предмет, цели, задачи и основные методы молекулярной биологии»	5,75	2		2		1,75
Тема 2. «ДНК и хранение биологической информации»	7	2		4		1
Раздел 2. «Структура и функции нуклеиновых кислот. Методы исследования ДНК и РНК»	25	4		18		3
Тема 3. «Структура и функции нуклеиновых кислот. Свойства нуклеиновых кислот»	7	2		4		1
Тема 4. «Методы исследования нуклеиновых кислот»	18	2		14	.	2
Раздел 3. «Топология ДНК – функциональные деформации»	10	4		4		2
Тема 5. «Проблема компактизации ДНК. Ферменты, участвующие в компактизации ДНК»	5	2		2		1
Тема 6. «Суперскручивания ДНК»	5	2		2		1
Раздел 4. «Нуклеосома, хроматин и структура хромосом»	10	4		4		2
Тема 7. «Нуклеосома и структура хромосом высшего порядка»	5	2		2		1
Тема 8. «Регуляция структуры хроматина»	5	2		2		1
Раздел 5 «Репликация ДНК»	11	4		4		3
Тема 9. «Общие механизмы репликации».	6	2		2		2
Тема 10. «Репликация у прокариотов и эукариотов»	5	2		2		1
Раздел 6 «Репарация. Мутации»	11	4		4		3
Тема 11. «Мутагены и мутации»	6	2		2		2
Тема 12. «Механизмы репарации ДНК»	5	2		2		1
Раздел 7. «Рекомбинация ДНК»	28	10		10		8
Тема 13. «Рекомбинация ДНК как процесс репарации»	6	2		2		2
Тема 14. «Ферменты рекомбинации»	5	2		2		1
Тема 15. «Гомологичная рекомбинация у эукариотов и нехомологичное соединение концов»	6	2		2		2
Тема 16. «Механизмы сайт-специфичной рекомбинации»	5	2		2		1
Тема 17. «Механизмы транспозиции»	6	2		2		2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25				0,25	
Всего за 5 семестр	108	34		50	0,25	23,75
Раздел 8. «Транскрипция и	20	6		8		2

процессинг»						
Тема 18. «Транскрипция у про- и эукариотов – общие механизмы»	6	2		2		1
Тема 19. «Процессинг мРНК: кэпирование, полиаденилирование и сплайсинг. Альтернативный сплайсинг»	6	2		2		1
Тема 20. «Регуляция транскрипции»	8	2		4		
Раздел 9. «Генетический код»	16	4		8		1,6
Тема 21. «тРНК как молекула-адаптер. Гипотез колебаний»	8	2		4		0,6
Тема 22. «Свойства генетического кода»	8	2		4		1
Раздел 10. «Биосинтез белка»	16	4		8		2
Тема 23. «Структура и функция рибосом прокариотов и эукариотов»	8	2		4		1
Тема 24. «Механизмы трансляции у бактерий и эукариотов»	8	2		4		1
Раздел 11. «Регуляция экспрессии генов»	29	6		16		3
Тема 25. «Регуляция транскрипции у бактерий и эукариотов»	8	2		4		
Тема 26. «Посттранскрипционная регуляция экспрессии генов»	8	2		4		1
Тема 27. «Молекулярная биология, биология развития и эволюция»	7	1		4		1
Тема 28. «Молекулярная биология в современной медицине, сельском хозяйстве, промышленности»	6	1		4		1
<i>консультации перед экзаменом</i>	2				2	
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4				0,4	
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	27					27
Всего за 6 семестр	108	20		40	2,4	35,6
Итого по дисциплине	216	54		90	2,65	69,35

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; гипо- и гиперхромный эффект; оптическая плотность.
14. Типы РНК и их распространенность.

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 прокариотов
30. Оперонная организация генов прокариотов.
31. Бактериальные плазмиды
32. ДНК митохондрий и хлоропластов
33. Структура генома эукариотов. Экзон-интронное строение генома эукариотов.
34. Последовательности геномов и число генов эукариотов
35. Кластеры и повторы. Дупликация генов. Дивергенция последовательностей. Псевдогены. Сателлитные ДНК
36. Ферменты, способствующие уплотнению ДНК
37. Бактериальные топоизомеразы
38. Топоизомеразы эукариотов
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»

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

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, репосома

Тема 10. «Репликация у прокариотов и эукариотов»

59. Репликация ДНК прокариотов на примере *E. coli*: инициация, элонгация, терминация.

60. ДНК-полимеразы эукариотов: многообразие и классификация

61. Особенности репликации у эукариотов на примере *Saccharomyces cerevisiae*.

62. Особенности репликации теломер хромосом эукариотов. Теломераза.

63. Генетическая и ферментативная регуляция клеточного цикла эукариотов

Раздел 6 «Репарация. Мутации»

Тема 11. «Мутагены и мутации»

64. Мутации: понятие, классификация, роль в жизни клетки, организма и вида.

65. Горячие точки и частота мутаций.

66. Мутагены.

67. Физические факторы, вызывающие повреждения ДНК

68. Окислительные повреждения ДНК

69. Тест Эймса для идентификации мутагенов

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.Экцизионная репарация нуклеотидов и оснований
- 75.Мисмэтч-репарация
- 76.SOS-репарация.
- 77.Пострепликативная репарация

Раздел 7. «Рекомбинация ДНК»

Тема 13. «Рекомбинация ДНК как процесс репарации»

- 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 эукариотов и нехомологичное соединение концов

- 85.Мейотическая рекомбинация и ее вклад в генетическое разнообразие
- 86.Рекомбинация в ходе митоза
- 87.Нехомологичное 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 эукариотов
- 95.Эволюционная связь ретротранспозонов и ретровирусов

Раздел 8. «Транскрипция и процессинг»

Тема 18. «Транскрипция у про- и эукариотов – 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 эукариотов и строение их промоторов
101. Роль транскрипционных факторов в инициации транскрипции эукариотов
102. Механизмы терминации транскрипции у эукариотов
103. Связь транскрипции с репарацией ДНК, процессингом РНК и транспортом мРНК

Тема 19. «Процессинг мРНК: кэпирование, полиаденилирование и сплайсинг. Альтернативный сплайсинг»

104. Кэпирование – механизм и значение
105. Полиаденилирование – механизм и значение
106. Координированная регуляция кэпирования мРНК, полиаденилирования и сплайсинга во время транскрипции
107. Механизм сплайсинга. Граница экзон-интрон
108. Строение сплайсосомы.
109. Альтернативный сплайсинг – значение и примеры
110. Самосплайсирующие 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 прокариотов и эукариотов»

122. Строение, структура и функции рибосом эукариотов и прокариотов
123. Ассоциация и диссоциация рибосом в ходе трансляции

Тема 24. «Механизмы трансляции у бактерий и эукариотов»

124. Инициация трансляции у прокариотов 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
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

Раздел 11. «Регуляция экспрессии генов»

Тема 25. «Регуляция транскрипции у бактерий и эукариотов»

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. Энхансеры. Сайленсеры.
139. Коактиваторы и корепрессоры
140. Аттенюация транскрипция
141. SOS регуляция
142. Рибопереключател

Тема 26. «Посттранскрипционная регуляция экспрессии генов»

143. Посттрансляционная 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 эукариотов и регуляция структуры хроматины
149. Геномный импринтинг
150. Компенсация дозы генов и экспрессия генов половых хромосом
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

Тема 27. «Молекулярная биология, биология развития и эволюция»

155. Регуляция экспрессии генов и индивидуальное развитие
156. Эволюция транскрипционных факторов
157. Влияние небольших генетических изменений на фенотип

Тема 28. «Молекулярная биология в современной медицине, сельском хозяйстве, промышленности»

158. Генетическая основа наследственных заболеваний и рака.
Генная терапия
159. Получение рекомбинантных белков с использованием микроорганизмов
160. Генетическая инженерия растений и животных
161. ДНК тесты в криминалистике
162. Исследование ДНК ископаемых останков
163. Этические вопросы современной молекулярной генетики

4.3 Лекции и практические занятия

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4

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

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практиче ская подготов ка
1.	Раздел 1. Введение в молекулярную биологию				10
	Тема 1. Предмет, цели, задачи и основные методы молекулярно й биологии	Лекция № 1. Предмет, цели, задачи и основные методы молекулярной биологии	ОПК-1.2; ОПК- 1.3		2
		Лабораторная работа № 1. Предмет, цели, задачи и основные методы молекулярной биологии	ОПК-1.1; ОПК- 1.3; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 2. ДНК и хранение биологическ ой информации	Лекция № 2. ДНК и хранение биологической информации	ОПК-1.1; ОПК- 1.2; ОПК-1.3		2
		Лабораторная работа № 2. Базы данных нуклеотидных последовательностей	ОПК-1.1; ОПК- 1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.1;	Ответы на вопросы, решение задач	2
		Лабораторная работа № 3. Организация работы и техника безопасности в лаборатории молекулярной биологии	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				22
	Тема 3. Структура и	Лекция № 3. Структура и функции нуклеиновых кислот.	ОПК-1.2; ОПК- 1.3; ОПК-7.3		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практиче- ская подготов- ка
	функции нуклеиновы х кислот. Свойства нуклеиновы х кислот	Свойства нуклеиновых кислот			
		Лабораторная работа № 4. Структура и функции нуклеиновых кислот. Свойства нуклеиновых кислот	ОПК-1.1; ОПК- 1.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
		Лабораторная работа № 5 Выделение ДНК из различных клеток и тканей	ОПК-1.1; ОПК- 1.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Защита лабораторной работы	2
	Тема 4. Методы исследовани я нуклеиновы х кислот	Лекция № 4. Методы исследования нуклеиновых кислот	ОПК-1.1; ОПК- 1.2		2
		Лабораторная работа № 6. Выделение плазмидной ДНК	ОПК-1.1; ОПК- 7.2; ОПК-7.3	Ответы на вопросы, решение задач	2
		Лабораторная работа № 7. Выделение ДНК из растительных тканей и семян	ОПК-1.1; ОПК- 1.3; ОПК-7.2	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 8. Выделение РНК	ОПК-1.1; ОПК- 1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.1;	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 9. Контроль качества и определение концентрации нуклеиновых кислот	ОПК-1.1; ОПК- 1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.1;	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 10. Методы осаждения и очистки ДНК	ОПК-1.1; ОПК- 1.3; ОПК-7.2	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 11. Методы осаждения и очистки РНК	ОПК-1.1; ОПК- 1.3; ОПК-7.2	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 12 Электрофорез ДНК в агарозном геле»	ОПК-1.1; ОПК- 1.3; ОПК-7.2	Защита лабораторной работы	2
	Раздел 3. Топология ДНК – функциональные деформации				8
	Тема 5. Проблема компактизац ии ДНК. Ферменты, участвующи е в компактизац ии ДНК	Лекция № 5. Проблема компактизации ДНК. Ферменты, участвующие в компактизации ДНК	ОПК-1.1; ОПК- 7.1; ОПК-7.3		2
		Лабораторная работа № 13. «Электрофорез ДНК в полиакриламидном геле»	ОПК-1.2; ОПК- 7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
3.	Тема 6.	Лекция № 6.	ОПК-1.1; ОПК-		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практиче- ская подготов- ка
	Суперскруч ивания ДНК	Суперскручивания ДНК	1.3; ОПК-7.1		
		Лабораторная работа № 14. Рестрикционный анализ ДНК	ОПК-1.2; ОПК- 1.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
4.	Раздел 4. Нуклеосома, хроматин и структура хромосом				8
	Тема 7. Нуклеосома и структура хромосом высшего порядка	Лекция № 7. Нуклеосома и структура хромосом высшего порядка	ОПК-1.2; ОПК- 1.3; ОПК-7.3		2
		Лабораторная работа № 15. Анализ ДНК с помощью Саузерн-блоттинга	ОПК-1.2; ОПК- 7.1; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 8. «Регуляция структуры хроматина»	Лекция № 8. Регуляция структуры хроматина	ОПК-1.2; ОПК- 1.3; ОПК-7.3		2
		Лабораторная работа № 16. Анализ РНК с помощью Норзен-блоттинга	ОПК-1.1; ОПК- 1.2; ОПК-7.3	Ответы на вопросы, решение задач	2
5.	Раздел 5. Репликация ДНК				8
	Тема 9. Общие механизмы репликации	Лекция № 9. Общие механизмы репликации	ОПК-1.1; ОПК- 1.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2		2
		Лабораторная работа № 17. ПЦР – принцип метода и основные параметры	ОПК-1.3; ОПК- 7.2; ОПК-7.3	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 10. Репликация у прокариотов и эукариотов	Лекция № 10. Репликация у прокариотов и эукариотов	ОПК-1.1; ОПК- 1.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2		2
		Лабораторная работа № 18. Дизайн праймеров для ПЦР	ОПК-1.1; ОПК- 1.3; ОПК-7.1; ОПК-7.3	Ответы на вопросы, решение задач	2
6.	Раздел 6 «Репарация. Мутации»				8
	Тема 11. Мутагены и мутации	Лекция № 11. Мутагены и мутации	ОПК-1.2; ОПК- 7.1; ОПК-7.3		2
		Лабораторная работа № 19. Проблемы при проведении ПЦР и способы их устранения	ОПК-1.1; ОПК- 1.3; ОПК-7.1; ОПК-7.3	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 12. Механизмы репарации ДНК	Лекция № 12. Механизмы репарации ДНК	ОПК-1.1; ОПК- 1.2; ОПК-7.2; ОПК-7.3		2
		Лабораторная работа № 20. ПЦР с обратной	ОПК-1.2; ОПК- 1.3; ОПК-7.2	Ответы на вопросы,	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практиче- ская подготов- ка
		транскриптазой		решение задач	
7.	Раздел 7. «Рекомбинация ДНК»				20
	Тема 13. Рекомбинация ДНК как процесс репарации	Лекция № 13. Рекомбинация ДНК как процесс репарации	ОПК-1.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3		2
		Лабораторная работа № 21. ПЦР длинных фрагментов	ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 14. Ферменты рекомбинации	Лекция № 14. Ферменты рекомбинации	ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2		2
		Лабораторная работа № 22. Количественная ПЦР в реальном времени	ОПК-1.1; ОПК-1.3; ОПК-7.2; ОПК-7.3	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 15. Гомологичная рекомбинация у эукариотов и негомлогичное соединение концов	Лекция № 15. Гомологичная рекомбинация у эукариотов и негомлогичное соединение концов	ОПК-1.1; ОПК-1.3; ОПК-7.1		2
		Лабораторная работа № 23. Молекулярное клонирование ДНК	ОПК-1.1; ОПК-1.3; ОПК-7.1; ОПК-7.3	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 16. Механизмы сайт-специфичной рекомбинации	Лекция № 16. Механизмы сайт-специфичной рекомбинации	ОПК-1.1; ОПК-1.3; ОПК-7.2		2
		Лабораторная работа № 24. Клонирование без рестрикции	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-7.1; ОПК-7.3	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 17. Механизмы транспозиции	Лекция № 17. Механизмы транспозиции»	ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.2; ОПК-7.3		2
		Лабораторная работа № 25. Трансформация химически компетентных клеток <i>E. coli</i> и ПЦР для отбора колоний	ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.2; ОПК-7.3	Ответы на вопросы, решение задач	2
8.	Раздел 8. «Транскрипция и процессинг»				14
	Тема 18. Транскрипция у про- и эукариотов – общие	Лекция № 18. Транскрипция у про- и эукариотов – общие механизмы	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-7.1; ОПК-7.3		2
		Лабораторная работа № 26. Секвенирование по Сенгеру	ОПК-7.1; ОПК-7.2	Ответы на вопросы,	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практиче- ская подготов- ка
	механизмы			решение задач	
	Тема 19. «Процессинг мРНК: кэпирование , полиаденили- рование и сплайсинг. Альтернатив- ный сплайсинг»	Лекция № 19. Процессинг мРНК: кэпирование, полиаденилирование и сплайсинг. Альтернативный сплайсинг	ОПК-1.1; ОПК- 1.2; ОПК-7.2; ОПК-7.3		2
		Лабораторная работа № 27. Обзор методов NGS	ОПК-1.2; ОПК- 7.2; ОПК-7.3	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 20. Регуляция транскрипци и	Лекция № 20. Регуляция транскрипции	ОПК-1.3; ОПК- 7.2; ОПК-7.3		2
		Лабораторная работа № 28. Нанопоровое секвенирование	ОПК-1.1; ОПК- 7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3	Ответы на вопросы, решение задач	4
9.	Раздел 9. Генетический код				12
	Тема 21. тРНК как молекула- адаптер. Гипотез колебаний	Лекция № 21. тРНК как молекула-адаптер. Гипотез колебаний	ОПК-1.1; ОПК- 1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.3		2
		Лабораторная работа № 29. Фрагментный анализ	ОПК-1.2; ОПК- 7.1; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
		Лабораторная работа № 30. Приготовление библиотек для секвенирования на платформе Illumina	ОПК-1.2; ОПК- 7.1; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 22. Свойства генетическог о кода	Лекция № 22. Свойства генетического кода	ОПК-1.1; ОПК- 1.3; ОПК-7.1		2
		Лабораторная работа № 31. «Анализ данных секвенирования»	ОПК-1.1; ОПК- 1.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
		Лабораторная работа № 32. «Выбор оптимальной стратегии секвенирования»	ОПК-1.1; ОПК- 1.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	2
10.	Раздел 10. Биосинтез белка				12
	Тема 23. Структура и функция рибосом прокариотов	Лекция № 23. Структура и функция рибосом прокариотов и эукариотов	ОПК-1.2; ОПК- 1.3; ОПК-7.1		2
		Лабораторная работа № 33.	ОПК-1.1; ОПК-	Ответы на	4

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практиче- ская подготов- ка
	и эукариотов	Структура и функция рибосом прокариотов и эукариотов	7.2	вопросы, решение задач	
	Тема 24. Механизмы трансляции у бактерий и эукариотов	Лекция № 24. Механизмы трансляции у бактерий и эукариотов	ОПК-1.2; ОПК- 1.3; ОПК-7.2		2
		Лабораторная работа № 34. Механизмы трансляции у бактерий и эукариотов	ОПК-1.1; ОПК- 1.3; ОПК-7.2; ОПК-7.3	Ответы на вопросы, решение задач	4
11.	Раздел 11. «Регуляция экспрессии генов»				22
	Тема 25. Регуляция транскрипции и у бактерий и эукариотов	Лекция № 25. Регуляция транскрипции у бактерий и эукариотов	ОПК-1.2; ОПК- 1.3; ОПК-7.2		2
		Лабораторная работа № 35. Регуляция транскрипции у бактерий и эукариотов	ОПК-1.1; ОПК- 7.1; ОПК-7.3	Ответы на вопросы, решение задач	4
	Тема 26. Посттранскрип- ционная регуляция экспрессии генов	Лекция № 26. Посттранскрипционная регуляция экспрессии генов	ОПК-1.1; ОПК- 1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.2		2
		Лабораторная работа № 36. Посттранскрипционная регуляция экспрессии генов	ОПК-1.2; ОПК- 7.1; ОПК-7.3	Ответы на вопросы, решение задач	4
	Тема 27. Молекулярная биология, биология развития и эволюция	Лекция № 27. Молекулярная биология, биология развития и эволюция	ОПК-1.2; ОПК- 7.1; ОПК-7.2		1
		Лабораторная работа № 37. Молекулярная биология, биология развития и эволюция	ОПК-1.3; ОПК- 7.1; ОПК-7.3	Ответы на вопросы, решение задач	4
	Тема 28. Молекулярная биология в современной медицине, сельском хозяйстве, промышленности	Лекция № 28. Молекулярная биология в современной медицине, сельском хозяйстве, промышленности	ОПК-1.2; ОПК- 1.3; ОПК-7.3		1
		Лабораторная работа № 38. Молекулярная биология в современной медицине, сельском хозяйстве, промышленности	ОПК-1.2; ОПК- 1.3; ОПК-7.2	Ответы на вопросы, решение задач	4

ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Введение в молекулярную биологию		
1.	Тема 1. Предмет, цели, задачи и основные методы молекулярной биологии	Изменения наследственной информации как основа эволюции. Химическая эволюция биомолекул. Гипотеза РНК-мира (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 (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	Полиморфизм структуры ДНК Свойства ДНК: денатурация и ренатурация; гибридизация и отжиг; гипо- и гиперхромный эффект; оптическая плотность (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 (ОПК-1.1; ОПК-1.2).
Раздел 3. Топология ДНК – функциональные деформации		
5.	Тема 5. Проблема компактизации ДНК. Ферменты, участвующие в компактизации ДНК	Топоизомеразы эукариотов Белки SMC и конденсация хроматина (ОПК-1.1; ОПК-7.1; ОПК-7.3).
6.	Тема 6. Суперскручивание ДНК	Мера топологической связи и раскрученность ДНК Формы уплотнения ДНК при суперспирализации (ОПК-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 Структуры хромосом высшего порядка (ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.3).
8.	Тема 8. Регуляция структуры хроматина	Сборка нуклеосом и роль шаперонов Модификация гистоновых хвостов и регуляция доступности ДНК (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 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2).
10.	Тема 10. Репликация у прокариотов и эукариотов	ДНК-полимеразы эукариотов: многообразие и классификация Особенности репликации у эукариотов на примере <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (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 повреждения ДНК Окислительные повреждения ДНК (ОПК-1.2; ОПК-7.1; ОПК-7.3).
12.	Тема 12. Механизмы репарации ДНК	Репарация алкилирующих повреждений, восстановление фосфодиэфирных связей.

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		Экцизионная репарация нуклеотидов и оснований (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 двухцепочечных разрывов Регрессия репликативной вилки (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 (; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2).
15.	Тема 15. Гомологичная рекомбинация у эукариотов и негомологичное соединение концов	Сайт-специфичная рекомбинация как часть жизненного цикла вирусов Регуляция экспрессии генов при помощи механизмов сайт-специфичной рекомбинации (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 (; ОПК-1.1; ОПК-1.3; ОПК-7.2).
17.	Тема 17. Механизмы транспозиции	Классификация бактериальных транспозонов Ретротранспозоны эукариотов (ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.2; ОПК-7.3).
Раздел 8. Транскрипция и процессинг		
18.	Тема 18. Транскрипция у про- и эукариотов – общие механизмы	Характеристика РНК-полимераз эукариотов и строение их промоторов Роль транскрипционных факторов в инициации транскрипции эукариотов (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 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-7.2; ОПК-7.3).
20.	Тема 20. Регуляция транскрипции	Транспорт и деградация РНК Процессинг некодирующих РНК (ОПК-1.3; ОПК-7.2; ОПК-7.3).
Раздел 9. Генетический код		
21.	Тема 21. тРНК как молекула-адаптер. Гипотез колебаний	Гипотеза колебаний и распознавания кодона антикодоном (; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.3).
22.	Тема 22. Свойства генетического кода	История расшифровки генетического кода (ОПК-1.1; ОПК-1.3; ОПК-7.1).
Раздел 10. Биосинтез белка		
23.	Тема 23. Структура и функция рибосом прокариотов и эукариотов	Ассоциация и диссоциация рибосом в ходе трансляции (ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.1).

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 3. Структура и функции 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 прокариотов и эукариотов	ЛР	Работа студентов с электронными ресурсами
5.	Тема 12. Механизмы репарации ДНК	Л	Работа студентов с электронными ресурсами
6.	Тема 15. Гомологичная рекомбинация у эукариотов и нехомологичное соединение концов	ЛР	Работа студентов с электронными ресурсами
7.	Тема 16. Механизмы сайт-специфичной рекомбинации	ЛР	Работа студентов с электронными ресурсами
8.	Тема 18. Транскрипция у про- и эукариотов – общие механизмы	Л	Работа студентов с электронными ресурсами, анализ конкретной ситуации, тематическая дискуссия
9.	Тема 19. Процессинг мРНК: кэпирование, полиаденилирование и сплайсинг. Альтернативный сплайсинг»	ЛР	Просмотр обучающих видеоматериалов
10.	Тема 20. «Регуляция транскрипции	Л	Работа студентов с электронными ресурсами
11.	Тема 21. тРНК как молекула-адаптер. Гипотез колебаний	ЛР	Анализ конкретной ситуации, тематическая дискуссия
12.	Тема 22. Свойства генетического кода	ЛР	Анализ конкретной ситуации, тематическая дискуссия
13.	Тема 25. Регуляция	Л	Анализ конкретной ситуации, тематическая

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	транскрипции у бактерий и эукариотов		дискуссия
14.	Тема 26. Посттранскрипцион ная регуляция экспрессии генов	ЛР	Анализ конкретной ситуации, тематическая дискуссия
15.	Тема 27. Молекулярная биология, биология развития и эволюция	ЛР, Л	Анализ конкретной ситуации, тематическая дискуссия

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итомам 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 родительских 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 родительских 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 М, N и О. Если кроссинговер происходит между М и О в 5% случаев, а между N и О 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; гипо- и гиперхромный эффект; оптическая плотность
4. Доказательства полуконсервативного механизмы репликации.
5. Типы репликации.
6. Ферменты репликации, реписома
7. Репликация ДНК прокариотов на примере *E. coli*: инициация, элонгация, терминация
8. ДНК-полимеразы эукариотов: многообразие и классификация
9. Особенности репликации у эукариотов на примере *Saccharomyces cerevisiae*
10. Особенности репликации теломер хромосом эукариотов. Теломераза.
11. Генетическая и ферментативная регуляция клеточного цикла эукариотов
 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 экспрессирующие 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

(а) 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

(с) 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 СТАТСАСГСТТТАСС. Какой из этого можно сделать вывод?

Задание 3

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

EcoRI – 6 кб и 14 кб

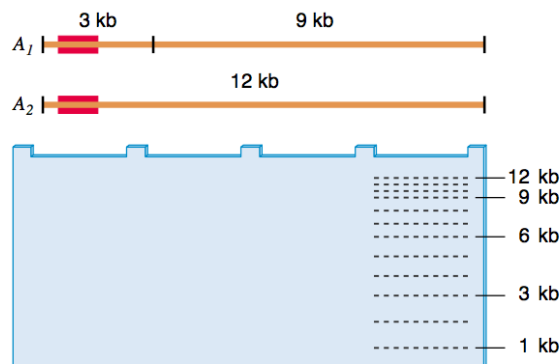
HindIII – 7 кб и 13 кб

обе – 2 кб, 4 кб, 5 кб, 9 кб

Как много рестриктационных карт можно построить в соответствии с этими данными? Построить рестриктационные 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 иверху. ДНК-зонд связывается в положении, обозначенном прямоугольником. В соответствии с RFLP анализ 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 полос на электрофорограмме для каждого из 3-х генотипов?

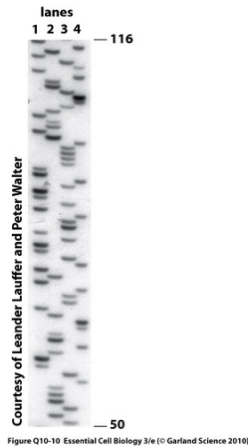


Задание 5

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

Задание 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?

Задание 7. T4-подобный бактериофаг JS98 имеет ДНК с молекулярной массой $1,11 \times 10^8$, 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.

(b) 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 соленоидальную суперспираль.

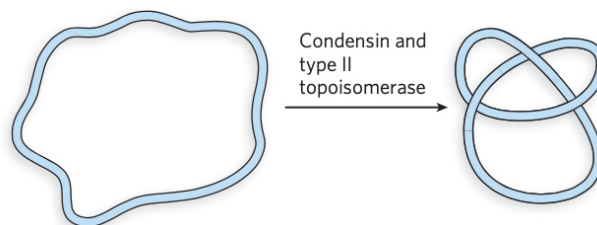
(б) Одна цепь ДНК разорвана.

в) к раствору ДНК добавляют 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 или 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 эукариотов 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 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 описывает, 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.
- (в) 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 сшиванию 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 прокариотов 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' AGGTCTTCGATCGA 3'

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

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

Задание 3

Заполните табцу:

Топоизомераза I	Эукариотов	Прокариотов
Общие черты		
Отличительные черты		

Тестовые задания

1. Почему для репликации ДНК необходимы РНК праймеры?

- (а) РНК праймеры необходимы для активности ДНК лигазы;
- (b) РНК праймеры создают 5' и 3' концы нити;
- (c) ДНК полимеразы могут добавлять нуклеотиды только к молекулам РНК;

(d) ДНК полимераза может добавлять нуклеотиды только к уже существующей нити.

2. Предположим, что в клетке произошла мутация, в ходе которой в процессе репликации ДНК были созданы нормальные фрагменты Оказаки, но не произошло их связывание в непрерывную цепь. Ген, кодирующий какой из ферментов, был изменен данной мутацией?

- (a) ДНК-полимераза;
- (b) РНК праймаза;
- (c) ДНК-хеликаза;
- (d) ssDNA binding protein
- (e) ДНК-лигаза;

3. Геном типичной бактерии содержит $5 \cdot 10^3$ пар оснований и реплицируется около 30 минут. Геном человека содержит $3 \cdot 10^9$ 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 прокариотов
- (c) Нуклеосомы эукариотов обеспечивают более быструю репликацию ДНК
- (d) ДНК человека содержит больше ориджинов репликации, чем ДНК прокариотов.

4. Репликация ДНК называется полуконсервативной, потому что:

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

5. Что происходит после того, как ДНК-полимераза, синтезирующая новую цепь ДНК, встречается с РНК-праймером предыдущего фрагмента 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 эукариотов;
- (b) Репликация ДНК происходила бы в направлении от 3 'до 5' на одной нити и в направлении от 5 'до 3', на другой;
- (c) Репликация ДНК происходила бы только на одном конце репликационного глазка;
- (d) ДНК-полимераза не сможет выполнить проверку ошибок;

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

- (a) ДНК-полимераза может двигаться только вдоль нити ДНК в одной ориентации;
- (b) Это позволяет эффективно проверять ошибки вновь синтезированной ДНК;
- (c) ДНК-полимераза должна периодически останавливаться, чтобы накопить больше нуклеотидов;
- (d) Нуклеосомы нарушают процесс синтеза ДНК;

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

- (a) Новая нить реплицированной молекулы ДНК содержит одинаковое количество N14 и N15;
- (b) После одного цикла репликации, одна нить содержит молекулу ДНК с N14, а другая – с N15;
- (c) После нескольких циклов репликации вся ДНК была преобразована из формы “НН” в форму “ЛН”;
- (d) После множества циклов репликации половина молекул ДНК имеют “НН”-плотность, а другая – «LL”-плотность;

9. Отметить верные и неверные утверждения

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

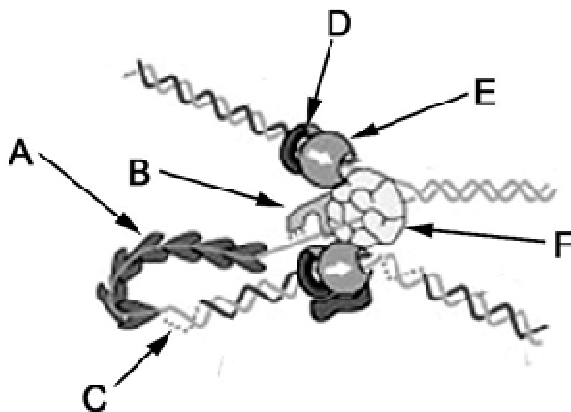
10. Заполнить пропуски:

А. Фермент, ответственный за синтез ДНК при репликации называется _____.

В. 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 _____.
- Д. Та дочерняя цепь ДНК, которая синтезируется непрерывно называется _____, а та цепь, которая синтезируется с перерывами называется _____.
- Е. Для ДНК-полимеразы в отличие от РНК полимеразы совершенно необходим свободный 3'-ОН-конец _____, спаренной с расплетенной ДНК, чтобы присоединять к нему новые нуклеотиды
- Ф. Если ДНК полимераза ошибочно присоединит неправильный нуклеотид к 3'-концу, ее отдельный Каталитический домен, обладающий (3'→5') _____ активностью, удалит неподходящее основание.
- Г. Для инициации синтеза ДНК на отстающей цепи нужны короткие праймеры, возникающие благодаря работе фермента _____, который в качестве субстрата использует рибонуклеозидтрифосфаты.
- Н. Расплетение двойной спирали ДНК в зоне репликативной вилки катализируется _____, использующей для направленного движепния по ДНК энергию гидролиза АТФ.

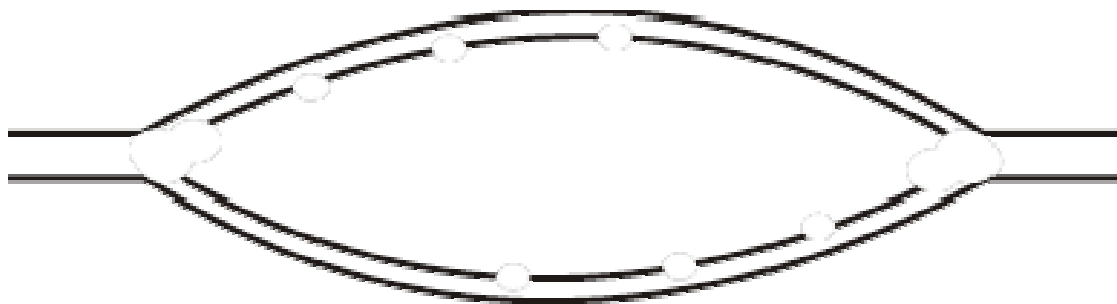
11. Назовите различные белки и компоненты комплекса репликации ДНК, показанные на этой диаграмме. Определите функцию каждого из них.



12. Обозначьте порядок функционирования перечисленных ферментов в ходе репликации ДНК

- _____ РНК-праймаза;
- _____ ДНК-лигаза;
- _____ ДНК-полимераза;
- _____ ДНК-хеликаза;
- _____ 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 Окадзаки 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 фосфодиэфирных связей
6. Эксцизионная репарация: темновая репарация димеров, репарация с помощью гликозилаз и AP-эндонуклеаз, мисмэтч-репарация. SOS-репарация
7. Пострепликативная репарация.
8. Рекомбинация ДНК. Структура Холлидея
9. Аналог основания 2-амино-пурина (2-AP) заменяет аденин во время репликации ДНК, и он может образовывать пару оснований с цитозином. Аналог основания 5-бромурацил (5-BU) заменяет тимидин, и он может образовывать пару оснований с гуанином. как будет выглядеть двухцепочечная тринуклеотидная A-G-T последовательности, показанная здесь, после трех раундов репликации? Предполагается, что в первом раунде оба аналога присутствуют и включаются везде, где это возможно. Перед вторым и третьим циклом репликации любые невключенные аналоги оснований удаляются. Какими будут конечные последовательности?
10. Редкая доминантная мутация, экспрессируемая при рождении, была изучена на людях. Записи показали, что шесть случаев были обнаружены среди 40 000 живорождений. Семейные истории показали, что в двух случаях мутация уже присутствовала у одного из родителей. Рассчитайте частоту спонтанных мутаций для этой мутации. Какие основные предположения могут повлиять на наши выводы?
11. Рассмотрим следующие оценки:

- (а) На этой планете живет $5,5 \cdot 10^9$ 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
recA			
β -полимераза эукариотов			
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

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

2500 - 1900 и 600

1300 - 800 и 500

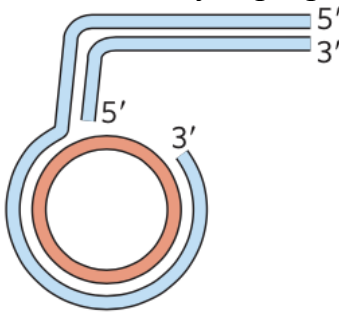
1200 - 1000 и 200

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 проходит 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, встроенных в его три подблока. Укажите субъединицу (RecB, RecC или RecD), отвечающую за каждую из следующих функций.

- (а) $3' \rightarrow 5'$ винтовой двигатель
- (б) Нуклеаза
- (с) $5' \rightarrow 3'$ спираль
- (д) Наличие «булавочной» структуры, которая помогает разделять ДНК пряди
- (е) Связывание с сайтами χ

Задание 5. В клетках *E. coli* с мутациями, элиминирующими фермент RecBCD, около 20% клеток имеют линейаризованные хромосомы при выращивании в нормальных аэробных условиях. При сходных условиях роста в клетках

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

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 негомологичного соединения концов приводит к мутациям. Объясните, почему.

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

1. РНК-полимеразы прокариотов: роль в клетке, классификация, строение, функции отдельных субъединиц.
2. Инициация, элонгация и терминация транскрипции у про- и эукариотов.
3. Процессинг: полиаденилирование, экспонирование, сплайсинг. Понятие об альтернативном сплайсинге.
4. Распад мРНК.
5. РНК-синтетазная 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 соединялись бы в правильной последовательности
 - (d) Из мРНК были бы удалены экзоны вместо интронов
3. Ядрышко, расположенное в ядре – это сайт, где происходит:
 - (a) Процессинг РНК
 - (b) Происходит транскрипция рРНК и сбор субъединиц рибосом
 - (c) к тРНК присоединяются аминокислоты
 - (d) мРНК транслируется в белок
4. В ходе процессинга РНК:
 - (a) Все экзоны удаляются и отбрасываются
 - (b) Молекулы РНК строятся на основе матрицы ДНК
 - (c) Интроны вырезаются из РНК, а экзоны сшиваются вместе
 - (d) Молекула РНК транслируется в молекулу белка
5. Как клетка «маркирует» положение интронов в РНК, не прошедшей процессинг?

- (a) Существуют специальные типы 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:
- (e) Использование экзонов в качестве интронов и наоборот в ходе процессинга РНК
 - (f) Сплайсинг поврежденных фрагментов ДНК репарационными ферментами ДНК
 - (g) Соединение РНК из двух разных генов с образованием новой мРНК
 - (h) Использование альтернативных рамок считывания при трансляции мРНК
7. Во время транскрипции от РНК к ДНК
- (a) РНК-полимераза движется вдоль ДНК в направлении 5' к 3'.
 - (b) Сначала создается 3'-конец молекулы РНК.
 - (c) РНК-полимераза должна сначала связываться с промоторной последовательностью.
 - (d) транскрипция всегда начинается с «стартового кодона».
8. Во время транскрипции определенного гена РНК-полимераза будет транскрибировать:
- (a) Обе цепи ДНК, но в итоге будет получаться одна молекула РНК
 - (b) Только одну из цепей ДНК, двигаясь в направлении от 3' к 5' вдоль матрицы
 - (c) Обе цепи, но перемещаясь от 3' к 5' для 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 эукариотов и архей
 - (c) Последовательность, упрощающая сборку комплекса транскрипции РНК-полимеразой II
 - (d) Пример одного из стоп-кодонов транскрипции
12. Согласно теории РНК мира:
- (a) Молекулы РНК были первыми органическими молекулами, сформировавшимися на земле;
 - (b) Жизнь эволюционировала на другой планете, называемой “РНК мир”
 - (c) Все молекулы РНК в клетке являются «рибозимами»
 - (d) Примитивные молекулы РНК эволюционировали 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 прокариотов связана со связыванием сигма-фактора с промотором
5. Только рРНК являются полиаденилированными.
6. Поскольку гены могут быть закодированы на обеих нитях двойной спирали ДНК, кодирующие области разных генов могут перекрываться.
7. Промотор расположен ниже по потоку от кодирующей области гена.
8. Для прокариотов не характерен процессинг
9. Общие факторы транскрипции — это белки, которые регулируют активность эукариотической РНК-полимеразы.
10. Рибозимы являются примитивными формами молекул РНК, которые больше не существуют в клетках.
11. Интроны — это «мусорная» ДНК, которая загромождает геном вида. Укажите по крайней мере две причины, почему это утверждение неверно?

Задание 1. На рисунке изображена схема молекулы мРНК, на которой обозначены различные участки.

AAAAAAAAAAAAA		AUG		UAG		PPP-GT
1	2	3	4	5	6	7

1. Что не так с этой схемой? Внесите корректировки
2. На правильной схеме обозначьте участок (участки), который (которые) является (являются):
 кодирующими
 не кодирующими
 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. «Генетической код»

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

5'-AUAUAUAUAUAUAUAUAUAUAUAUAU-3'

Задание 2. Учитывая полинуклеотид, кодирующий полиметионин, какие другие полипептиды также будут продуцироваться?

Задание 3. Переведите следующую мРНК в белок, начиная с первого кодона инициации:

5'-CCGAUGCCAUGGCAGCUCGGUGUUAC
 AAGGCUUGCAUCAGUACCAGUUUGAAUCC-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-Asn-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'-AUGUGUUGAUGUAUCAGACCUGUC — — —

Задание 6. Переведите следующую мРНК, начиная с первого 5'-нуклеотида, предполагая, что трансляция происходит в клетке *E. coli*. Если все тРНК

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

5'-AUGGGUCGUGAGUCAUCGUUAAUUGUAGCU
GGAGGGGAGGAAUGA-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 эукариотов.
4. Трансляция. Роль в жизни клетки.
5. Этапы трансляции: образование аминоацил-тРНК, инициация, элонгация и терминация трансляции у про- и эукариотов.
6. Затраты энергии при трансляции. Ингибирование трансляции. Антибиотики.
7. Регуляции трансляции
8. Фолдинг. Роль фолдаз, шаперонов, лигандов.
9. Пути и механизмы транспорта белков в клетке после их синтеза на рибосомах.
10. Модификация белков.
11. Сортировка и распад белков

Тестовые задания

Выбор вариантов ответа

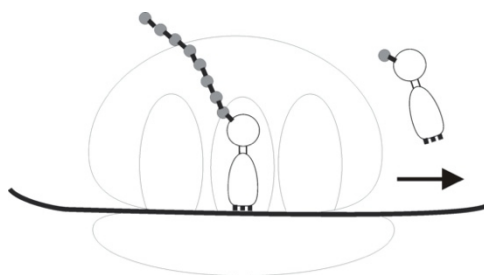
1. В ходе процесса трансляции:
 - (a) Пептид переходит от тРНК в Р-сайте к т-РНК в А-сайте
 - (b) Приходящие тРНК должны сначала связываться в Е-сайте
 - (c) Началом считается связывание малой субъединицы рибосомы с поли А-хвостом мРНК
 - (d) мРНК транслируется одной рибосомой за раз
2. «Протеосома» 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.
 - (b) вновь прибывающие тРНК должны сначала связываться с Е-сайтом.
 - (c) Пептид переходит от тРНК в Р-сайте к т-РНК в А-сайте
 - (d) Новая тРНК должна сначала связываться с Р-сайтом рибосомы.

Заполнить пропуски

1. В рибосоме формирование пептидных связей новой полипептидной цепочки происходит в _____ субъединице, тогда как сопоставление кодонов мРНК происходит на поверхности _____ субъединицы. При трансляции в ходе удлинения полипептидной цепочки, каждая входящая аминоацил-тРНК связывается с _____-сайтом рибосомы, а растущая пептидная цепь удерживается на тРНК в _____-сайте.
2. О конце трансляции сигнализирует _____-кодон, который связывает белок под названием _____.
3. В бактериальных клетках белок, называемый _____ ассоциированный с РНК-полимеразой в основном ответственен за связывание с промотором.
4. Разместите следующие события в правильной последовательности:
 _____ Трансляция
 _____ Транскрипция
 _____ Полиаденилирование
 _____ Присоединение кэпа
 _____ Процессинг РНК
 _____ Экспорт из ядра
5. Кодон метионина - _____, антикодон метионина - _____ и ДНК код - _____.

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

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



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

Хим состав	Структура	Функция

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

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

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

Клеточная структура	Участники	События

Примерный перечень вопросов и задач к разделу 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. Энхансеры. 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 отсутствии 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 двуцепочечной 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 промотор регулируется *LexA*. Плазмиду вводят в клетки *E. coli*, имеющие оперон *lac* с неактивным геном *lacZ*. При каких условиях эти трансформированные клетки будут продуцировать π -галактозидазу?

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

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

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*) изменяются со временем при следующих условиях:

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

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 оператор
- (с) Мутация, которая полностью инактивирует π -галактозидазу
- (д) Мутация, которая полностью инактивирует галактозид проникать

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
- (д) Замена двух кодонов *Trp* в гене лидерного пептида на кодоны *His*
- (е) Устранение сайта связывания рибосомы для гена который кодирует лидерный пептид
- (ф) Замена нескольких нуклеотидов в последовательности 3 так, что она может образовывать пару оснований с последовательностью 4, но не с последовательностью 2.

Задание 10. У эукариотов большинство генов в норме выключены, а РНК-полимеразы не функционируют без активации. У бактерий РНК-полимераза может транскрибировать почти любой ген в отсутствие связанных ингибиторов. Предложите несколько причин такого различия между бактериями и эукариотами.

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

Задание 12. Для оптимальной активации транскрипции генов GAL у дрожжей необходима функция белков Gal4 и Gal11 (Gal4p и Gal11p). Устранение любого белка снижает активацию промоторов GAL. Однако инактивация Gal11p имеет дополнительный и драматический эффект клеточной летальности. Предположите, почему устранение Gal11p может иметь больший эффект, чем устранение Gal4p.

Задание 13. Каково состояние фосфорилирования дрожжевого белка Mig1, когда: а) отсутствуют глюкоза и галактоза; б) присутствует галактоза и отсутствует глюкоза; в) присутствует глюкоза и отсутствует галактоза; и (d) 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. Клонирующие и экспрессирующие векторы. Библиотеки геномной и кДНК.
23. Секвенирование нуклеиновых кислот.
24. Анализ экспрессии генов.
25. Геномика, протеомика и транскриптомика
26. Изучение функций генов и их продуктов

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

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

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

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

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

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

Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 7

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

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Маскаева, Т. А. Молекулярная биология : учебное пособие / Т. А. Маскаева, М. В. Лабутина, Н. Д. Чегодаева. — Саранск : МГПУ им. М. Е. Евсевьева, 2013. — 158 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75096> (дата обращения: 13.12.2024). Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : учебное пособие / Д. Нельсон, М. Кокс ; перевод с английского Т. П. Мосоловой [и др.]. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020 — Том 2 : Биоэнергетика и метаболизм — 2020. — 691 с. — ISBN 978-5-00101-865-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135558>

2. Цымбаленко, Н. В. Практикум по молекулярно-биологическим методам : учебное пособие / Н. В. Цымбаленко, А. А. Жукова, П. С. Кудрявцева. — Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена, 2020. — 116 с. — ISBN 978-5-8064-2888-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/252530> (дата обращения: 13.12.2024).

7.2 Дополнительная литература

1. Калашникова, Елена Анатольевна. Современные аспекты биотехнологии: учебно-методическое пособие / Е. А. Калашникова, Р. Н. Киракосян; Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016 — 123 с.: рис., табл., цв. ил. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/324.pdf>.
2. Спирин, А. С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка : учебное пособие / А. С. Спирин. — Москва : Лаборатория знаний, 2019. — 594 с. — ISBN 978-5-00101-623-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110208>

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

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

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

Таблица 8

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Учебная лаборатория для проведения занятий семинарского типа,	Система очистки воды Hydrurus Ultra Flow, № 410124000603648

групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 37, аудитории № 212, 303-308, 314)	Комплект оборудования для очистки и обеззараживания воздуха, № 410124000603649 Стерилизатор паровой форвакуумный СПГА-100-1-НН В, №210124558132517 Бокс микробиологический безопасности БМБ-II «Ламинар-С» по ТУ 32.50.50-010-51495026-2020 в исполнении: БМБ-II-«Ламинар-С»-1,5, № 210124558132419, № 210124558132418, № 210124558132420, № 210124558132421, № 210124558132422 Климатическая камера «Лаборатория биофотоники», № 410124000603662, № 410124000603663 Комплект климатических установок (фитотрон), № 210124558132659, № 210124558132660 Комплекс контролируемого фотонного излучения для роста растений (люминесцентный), № 410124000603660 Комплекс контролируемого фотонного излучения для роста растений (светодиодный), № 410124000603659 Шейкер инкубатор DW-SI-D2403, Drawell, № 410124000603704 Шейкер - инкубатор с охлаждением CRYSTE, модель PURICELL_SHAKING X10, № 410124000603688 Спектрофотометр K5500Plus, Drawell № 410124000603673 Лиофильная сушилка, LFD-10A, Laboao, № 410124000603685 Комплект лабораторного оборудования пробоподготовки для биотехнологических исследований, № 410124000603692 Центрифуга лабораторная с охлаждением TGL18C, Nanbei, № 410124000603681 Льдогенератор XB-50, Scientz, № 410124000603690 Амплификатор детектирующий "ДТпрайм" по ТУ 9443- 004-96301278-2010 в модификации 5M6, № 410124000603637, № 410124000603638 Гельдокументирующая система QUANTUM-CX5 Edge - Epi UV PadBox, № 410124000603639 Гомогенизатор лабораторный RCP 24, № 410124000603640 Электропоратор для клеток эукариотов, прокариотов и растений CRY-3B, Scientz, № 410124000603691 Термостат Binder, №210134000004208 Интерактивная панель, № 410124000603731 Рабочая станция с предустановленным программным обеспечением, № 210134000018973 Рабочая станция, № 210134000019227-210134000019242
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова. Читальные залы библиотеки.	

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

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

10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

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

- лекции (занятия лекционного типа);
- семинары, практические занятия;
- групповые консультации;
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся;
- занятия иных видов.

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

Виды и формы отработки пропущенных занятий

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

11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

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

Преподавателю рекомендуется создать информационную виртуальную платформу для оперативного общения со студентами по учебным вопросам. Для этого можно задействовать такие формы, социальные сети, блоги. Это

позволит информировать студентов о грядущих мероприятиях, изменениях в расписании, принимать домашние задания и т.д.

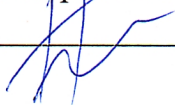
Рекомендуется вместо переключки проводить короткие тесты, это позволит более рационально использовать время и одновременно проверять уровень знаний студентов.

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

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

Программу разработала:

Поливанова Оксана Борисовна, кандидат биологических наук, доцент



РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Молекулярная биология»
ОПОП ВО по направлению 19.03.01 «Биотехнология», направленности «Биотехнология
и молекулярная биология, Агропромышленная биотехнология»
(квалификация выпускника – бакалавр)

Таракановым Иваном Германовичем, профессором кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором биологических наук, профессором, проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Молекулярная биология» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 – «Биотехнология», направленности «Биотехнология и молекулярная биология, Агропромышленная биотехнология» (уровень обучения) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре Биотехнологии (разработчик – Поливанова Оксана Борисовна, кандидат биологических наук, доцент).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Биотехнология» (далее 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. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 19.03.01 – «Биотехнология».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Молекулярная биология» закреплено 6 компетенций. Дисциплина «Молекулярная биология» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Молекулярная биология» составляет 6 зачётных единицы (216 часов).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Молекулярная биология» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.03.01 – «Биотехнология» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

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

8. Программа дисциплины «Молекулярная биология» предполагает 15 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, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, участие в тестировании, коллоквиумах, работа над домашним заданием и аудиторных заданиях - работа научными текстами), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

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 – 2 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 2 наименования, Интернет-ресурсы – 9 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления **19.03.01 – «Биотехнология»**.

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

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

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины **«Молекулярная биология»** ОПОП ВО по направлению **19.03.01 – «Биотехнология»**, направленности **«Биотехнология и молекулярная биология, Агропромышленная биотехнология»** (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Поливановой Оксаной Борисовной, кандидатом биологических наук, доцентом кафедры биотехнологии соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

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

28.08.2025