

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Кафедра биологии

Руководство по основам молекулярной
и классической генетики,
эволюционному учению и экологии для
практических занятий для студентов
I курса

студента I курса

_____ факультета _____ группы

(*ФИО студента*)

20__-20__ учебный год

Нижний Новгород
2020

УДК: 575:378.180.6(076.5)

Руководство по основам молекулярной и классической генетики, эволюционному учению и экологии для практических занятий для студентов I курса / Щербатюк Т.Г., Варшавская Л.В., Калашников И.Н., Князева Е.С., Московцева О.М., Никитина Ю.В., Пиняев С.М., Ермолина Е.А., Чернигина И.А./Под ред. проф. Щербатюк Т.Г.– Н.Новгород: ПИМУ, 2020.- 147 с.

Рецензенты:

- 1) Г.А. Кравченко – кандидат биологических наук, доцент кафедры молекулярной биологии и иммунологии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского»
- 2) Е.И. Кузьмина – кандидат биологических наук, доцент кафедры биохимии им. Г.Я. Городисской, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Приволжский исследовательский медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации

Печатается по решению Центрального методического совета ПИМУ №2 от 29.10.2018

В альбоме представлены темы практических занятий по биологии с экологией для студентов I курса лечебного, педиатрического, медико-профилактического и стоматологического факультетов. Альбом-дневник содержит задания для схематического изображения структур изучаемых объектов, таблицы и упражнения для самостоятельного заполнения, задачи по всем разделам генетики, программный перечень вопросов по дисциплине «Биология с экологией» к итоговым работам по каждой теме, список рекомендуемой литературы.

СОДЕРЖАНИЕ	Стр.
ТЕМА № 1. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ	4
ТЕМА №2. ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОД. РЕАЛИЗАЦИЯ НАСЛЕДСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ (БИОСИНТЕЗ БЕЛКА): ТРАНСКРИПЦИЯ, ПРОЦЕССИНГ, АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СПЛАЙСИНГ.	14
ТЕМА №3. ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОД. ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ (БИОСИНТЕЗ БЕЛКА): РЕКОГНИЦИЯ, ТРАНСЛЯЦИЯ, ПОСТТРАНСЛЯЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ. РЕГУЛЯЦИЯ БИОСИНТЕЗА БЕЛКА.	21
ТЕМА №4. ИЗМЕНЧИВОСТЬ. МУТАГЕНЕЗ. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ. ГЕННАЯ ТЕРАПИЯ.	29
ТЕМА №5. ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ ПО ТЕМЕ «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА»	38
ТЕМА №6. КЛЕТОЧНЫЙ ЦИКЛ. МЕХАНИЗМЫ ПЕРЕДАЧИ НАСЛЕДСТВЕННОГО МАТЕРИАЛА В РЯДУ ПОКОЛЕНИЙ. МИТОЗ.	39
ТЕМА №7. МЕЙОЗ. КРОССИНГОВЕР.	45
ТЕМА №8. ГАМЕТОГЕНЕЗ. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ.	56
ТЕМА №9. ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ ПО ТЕМЕ «МИТОЗ. МЕЙОЗ. ОНТОГЕНЕЗ»	64
ТЕМА №10. ЗАКОНЫ Г. МЕНДЕЛЯ. ПРАВИЛА ВЕРОЯТНОСТЕЙ	65
ТЕМА №11. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕНОВ	71
ТЕМА №12. ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ ПО ТЕМЕ «КЛАССИЧЕСКАЯ ГЕНЕТИКА.»	84
ТЕМА №13. ЭВОЛЮЦИОННОЕ УЧЕНИЕ	96
ТЕМА №14. ЭВОЛЮЦИЯ ХОРДОВЫХ И ЕЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ. ФИЛОГЕНЕЗ КОЖНЫХ ПОКРОВОВ, НЕРВНОЙ, ДЫХАТЕЛЬНОЙ, ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ, КРОВЕНОСНОЙ И ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМ	101
ТЕМА №15. ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ ПО ТЕМЕ «ЭВОЛЮЦИОННОЕ УЧЕНИЕ» И «ЭВОЛЮЦИЯ ХОРДОВЫХ И ЕЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ»	111
ТЕМА №16. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ. ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА.	112
ТЕМА №17. ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ ЧЕЛОВЕКА. МЕТОДЫ ПРЕНАТАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ.	126
ТЕМА №18. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ ЧЕЛОВЕКА (ГЕНЕАЛОГИЧЕСКИЙ, БЛИЗНЕЦОВЫЙ, БИОХИМИЧЕСКИЙ)	134
ТЕСТЫ	144
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	146

ТЕМА №1. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

Работа № 1. Заполните таблицу. Дайте характеристику опытов, доказывающих генетическую роль ДНК.

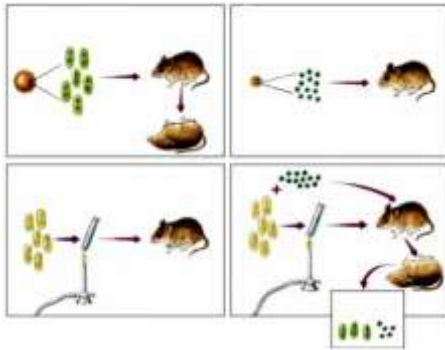


Рис.1.1. Опыт Ф.Гриффитса по трансформации *in vivo*

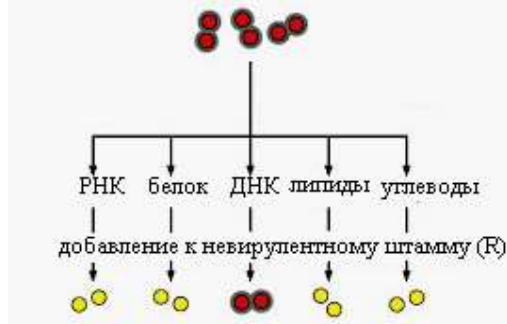


Рис.1.2. Опыты О.Эвери и др. по трансформации *in vitro*

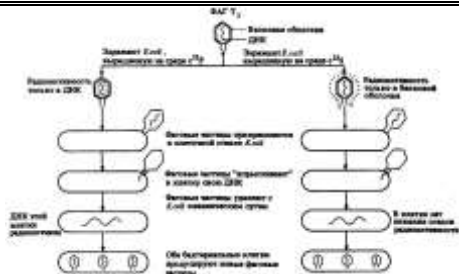


Рис. 1.3. Опыты А.Херши и М.Чейз с бактериофагами и радиоизотопами

Работа № 2. Заполните пропуски, используя термины (нуклеотиды; 2; полинуклеотидные; 0.34 нм; внутри, снаружи; 2 нм; линейная последовательность; 10; правильная спираль; 3.4 нм; Ц, Т; комплементарная):

Основные положения о модели строения молекулы ДНК по Дж. Уотсону и Ф. Крику (1953):

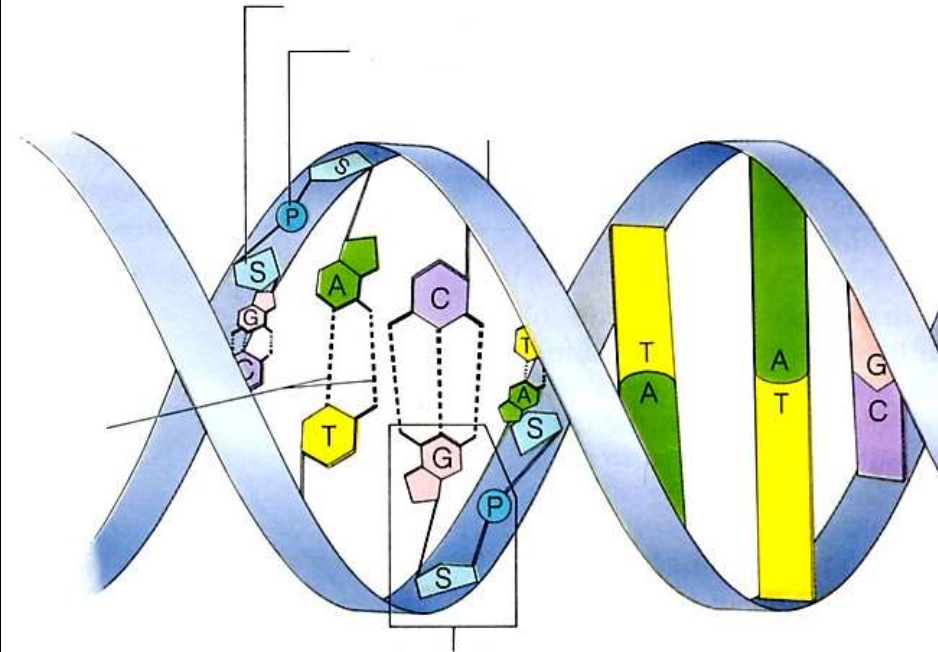
1. Полинуклеотидная цепь ДНК имеет форму_____.
2. Диаметр спирали равен _____ (20 Å).
3. Спираль делает один полный оборот каждые _____ вдоль оси и, поскольку межнуклеотидное расстояние равно 0.34 нм (3.4 Å), содержит _____ нуклеотидов на один виток.
4. Спираль ДНК содержит две _____ цепи, или два ряда, в каждом из которых на виток спирали приходится по десять _____.
5. Если в ДНК содержится наследственная информация и, если эта информация записана в виде специфической последовательности оснований вдоль полинуклеотидной цепи, тогда молекулярная структура ДНК должна быть приспособлена к любой произвольной последовательности оснований.
6. Двухцепочечная спираль может иметь постоянный диаметр в том случае, если между двумя нуклеотидными рядами существуют комплементарные соотношения (А= ; Г≡).
7. Все основания ДНК расположены _____ двойной спирали, а сахарофосфатный остов - _____.
8. Так как каждая цепь содержит последовательность нуклеотидов, в точности _____ последовательности цепи-партнёра, то на деле обе цепи несут одну и ту же генетическую информацию. Если обозначить две цепи A и A^* , то цепь A служит матрицей для образования новой цепи A^* , а цепь A^* может играть ту же роль в образовании новой цепи A . Механизм комплементарного копирования указывает, что наследственная информация ДНК записана в _____ нуклеотидов.

Работа № 3. Нарисуйте схему строения нуклеотида ДНК.

Обозначьте компоненты нуклеотида и вторичной структуры ДНК.

Фосфатная группа
Сахар – дезоксирибоза
Азотистое основание
Фосфодиэфирная связь
Водородная связь
Гликозидная связь

Рис.1.4. Компоненты нуклеотида



Сахар-дезоксирибоза
Фосфатная группа
Водородные связи
Сахарофосфатный остов
Нуклеотид

Рис.1.5. Вторичная структура ДНК

Работа № 4. *Запишите основные принципы строения молекулы ДНК согласно модели Дж. Уотсона и Ф. Крика.*

Принципы строения ДНК:

1) Нерегулярность _____

2) Антипараллельность _____

3) Комплементарность _____

4) Наличие регулярной вторичной структуры _____

Для заметок _____

Работа № 5. Заполните таблицу.

Сравнительная характеристика структуры и функций ДНК и РНК.

признаки	ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота)	РНК (рибонуклеиновая кислота)
Место расположения в клетке		
Местонахождение в ядре		
Строение макромолекулы		
Название мономера		
Схема нуклеотида: <i>сахар (дезоксирибоза, рибоза); остаток фосфорной кислоты; азотистые основания (А, Т, Г, Ц, У).</i>		
Типы нуклеотидов		
Функции:		1. мРНК (иРНК):
		2. тРНК:
		3. рРНК:
		3. мяРНК:

Работа № 6. Зарисуйте схему репликационной вилки ДНК.

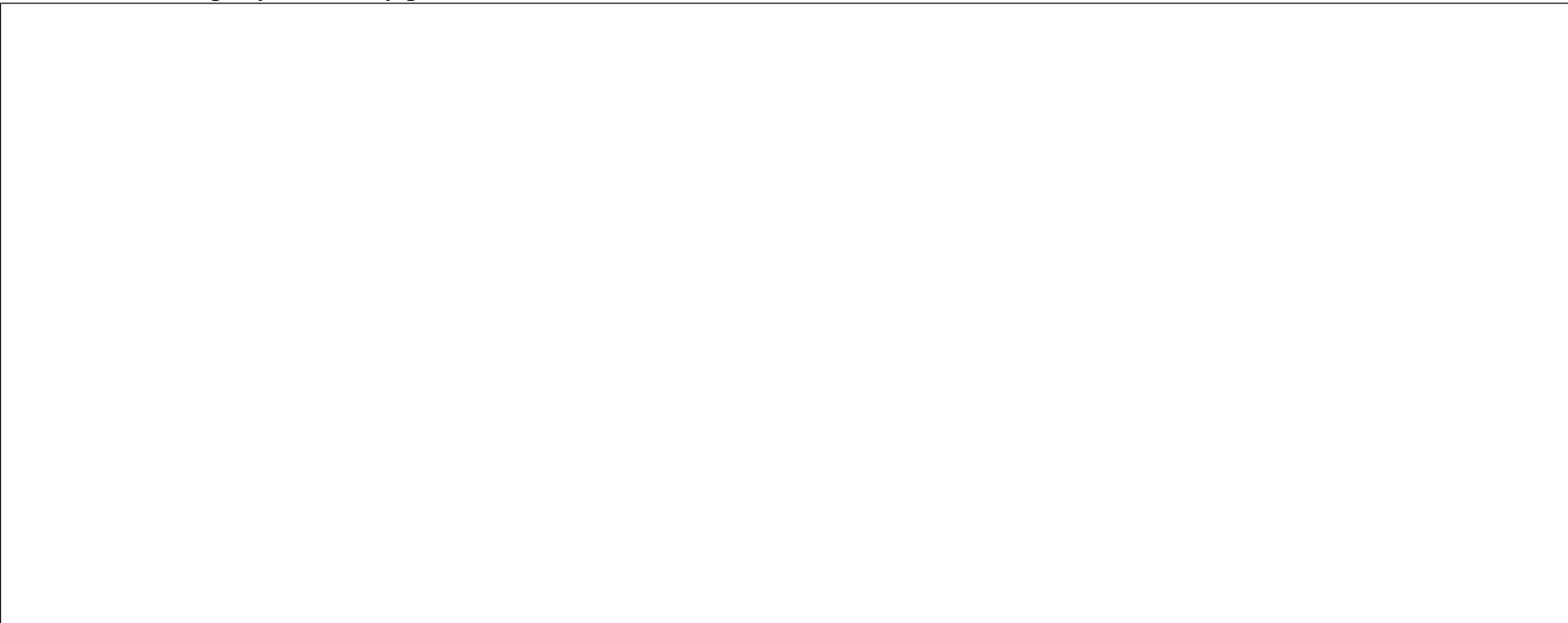


Схема репликационной вилки (1-материнская ДНК; 2-лидирующая цепь; 3- запаздывающая (отстающая) цепь; 4- геликаза; 5- топоизомераза; 6-дестабилизирующие белки; 7-ДНК полимераза-3; 8-праймаза, 9-РНК затравки; 10-ДНК-полимераза-1; 11- ДНК лигаза; 10-фрагменты Оказаки)

Принципы репликации ДНК

Комплементарность _____

Антипараллельность _____

Полуконсервативность _____

Прерывистость _____

Работа № 7. Заполните пропуски, используя термины (*катализируют; расплести; активная; спутывание; комплементарное; сшивают; инициаторные*).

Выводы о механизмах репликации ДНК:

- 1 Репликация ДНК основана на _____ спаривании оснований.
- 2 Репликационная вилка - _____ область ДНК - ограниченная область репликации - асимметрична.
- 3 Репликационные вилки возникают в точках начала репликации за счёт присоединения - _____ белков.
- 4 ДНК-геликазы и дестабилизирующие белки помогают _____ спираль ДНК.
- 5 ДНК-топоизомеразы предотвращают _____ ДНК во время репликации.
- 6 ДНК-полимераза и ДНК-праймаза _____ полимеризацию нуклеозидтрифосфатов.
- 7 ДНК-лигазы _____ фрагменты на отстающей цепи ДНК.

Работа № 8. Решение задач.

<p>Задача 1. Какую длину имеет часть молекулы ДНК, кодирующая инсулин, если известно, что молекула инсулина белка имеет 51 аминокислоту?</p>	<p>Задача 2. В одной молекуле ДНК тиминный нуклеотид составляет 24% от общего количества нуклеотидов. Определите количество (в %) каждого из остальных видов нуклеотидов, если $(A+T)+(G+C) = 100\%$.</p>

Задача 3. Сколько содержится тиминовых, адениновых и цитозиновых нуклеотидов (в отдельности) во фрагменте молекулы ДНК, если в нем обнаружено 880 гуаниновых нуклеотидов, которые составляют 22% от общего количества нуклеотидов в этом фрагменте молекулы ДНК? Какова длина этого фрагмента ДНК?	Задача 4.

Работа № 9. Заполните таблицу.

Таблица 1.2

Виды репарации молекулы ДНК

	Световая (фотореактивация)	Темновая
Факторы повреждения ДНК		
Характеристика		

Работа № 10. Запишите и схематично изобразите этапы темновой репарации. Напишите названия заболеваний (симптомы), вызванных нарушением темновой репарации молекул ДНК на разных этапах.

Этапы темновой репарации

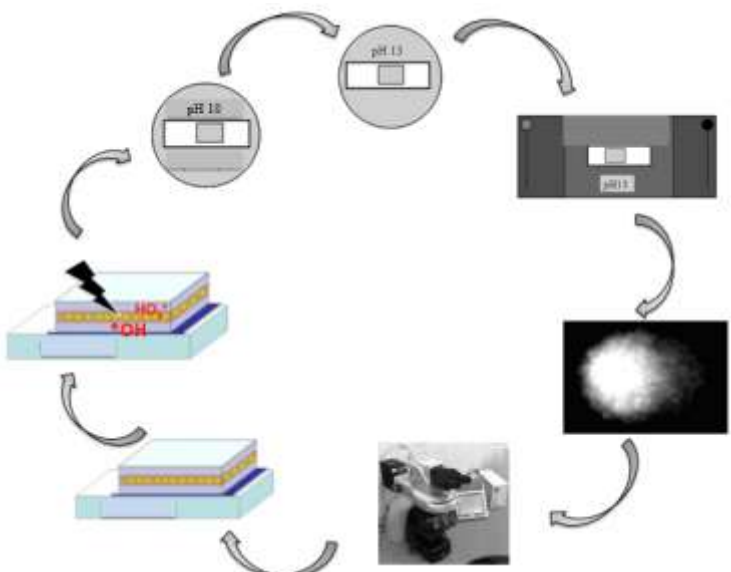
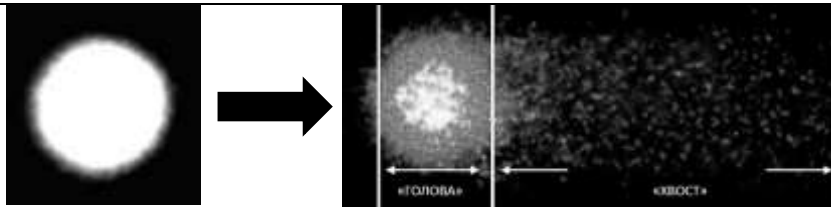
<i>Этап</i>	<i>Графическое изображение</i>	<i>Заболевания (симптомы), вызванные нарушением репарации.</i>
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Запишите значение репарации:

- 1. _____
- 2. _____
- 3. _____

Работа № 11. Обозначьте правильную последовательность этапов метода ДНК-комет.

Установите соответствие между неблагоприятными факторами внешней среды и уровнем повреждения ДНК.

 <p>I – приготовление препарата, содержащего клетки II – индуцированное воздействие III – лизис клеток IV – щелочная денатурация нитей ДНК V – горизонтальный электрофорез ДНК VI – окрашивание флуоресцентным красителем ДНК-кометы VII – визуализация ДНК-комет и анализ результатов</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Фактор</th> <th>Уровень повреждения ДНК (ТДНК%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>КУРЕНИЕ</td> <td>ТДНК%=13</td> </tr> <tr> <td>ФАСТФУД</td> <td>ТДНК%=8</td> </tr> <tr> <td>СОЛЯРИЙ</td> <td>ТДНК%=30</td> </tr> <tr> <td>ДИЕТА</td> <td>ТДНК%=11</td> </tr> </tbody> </table>	Фактор	Уровень повреждения ДНК (ТДНК%)	КУРЕНИЕ	ТДНК%=13	ФАСТФУД	ТДНК%=8	СОЛЯРИЙ	ТДНК%=30	ДИЕТА	ТДНК%=11
Фактор	Уровень повреждения ДНК (ТДНК%)										
КУРЕНИЕ	ТДНК%=13										
ФАСТФУД	ТДНК%=8										
СОЛЯРИЙ	ТДНК%=30										
ДИЕТА	ТДНК%=11										
<p>Рис. 1.6. Этапы метода ДНК-комет</p>	<p>Рис. 1.7. Уровень повреждения ДНК в крови волонтеров, ведущих разный образ жизни.</p>										

ТЕМА №2. ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОД. РЕАЛИЗАЦИЯ НАСЛЕДСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ (БИОСИНТЕЗ БЕЛКА): ТРАНСКРИПЦИЯ, ПРОЦЕССИНГ, АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СПЛАЙСИНГ.

Работа №1. Запишите центральную догму молекулярной генетики (Ф.Крик, 1958, 1970).

Запишите математическое
доказательство триплетности
генетического кода

**Георгий Антонович Гамов
(1904-1968)**

Советский и американский физик,
был первым, кто предположил
кодирование аминокислотных
остатков триплетами нуклеотидов.

Работа № 2. Запишите свойства генетического кода.

Свойства генетического кода:

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____
- 5) _____
- 6) _____
- 7) _____

Работа № 3. Используя таблицу генетического кода, дополните диаграмму названиями соответствующих аминокислот.

Генетический код																																															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Аминокислоты</i></th> <th><i>Кодоны мРНК</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Аланин (<i>ала</i>)</td> <td>ГЦУ, ГЦЦ, ГЦА, ГЦГ</td> </tr> <tr> <td>Аргинин (<i>арн</i>)</td> <td>АГА, АГГ</td> </tr> <tr> <td>Аргининовая кислота (<i>арг</i>)</td> <td>ЦГУ, ЦГЦ, ЦГА, ЦГГ</td> </tr> <tr> <td>Аспарагин (<i>асн</i>)</td> <td>AAУ, AAЦ</td> </tr> <tr> <td>Аспарагиновая кислота (<i>асп</i>)</td> <td>ГАУ, ГАЦ</td> </tr> <tr> <td>Валин (<i>вал</i>)</td> <td>ГУУ, ГУЦ, ГУА, ГУГ</td> </tr> <tr> <td>Гистидин (<i>гис</i>)</td> <td>ЦАУ, ЦАЦ</td> </tr> <tr> <td>Глицин (<i>гли</i>)</td> <td>ГГУ, ГГЦ, ГГА, ГГГ</td> </tr> <tr> <td>Глутамин (<i>гли</i>)</td> <td>ЦАА, ЦАГ</td> </tr> <tr> <td>Глутаминовая кислота (<i>глу</i>)</td> <td>ГАА, ГАГ</td> </tr> <tr> <td>Изолейцин (<i>иле</i>)</td> <td>АУУ, АУЦ, АУА</td> </tr> <tr> <td>Лейцин (<i>лей</i>)</td> <td>УУА, УУГ, ЦУУ, ЦУЦ, ЦУА, ЦУГ</td> </tr> <tr> <td>Лизин (<i>лиз</i>)</td> <td>ААА, ААГ</td> </tr> <tr> <td>Метионин (<i>мет</i>)</td> <td>АУГ</td> </tr> <tr> <td>Пролин (<i>про</i>)</td> <td>ЦЦУ, ЦЦЦ, ЦЦА, ЦЦГ</td> </tr> <tr> <td>Серин (<i>сер</i>)</td> <td>УЦУ, УЦЦ, УЦА, УЦГ, АГУ, АГЦ</td> </tr> <tr> <td>Тирозин (<i>тир</i>)</td> <td>УАУ, УАЦ</td> </tr> <tr> <td>Треонин (<i>тре</i>)</td> <td>АЦУ, АЦЦ, АЦА, АЦГ</td> </tr> <tr> <td>Триптофан (<i>три</i>)</td> <td>УГГ</td> </tr> <tr> <td>Фенилаланин (<i>фен</i>)</td> <td>УУУ, УУЦ</td> </tr> <tr> <td>Цистеин (<i>цис</i>)</td> <td>УГУ, УГЦ</td> </tr> <tr> <td>"Стоп" – кодоны</td> <td>УАА, УАГ, УГА</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Аминокислоты</i>	<i>Кодоны мРНК</i>	Аланин (<i>ала</i>)	ГЦУ, ГЦЦ, ГЦА, ГЦГ	Аргинин (<i>арн</i>)	АГА, АГГ	Аргининовая кислота (<i>арг</i>)	ЦГУ, ЦГЦ, ЦГА, ЦГГ	Аспарагин (<i>асн</i>)	AAУ, AAЦ	Аспарагиновая кислота (<i>асп</i>)	ГАУ, ГАЦ	Валин (<i>вал</i>)	ГУУ, ГУЦ, ГУА, ГУГ	Гистидин (<i>гис</i>)	ЦАУ, ЦАЦ	Глицин (<i>гли</i>)	ГГУ, ГГЦ, ГГА, ГГГ	Глутамин (<i>гли</i>)	ЦАА, ЦАГ	Глутаминовая кислота (<i>глу</i>)	ГАА, ГАГ	Изолейцин (<i>иле</i>)	АУУ, АУЦ, АУА	Лейцин (<i>лей</i>)	УУА, УУГ, ЦУУ, ЦУЦ, ЦУА, ЦУГ	Лизин (<i>лиз</i>)	ААА, ААГ	Метионин (<i>мет</i>)	АУГ	Пролин (<i>про</i>)	ЦЦУ, ЦЦЦ, ЦЦА, ЦЦГ	Серин (<i>сер</i>)	УЦУ, УЦЦ, УЦА, УЦГ, АГУ, АГЦ	Тирозин (<i>тир</i>)	УАУ, УАЦ	Треонин (<i>тре</i>)	АЦУ, АЦЦ, АЦА, АЦГ	Триптофан (<i>три</i>)	УГГ	Фенилаланин (<i>фен</i>)	УУУ, УУЦ	Цистеин (<i>цис</i>)	УГУ, УГЦ	"Стоп" – кодоны	УАА, УАГ, УГА
<i>Аминокислоты</i>	<i>Кодоны мРНК</i>																																														
Аланин (<i>ала</i>)	ГЦУ, ГЦЦ, ГЦА, ГЦГ																																														
Аргинин (<i>арн</i>)	АГА, АГГ																																														
Аргининовая кислота (<i>арг</i>)	ЦГУ, ЦГЦ, ЦГА, ЦГГ																																														
Аспарагин (<i>асн</i>)	AAУ, AAЦ																																														
Аспарагиновая кислота (<i>асп</i>)	ГАУ, ГАЦ																																														
Валин (<i>вал</i>)	ГУУ, ГУЦ, ГУА, ГУГ																																														
Гистидин (<i>гис</i>)	ЦАУ, ЦАЦ																																														
Глицин (<i>гли</i>)	ГГУ, ГГЦ, ГГА, ГГГ																																														
Глутамин (<i>гли</i>)	ЦАА, ЦАГ																																														
Глутаминовая кислота (<i>глу</i>)	ГАА, ГАГ																																														
Изолейцин (<i>иле</i>)	АУУ, АУЦ, АУА																																														
Лейцин (<i>лей</i>)	УУА, УУГ, ЦУУ, ЦУЦ, ЦУА, ЦУГ																																														
Лизин (<i>лиз</i>)	ААА, ААГ																																														
Метионин (<i>мет</i>)	АУГ																																														
Пролин (<i>про</i>)	ЦЦУ, ЦЦЦ, ЦЦА, ЦЦГ																																														
Серин (<i>сер</i>)	УЦУ, УЦЦ, УЦА, УЦГ, АГУ, АГЦ																																														
Тирозин (<i>тир</i>)	УАУ, УАЦ																																														
Треонин (<i>тре</i>)	АЦУ, АЦЦ, АЦА, АЦГ																																														
Триптофан (<i>три</i>)	УГГ																																														
Фенилаланин (<i>фен</i>)	УУУ, УУЦ																																														
Цистеин (<i>цис</i>)	УГУ, УГЦ																																														
"Стоп" – кодоны	УАА, УАГ, УГА																																														

Работа № 4. Заполните таблицу реализации наследственной информации, используя диаграмму генетического кода.

а) эукариотический организм

<i>Кодоны ДНК</i>	А-Т-Г Т-А-Ц	Г-Ц-А Ц-Г-Т	Т-Ц-Ц А-Г-Г	Т-А-Т	Г-Т-А	Г-Ц-Г	А-Ц-Т	А-А-А	Т-Ц-Г	А-Ц-Т
<i>Кодоны мРНК</i>	А-У-Г	Г-Ц-А	У-Ц-Ц							
<i>Антикодоны тРНК</i>	У-А-Ц	Ц-Г-У								
<i>Аминокислоты в белке</i>										

Сколько способов кодирования полученного участка белка возможно?

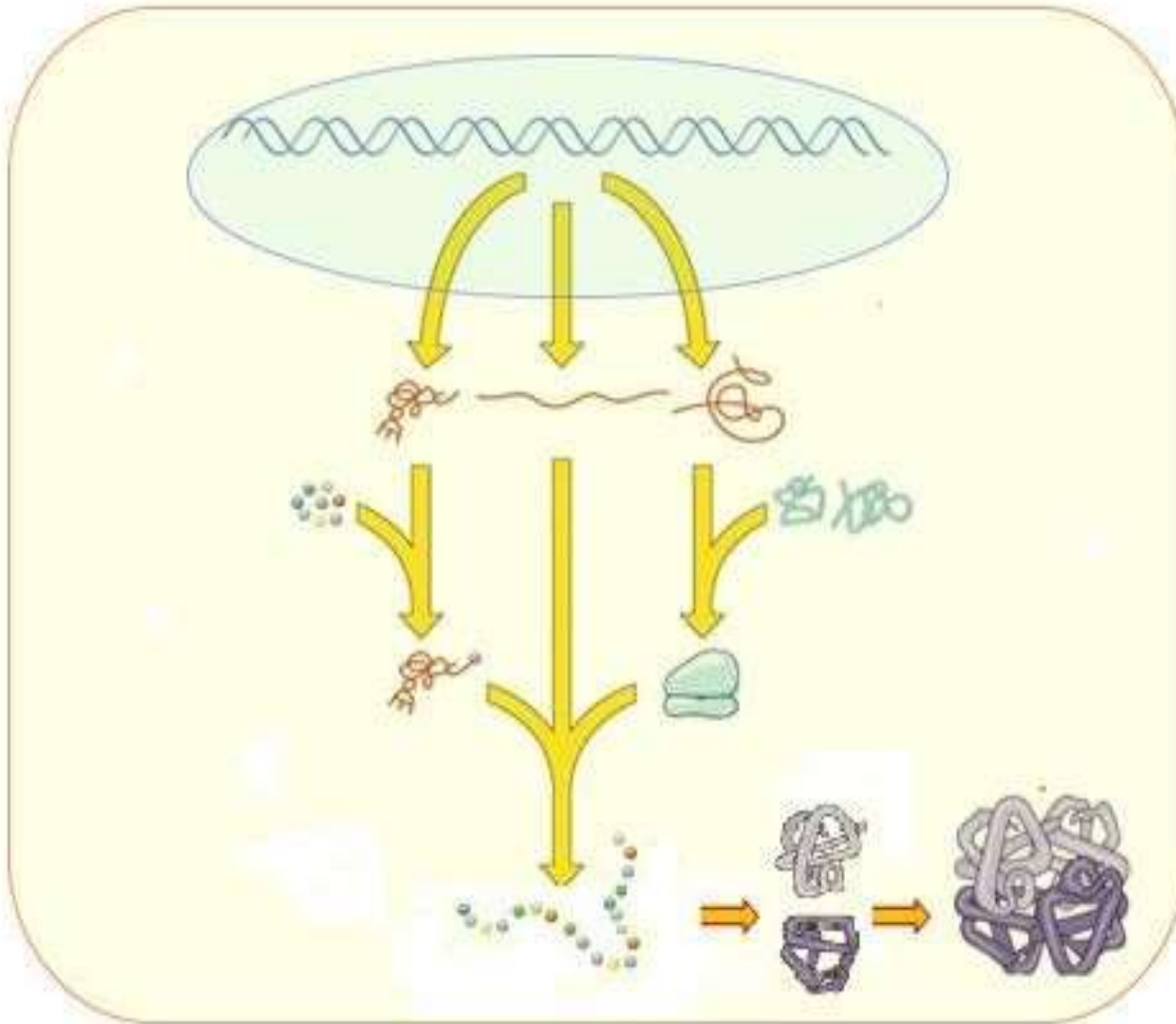
б) прокариотический организм

<i>Кодоны ДНК</i>	А-Т-Г Т-А-Ц	Т-А-Ц А-Т-Г	А-Т-А	Г-Ц-А	Т-Г-Ц	А-Ц-Ц	Ц-Ц-А	Г-А-Т	Т-Ц-А	А-А-А
<i>Кодоны мРНК</i>	А-У-Г									
<i>Антикодоны тРНК</i>	У-А-Ц									
<i>Аминокислоты в белке</i>										

Сколько способов кодирования полученного участка белка возможно?

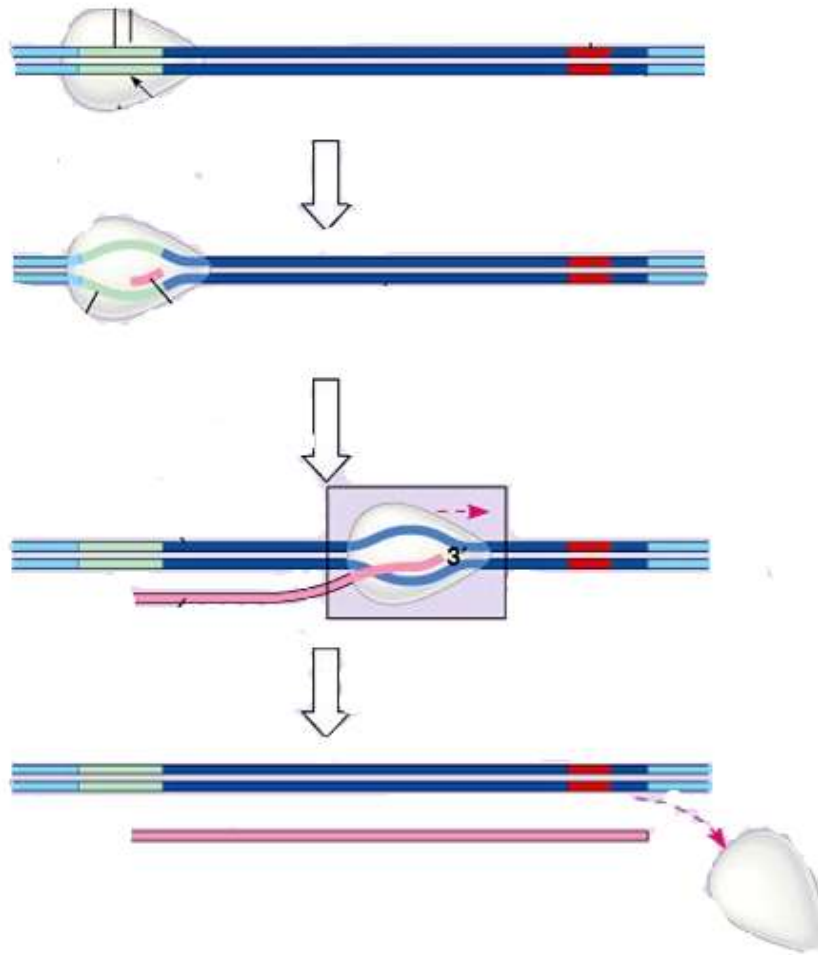
Работа № 5. Заполните общую схему реализации генетической информации у эукариот.

Биосинтез белка эукариот



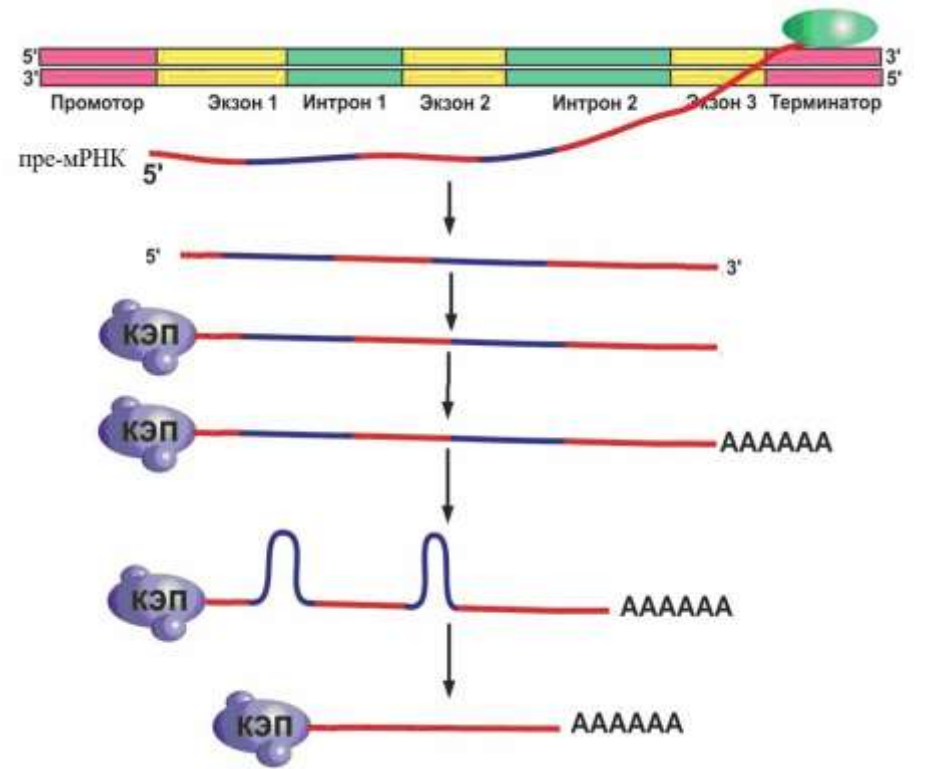
клетка
эндоплазматическая мембрана
цитоплазма
ядро
рибосома
ДНК
мРНК
рРНК
тРНК
аминокислоты
аминоацил-тРНК-комплекс
полипептид
транскрипция
процессинг
рекогниция
трансляция
посттрансляционные процессы
белок

Работа № 6. Заполните схему транскрипции



Отметьте на схеме: промотор, терминатор, РНК-полимеразу, РНК-транскрипт, транскрипционный глазок, стадии транскрипции.

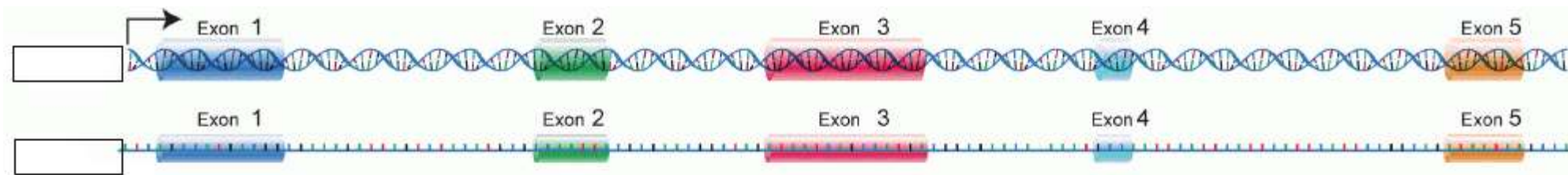
Работа № 7. Запишите и поясните этапы процессинга у эукариот.



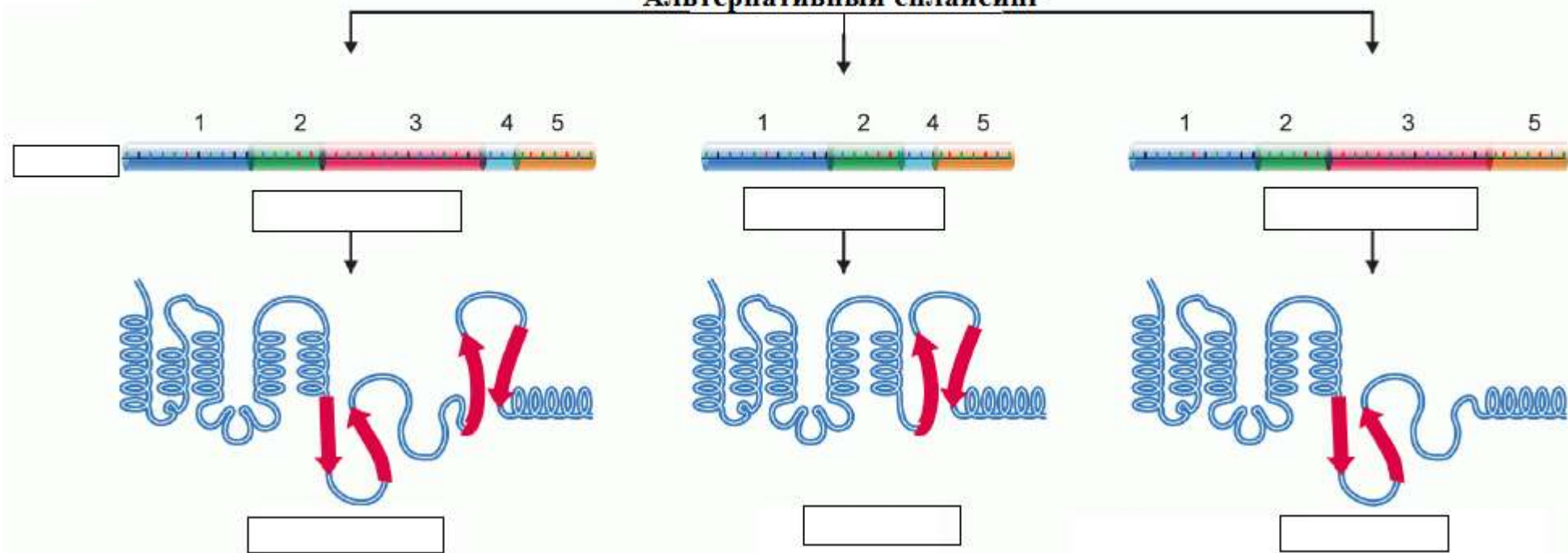
Работа №8. Подпишите структуры зрелой матричной РНК. Запишите функции каждого из компонентов.



Работа №9. Заполните схему альтернативного сплайсинга, используя следующие термины: ДНК, транскрипция, белок А, белок В, белок С, пре-мРНК, РНК.



Альтернативный сплайсинг



ТЕМА №3. ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОД. ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ (БИОСИНТЕЗ БЕЛКА): РЕКОГНИЦИЯ, ТРАНСЛЯЦИЯ, ПОСТТРАНСЛЯЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ. РЕГУЛЯЦИЯ БИОСИНТЕЗА БЕЛКА.

Работа № 1. Отметьте структуры тРНК и нарисуйте рибосому и обозначьте её составные части

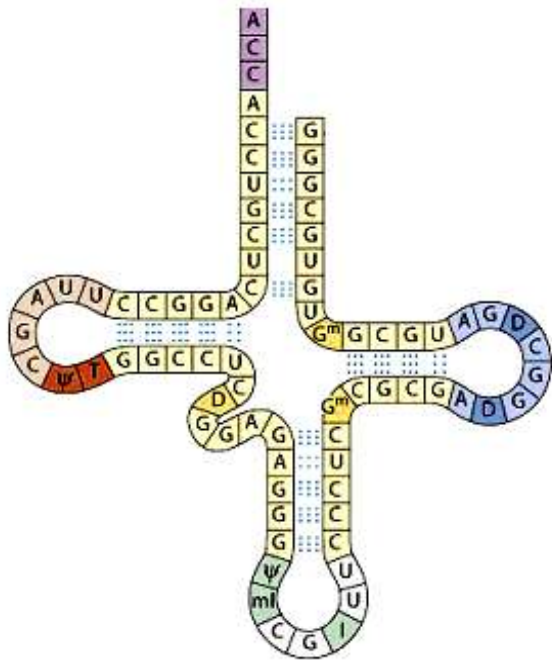
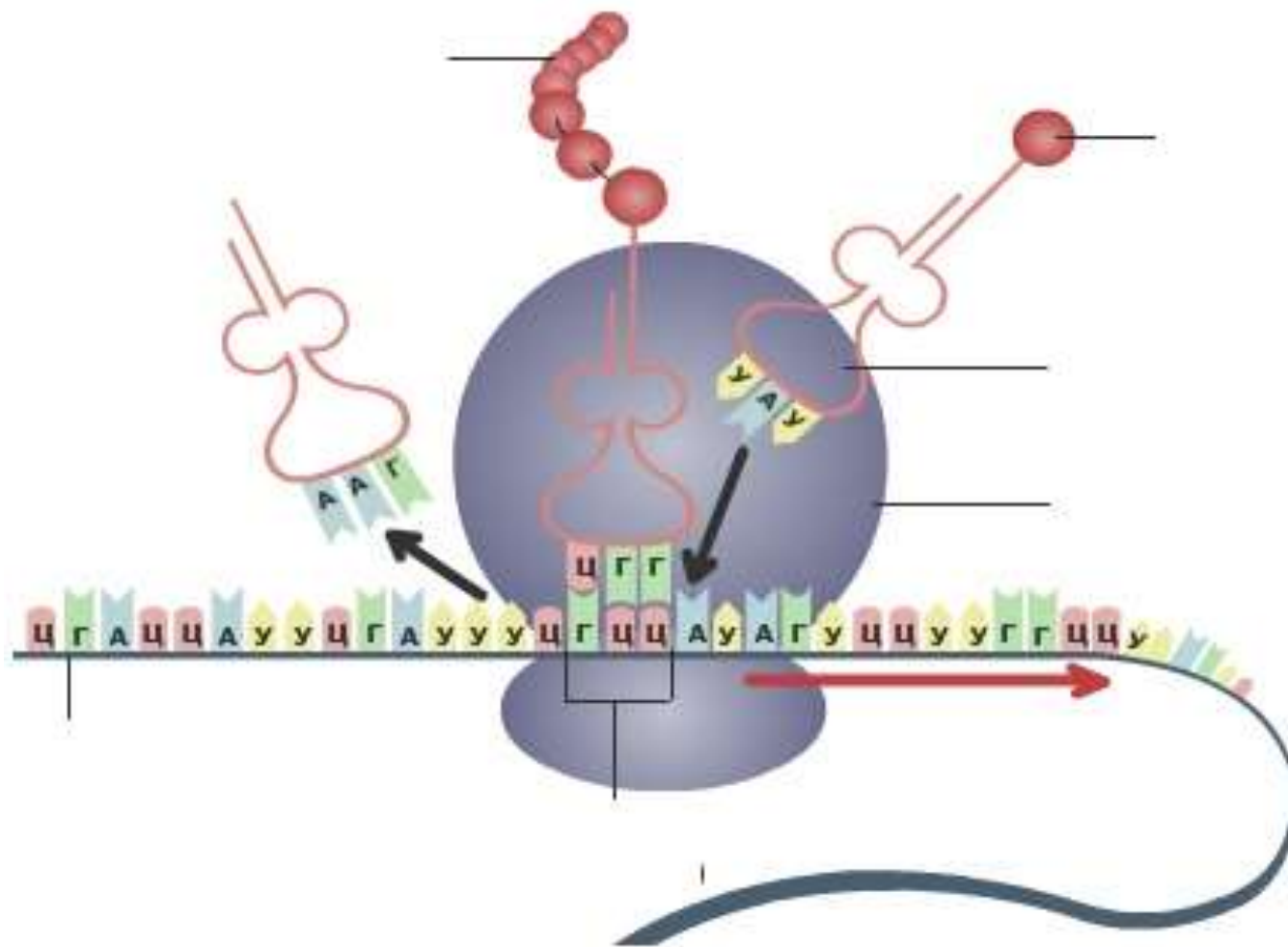


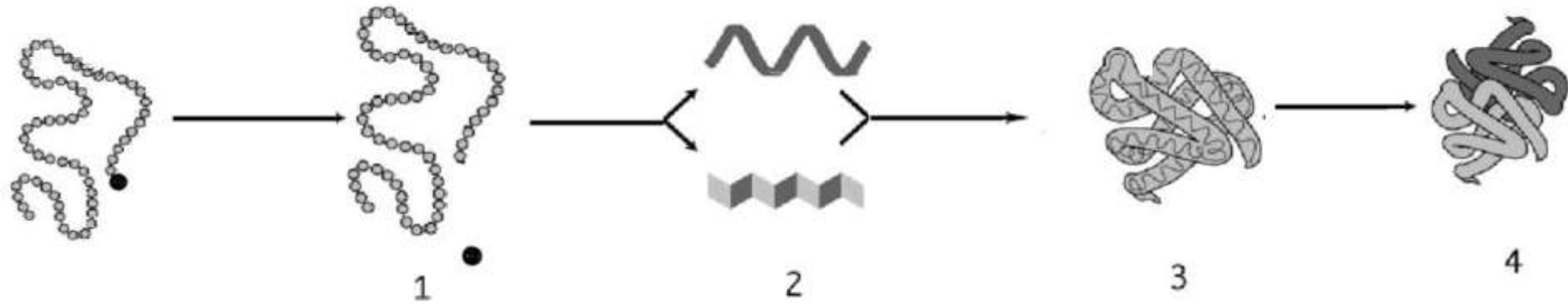
Схема тРНК. (отметьте: акцепторный стебель, D-петлю, антикодонную петлю, стабилизирующую петлю, псевдоуридиновую петлю).

Структура рибосомы. (отметьте: большую и малую субъединицы, E-сайт, A-сайт, P-сайт).

Работа № 2. Заполните схему трансляции, используя следующие термины: аминокислота, полипептидная цепь, кодон (триплет), мРНК, тРНК, рибосома.



Работа № 3. Укажите этапность посттрансляционных процессов и охарактеризуйте их.



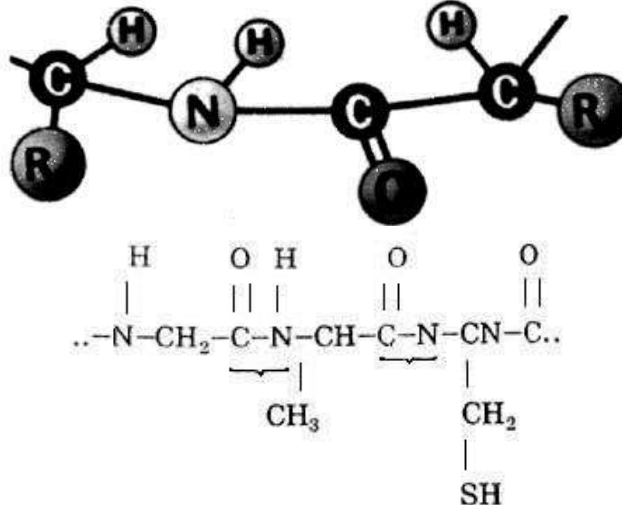
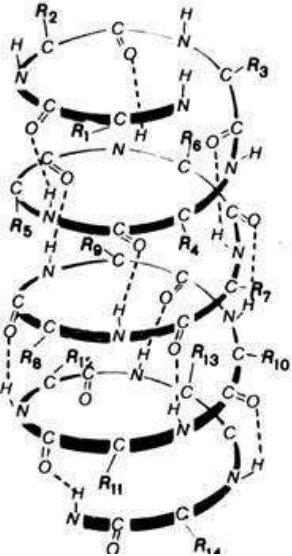


1. _____

2. _____

3. _____

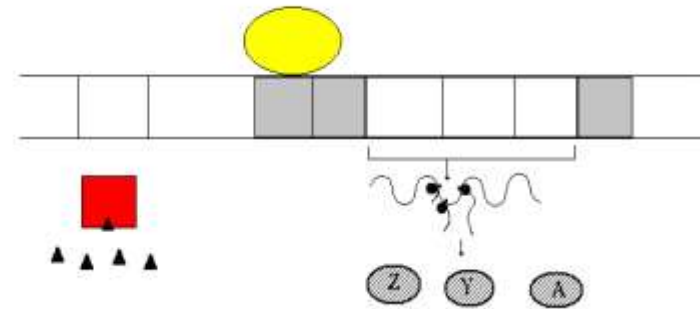
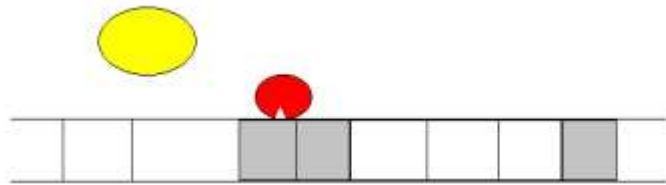
4. _____

Работа № 4. Обозначьте структурные уровни белковой молекулы. Запишите функции белковых молекул

 <p>The top part shows a ball-and-stick model of a peptide bond between two amino acids. The bottom part shows a chemical structure of a peptide chain segment: $\dots - \text{N}(\text{H}) - \text{CH}_2 - \text{C}(\text{O}) - \text{N}(\text{H}) - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{C}(\text{O}) - \text{N}(\text{H}) - \text{CH}_2 - \text{SH}$.</p>	 <p>A diagram illustrating the secondary structure of a protein. It shows a polypeptide backbone with hydrogen bonds (dashed lines) between the carbonyl oxygen of one residue and the amide hydrogen of another, forming a regular pattern. Side chains are labeled R₁ through R₁₄.</p>	 <p>A 3D ribbon model of a protein globule, showing the complex folding of the polypeptide chain into a compact, globular shape.</p>	 <p>A 3D ribbon model of a protein quaternary structure, showing multiple polypeptide chains (subunits) interacting with each other to form a functional protein complex.</p>
<p><i>Первичная структура белка (пептидная связь)</i></p>	<p><i>Вторичная структура белка</i></p>	<p><i>Третичная структура белка (глобула)</i></p>	<p><i>Четвертичная структура белка</i></p>
<p>Функции белковых молекул (примеры):</p>			
<p>1) Структурные белки -</p>			
<p>2) Двигательные белки -</p>			
<p>3) Защитные белки -</p>			
<p>4) Запасные белки -</p>			
<p>5) Ферменты -</p>			
<p>6) Гормоны -</p>			
<p>7) Транспортные белки -</p>			
<p>8) Антибиотики -</p>			

Работа № 5. Запишите определение и заполните схему оперона.

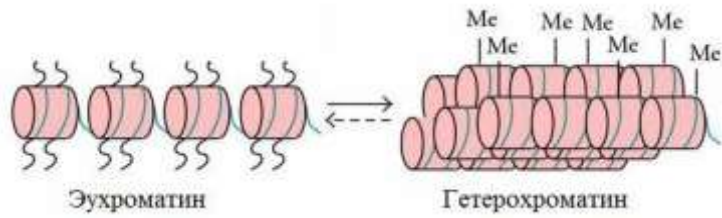
Оперон –



Модель строения и работа оперона (Жакоб и Моно, 1961) (ген регулятор; белок-репрессор; промотор; РНК-полимераза; оператор; структурные гены, лактоза, мРНК, транскрипция, трансляция, белки, участвующие в метаболизме лактозы)

Работа № 6. Запишите тип регуляции экспрессии генов у эукариот, перечислите и охарактеризуйте этапы регуляции.

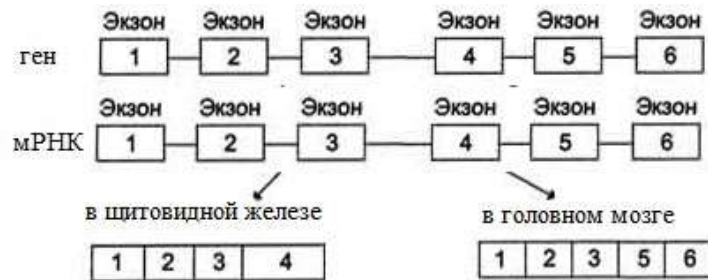
1.



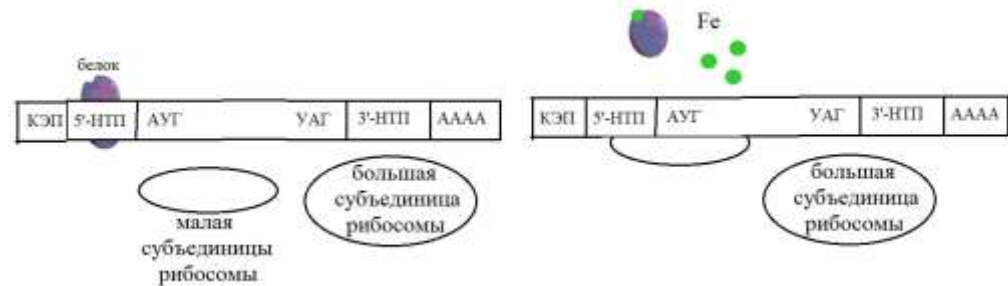
2.



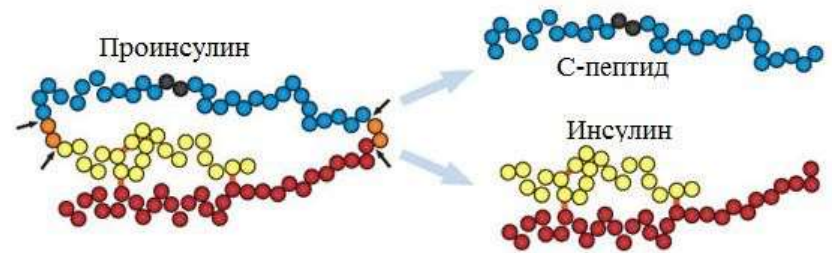
3.



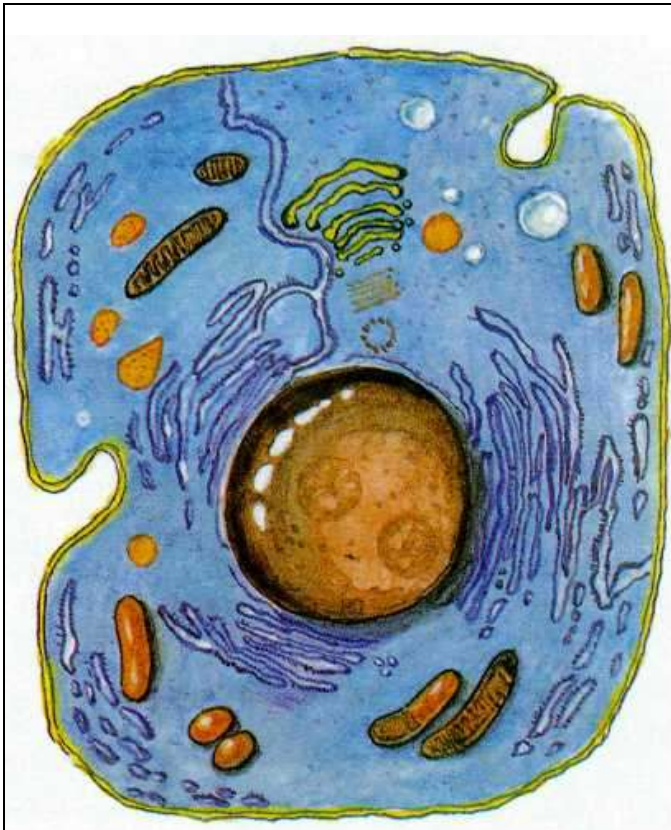
4.



5.



Работа № 7. Напишите и укажите локализацию на рисунке основных этапов биосинтеза белка эукариотической клетки



1

2

3

4

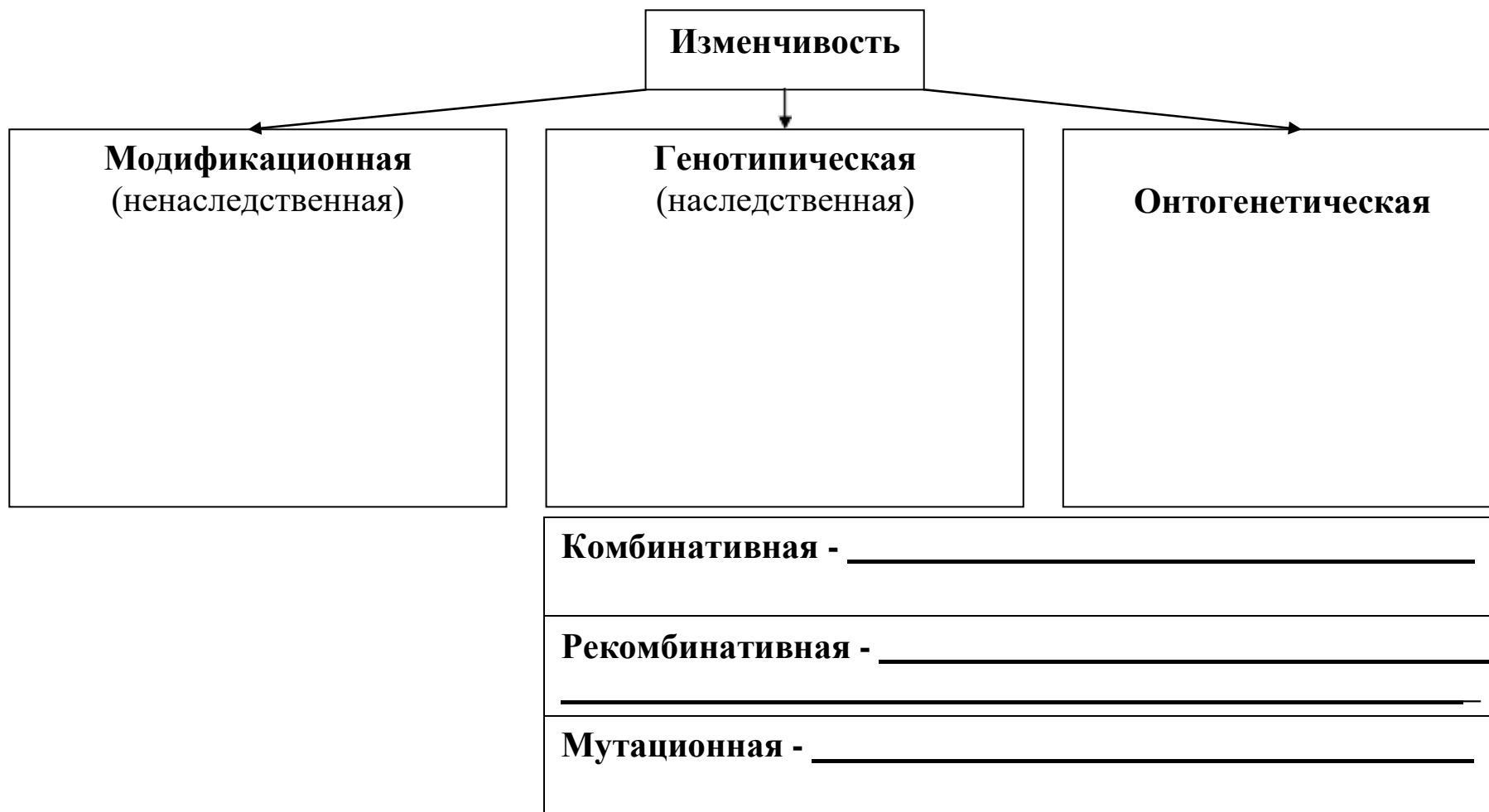
Работа № 8. Запишите основные отличия между процессами экспрессии генов прокариот и эукариот.

Признак	Прокариоты	Эукариоты
Геном:		
Структура генома		
Размер генома		
Интрон-экзонная структура гена		
Репликация:		
Количество точек инициации репликации		
Количество репликонов в ДНК		
Размер фрагментов Оказаки		
Скорость репликации		
Биосинтез белка:		
Место транскрипции и трансляции в клетке		
Единица транскрипции		
Число генов единицы транскрипции		
Созревание иРНК		
Строение иРНК (моноцистронная, полицистронная)		
Размер рибосом		
Тип регуляции		

Подпись преподавателя _____

ТЕМА №4. ИЗМЕНЧИВОСТЬ. МУТАГЕНЕЗ. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ. ГЕННАЯ ТЕРАПИЯ.

Работа № 1. Запишите определения основных видов изменчивости.



Работа № 2. Классификация мутаций по уровню организации изменяемого генетического материала

а) Запишите определения основных видов мутаций.

Классификация мутаций

(по уровню организации изменяемого генетического материала)

Генные (точковые)	Хромосомные (абберации)	Геномные

б) Запишите определения и примеры основных видов генных мутаций.

Генные (точковые) мутации

1) Механизм мутации: Замена нуклеотида		2) Механизм мутации: Сдвиг рамки считывания	
а) Транзиция	б) Трансверсия	а) Делеция	б) Инсерция
Пример	Пример	Пример	Пример

в) Охарактеризуйте виды генных мутаций. Напишите примеры.

Классификация генных мутаций по типу изменения аминокислотного состава белка

1. Миссенс - мутация	2. Нонсенс-мутация	3. Сайлент-мутация (нейтральная)
Пример:		

Работа № 3. Заполните таблицу.

Мутагены и их характеристика

Таблица 8.1.

Виды мутагенов	Примеры мутагенов	Характер мутаций
Биологические		
Химические		
Физические		

Работа № 4. На примере инсулина разберите и зарисуйте схему искусственного синтеза белков. Отметьте все этапы и используемые методы генетической инженерии.



Работа № 5. Дайте краткую характеристику этапов получения рекомбинантной (гибридомной) ДНК.

1. рестрикция -
2. образование «липких концов» -
3. лигирование -
4. трансгенез (трансформация)-
5. скрининг -
6. молекулярная гибридизация (ренатурация) -
7. молекулярное клонирование -

б) Объясните, в каком процессе используется фермент обратная транскриптаза -

Генная терапия _____

Работа № 6. Охарактеризуйте два типа генно-терапевтического воздействия, выполните рисунки

In vivo	Ex vivo

Работа № 7. Заполните таблицу

Использование генно-инженерных продуктов в медицине

Препарат	Применение в медицине
инсулин	
интерферон	
соматотропин	
антикоагуляторы	
моноклональные антитела	
энкефалины, эндорфины	
VIII фактор свёртываемости крови	

Работа № 8. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ "Молекулярные основы наследственности"

<p>Задача 1. Известно, что определенный ген эукариотической клетки содержит 4 интрона (два по 24 нуклеотида и два по 36 нуклеотидов) и 3 экзона (два по 120 нуклеотидов и один 96 нуклеотидов). Определите: количество нуклеотидов в мРНК; количество аминокислот в полипептидной цепи; количество тРНК, участвующих в трансляции.</p>	<p>Задача 2. Известно, что расстояние между нуклеотидами в цепочках ДНК составляет 0,34 нм. Какую длину имеет ген, определяющий гемоглобин, включающий 287 аминокислот</p>
<p>Задача 3. Начальный участок цепи В инсулина представлен следующими аминокислотами: фенилаланин – валин – аспарагиновая кислота – глутамин – гистидин – лейцин – цистеин – глицин – серин – гистидин. Определите количественные соотношения А+Т и Г+Ц в цепи ДНК, кодирующей этот участок инсулина.</p>	<p>Задача 4. В эукариотической клетке ген, хранящий информацию о белке, состоит из 648 пар нуклеотидов. Из них три участка по 70 пар нуклеотидов – не смысловые (интроны). Сколько тРНК участвовало в сборке полипептида? Сколько нуклеотидов в матричной РНК? Какова масса всего белка (масса 1 аминокислоты 100)?</p>

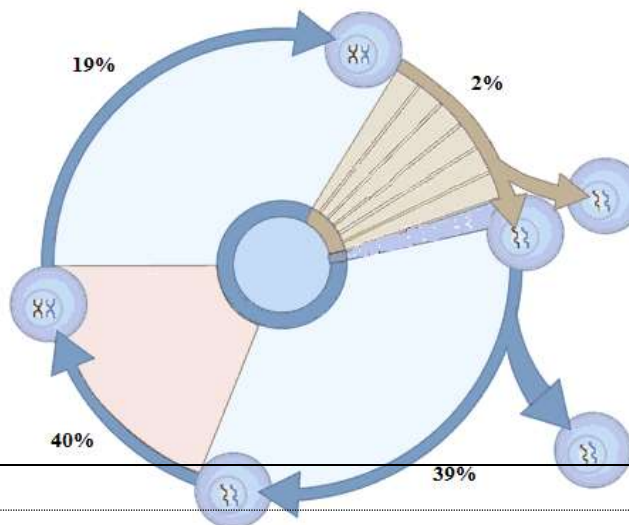
ТЕМА №5. ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ ПО ТЕМЕ «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА»

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ

1. Уровни организации наследственного материала (генный, хромосомный, геномный).
2. Прокариоты и эукариоты.
3. Доказательства генетической роли ДНК на бактериях (опыт Гриффитса с пневмококками).
4. Свойства ДНК как вещества наследственности, обусловленные ее первичной и вторичной структурой.
5. Центральная догма молекулярной биологии.
6. Репликация ДНК. Особенности репликации у эукариот.
7. Первичная функция гена, свойства гена.
8. Генетический код и его особенности (триплетность, вырожденность, непрерываемость, универсальность, специфичность, однонаправленность, неперекрываемость).
9. Структурные гены, их строение и функция. Экзоны, интроны, спейсеры, уникальные гены, повторы на нити ДНК. Сателлитная (спутничная) ДНК. «Молчащая ДНК». «Прыгающие» гены, инсерционные последовательности и транспозоны. Метилирование ДНК.
10. Этапы биосинтеза белка. Процессинг, сплайсинг. Особенности транскрипции у эукариот.
11. Регуляция биосинтеза белка в клетке. Оперон. Ген-промотор, ген-оператор, ген-регулятор, белок-репрессор. Их роль в биосинтезе белка.
12. Цитоплазматическая наследственность.
13. Репарация ДНК (световая и темновая фазы). Этапы темновой репарации. Заболевания, связанные с нарушением процесса репарации.
14. Генные мутации (миссенс, нонсенс, «сдвиг рамки»). Понятие о генных и молекулярных болезнях.
15. Генетическая инженерия. Искусственный синтез гена, обратная транскрипция, рекомбинативные молекулы ДНК. Достижения и перспективы генной инженерии. Генная терапия.

ТЕМА №6. КЛЕТОЧНЫЙ ЦИКЛ. МЕХАНИЗМЫ ПЕРЕДАЧИ НАСЛЕДСТВЕННОГО МАТЕРИАЛА В РЯДУ ПОКОЛЕНИЙ. МИТОЗ.

Работа № 1. Подпишите все этапы клеточного цикла

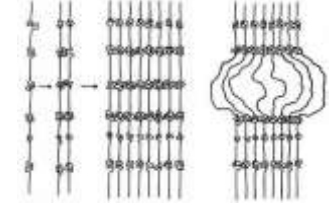


Работа № 2. Заполните таблицу.

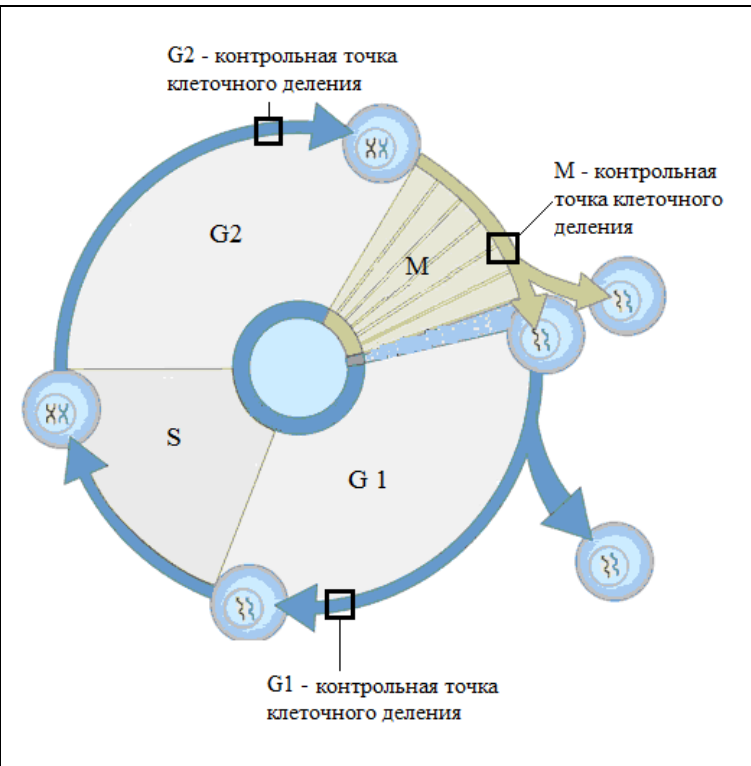
<p>Амитоз -</p>	
<p>Характерен для</p>	
<p>Эндомитоз -</p>	
<p>Характерен для</p>	

Политения -

Характерна для



Работа № 3. Опишите точки регуляции клеточного деления и запишите функции основных факторов регуляции клеточного цикла.



G1 – контрольная точка клеточного деления

G2 – контрольная точка клеточного деления

M – контрольная точка клеточного деления

Функции регуляторов клеточного цикла

- 1) Циклины и циклинзависимые киназы:
- 2) Факторы роста:
- 3) Комплекс, стимулирующий анафазу (APC-анг)
- 4) Кейлоны:

Работа № 4. Особь имеет генотип AaBb. Гены наследуются независимо.

Расположите гены в хромосомах. Проследите за количеством и расположением хромосом и генов в процессе митотического цикла.

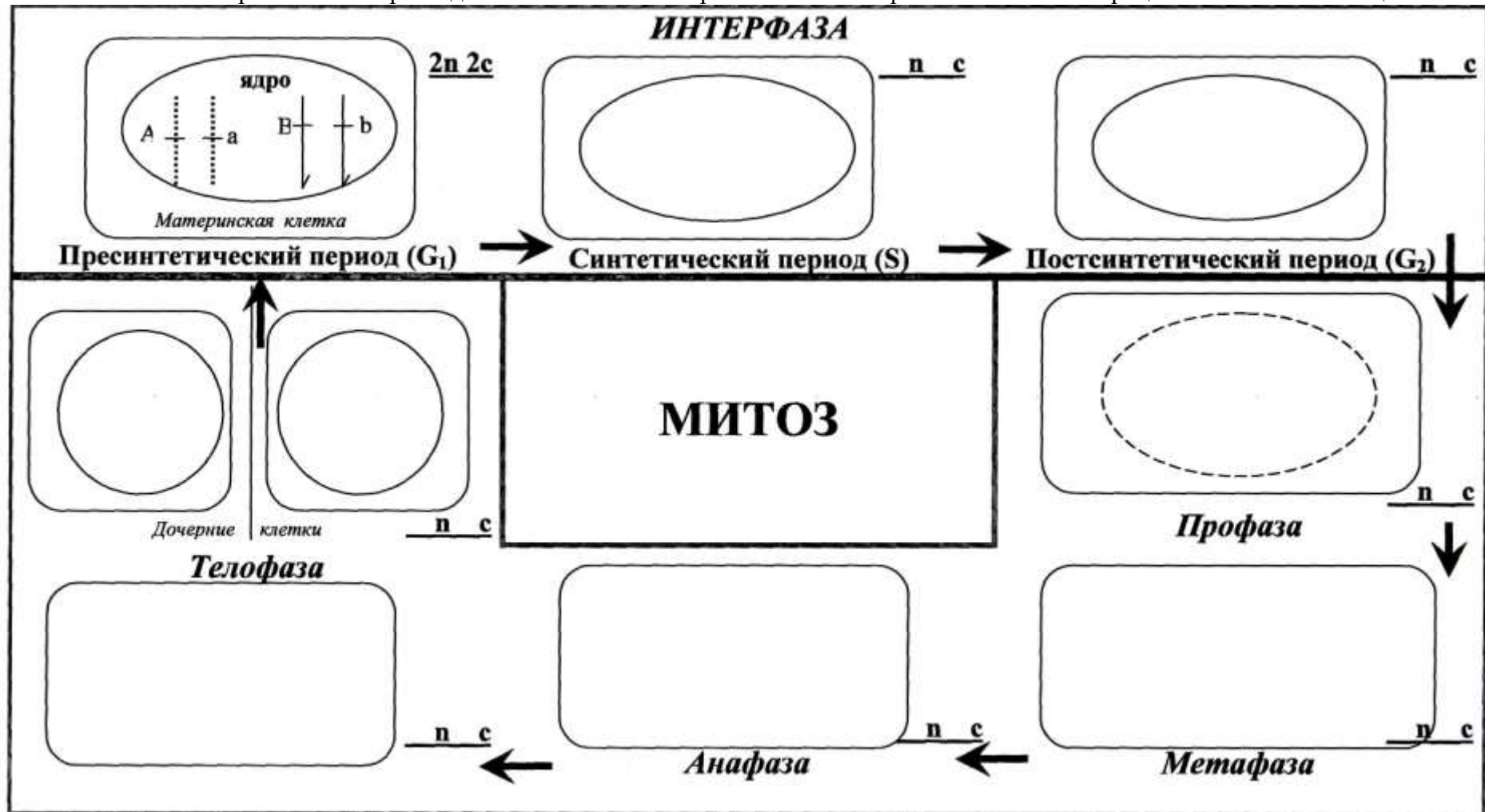


Рис.6.1. Клеточный цикл (n - число хромосом в каждой паре; c - число хроматид в каждой паре).

Работа № 5. Механика клеточного деления.

Заполните пропуски, используя термины: митотическое веретено, centrosома, профазы, кинетохоры, центромеры, прометафаза, телофаза, цитокинез, образование борозды, клеточная пластинка (кинетопласт).

1. Характерная особенность митоза - реорганизация цитоскелета с образованием двухполюсного _____, состоящего из микротрубочек и ассоциированных с ними белков.
2. Реплицированные хромосомы прикрепляются к митотическому веретену посредством структур, называемых _____.
3. Первая стадия митоза называется _____.
4. Главным центром организации микротрубочек в большинстве животных клеток является _____ скопление аморфного материала вокруг пары центриолей.
5. Сестринские хроматиды соединены вблизи их _____, которые содержат специфическую последовательность ДНК, необходимую для сегрегации хромосом.
6. Распад ядерной оболочки означает конец профазы и начало _____.
7. Первый заметный признак дробления клеток - это сморщивание и _____ в плазматической мембране во время анафазы.
8. Во время _____ происходит разделение цитоплазмы за счет процесса, называемого клеточным дроблением.
9. Образовавшуюся после деления поперечную стенку между двумя дочерними клетками у растений называют _____.
10. Конечная стадия митоза называется _____.

Работа № 6. Дайте определение термину.

Митотический индекс -	Анализ митотического индекса (на 1000 лимфоцитов)	
	Категории	Среднее значение %
Значение анализа митотического индекса	15-25 лет	26,5
	25-35 лет	24,2
	35-45 лет	22,8
	Мужчины	23,2
	Женщины	27,1
	Некурящие	26,0
	Курящие	21,5

Для заметок _____

Работа № 7. Решение задач.

Задача 1. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в одной из клеток человека в профазе митоза, в метафазе митоза и телофазе митоза. Объясните, какие процессы происходят в эти периоды и как они влияют на изменение числа ДНК и хромосом.

Задача 2. Общая масса всех молекул ДНК в 46 хромосомах одной соматической клетки человека составляет около $6 \cdot 10$ мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в соматической клетке в S-период интерфазы, в анафазу митоза и после завершения митоза.

Задача 3. В соматических клетках дрозофилы содержится 8 хромосом. Определите, какое число хромосом и молекул ДНК содержится при гаметогенезе в ядрах перед делением в интерфазе и в конце телофазы мейоза 1. Объясните, как образуется такое число хромосом и молекул ДНК

Подпись преподавателя _____

ТЕМА № 7. МЕЙОЗ. КРОССИНГОВЕР.

Работа № 1. Особь имеет генотип АаВв. Гены наследуются независимо.
 Расположите гены в хромосомах. Проследите за судьбой хромосом и генов в процессе мейоза

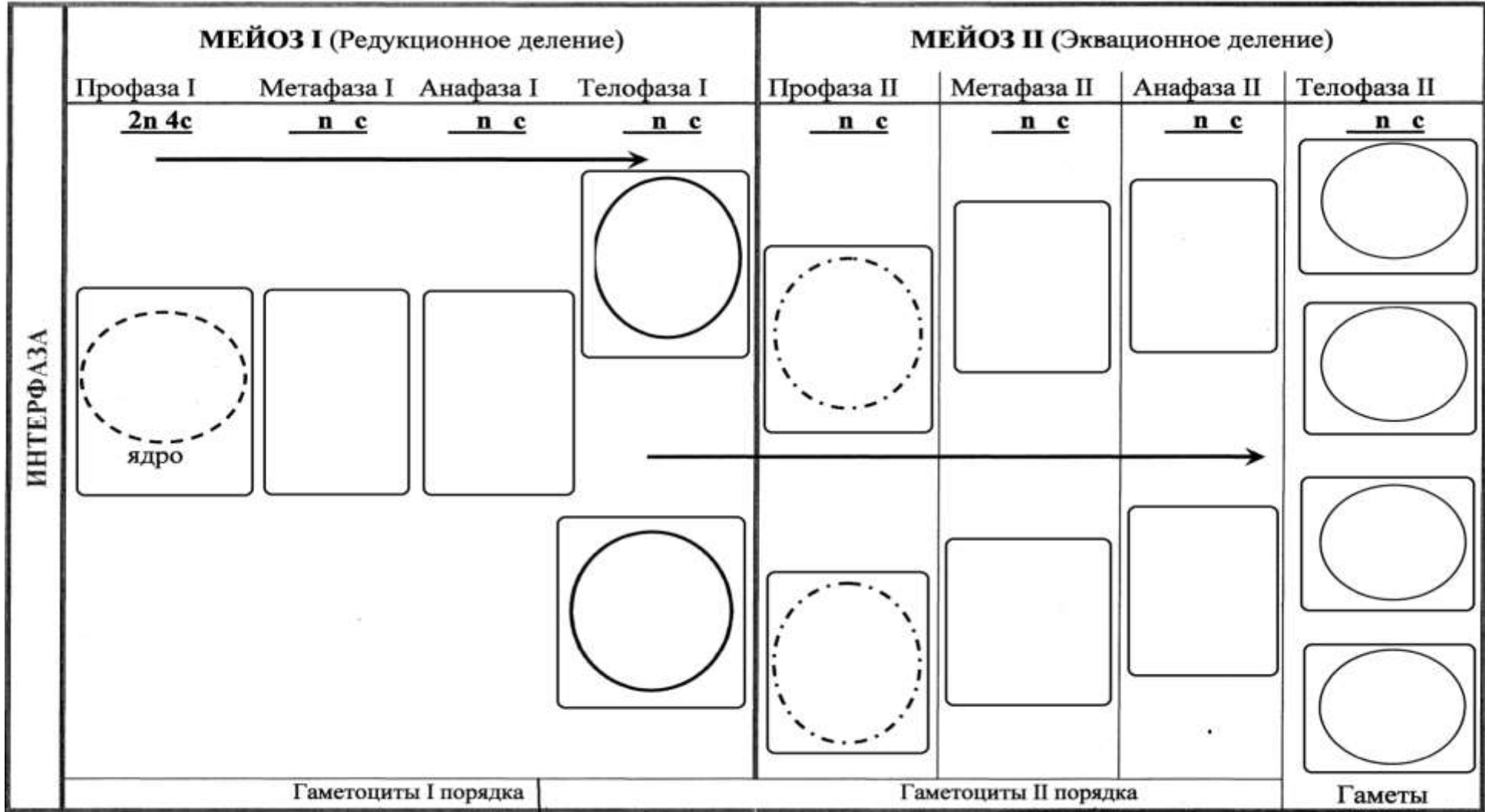
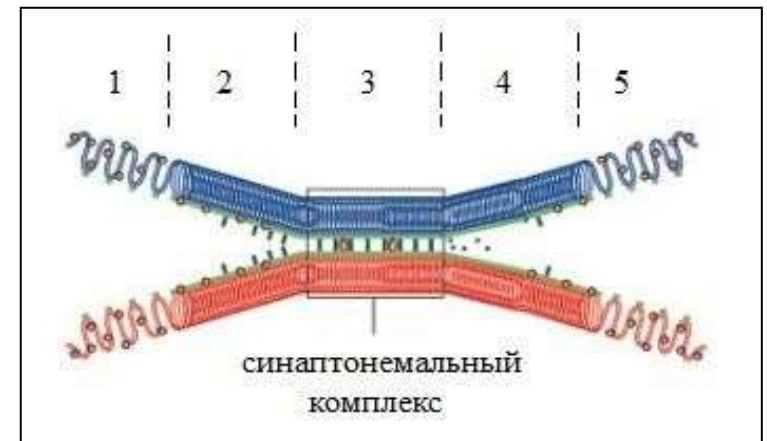


Рис. 7.1. Мейоз (n - число хромосом в каждой паре; c - число хроматид в каждой паре).

Работа № 2. Напишите названия и характеристику стадий профазы I деления мейоза.

				
1.	2.	3.	4.	5.
<div style="border-bottom: 1px dotted black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dotted black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dotted black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dotted black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dotted black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dotted black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div>				

Синаптонемальный комплекс – _____



Работа № 3. Дополните основные понятия, используя термины

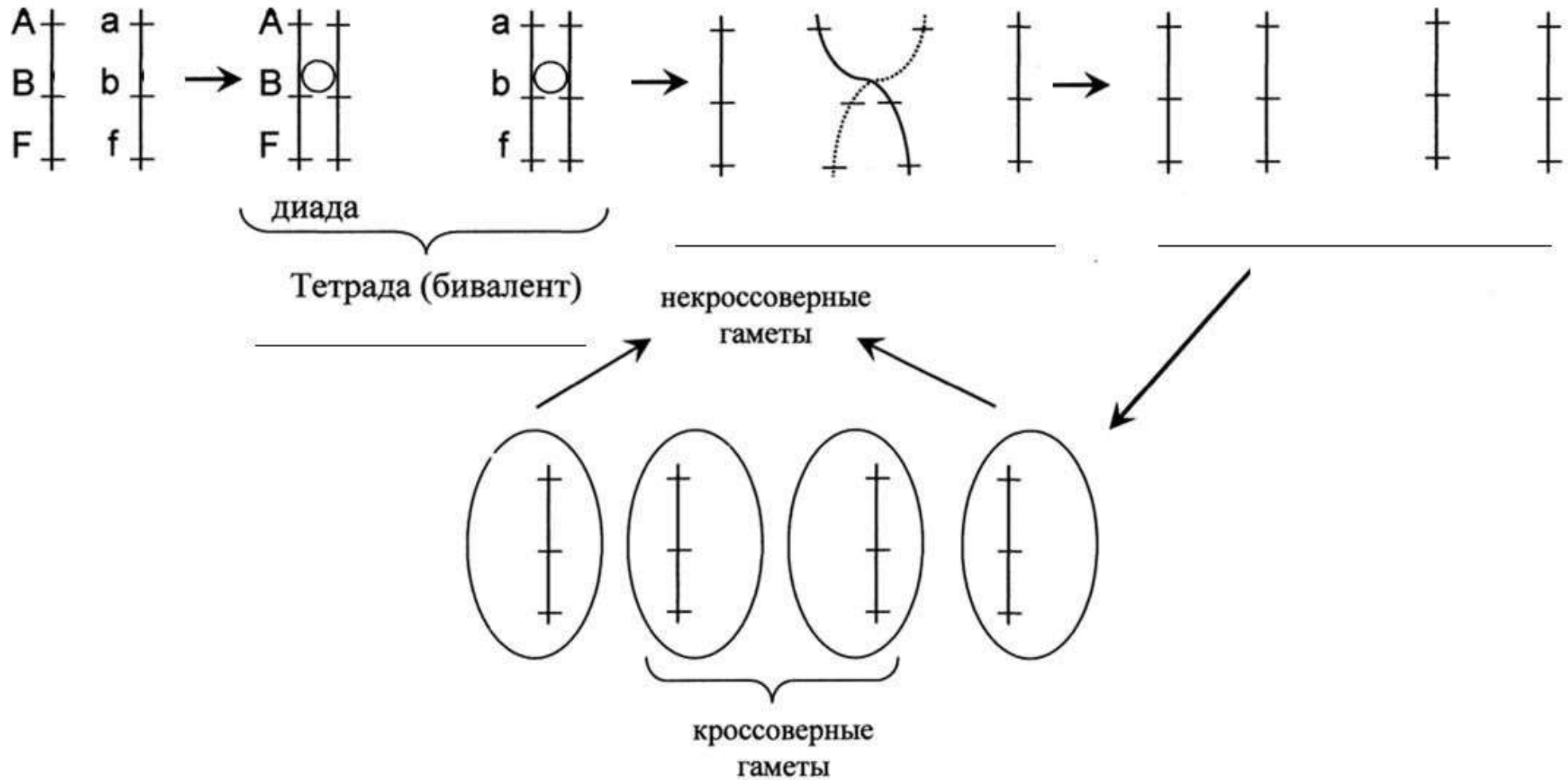
(естественный отбор, зиготенная стадия, ген, профазы I деления мейоза, сестринские):

1. Мейотический кроссинговер осуществляется в _____.
2. Началом осуществления процесса кроссинговера является синапсис гомологичных хромосом на _____ стадии.
3. Перекрест происходит между хроматидами, с равной вероятностью как между сестринскими, так и между несестринскими, но перекрест между _____ хроматидами не обнаруживается.
4. Кроссинговер осуществляется между генами. Единица кроссинговера – _____.
5. Кроссинговер играет исключительную роль в процессе эволюции, обеспечивая генетическую лабильность для _____.
6. Формула вычисления процента кроссинговера (перекреста) –

% кроссинговера =

Биологический смысл кроссинговера - _____

Работа № 4. а) Заполните схему кроссинговера. Подпишите периоды жизненного цикла клетки, на которых происходят представленные изменения. Особь имеет генотип AaBbFf. Гены сцеплены. На участке «А-В» происходит кроссинговер. Расстояние между генами 10 сМ.



количество крссоверных гамет _____ количество некрссоверных гамет

Работа № 5. Заполните таблицу.

Особь имеет генотип KkMmPp. Расположите гены в хромосома. Напишите, какие гаметы и в каких соотношениях образуются при условиях, указанных в таблице.

	Расположение генов в хромосомах	Гаметы
а) Гены К, М, Р наследуются независимо (менделируют)		
б) Гены К, М, Р находятся в одной группе сцепления.		
в) Гены К и М находятся в 1^{ой} группе сцепления, ген Р - во 2^{ой}.		
г) Гены К, М, Р находятся в одной группе сцепления, но имеет место кроссинговер между генами К и М в 20% случаев.		

Работа № 6. Заполните таблицу.

Сравнительная характеристика митоза и мейоза

<i>Критерии сопоставления</i>	<i>Митоз</i>	<i>Мейоз</i>
Когда происходит? В каких клетках?		
Сколько раз происходит удвоение ДНК?		
Сколько происходит делений?		
Имеется ли СК?		
Имеется ли конъюгация?		
Что расположено на экваторе в метафазу?		<i>1 деление-</i>
		<i>2 деление-</i>
Что отходит к полюсам клетки в анафазу?		<i>1 деление-</i>
		<i>2 деление-</i>
Биологический смысл	<p>1) Механизм поддержания постоянства наследственного материала в ряду клеточных поколений: в процессе роста, развития, регенерации, бесполого размножения;</p> <p>2) Преемственность образования клеток, равноценных по объёму и содержанию наследственной информации,</p> <p>3) Основа эмбрионального развития.</p>	<p>1) Уменьшение числа хромосом в процессе редукционного деления приводит к сохранению постоянства числа хромосом вида и предопределяет видовую специфичность потомства.</p> <p>2) Гаметы содержат по одному гомологу из каждой пары хромосом. Поддерживаются цитологические основы чистоты гамет.</p> <p>3) Определяется разнообразие гамет за счёт равновероятных комбинаций хромосом из разных аллельных пар во время анафазы I деления (комбинативная изменчивость) и за счёт кроссинговера (рекомбинативная изменчивость).</p>

Работа № 7. Решение задач.

<p>Задача 1. Признаки менделируют (гены расположены в разных парах хромосом). Сколько разных типов гамет возникает у особи с генотипом:</p>	<p>Задача 2. Особь имеет генотип DdFf. Признаки менделируют. Условно обозначьте хромосомы и расположите в них гены. Нарисуйте набор хромосом и генов в сперматоците II порядка (а) и в сперматозоидах (б).</p>
<p>а) AABV</p>	
<p>б) AaBVCC</p>	
<p>в) AABbCc</p>	
<p>г) AaBVcCDD</p>	
<p>д) KKmmFfRRSsHH</p>	
<p>Задача 3. Клетки кожи кролика содержат 44 хромосомы. Определите число хромосом и молекул ДНК в клетке в профазе и анафазе мейоза-1. Объясните результаты в каждом случае.</p>	<p>Задача 4. В соматических клетках – 28 хромосом. Каков набор и число молекул ДНК перед началом мейоза, в анафазе мейоза-1, в анафазе мейоза -2?</p>

ТЕМА №8. ГАМЕТОГЕНЕЗ. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ.

Работа № 1. Сравнительная характеристика овогенеза и сперматогенеза.

Запишите названия клеток на каждой стадии гаметогенеза.

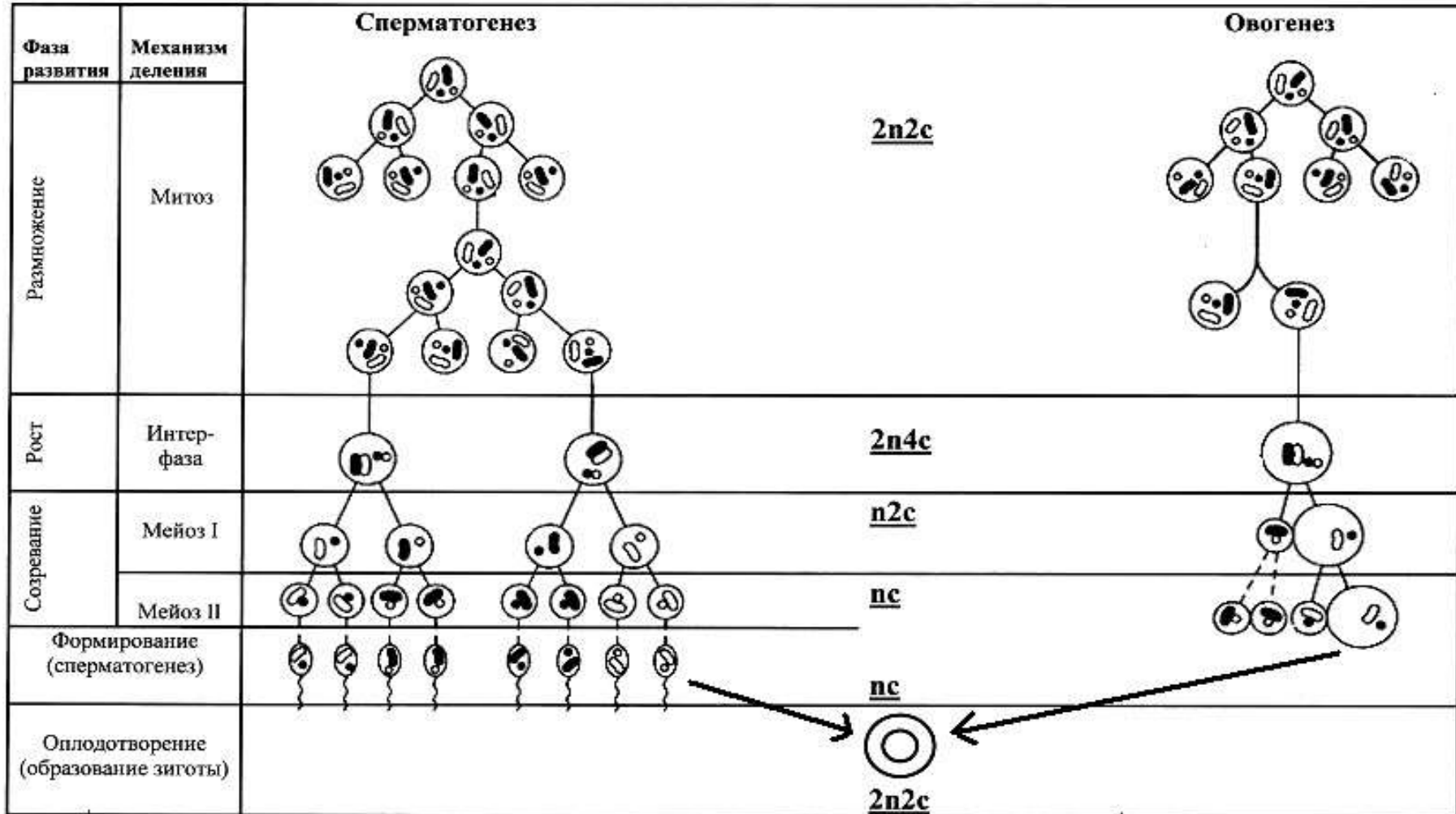
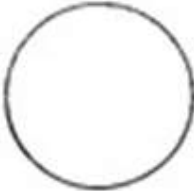
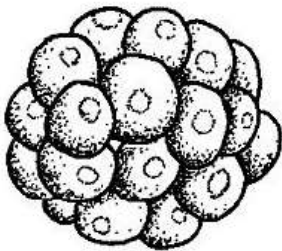
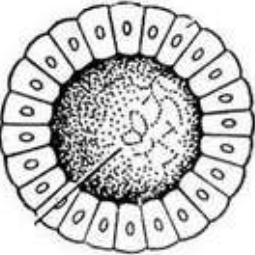
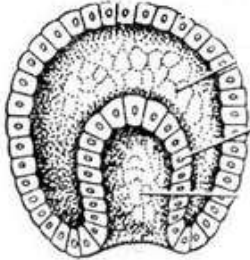
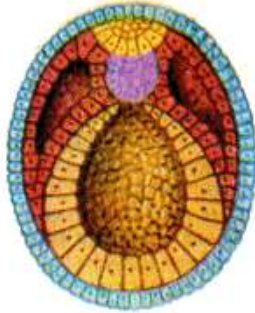



Рис. 8.1. Стадии гаметогенеза (сперматогонии; овогонии; сперматоцит I; ооцит I; сперматоцит II, ооцит II, сперматиды; сперматозоиды; яйцеклетка; полярные тельца; зигота).

Работа № 3. Заполните таблицу. Подпишите этапы, сроки и процессы происходящие на данных этапах эмбриогенеза.


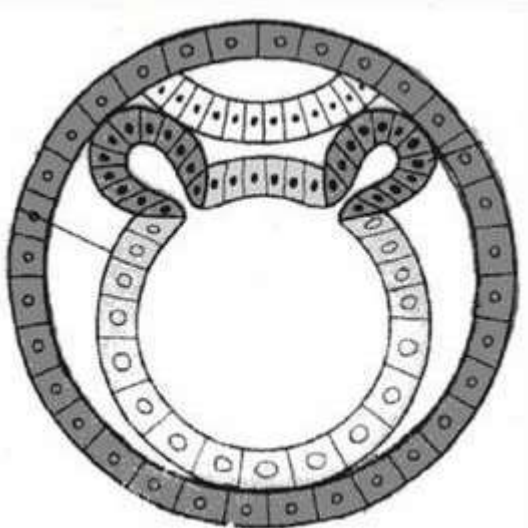
Внешний вид						
Стадия						
Сроки						
Процессы, происходящие на данной стадии						

Работа № 4. Поясните термины.

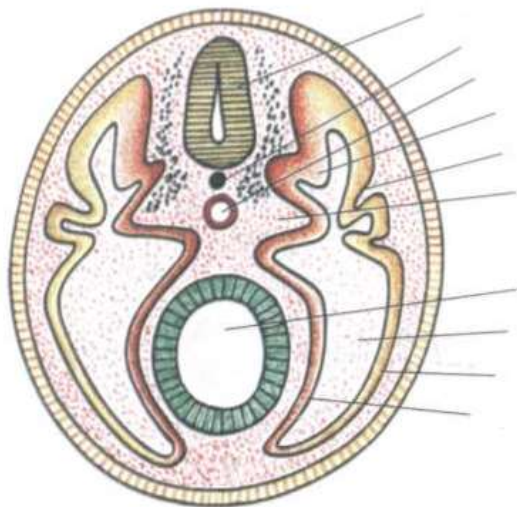
Тотипотентность – _____

Плюрипотентность - _____

Работа № 5. Подпишите способы закладки мезодермы и дайте их краткую характеристику.

<i>Название</i>		
<i>Внешний вид</i>	 A diagram illustrating spiral cleavage. It shows a cross-section of an embryo with a single layer of cells forming a spiral. The cells are arranged in a helical pattern, with each layer of cells rotated relative to the one below it. The diagram shows two layers of cells, with the upper layer shifted relative to the lower layer.	 A diagram illustrating axial cleavage. It shows a cross-section of an embryo with a single layer of cells forming a flat, circular disc. The cells are arranged in a regular, grid-like pattern, with each layer of cells directly above the one below it. The diagram shows two layers of cells, with the upper layer directly above the lower layer.
<i>Характеристика</i>		
<i>Представители</i>		

Работа № 6. Подпишите структуры сомита (*нервная трубка; хорда; аорта; склеротом; миотом; дерматом; первичная кишка; полость тела (целом); соматоплевра; спланхноплевра; эктодерма*).



Работа № 7. Заполните таблицу.

Зародышевые листки и развивающиеся из них ткани и органы

<i>Зародышевые листки</i>	<i>Ткани</i>	<i>Системы органов</i>
Эктодерма		
Энтодерма		
Мезодерма		

Работа № 8. Запишите компоненты развития.

Компетенция -

Детерминация -

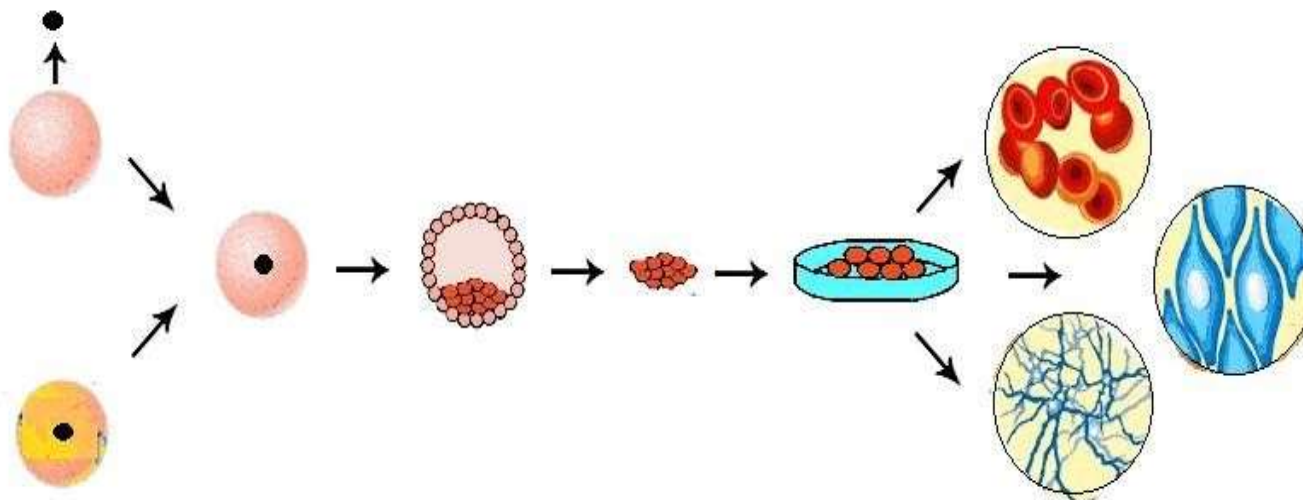
Пролиферация –

Миграция -

Дифференцировка -

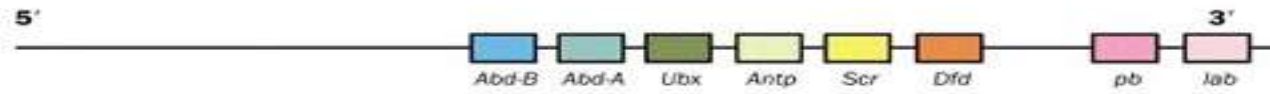
Интеграция -

Работа № 9. Подпишите этапы терапевтического клонирования.

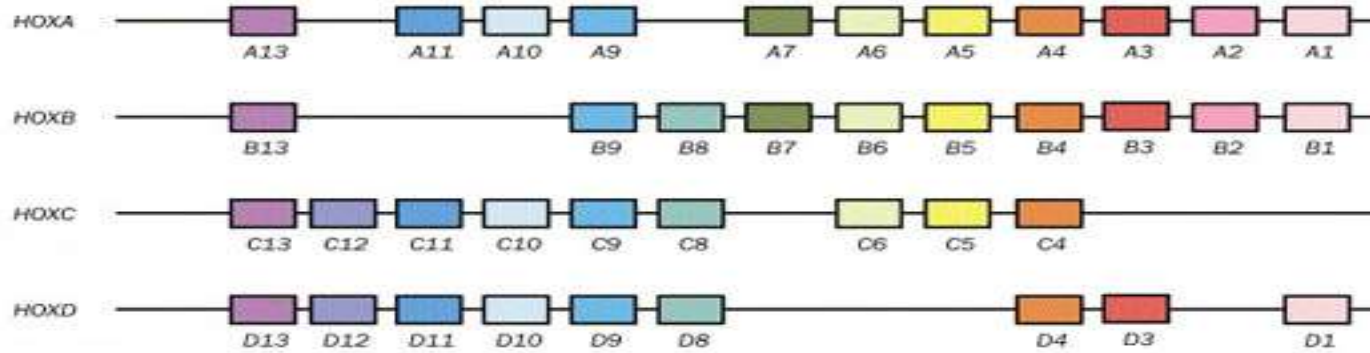


Работа № 10. Цветом обозначьте *Нох*-гены в том порядке, в каком они расположены в хромосомах (у мухи один набор *Нох*-генов, у человека — четыре, частично дублирующие друг друга) и области экспрессии соответствующих генов.

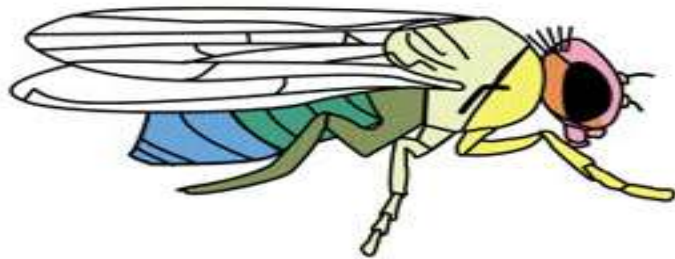
муха



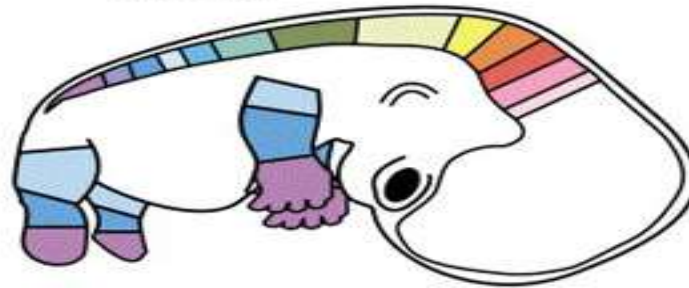
человек



муха



зародыш человека



Работа № 11. Запишите определение и перечислите **критические периоды развития** человека.

Критические периоды развития - _____

- _____
- _____
- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____
- 5) _____
- 6) _____

Работа № 13. Запишите определение и перечислите **тератогенные факторы**.

Тератогенные факторы - _____



Подпись преподавателя _____

ТЕМА №9. ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ ПО ТЕМЕ «МИТОЗ. МЕЙОЗ. ОНТОГЕНЕЗ»

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ

1. Клеточный цикл, его периодизация. Митотический цикл и его механизмы. Проблемы клеточной пролиферации в медицине
2. Гаметогенез. Мейоз: цитологическая и цитогенетическая характеристика.
3. Биология развития. Жизненные циклы организмов как отражение их эволюции. Онтогенез и его периодизация. Прямое и непрямое развитие.
4. Общая характеристика эмбрионального развития: предзиготный период, оплодотворение, зигота, дробление, гаструляция, гисто- и органогенез. Зародышевые оболочки. Взаимоотношение материнского организма и плода. Реализация наследственной информации в становлении фенотипа.
5. Механизмы формирования многоклеточного организма: пролиферация, миграция, дифференцировка, компетенция, детерминация, специализация. Явление ооплазматической сегрегации.
6. Эмбриональная индукция. Дифференциация и интеграция в развитии. Роль наследственности и среды в онтогенезе. Критические периоды развития. Тератогенные факторы среды.
7. Постнатальный онтогенез и его периоды. Роль эндокринных желез в регуляции жизнедеятельности организма в постнатальном периоде.
8. Клонирование репродуктивное и терапевтическое.

Работа № 2. Разберите и запишите примеры на правила вероятностей.

Правило 1.

Вероятность события не зависит от предшествующих событий ("вероятность не имеет памяти").

При двух или нескольких независимых событиях вероятность последующего события не зависит от предыдущего.

Пример:

Правило 2.

Правило умножения вероятностей (вероятность совпадения независимых событий).

Если события не зависят друг от друга, то вероятность того, что они произойдут одновременно, равна произведению вероятностей каждого из них в отдельности.

Пример:

Правило 3.

Правило сложения вероятностей.

Вероятность того, что случится либо одно, либо другое из нескольких несовместимых событий, равна сумме вероятностей этих событий.

Пример:


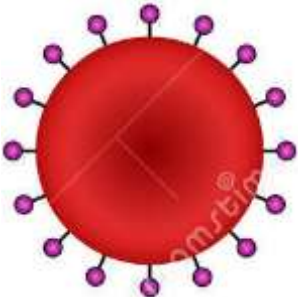
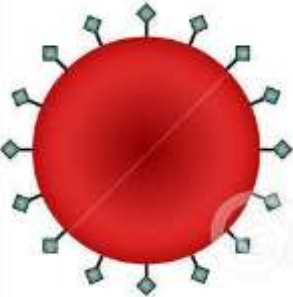
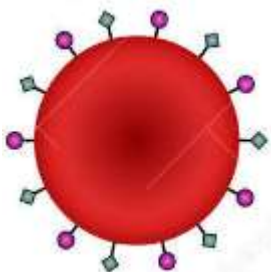


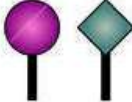
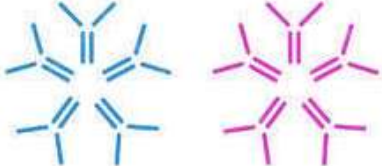


Пенетрантность -
Экспрессивность-

Работа № 3. Решение задач на тему «Законы Менделя. Правила вероятностей».

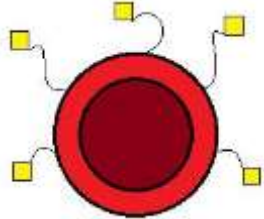
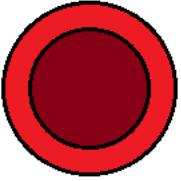
<p>Задача 1. Дано скрещивание: ♀ AabbDDFf x ♂ AaBbddFF. Гены наследуются независимо. Расположите гены в хромосомах, напишите гаметы, формулы расщепления по генотипу и фенотипу. Сколько различных генотипов и фенотипов возможно в потомстве от этого скрещивания?</p>	<p>Задача 2. Дано скрещивание: P: ♀ AAbbCcDdff x ♂ aaBbCcddff. Гены менделируют. Расположите гены в хромосомах, напишите гаметы, формулы расщепления по генотипу и фенотипу. Сколько различных генотипов и фенотипов возможно в потомстве от этого скрещивания?</p>

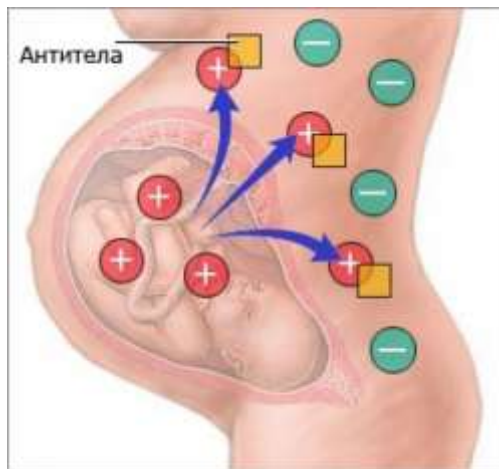
Работа № 2. Запишите возможные генотипы групп крови, наследуемых по системе АВО.

Наследование групп крови системы АВО

Группа крови	I (O)	II (A)	III (B)	IV (AB)
Возможные генотипы				
Тип эритроцитов				
Антигены эритроцитов	—	 Антиген А	 Антиген В	 Антиген А и В
Антитела плазмы	 Антитела β и α	 Антитела β	 Антитела α	—

Работа № 3. Запишите возможные генотипы групп крови, наследуемых по системе ABO.

Условные обозначения	Rh+	Rh-
Возможные генотипы		
Типы эритроцитов		



Резус-конфликт - _____

<p>Задача 3. В одной семье мать болеет ауtosомными доминантными болезнями: ангиоматозом (пенетрантность 50%), отосклерозом (пенетрантность 30%) и ретинобластомой (пенетрантность 60%). Ее муж болен отосклерозом и ретинобластомой. В семье родился нормальный ребенок. Какова вероятность рождения следующего ребенка, болеющего тремя болезнями одновременно?</p>	<p>Задача 4. Синдром Беквита (гигантизм плода, задержка психического развития, микроцефалия, гипогликемия вследствие перегрузки гепатоцитов глико- геном, повышенный риск злокачественных заболеваний) наследуется по ауtosомно-рецессивному типу с пенетрантностью 40%. Определить вероятность рождения больных детей, если родители гетерозиготные.</p>
<p>Задача 5. Гипертрофия десен (фиброзное перерождение, выпадение зубов) наследуется по ауtosомно-доминантному типу с пенетрантностью 50%. Определить вероятность рождения больных детей, если один из родителей гетерозиготен по анализируемой патологии, а другой здоров.</p>	<p>Задача 6. Черепно-лицевой дизостоз наследуется как доминантный ауtosомный признак с пенетрантностью 50%. Определите вероятность заболевания детей в семье, где один из родителей гетерозиготен по данному гену, а другой нормален в отношении анализируемого признака.</p>

**ТЕМА №12. ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ ПО ТЕМЕ «КЛАССИЧЕСКАЯ ГЕНЕТИКА.
МЕТОДЫ ГЕНЕТИКИ ЧЕЛОВЕКА»**

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ

1. Законы Менделя для моно- и дигибридного скрещивания. Условия менделирования признаков.
2. Правила вероятностей и их применение при решении задач.
3. Наследование, сцепленное с полом.
4. Наследование групп крови.
5. Кроссинговер. Его механизм и биологическая сущность. Генетические и цитологические карты хромосом. Методы картирования хромосом человека.
6. Взаимодействие аллельных и неаллельных генов. Плейотропное действие гена.
7. Понятие о пенетрантности и экспрессивности.
8. *Методы изучения наследственности человека: генеалогический, близнецовый, цитогенетический, биохимический, дерматоглифический. Понятие о генотипе и фенотипе.*
9. *Виды изменчивости: фенотипическая (модификационная) и генотипическая (комбинативная, рекомбинативная и мутационная) изменчивость.*

ТЕМА №13. ЭВОЛЮЦИОННОЕ УЧЕНИЕ

ЭВОЛЮЦИОННОЕ УЧЕНИЕ - _____

Работа №1. Заполните таблицу.

РАЗВИТИЕ ЭВОЛЮЦИОННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

Таблица 15.1.

Мировоззрение	Представители	Особенности мировоззрения
1. Трансформизм	М.В.Ломоносов (1711-1765), К.Ф.Вульф (1734-1794), Ж.Бюффон (1707-1788), Э.Ж.Сент-Илер (1772-1844)	
2. Первая эволюционная концепция	Ж.Б.Ламарк (1744-1829)	

Научные предпосылки появления теории Ч.Дарвина

Таблица 15.2.

Предпосылки	Содержание предпосылок
1. Социально-экономические	
2. Естественно-научные	

Теория эволюции Ч.Дарвина. Движущие силы эволюции

Таблица 15.3.

Категории	Содержание
1. Наследственность	
2. Изменчивость:	
а) определенная (групповая)	
б) <u>неопределенная</u> (<u>индивидуальная</u>)	
в) соотносительная (коррелятивная)	

3. Искусственный отбор:	
а) бессознательный	
б) методический	
4. Борьба за существование:	
а) внутривидовая	
б) межвидовая	
в) с факторами неживой природы	
5. Естественный отбор	

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ ЭВОЛЮЦИИ

ПОПУЛЯЦИЯ

ВИД-

Критерии вида и их характеристика

Таблица 15.4.

Название	Характеристика
1. Морфологический	
2. Географический	
3. Экологический	
4. Физиологический	
5. Биохимический	
6. Генетический	
7. Эволюционный	

Факторы эволюции и их роль в формировании эволюционных изменений

Таблица 15.5.

Фактор эволюции	Характеристика
1. Мутационный процесс	
2. Популяционные волны	
3. Дрейф генов	
4. Изоляция: а) географическая б) биологическая	
5. Естественный отбор	

Виды естественного отбора

Таблица 15.6.

Характер действия	Стабилизирующий И.И. Шмальгаузен (1884-1963)	Движущий Ч. Дарвин (1809-1882)	Дизруптивный Дж. Симпсон(1902-1984)
1. В каких условиях действует отбор?			
2. Направление действия отбора. (Каких особей отбирает?)			
3. Значение.			
4. Пример.			
5. Графическое изображение.			

Способы образования видов по Э. Майру

Таблица 15.7.

	Характеристика	Графическое изображение
1. Дивергентное:		
2. Филетическое		
3. Гибридогенное		

Пути видообразования

Таблица 15.8.

Способы видообразования	Характеристика видообразования	Процесс, ведущий к видообразованию
		Расселение на новых территориях → географическая изоляция между популяциями → отбор в новых условиях среды → биологическая изоляция → возникновение подвидов → <u>возникновение новых видов.</u>
		Освоение новых экологических ниш в пределах старого ареала → отбор в новых условиях среды → биологическая изоляция → возникновение подвидов → <u>возникновение новых видов.</u>

МИКРОЭВОЛЮЦИЯ _____

МАКРОЭВОЛЮЦИЯ _____

Направления эволюции по А.Н. Северцову

1. Биологический прогресс _____

2. Биологический регресс _____

Пути достижения биологического прогресса по А.Н. Северцову

Таблица 15.9.

Способы достижения биологического прогресса	Характеристика	Примеры
1. Ароморфозы (арогенез)		
2. Идиоадаптации (аллогенез)		
3. Дегенерация (катагенез)		
4. Ценогенез		

Главные направления эволюционного процесса по А.Н. Северцову

Таблица 15.10.

Формы эволюции групп	Характеристика	Примеры
1. Дивергентная эволюция		
2. Конвергентная эволюция		
3. Филетическая эволюция		
4. Параллелизм		

Темпы эволюции

Таблица 15.11.

Название и тип темпа эволюции	Эволюционные примеры
1.	
2.	
3.	

Доказательства эволюции**Таблица 15.12.**

	Характеристика, примеры
1. Молекулярные	
2. Сравнительно-анатомические	а) гомологичные органы - б) рудиментарные органы - в) атавизмы - г) переходные формы –
3. Эмбриологические	
4. Палеонтологические	Филогенетические ряды –
5. Биогеографические	

Основные стадии эволюции человека

Таблица 15.13

Время появления признака	Признаки, характерные для людей	Стадия антропогенеза	Представители среди ископаемых форм	Масса мозга, г.	Распространение по планете
Более 10 млн. лет					
4,5-1,75 млн. лет					
2 млн. лет					
Ранние формы – 2,6 млн. лет; расцвет – 600-800 тыс. лет					
Ранние формы – 1,5 млн. лет; расцвет – 250-40 тыс.лет					
Менее 40 тыс. лет					
Менее 10 тыс. лет					

Подпись преподавателя _____

**ТЕМА №14. ЭВОЛЮЦИЯ ХОРДОВЫХ И ЕЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ. ФИЛОГЕНЕЗ КОЖНЫХ
ПОКРОВОВ, НЕРВНОЙ, ДЫХАТЕЛЬНОЙ, ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ,**

КРОВЕНОСНОЙ И ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМ

Работа №1. *Запишите определения следующих терминов.*

Филогенез -

Хордовые –

Тройной метод филогенеза -

Анамнии -

Амниоты -

Работа №2. Заполните таблицу.

Таблица 16.1

Основные способы эволюции органов

	Характеристика	Примеры
1. Усиление главной функции		
2. Расширение функции		
3. Смена функции		
4. Активация функции		
5. Ослабление функции		
6. Субституция органа		

Работа №3. Заполните таблицу.

Таблица 16.2

Основные виды пороков развития

Пороки развития	Характеристика	Примеры
1. Рудименты		
2. Атавизмы		
3. Аллогенные аномалии		

Работа №4. Заполните таблицу, выделив цветом ароморфозы.

Таблица 16.3

Строение и онтофилогенетически обусловленные пороки развития систем органов представителей Типа Хордовых

	Класс:				
	<i>Головохордовые</i>	<i>Рыбы*</i>	<i>Земноводные</i>	<i>Пресмыкающиеся</i>	<i>Млекопитающие</i>
Кожные покровы					
Строение					
Направления эволюции					
Онтофилогенетически обусловленные пороки развития человека					
<i>*Надкласс Рыбы.</i>					

	<i>Головохордовые</i>	<i>Рыбы*</i>	<i>Земноводные</i>	<i>Пресмыкающиеся</i>	<i>Млекопитающие</i>
Нервная система					
<i>Строение</i>					
<i>Направления эволюции</i>					
<i>Онтофилогенетически обусловленные пороки развития человека</i>					
<i>*Надкласс Рыбы</i>					

	<i>Головохордовые</i>	<i>Рыбы*</i>	<i>Земноводные</i>	<i>Пресмыкающиеся</i>	<i>Млекопитающие</i>
Дыхательная система					
<i>Строение</i>					
<i>Направления эволюции</i>					
<i>Онтофилогенетически обусловленные пороки развития человека</i>					
<i>*Надкласс Рыбы</i>					

	<i>Головохордовые</i>	<i>Рыбы*</i>	<i>Земноводные</i>	<i>Пресмыкающиеся</i>	<i>Млекопитающие</i>
Пищеварительная система					
<i>Строение</i>					
<i>Направления эволюции</i>					
<i>Онтофилогенетически обусловленные пороки развития человека</i>					
<i>*Надкласс Рыбы.</i>					

	<i>Головохордовые</i>	<i>Рыбы*</i>	<i>Земноводные</i>	<i>Пресмыкающиеся</i>	<i>Млекопитающие</i>
Кровеносная система					
<i>Строение</i>					
<i>Направления эволюции</i>					
<i>Онтофилогенетически обусловленные пороки развития человека</i>					
<i>*Надкласс Рыбы.</i>					

	<i>Головохордовые</i>	<i>Рыбы*</i>	<i>Земноводные</i>	<i>Пресмыкающиеся</i>	<i>Млекопитающие</i>
Выделительная система					
<i>Строение</i>					
<i>Направления эволюции</i>					
<i>Онтофилогенетически обусловленные пороки развития человека</i>					
<i>*Надкласс Рыбы</i>					

ФИЛОГЕНЕЗ КРОВЕНОСНОЙ И ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМ

Работа №5: Заполните схемы и **отметьте цветом** (синий – венозная кровь, красный – артериальная кровь, фиолетовый – смешанная кровь).

1 круг
кровообращения

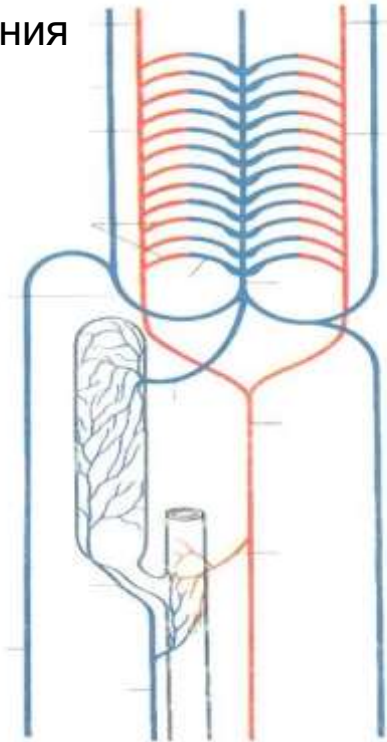


Рис. 16.1. Кровеносная система ланцетника: 1- жаберные артерии (приносящие, выносящие), 2- сонные артерии, 3- передние кардинальные вены, 4- брюшная аорта, 5- спинная аорта, 6- задние кардинальные вены, 7- печеночная вена, 8- воротная вена печени, 9- кювьеровы протоки.

1 круг
кровообращения

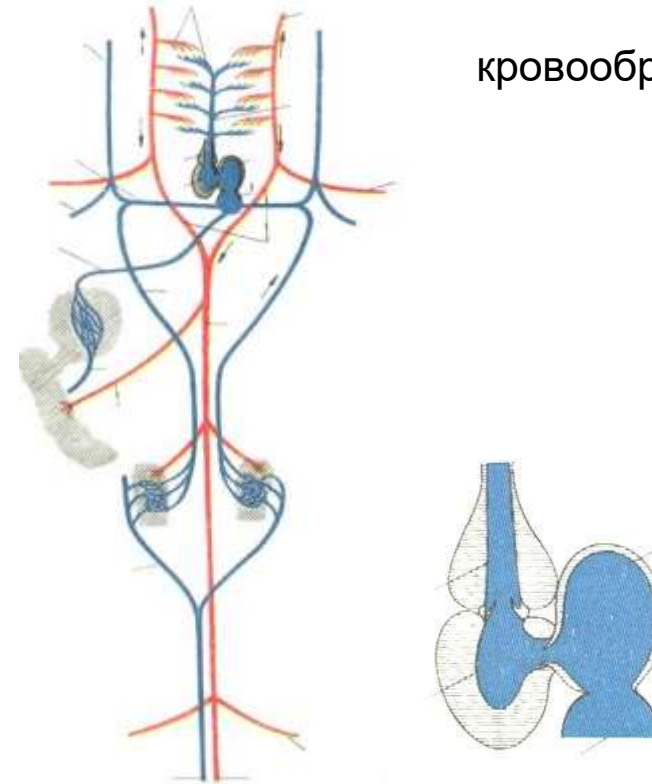


Рис. 16.2. Кровеносная система рыбы: 1- сердце двухкамерное, 2- сонные артерии, 3- передние кардинальные вены, 4- брюшная аорта, 5- артериальный конус, 6- задние кардинальные вены, 7- печеночная вена, 8- воротная вена печени, 9- кювьеровы протоки, 10- предсердие, 11- венозный синус, 12- желудочек.

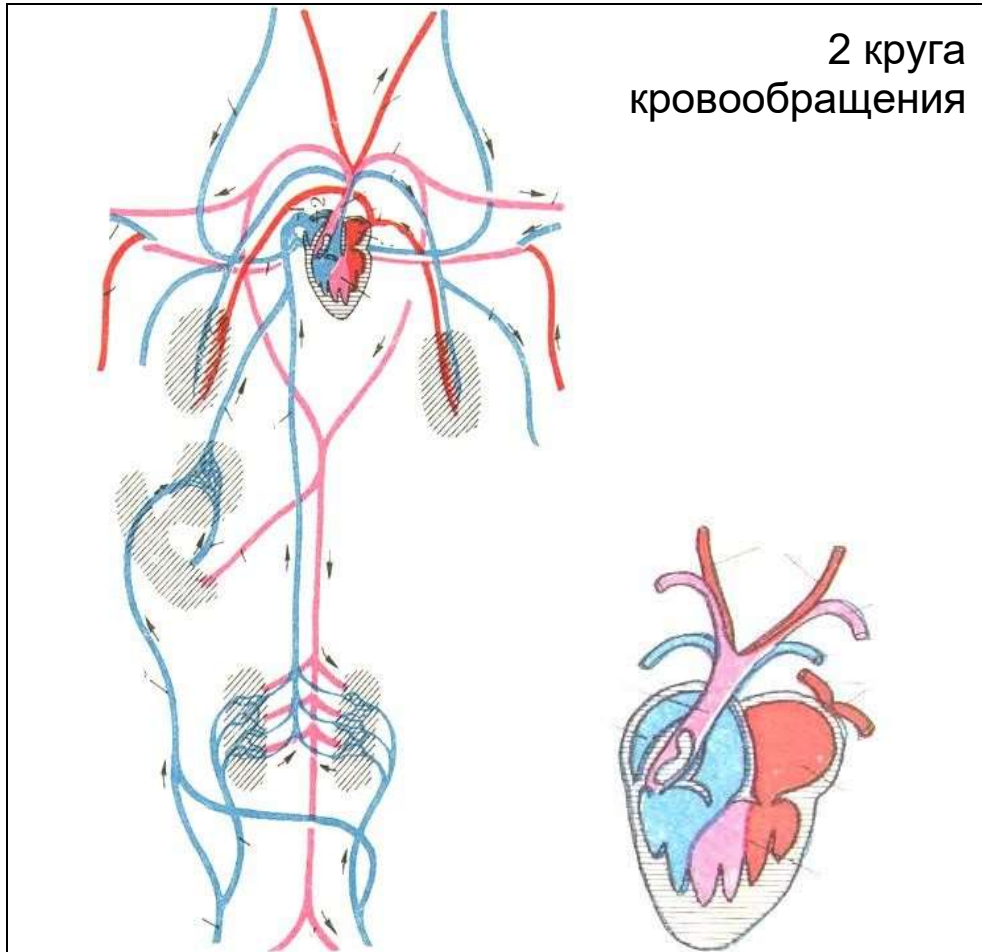


Рис. 16.3. Кровеносная система амфибии: 1- сердце трехкамерное, 2- сонные артерии, 3- предсердия (левое- а, правое- б), 4- желудочек, 5- артериальный конус, 6- яремные вены, 7- печеночная вена, 8- воротная вена печени, 9- дуги аорты, 10- передние полевые вены, 11- легочные артерии, 12- легочные вены, 13- подключичные артерии, 14- задняя полая вена.

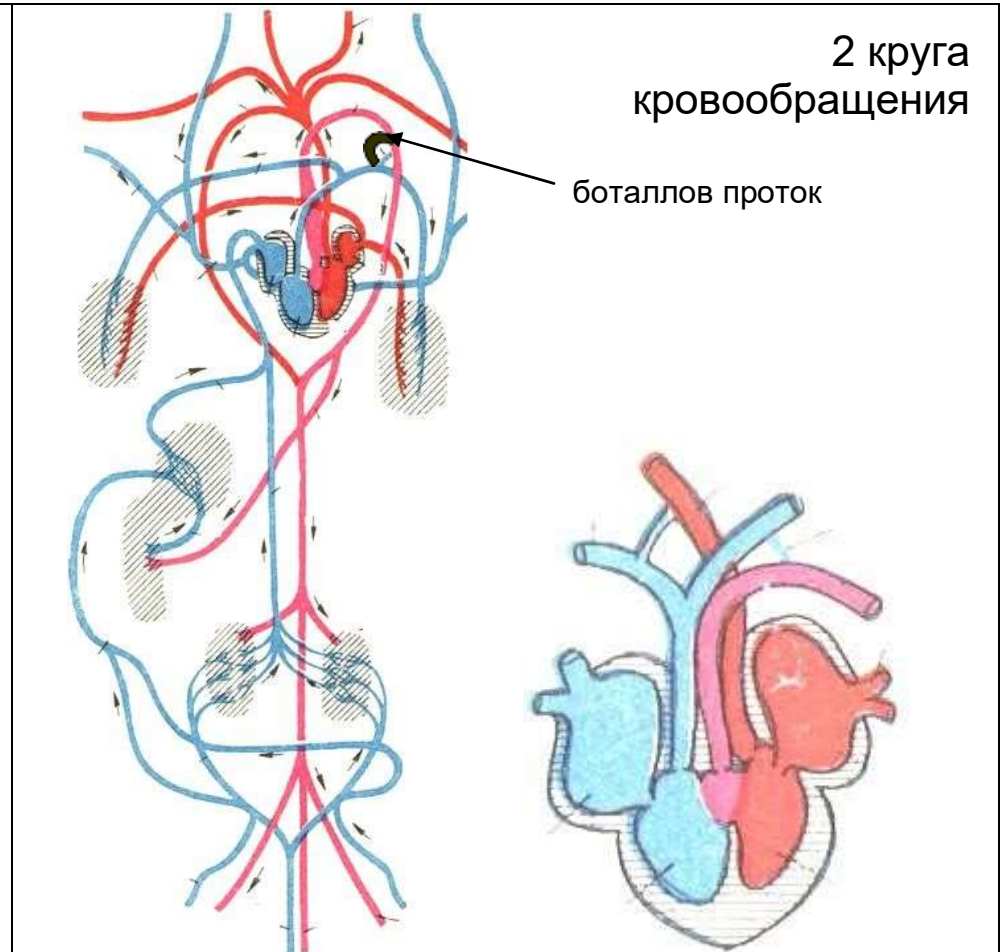


Рис. 16.4. Кровеносная система рептилии: 1- сердце трехкамерное, 2- сонные артерии, 3- предсердия (левое- а, правое- б), 4- желудочек, 5- легочная артерия, 6- правая дуга аорты, 7- левая дуга аорты, 8- яремная вена, 9- печеночная вена, 10- воротная вена печени, 11- передние полевые вены, 12- легочные вены, 13- подключичные артерии, 14- **неполная межжелудочковая перегородка**, 15- боталлов проток.

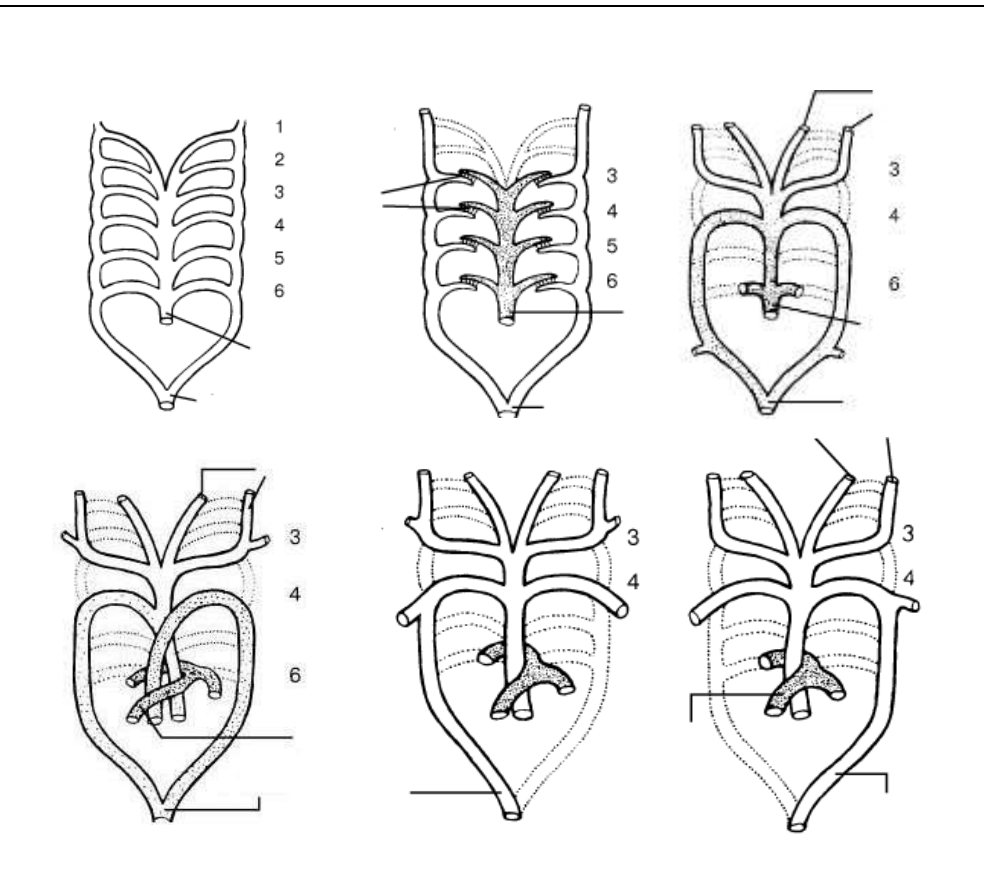
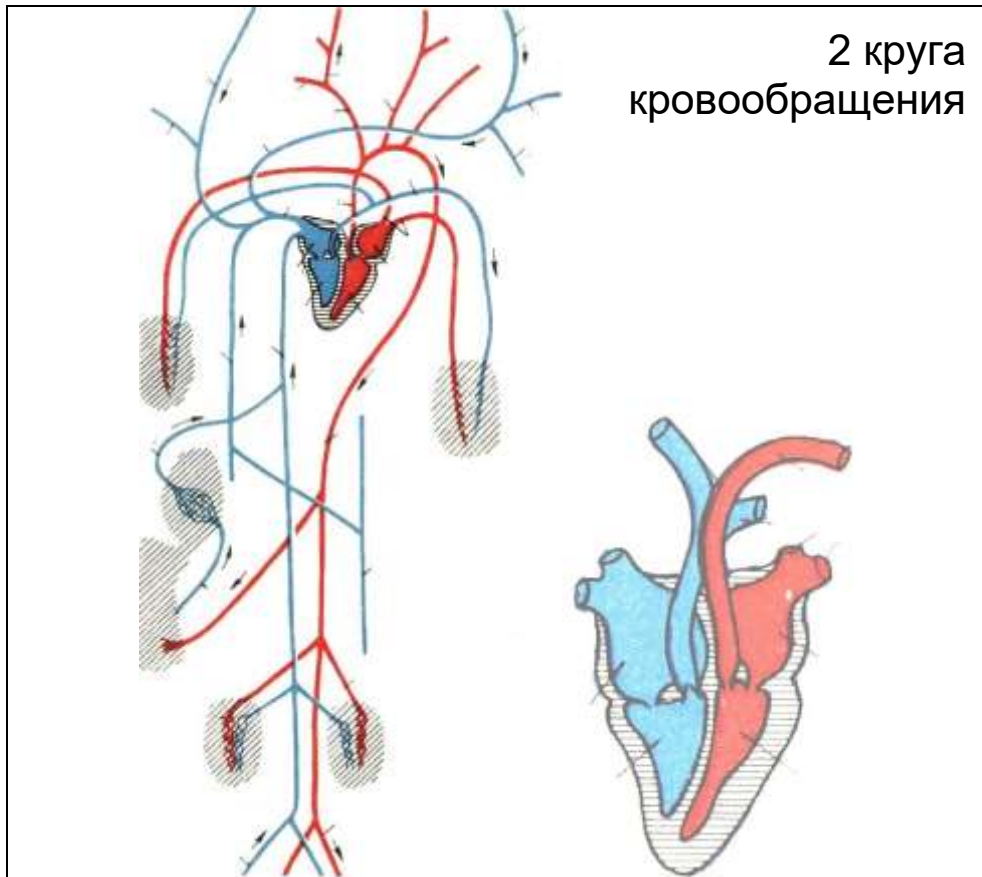


Рис. 16.5. Кровеносная система млекопитающих: 1- сердце четырехкамерное, 2- сонные артерии, 3- предсердия (левое - а, правое - б), 4- желудочки (правый - в, левый - г), 5- левая дуга аорты, 6- яремные вены, 7- воротная вена печени, 8- **полная межжелудочковая перегородка**, 9- легочные артерии, 10- легочные вены, 11- подключичные артерии.

Рис. 16.6. Эволюция жаберных артерий позвоночных: а- закладка в эмбриогенезе, б- жаберные дуги рыбы, в- жаберные дуги земноводных, г- жаберные дуги пресмыкающихся, д- жаберные дуги млекопитающих (1- жабры, 2- спинная аорта, 3- брюшная аорта, 4- сонные артерии, 5- легочные артерии, 6- дуги аорты (е-правая, ж-левая), 7- боталлов проток у рептилий).

Работа № 6. Заполните таблицу.

Преобразование артериальных (жаберных) дуг в фило- и онтогенезе у позвоночных

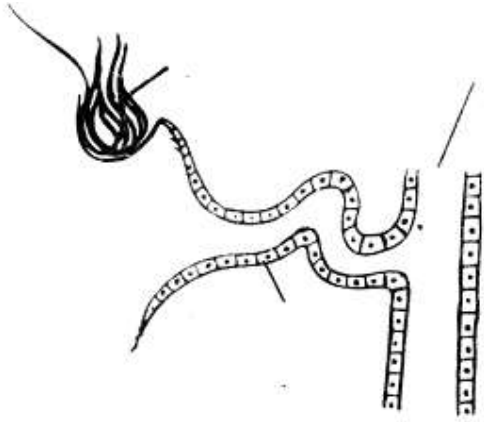
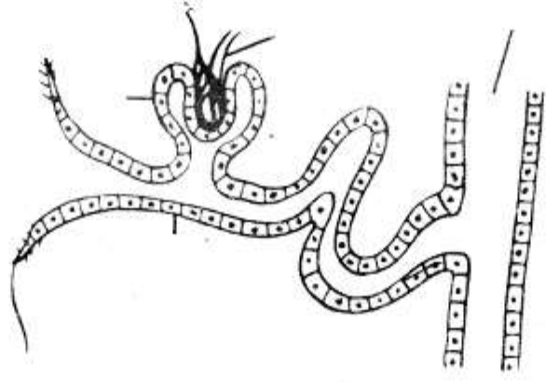
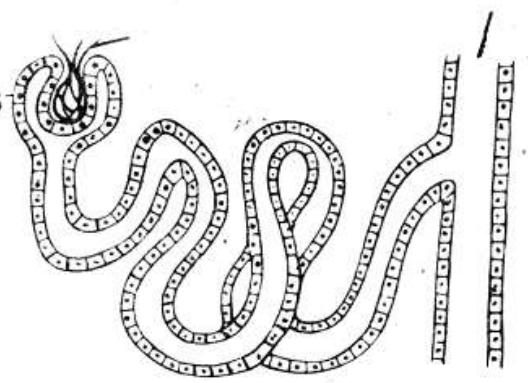
Название сосудов Жаберные артериальные дуги	Классы позвоночных					
	рыбы		амфибии	рептилии	млекопитающие и человек	
	низшие	высшие			эмбриональный период	постэмбриональный период
I						
II						
III						
IV						
V						
VI						
Боталлов проток						

Работа № 7. Запишите:

1) Чем является наличие боталлова протока у новорожденного ребенка (рудимент или атавизм)?

Работа № 8. Заполните таблицу.

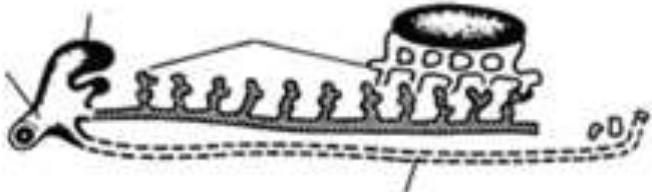
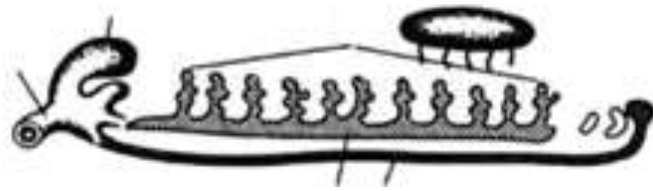
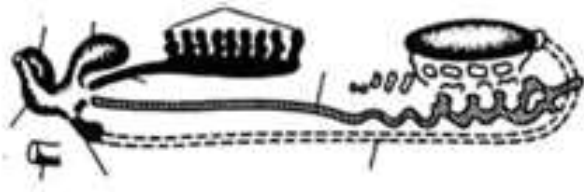
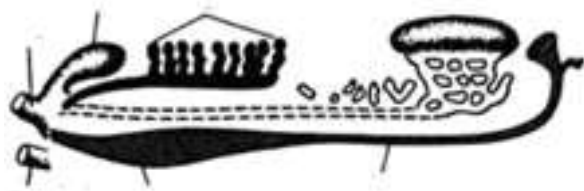
Сравнительная характеристика типов нефронов почек Хордовых

		
<p style="text-align: center;">Пронефрос</p> <p>(_____)</p> <p>целом, капиллярный клубочек, воронка, выделительный каналец, собирательная трубочка.</p>	<p style="text-align: center;">Мезонефрос</p> <p>(_____)</p> <p>целом, капиллярный клубочек, воронка, выделительный каналец, собирательная трубочка, капсула, извитой каналец.</p>	<p style="text-align: center;">Метанефрос</p> <p>(_____)</p> <p>целом, капиллярный клубочек, воронка, выделительный каналец, собирательная трубочка, капсула, извитой каналец, петля нефрона.</p>
<p>Поступление продуктов распада</p>	<p>Поступление продуктов распада</p>	<p>Поступление продуктов распада</p>
<p><i>В организме каких животных функционирует</i></p>	<p><i>В организме каких животных функционирует</i></p>	<p><i>В организме каких животных функционирует</i></p>

Работа № 9. Отметьте структуры в процессе эволюции почки и мочеполовых каналов Хордовых.

Нейтральное зародышевое состояние



<p>♂</p>  <p>♀</p> 	<p>♂</p>  <p>♀</p> 
<p>Низшие позвоночные (рыбы и амфибии)</p>	<p>Высшие позвоночные (рептилии, птицы и млекопитающие)</p>
<p>Эволюция мочеполовых каналов: предпочка, первичная почка, канал предпочки, половая железа, Мюллеров канал, Вольфов канал, мочевого пузырь, клоака, вторичная почка, задняя кишка, матка, мочеточник вторичной почки, половой член, мочеполовой синус.</p>	
<p>Функции Мюллера и Вольфа каналов</p>	<p>Функции Мюллера и Вольфа каналов</p>

Подпись преподавателя _____

ТЕМА №15. ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ ПО ТЕМЕ «ЭВОЛЮЦИОННОЕ УЧЕНИЕ», «ЭВОЛЮЦИЯ ХОРДОВЫХ И ЕЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ»

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ

1. Представления об эволюции в додарвинский период (К. Линней, Ж.Б.Ламарк).
2. Основные положения учения Ч.Дарвина, значение его теории.
3. Синтетическая теория эволюции. С.С.Четвериков – основатель генетики популяций. а) Понятие о виде, популяции. Популяция – элементарная единица эволюции.
б) Элементарные эволюционные факторы: мутации, популяционные волны, изоляция и ее виды, дрейф генов, естественный отбор. Генетический полиформизм.
в) Формы отбора: стабилизирующий, движущий, дизруптивный.
г) Понятие о микроэволюции. Процесс видообразования. Пути видообразования. Способы видообразования (формы эволюции групп).
4. Закономерности макроэволюции. Тройной метод изучения филогенеза. а) Типы эволюции (арогенез, аллогенез, катогенез, ценогенез).
б) Правила эволюции. Адаптациогенез.
в) Принципы эволюции органов. Морфофункциональные преобразования органов. Принципы молекулярной эволюции.
5. Антропогенез.
6. Генетика популяций человека. а) Действие естественного отбора в популяции человека.
б) Человек – объект действия эволюционных факторов. Генетический груз: мутационный, сегрегационный. в) Формы инбридинга.
г) Эффект родоначальника – проявление действия дрейфа генов.
- 7) Систематика типа Хордовые.
- 8) Общая характеристика типа Хордовые.
- 9) Низшие Хордовые и их значение в эволюции.
- 10) Филогения Хордовых.
- 11) Тройной метод изучения филогенеза Хордовых для доказательств происхождения амфибий от рыб, рептилий от амфибий, млекопитающих от рептилий.
- 12) Эволюция систем органов: кожные покровы, пищеварительная, дыхательная, кровеносная, выделительная, нервная.
- 13) Учение А.Н.Северцова о биологическом прогрессе, главных направлениях эволюционного процесса. Учение о филэмбриогенезах. Принципы и предпосылки эволюционных преобразований органов. Способы морфофункциональных преобразований органов.

ТЕМА №16. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ. ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА.

Экология – наука о взаимоотношениях живых организмов между собой и со средой их обитания.

Предмет изучения экологии – взаимоотношения между организмами и средой их обитания на различных уровнях организации живого: организменном, популяционно-видовом, биогеоценотическом и биосферном.

Работа № 1. Заполните таблицу, используя следующие термины: *геоэкология, аутоэкология, синэкология, демэкология, организменный, биосферный, популяционно-видовой, биогеоценотический.*

Таблица 18.1.

Разделы экологии

Уровень	Раздел	Предмет изучения
		Влияние экологических факторов на организмы и их ответные реакции
		Рождаемость, смертность, динамика численности, возрастной и половой состав популяций в зависимости от действия экологических факторов
		Структура и видовое разнообразие сообществ животных, растений и микроорганизмов, их взаимодействие со средой обитания
		Взаимодействие сообществ организмов и природных явлений, образующих природный комплекс

ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА ОРГАНИЗМЫ

Любой живой организм существует в сложном и постоянно меняющемся мире, поэтому успех его жизнедеятельности определяется исторически сформировавшимися и постоянно совершенствующимися *адаптациями*, которые затрагивают всю его организацию и, в то же время, определяют характер взаимодействия со средой и с другими организмами.

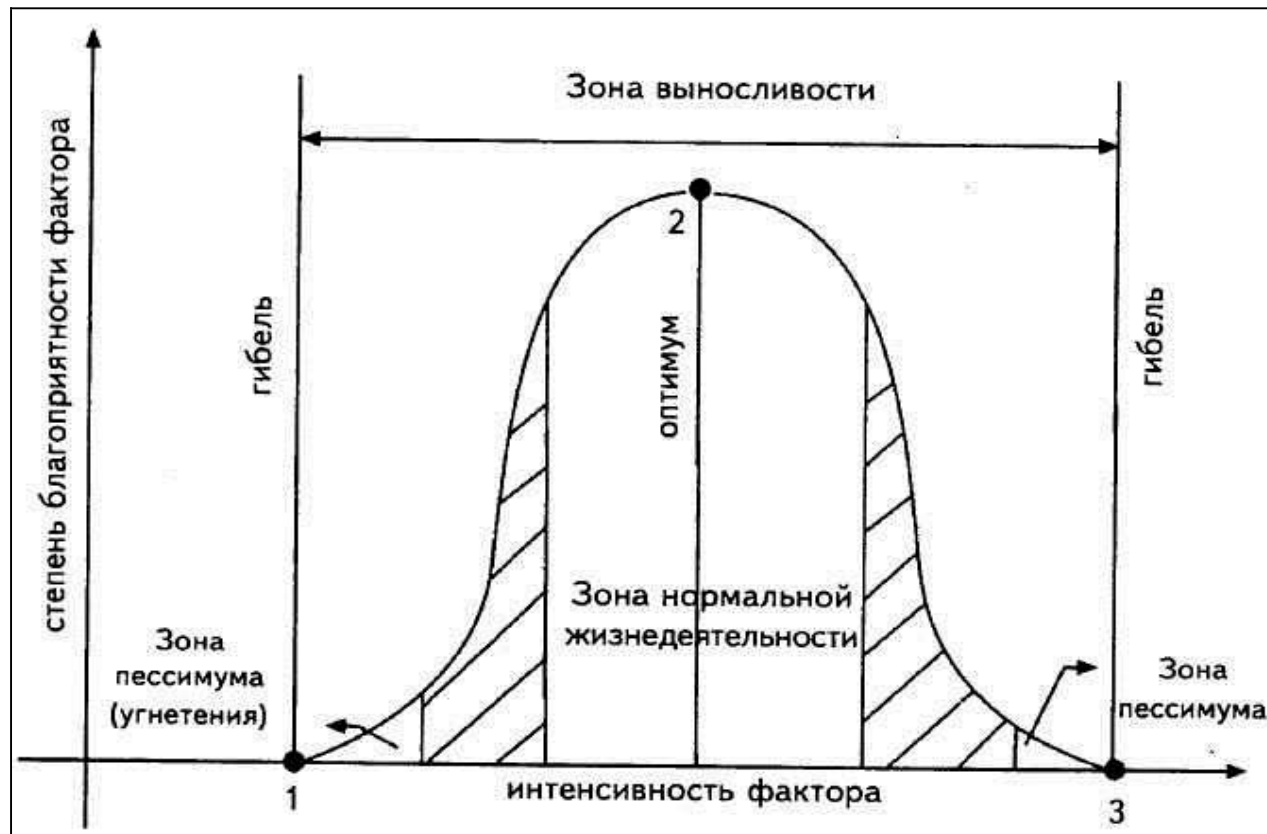
Отдельные свойства или компоненты среды, прямо или косвенно воздействующие на организмы, называются экологическими факторами.

Работа № 2. Иллюстрацией действия каких закономерностей, являются следующие ситуации. Выберите соответствующие законы из предложенного списка (*закон толерантности Шелфорда, закон (эффект) компенсации факторов Рюбеля, закон незаменимости фундаментальных факторов Вильямса, закон совокупного действия факторов, правило взаимодействия факторов*). Ответ впишите и поясните.

1) Некоторые моллюски (*Mytilus galloprovincialis*) при отсутствии (или значительном дефиците) кальция могут построить свои раковины при достаточном количестве в среде стронция (_____).

2) Растения пустынь имеют верхний и нижний предел выносливости по отношению к влажности. Если в аридной области резко повышается, то первичная продуктивность экосистемы в целом повышается, но большая часть растений при этом гибнет и замещается другими видами, лучше адаптированными к высокой влажности (_____).

Работа №3. Изучите рис. 17.1, дайте определения терминам «оптимум», «стенобионты», «эврибионты», приведите примеры *стенобионтных* и *эврибионтных* видов растений и животных.



Оптимум _____

Стенобионты _____

Эврибионты _____

Рис. 18.1. Общая схема действия экологического фактора на живой организм

1 – точка минимума; 2 – точка оптимума; 3 – точка максимума.

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ВИДОВ В СООБЩЕСТВАХ

В сообществах реализуются разнообразные формы воздействий, которые живые организмы оказывают друг на друга – *биотические взаимоотношения*. На их основе происходит формирование более тесных связей между отдельными видами, относящимися в целом ряде случаев к разным трофическим уровням.

Работа №4. Определите тип биотических взаимоотношений (*нейтрализм, протокооперация, антибиоз, мутуализм, аменсализм, хищничество, прямая конкуренция, комменсализм, эксплуатационная конкуренция, паразитизм*) и впишите его во второй столбец.

Таблица 18.2.

Описание взаимодействия	Тип взаимодействия
Разные виды антилоп в саваннах Африки поедают растения разных ярусов. Жирафовая антилопа кормится листьями деревьев, антилопа Гну - листьями кустарников и высоких трав, антилопа Куду кормится низкими травами.	
Совместное культивирование в муке <i>Tribolium</i> и <i>Oryzaephilus</i> (роды мучных хрущаков) заканчивается уничтожением <i>Oryzaephilus</i> , поскольку <i>Tribolium</i> активнее истребляет неполовозрелые <i>Oryzaephilus</i> .	
Совместное выращивание в культуре двух видов парамеций <i>Paramecium caudatum</i> и <i>Paramecium aurelia</i> ведет к тому, что через 16 суток в культуре оказывается только <i>Paramecium aurelia</i> . При этом ни один из организмов не нападал на другой и не выделял вредных веществ, но <i>Paramecium aurelia</i> обладает более высокой скоростью роста и в условиях ограниченного количества пищевых ресурсов побеждают <i>Paramecium caudatum</i> .	
Эррингтон (Erington, 1946) в течение длительного времени тщательно изучал популяции ондатры (<i>Ondatra zibethica</i>) на севере центральной части США. Исследователь проводил учеты, регистрировал гибель и перемещения особей, следил за судьбой отдельных потомков. Особенно тщательно он контролировал взаимоотношения популяций ондатры и американской норки (<i>Mustela vison</i>). Ученый обнаружил, что на взрослых ондатр, занимавших прочное положение на своем индивидуальном участке, норки, как правило, не нападали; но кочующие особи, которые не имели своего участка, или особи, испытывавшие недостаток в воде или пострадавшие от внутривидовых схваток, очень часто уничтожались.	

<p>Грибы рода <i>Streptomyces</i> продуцируют стрептомицин, подавляющий рост бактерий <i>Mycobacterium tuberculosis</i>, которые вызывают туберкулез. Впервые данное вещество было открыто и описано Зельманом Ваксманом, за что в 1952 году он удостоился Нобелевской премии по физиологии и медицине.</p>	
<p>В летний период часто наблюдается явление «цветения воды». Оно обусловлено жизнедеятельностью сине-зеленых водорослей. Токсины, выделяющиеся в результате сильного размножения и гниения данных организмов, приводят к гибели и вытеснению многих видов зоопланктона и других водных животных.</p>	
<p>Возбудитель тропической малярии <i>Plasmodium falciparum</i> вызывает тяжелую форму заболевания, при которой нередко развиваются церебральные нарушения. Переносчиком ее является самка комара из рода <i>Anopheles</i>. При множественных укусах этих комаров малярийный плазмодий проходит тканевый и эритроцитарный циклы развития. С первым связаны сильные боли в области печени, когда плазмодий внедряется в ее клетки. Здесь он недоступен для антималярийных препаратов. После разрушения клеток печени плазмодий попадает в эритроциты. Эритроцитарный цикл обуславливает возникновение приступов малярии (температура до 42,6 °С, озноб). Малярия является довольно распространенной болезнью, особенно в Африке, где от нее ежегодно погибает свыше 1 млн детей в возрасте до 14 лет.</p>	
<p>Некоторые усонogie рачки, прикрепляющиеся к коже кита. Они получают при этом преимущество — более быстрое передвижение, а киту не причиняют практически никаких неудобств</p>	
<p>Кишечнополостные прикрепляются к спине крабов, маскируя и защищая их (у кишечнополостных имеются стрекательные клетки), в свою очередь получая от крабов кусочки пищи, остающиеся от их трапезы, и используя их как транспортное средство.</p>	
<p>Африканская птица медоуказчик замечательным образом связана с млекопитающим, капским медоедом. Она разыскивает пчелиные гнезда и приводит к ним партнера. Млекопитающее вскрывает гнездо и поедает мед и личинки пчел, а медоуказчик питается остатками его трапезы. Птица может разыскивать пчелиные гнезда, но не способна их вскрыть; медоед наоборот, легко их вскрывает, но находит с трудом.</p>	

Экологическая стратегия выживания – это комплекс свойств популяции, направленных на повышение вероятности выживания и оставление потомства.

Работа № 5. Заполните таблицу:

Таблица 18.3.

Особенности r- и K- стратегий

<i>Характеристики</i>	<i>r-стратегии</i>	<i>K-стратегии</i>
Климат		
Наличие свободных ресурсов		
Количество ресурса на одного потомка		
Размер тела		
Приспособления		
Скорость развития особей		
Сроки половозрелости		
Размножение в течение жизни		
Скорость размножения		
Количество потомков в выводке		
Продолжительность жизни		
Смертность		
Размер популяций		
Внутри- и межвидовая конкуренция		
Примеры		

Биогеоценоз – однородный участок земной поверхности с определённым составом живых (биоценоз) и косных (приземный слой атмосферы, солнечная энергия, почва и др.) компонентов, объединённых обменом вещества и энергии в единый природный комплекс.

Работа № 6. Заполните пробелы в схеме биогеоценоза по В.Н. Сукачеву (1971 г.), используя следующие термины: *фитоценоз*, *зооценоз*, *климатоп*, *микробиоценоз*, *эдафотоп*.

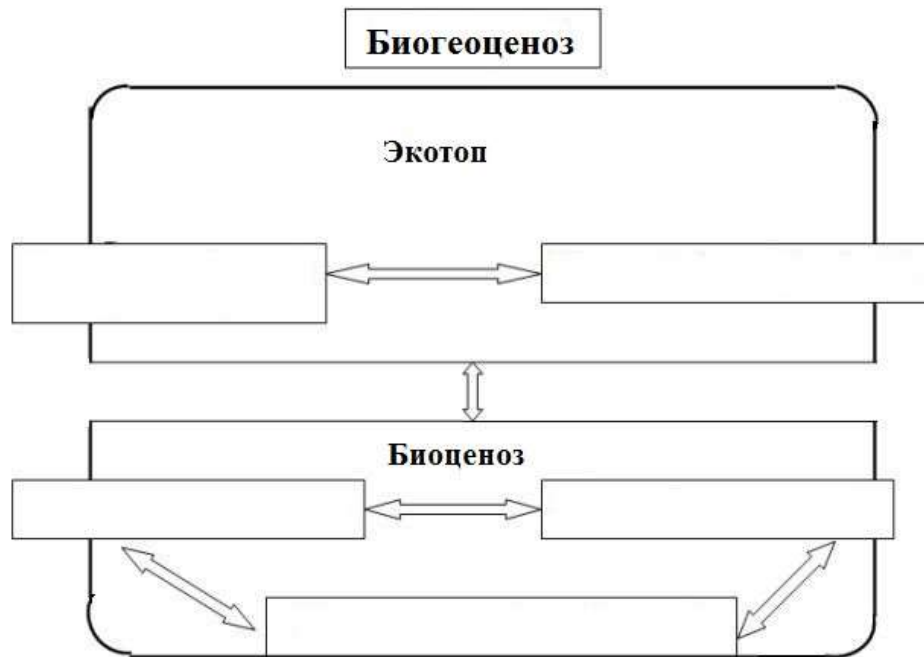


Рис. № 18.2. Схема биогеоценоза

Климатоп (Сукачев, 1964) – сочетание физических характеристик среды — воздушной или водной, существенных для населяющих эту среду организмов (их сообществ).

Эдафотоп (Johnson, 1960) – почва, как составной элемент экотопа.

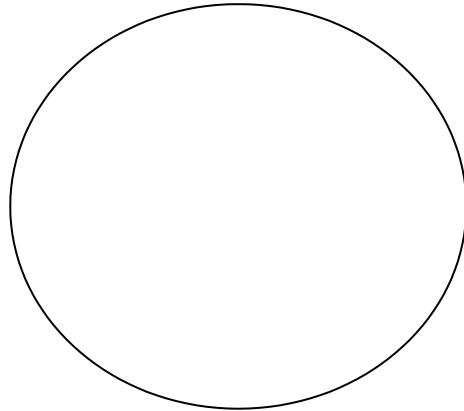
Зооценоз – часть биоценоза, совокупность животных, характеризующаяся определённым составом и сложившимися взаимоотношениями между собой и с окружающей их средой.

Фитоценоз – часть биоценоза, совокупность растений, занимающая однородный участок земной поверхности, характеризующаяся определённым составом, строением, сложением и взаимоотношением растений как друг с другом, так и с окружающей их средой.

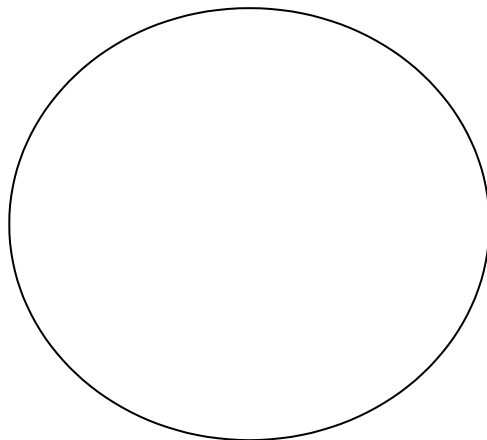
Микробиоценоз – совокупность популяций разных видов микроорганизмов, обитающих в определённом

Работа № 7. Отметьте соотношение агроценозов, урбаноценозов и натурценозов на данный момент и ожидаемое к 2070 году, заштриховав области соответствующим цветом. Подпишите в процентах предполагаемое соотношение.

Соотношение ценозов в настоящий момент



Ожидаемое соотношение ценозов к 2070 году

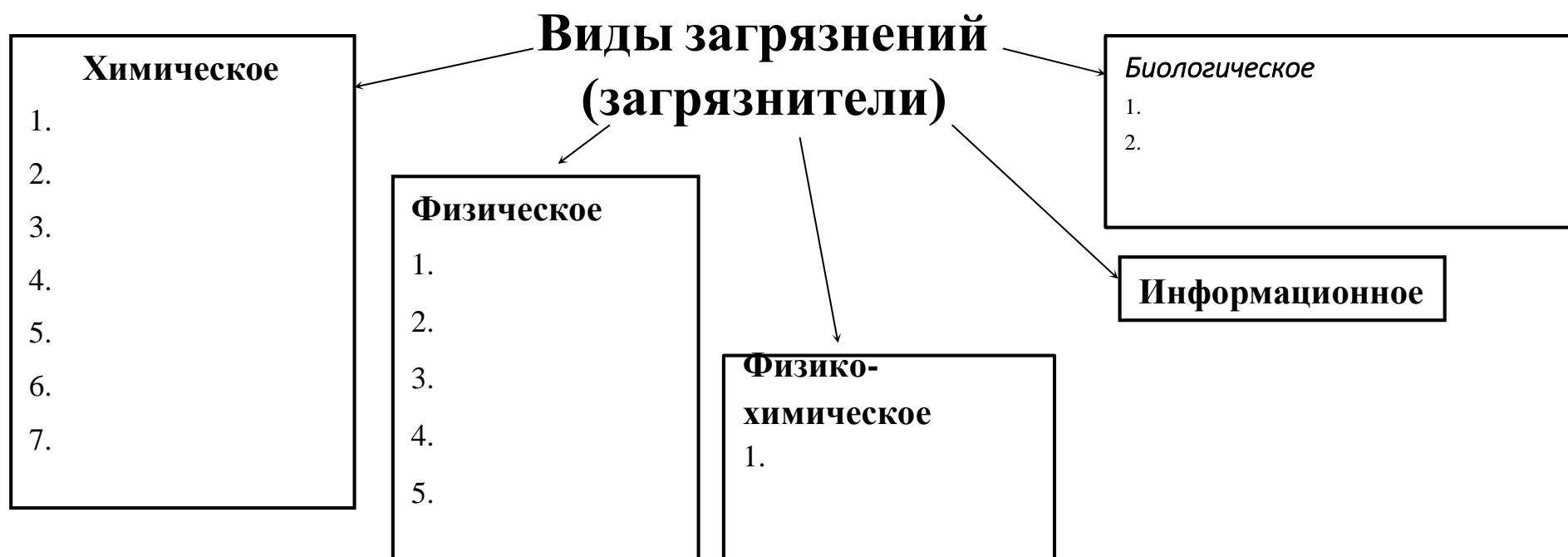


Работа № 8. Вставьте фамилию ученого и заполните таблицу. Автор учения о биосфере _____ выделял в составе биосферы *живое, косное, биокосное, биогенное, радиоактивное, вещество космического происхождения и рассеянные атомы*. Определите, к какому типу веществ относятся следующие примеры

Пример	Тип вещества
породы магматического и метаморфического происхождения	
некоторые осадочные породы: мел, известняк, нефть, газ, каменный уголь, кислород атмосферы	
атомы урана, тория, радия, радона	
почвы, илы	
атомы Mn, Co, Zn, Cu, Au	
метеориты, космическая пыль	
организмы Земли	

Работа № 9. Распределите загрязнители по соответствующим им видам загрязнений. Укажите, какие из них являются мутагенами (М) и выделите их синим цветом, а какие канцерогенами (К) и выделите их зеленым цветом.

(световое; оксиды серы, азота, углерода; шумовое; биогенное; нитраты; аэрозольное; нефтепродукты; тепловое; пестициды и диоксины; радиационное; тяжелые металлы; микробиологическое; кислотные дожди; промышленные выбросы и отходы; электромагнитное)



Дайте определения следующих терминов:

Мутагены -

Канцерогены –

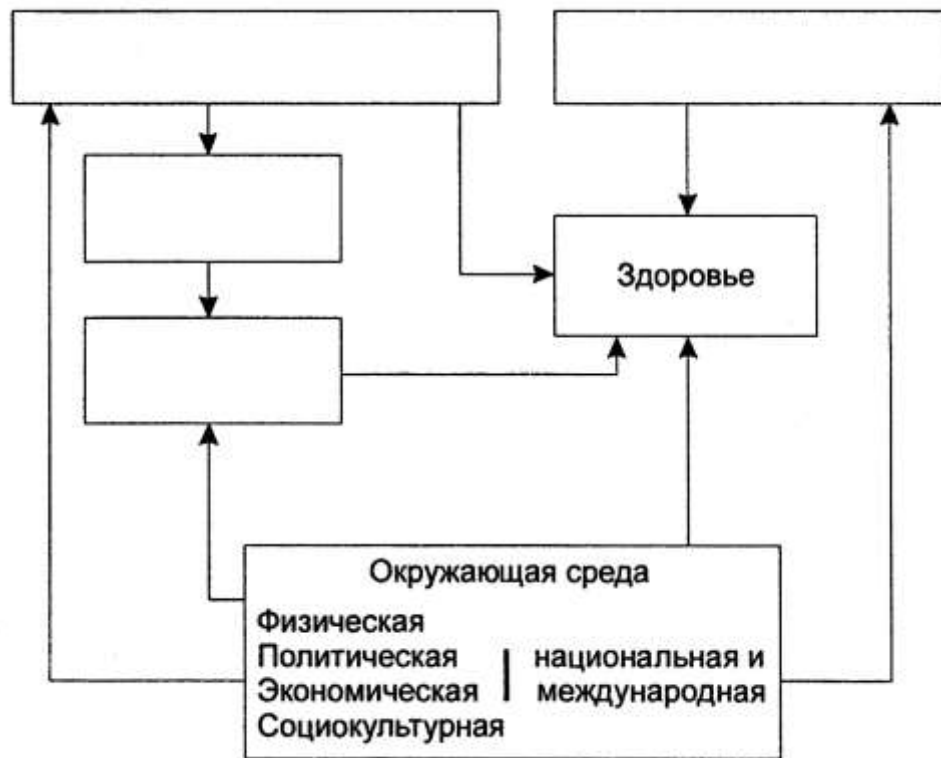
Работа № 10. Заполните таблицу:

Морфофункциональные признаки адаптивных типов

Таблица 17.5.

<i>Тип / Признаки</i>	<i>Морфологические (грудная клетка, плечи, таз, конечности, масса тела)</i>	<i>Физиологические (уровень основного обмена, уровень гемоглобина, теплопродукция)</i>	<i>Предрасположенность к заболеваниям</i>
Тропический			
Высокогорный			
Континентальный			
Умеренный			
Арктический			

Работа № 11. Заполните схему модели здоровья (Varkevisser С, 1995), используя следующие понятия: профилактическая и лечебная медицина, генетические факторы, медицинская информация, образ жизни.



Работа № 12. Стрелками соотнесите вид воздействия и представленные примеры.

Таблица 17.6.

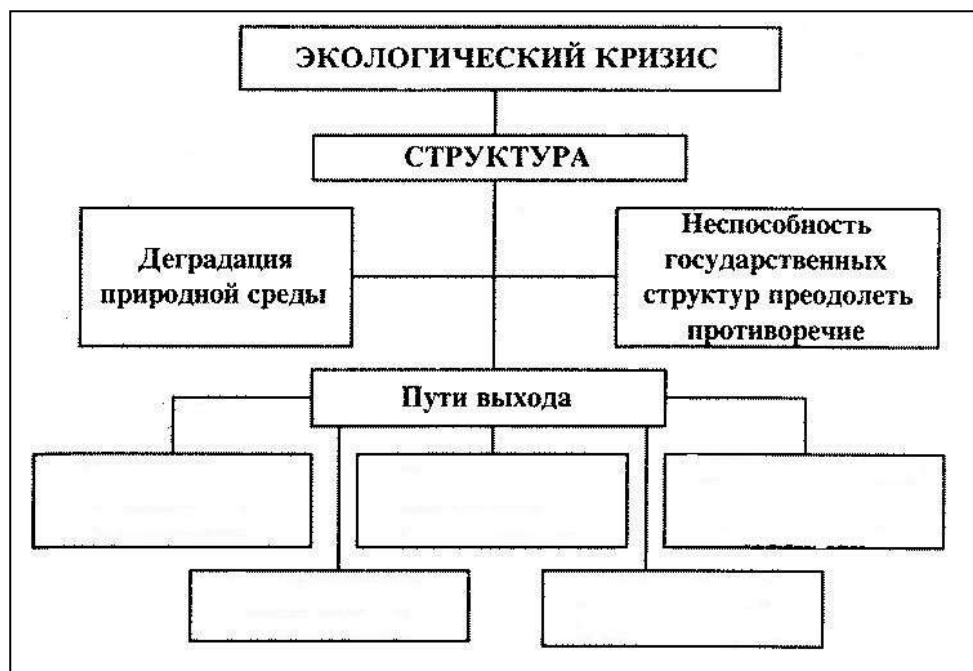
Примеры	Вид воздействия
Сильнейшая вулканическая деятельность, метеоритные атаки, атомная война	Экологический кризис
Перенаселение, сокращение естественных местообитаний животных и растений, сведение лесов, распашка земель, осушение болот	Экологическая катастрофа
Разработка арктического шельфа, строительство АЭС и ГЭС	Экологический риск
Чернобыльская авария	Экологический коллапс

Ситуационная задача №5

Проанализируйте возникшую ситуацию: «Активное применение *дихлордифенилтрихлорэтане* (ДДТ) для борьбы с вредными насекомыми в странах Европы и в России привело к тому, что менее чем через 6 месяцев он стал обнаруживаться в крови пингвинов Антарктики». *Что собой представляют пестициды? Какая опасность скрывалась в «чудо-оружии» 20 века (ДДТ), за которое Пауль Мюллер получил в 1948 году Нобелевскую премию по медицине?*

Работа № 13. Заполните схему.

Пути выхода из экологического кризиса по В. В. Петрову:



Из предложенного списка выберите и подчеркните те международные организации, основной деятельностью которых является участие в охране окружающей среды:

- ООН – организация объединенных наций
- МАГАТЭ – международное агентство по атомной энергии
- ОДКБ – организация договора о коллективной безопасности
- ВМО – всемирная метеорологическая организация
- МСОП – Международный союз по охране природы
- Балтийская ассамблея
- WWF – Всемирный фонд охраны дикой природы
- НАТО – Североатлантический альянс
- ГРИНПИС
- ОПЕК – организация стран-экспортеров нефти
- ШОС – шанхайская организация сотрудничества

Работа № 14. Определите, к каким разделам современной экологии относятся выполненные вами работы

Номер работы	Раздел экологии
Работа №1 – №3	
Работа №4 – №5	
Работа №6 – №8	
Работа №9 – №12	

Подпись преподавателя _____

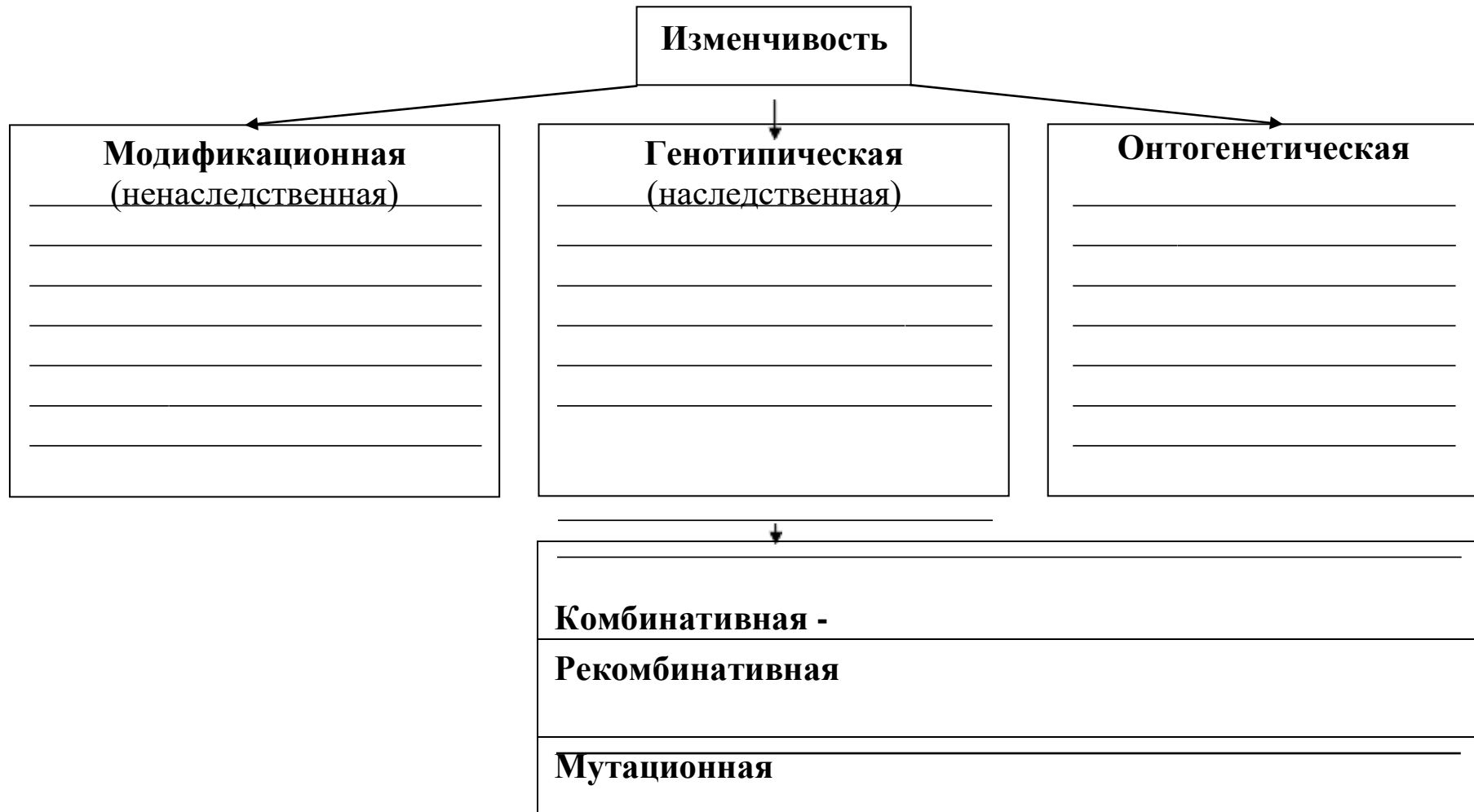
Вопросы к итоговому занятию по экологии:

1. Экология: определение, разделы экологии. История возникновения экологии как науки.
2. Основные концепции экологии. Концепция лимитирующих факторов, закон толерантности Шелфорда, закон (эффект) компенсации факторов Рюбеля, закон незаменимости фундаментальных факторов Вильямса, закон совокупного действия факторов, правило взаимодействия факторов. Экологические стратегии выживания. Взаимоотношения между организмами в экосистеме.
3. Виды загрязнителей. Мутагены. Канцерогены.
4. Морфофункциональные признаки адаптивных типов человека.
5. Экологический риск. Экологический коллапс. Экологическая катастрофа. Экологический кризис. Понятие об экологическом кризисе, его проявлении на современном этапе, пути выхода из кризиса. Учение о биосфере. Ноосфера.

ТЕМА №17. ОСНОВЫ МЕДИЦИНСКОЙ ГЕНЕТИКИ. ОСНОВЫ ГЕНЕТИКИ ЧЕЛОВЕКА.

**ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ ЧЕЛОВЕКА. МЕТОДЫ ПРЕНАТАЛЬНОЙ
ДИАГНОСТИКИ.**

Работа № 1. ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД. Запишите определения основных видов изменчивости.



Работа № 2. Классификация мутаций по уровню организации изменяемого генетического материала

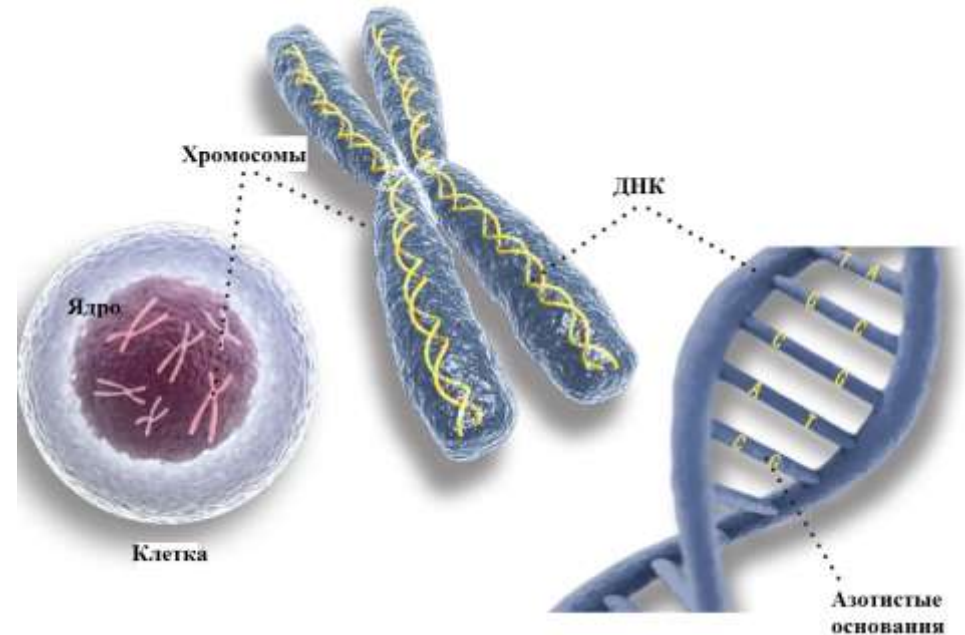
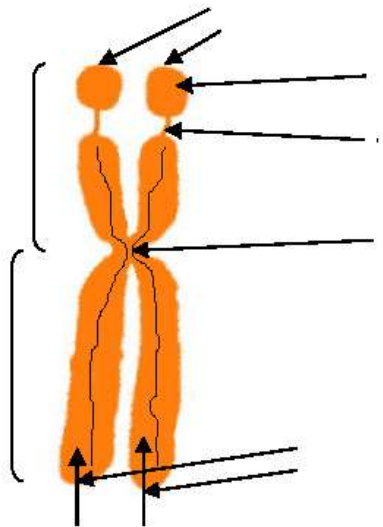
а) Запишите определения основных видов мутаций.

Классификация мутаций

(по уровню организации изменяемого генетического материала)

Генные (точковые)	Хромосомные (абберации)	Геномные

Работа № 3. Отметьте структуры метафазной хромосомы (теломеры, вторичная перетяжка, спутничный район, центромера (первичная перетяжка), молекулы ДНК, р-плечо, сестринские хроматиды, q-плечо).



Работа № 4. Дайте определения и схематично изобразите виды хромосомных aberrаций

Хромосомные мутации (aberrации)

1. Делеция:	2. Дупликация
3. Транслокация	3. Инверсия

Работа № 5. Охарактеризуйте основные виды геномных мутаций.

Геномные мутации

1. Анеуплоидия	2. Гаплоидия	3. Полиплоидия
а) нуллисомия		а) автополиплоидия
б) моносомия		б) аллополиплоидия
в) полисомия		

в) Заполните таблицу.

Аномалии половых хромосом

<i>Кариотип яйцеклетки</i>	<i>Кариотип сперматозоида</i>	<i>Формула кариотипа организма</i>	<i>Название заболевания</i>	<i>Число глыбок полового хроматина</i>
24, XX	23, X	47, XXX		
22, 0	23, X			
24, XX	23, Y			
22, 0	23, Y			

Работа № 6. а) Приготовьте препарат тельца Барра (полового хроматина) по следующей методике.

Методика определения полового хроматина

1. Прополоскать рот водой и слегка «надкусать» слизистую оболочку щек.
2. Чистым шпателем соскоблить клетки с поверхности слизистой оболочки щеки.
3. Беловатый налет круговыми движениями распределить по поверхности чистого сухого предметного стекла, равномерно распределяя тонким слоем.
4. На мазок капнуть каплю уксуснокислого ацетоорсеина.
5. Покрыть препарат покровным стеклом. Клетки окрашивают в течение нескольких секунд.
6. Препарат исследуют под большим увеличением.

Половым хроматином считают самые крупные хроматиновые глыбки, имеющие форму треугольника, полулуния или местного утолщения ядерной оболочки. Учет ведется на 100 клеток. При подсчете полового хроматина у **здоровой женщины обнаруживается от 20 – 80 ядер с половым хроматином на 100 исследуемых клеток, у нормального мужчины соответственно от 0-5 ядер.**

Задача 2. В цепи нормального гемоглобина А пятая и шестая аминокислоты представлены аланином. У гемоглобина «Торонто» пятая аминокислота аланин заменена аспарагином, у гемоглобина «Париж» шестая аминокислота аланин заменена аспарагином. Определите участок ДНК, кодирующий пятую и шестую аминокислоты цепи, для нормального гемоглобина А и для гемоглобина «Торонто» и «Париж».

Задача 3. Определите заболевания, диагностируемые по данным кариотипам. Напишите название и формулу кариотипа каждого из них.

1.	2.	3.

Задача 4. Выскажите соображения о рождении здоровых и больных детей, у женщины фенотипически здоровой, имеющей сбалансированный генотип с транслокацией 21-й хромосомы на 15-ю. Какие гаметы образуются у нее по этим парам хромосом?

Работа № 8. Заполните таблицу.

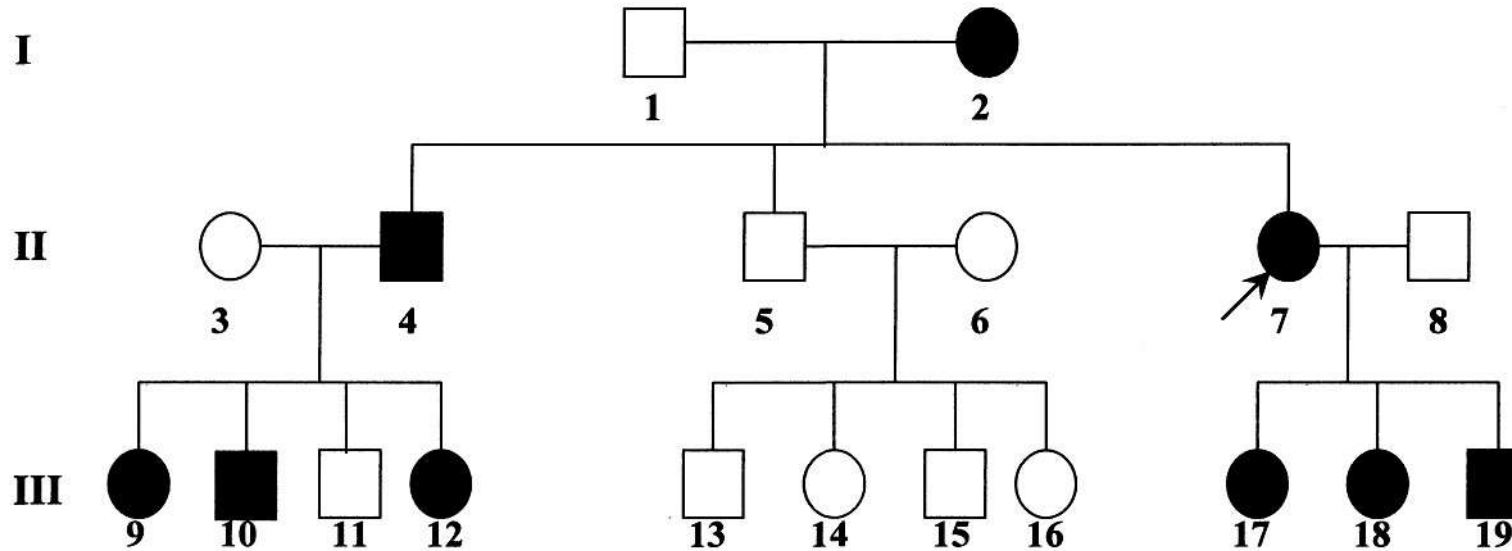
Уровень организации генетического материала	Мутация	Заболевание	Симптомы	Метод диагностики
		Синдром «кошачьего крика» (синдром Лежена)		
		Синдром Патау		
		Синдром Эдвардса		
		Синдром Дауна		
		Синдром Шершевского-Тернера		
		Синдром Клайнфельтера		
		Трисомия по X-хромосоме		
		Полисомия по Y-хромосоме		

**ТЕМА №18. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ ЧЕЛОВЕКА
(ГЕНЕАЛОГИЧЕСКИЙ, БЛИЗНЕЦОВЫЙ, БИОХИМИЧЕСКИЙ)**

Работа № 1. ГЕНЕАЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД

Проанализируйте родословные. Определите тип наследования, обозначьте возможные генотипы пробанда и его родственников.

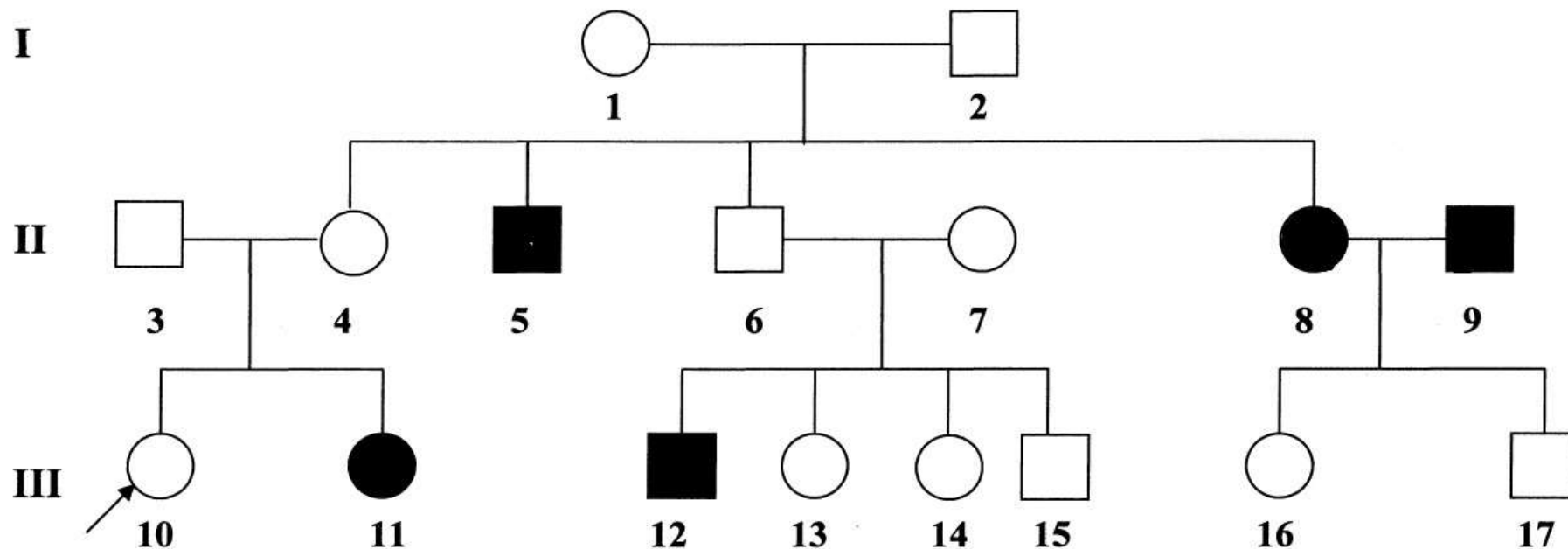
Родословная семьи с близорукостью



Какова вероятность рождения пятого ребёнка с нормальным зрением от брака, обозначенного цифрами 3 и 4. Какое правило вероятностей можно применить в этом случае?

Тип наследования - _____

Родословная семьи с врожденной глухотой



Определите тип наследования, обозначьте возможные генотипы пробанда и его родственников. Какова вероятность рождения пятого ребёнка здоровым от брака, обозначенного цифрами 6 и 7.

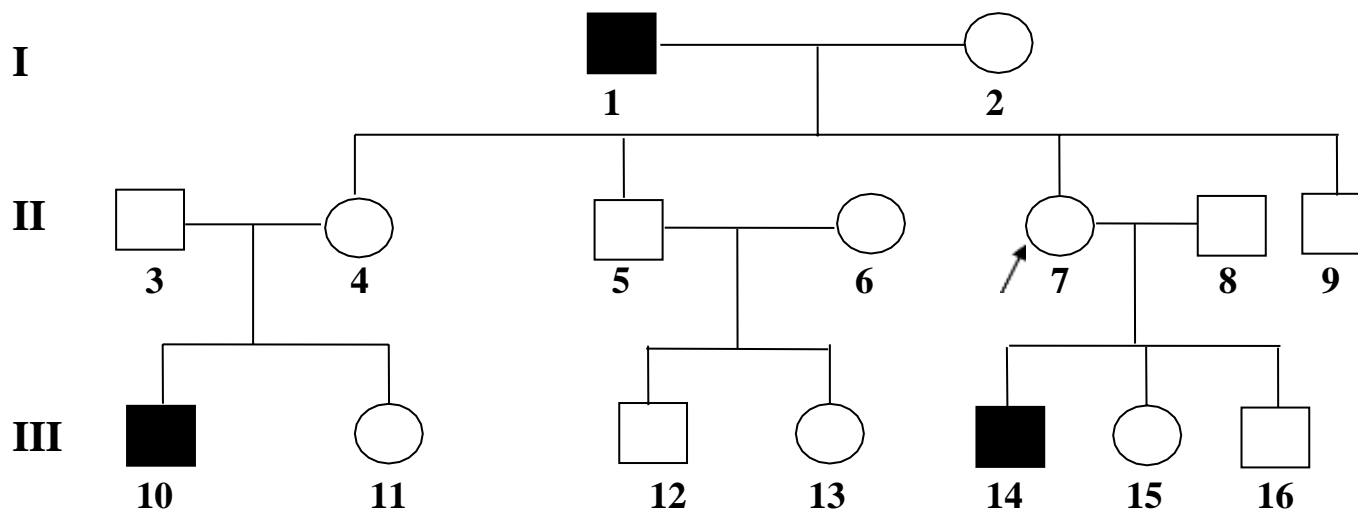
Возможно ли рождение глухих детей в паре 8 и 9?

Тип наследования - _____

Генотипы - _____

Фенкопии - _____

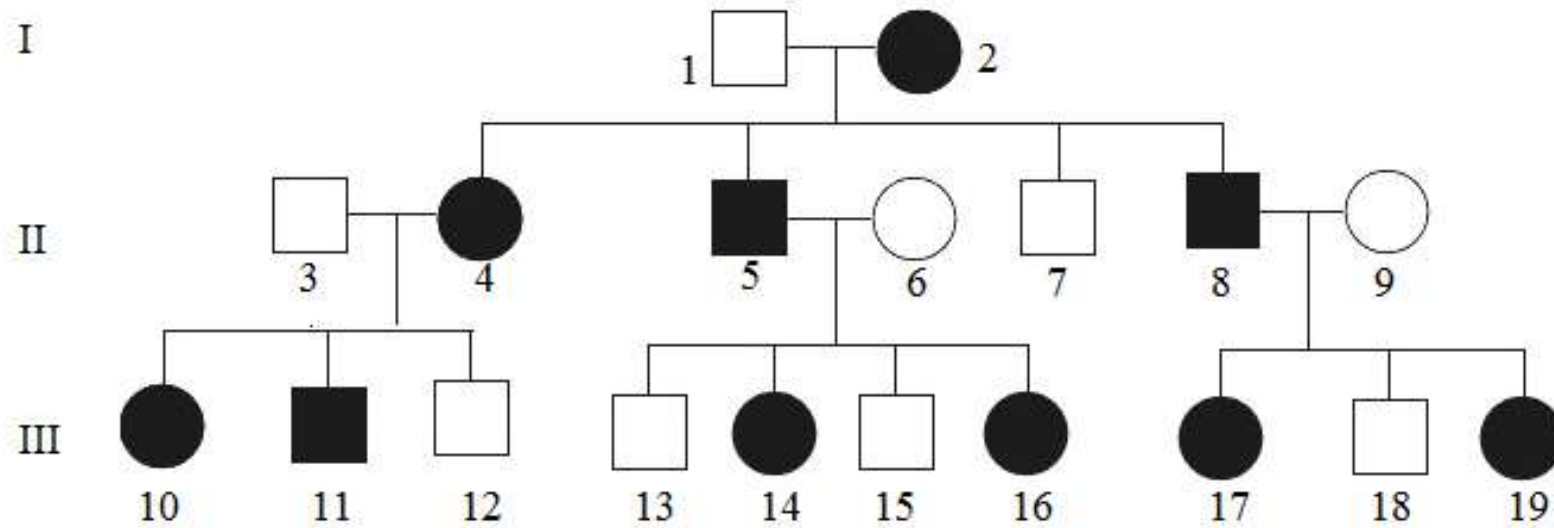
Родословная семьи с гемофилией



Определите тип наследования, обозначьте возможные генотипы пробанда и его родственников. Какова вероятность рождения третьего ребёнка здоровым от брака, обозначенного цифрами 3 и 4. Возможно ли рождение больных детей в паре 5 и 6?

Тип наследования - _____

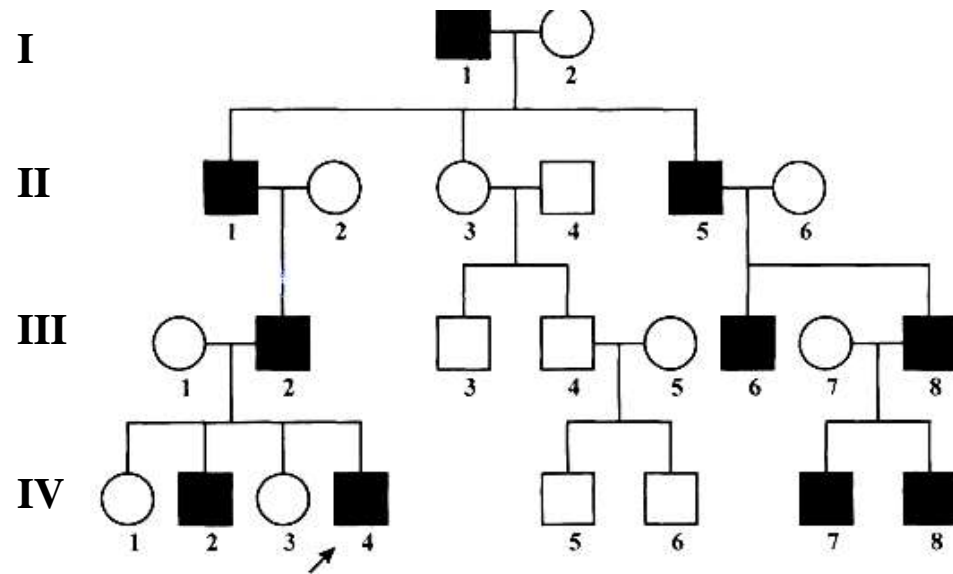
Родословная семьи с витамин D-резистентным рахитом



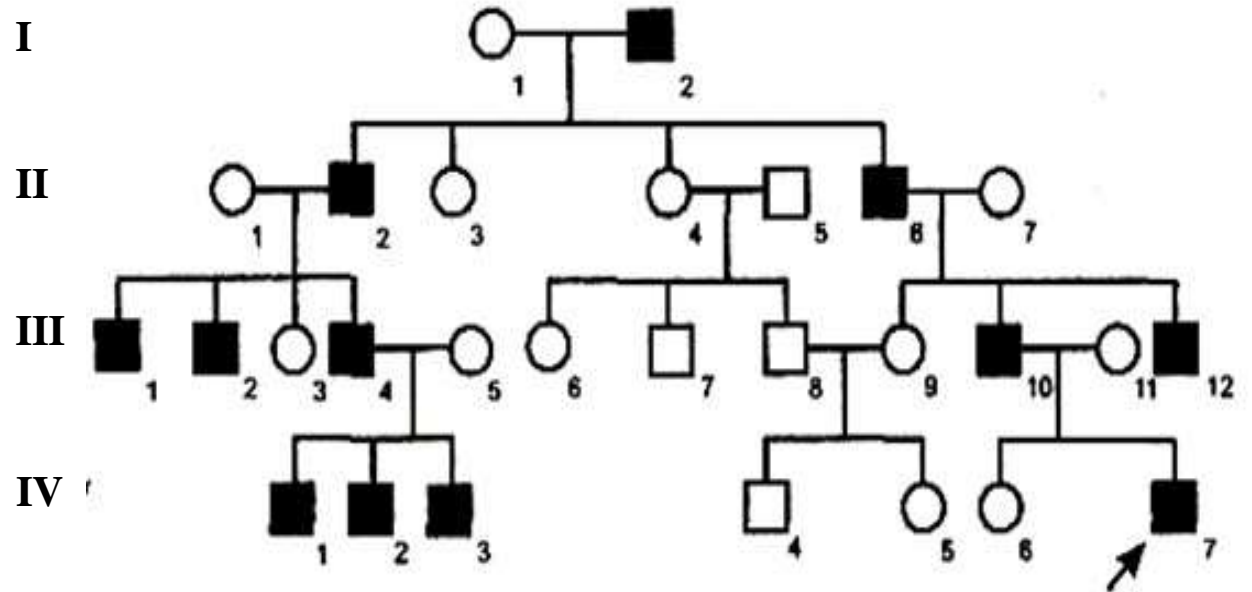
Определите тип наследования, обозначьте возможные генотипы пробанда и его родственников. Какова вероятность рождения четвертого ребёнка здоровым от брака, обозначенного цифрами 3 и 4.

Тип наследования - _____

Родословные семей с гипертрихозом



Определите тип наследования, обозначьте возможные генотипы пробанда и его родственников.



Работа № 2. Постройте родословную. Определите тип наследования. Подпишите возможные генотипы пробанда и его родственников.

Задача 1.

Пробанд страдает аниридией, которая характеризуется отсутствием радужной оболочки. Он имеет две сестры, одна из которых страдает аниридией. Мать пробанда здорова и вышла из благополучного по этому заболеванию рода. Отец пробанда болен. По линии отца известны больные дядя и одна тетка, вторая - здорова; бабка, ее сестра и прадед больные. У больного дяди больная дочь и два здоровых сына. У бабки - две сестры и брат здоровые, а одна сестра больная. Прадед имел здорового брата и жену. Составить родословную. Определить вероятность рождения в семье пробанда здоровых детей, если он женится на здоровой женщине и из здорового рода по аниридии.

Задача 2.

Пробанд – здоровая женщина. Ее сестра также здорова, а брат страдает дальтонизмом. Мать и отец пробанда здоровые. Дед и бабка со стороны матери пробанда здоровы, а прадед со стороны бабки болен, пробабка здорова. Со стороны деда пробанда больных дальтонизмом не обнаружено. У здоровой сестры бабки от здорового мужа родилось шесть детей: два больных сына, три дочери и сын здоровые; у одной здоровой дочери от брака со здоровым мужчиной - один больной сын, у другой здоровой дочери от брака со здоровым мужчиной – семь детей: два больных и два здоровых сына, три здоровых дочери. Определить вероятность рождения у пробанда больных детей, если она выйдет замуж за своего троюродного брата - единственного сына в семье двоюродной тетки. Со стороны отца пробанда больных дальтонизмом не обнаружено.

Работа № 3. БЛИЗНЕЦОВЫЙ МЕТОД

а) Дайте определение «конкордантности» и запишите формулу Хольцингера.

Конкордантность -	Формула Хольцингера

б) Используя формулу Хольцингера, вычислите коэффициент наследственности (Н) и сделайте выводы о роли наследственности и внешней среды в развитии указанных заболеваний.

Н от 0% до 39% - развитие признака обусловлено только факторами внешней среды.

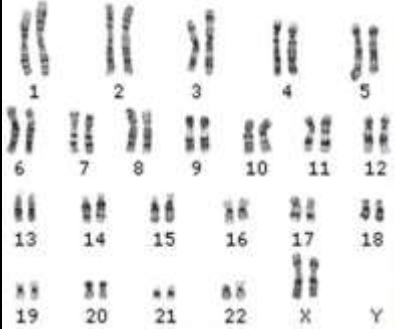
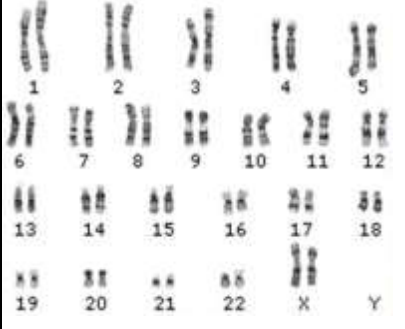
Н – от 40% до 69% – признак развивается под действием факторов внешней среды или при наличии генетической предрасположенности.

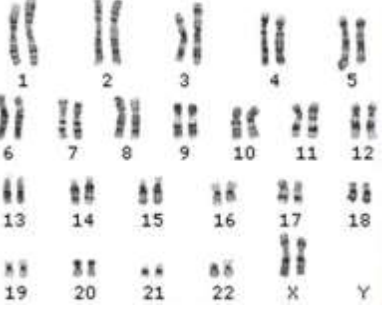
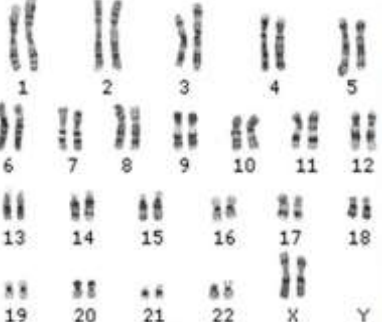
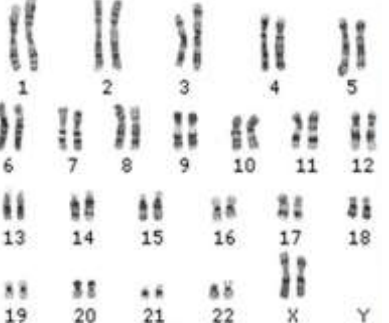
Н – от 70% до 100% – в развитии признака наследственные факторы имеют доминирующее значение.

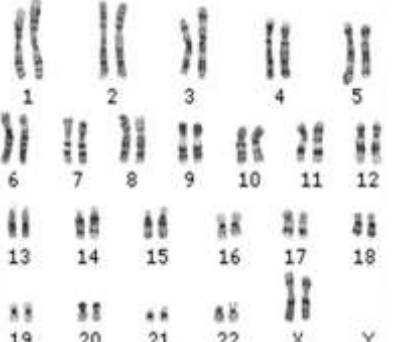
Конкордантность близнецов (%)

заболевания близнецы	Эндемический зоб	Заячья губа	Врожденное сужение привратника	Шизофрения	Сахарный диабет	Эпилепсия	Туберкулез	Корь
Дизиготные	70	5	3	13	18	3	15	95
Монозиготные	71	33	67	70	65	67	37	98
Коэффициент Н								
Вывод								

Работа № 4. Напишите характеристику метода. Заполните таблицу, в которой указаны заболевания, определяемые данным методом. Цветом отметьте локализацию гена в определённой хромосоме.

БИОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД -			
Название заболевания	Локализация, хромосомы	Симптомы и признаки, частота проявления	Тип наследования
<i>Глазо-кожный альбинизм 1-го типа</i>			
<i>Глазо-кожный альбинизм 2-го типа</i>			

<p><i>Глазо-кожный альбинизм 3-го типа</i></p>			
<p><i>Фенилкетонурия</i></p>			
<p><i>Болезнь Вильсона - Коновалова</i></p>			

<p><i>Муковисцидоз</i> (<i>кистозный фиброз</i>)</p>			
--	---	--	--

Работа №5. В хронологическом порядке распределите все методы изучения генетики человека

Подпись преподавателя _____

Тестовые задания

Выберите один верный ответ

1. СУЩНОСТЬ ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ

- А) клетки специализируются по структуре и функциям
- Б) клетки делятся и не увеличиваются в размерах
- В) клетки делятся и увеличиваются в размерах
- Г) части тела оформляются и принимают участие в выполнении специфических функций

2. НА СТАДИИ 2-4 БЛАСТОМЕРОВ КАЖДЫЙ ИЗ НИХ ОБЛАДАЕТ СВОЙСТВОМ

- А) стабильной детерминации
- Б) лабильной детерминации
- В) тотипотентности
- Г) компетенции

3. ФОРМА БЕСПОЛОГО РАЗМНОЖЕНИЯ МНОГОКЛЕТОЧНЫХ ОРГАНИЗМОВ

- А) изогамия
- Б) гетерогамия
- В) полиэмбриония
- Г) шизогония

4. ТИП ДРОБЛЕНИЯ ЯЙЦЕКЛЕТКИ ЧЕЛОВЕКА

- А) меробластический
- Б) энтероцельный
- В) телобластический
- Г) голобластический

5. РЕГУЛЯТОР БИОЛОГИЧЕСКИХ ЧАСОВ

- А) тимус
- Б) эпифиз
- В) щитовидная железа
- Г) гипофиз

6. ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ ЗАЧАТКОВ ОРГАНОВ

- А) нейруляция
- Б) сегментация
- В) деляминация
- Г) дифференцировка

7. ФАКТОР ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ КЛЕТОК

- А) детерминация
- Б) ооплазматическая сегрегация
- В) тотипотентность
- Г) интеграция

8. ПОЛОВОЙ ПРОЦЕСС – ЭТО

- А) разновидность полового размножения
- Б) объединение или обмен генетической информацией двух особей одного вида
- В) разновидность бесполого размножения

9. РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМА ПОСЛЕ РОЖДЕНИЯ ИЛИ ВЫХОДА ИЗ ЯЙЦЕВЫХ ОБОЛОЧЕК НАЗЫВАЕТСЯ

- А) постэмбриональным
- Б) предэмбриональным
- В) эмбриональным
- Г) пренатальным

10. В МЕЙОЗЕ КОНЪЮГАЦИЯ И КРОССИНГОВЕР ХРОМОСОМ ПРОИСХОДЯТ В

- А) интерфазе

- Б) профазе 2
- В) профазе 1
- Г) анафазе 2

11. РЕПЛИКАЦИЯ МОЛЕКУЛЫ ДНК ПРОИСХОДИТ В

- А) синтетический период интерфазы
- Б) пресинтетический период интерфазы
- В) профазу и метафзу митоза
- Г) постсинтетический период интерфазы

12. ПРИЗНАК, НАСЛЕДУЮЩИЙСЯ НЕЗАВИСИМО

- А) комплементарный
- Б) менделирующий
- В) анализирующий
- Г) доминантный

13. I ЗАКОН МЕНДЕЛЯ

- А) независимое комбинирование признаков
- Б) единообразие гибридов первого поколения
- В) расщепление гибридов первого поколения
- Г) неполное доминирование

14. НАСЛЕДОВАНИЕ ГРУПП КРОВИ ЭТО

- А) пример множественного аллелизма
- Б) пример неполного доминирования
- В) пример эпистатического действия гена
- Г) пример полимерных генов

15. ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИВОДИТ К ИЗМЕНЕНИЮ

- А) белков
- Б) генома
- В) генотипа

Г) фенотипа

16. СИНДРОМ ДАУНА СВЯЗАН С АНОМАЛИЕЙ ЧИСЛА

- А) аутосом
- Б) половых хромосом
- В) гомохромосом
- Г) гетерохромосом

Ответы: 1А, 2В, 3В, 4Г, 5Б, 6А, 7Б, 8Б, 9А, 10В, 11А, 12Б, 13Б, 14А, 15Г, 16А

Рекомендуемая литература

1. Биология: учебник. В 2-х т., Том 1,2 / под ред.В.Н. Ярыгина.- М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2011.
2. Биология /под ред. Маркиной В.В. М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2010.
3. Варшавская Л.В., Клинцева Е.С., Меркулова Н.Н., Московцева О.М. Молекулярная биология: учеб.- методическое пособие. 2-е изд./ под ред. профессора Т.Г. Щербатюк. - Н.Новгород: Издательство НижГМА, 2013.
4. Пехов А.П. Биология. М.: «ГЭОТАР – Медиа», 2010.
5. Руководство к лабораторным занятиям по биологии / под ред. Н.В. Чебышева- учеб. пос.- 2-е изд.- М.: «ГЭОТАР- Медиа», 2008.
6. Чернигина, И.А. Новая версия метода ДНК-комет / И.А. Чернигина, Т.Г. Щербатюк // Современные технологии в медицине. – 2016, - Т.8, №1. – С. 20-27.
7. Лекции по биологии, тренировочные тесты, учебные материалы/ Портал дистанционного образования Приволжского исследовательского медицинского университета, кафедры биологии // ЛЕЧЕБНЫЙ, ПЕДИАТРИЧЕСКИЙ, МЕДИКО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЙ, СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТЫ. Код доступа: <http://sdo.nizhgma.ru/course/view.php?id=27> Проверено: 5.02.19