

# V Олимпиада по биологии сообщества Biophage

10-12 классы

150 минут. 67 баллов.

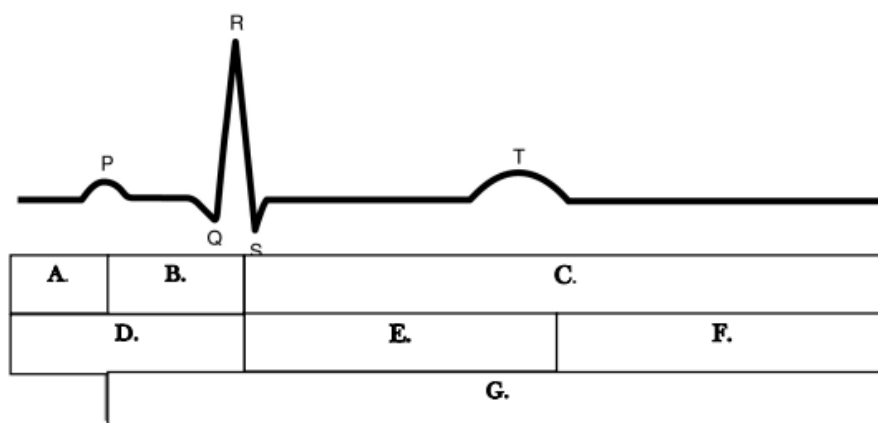
## Анатомия и физиология животных

### Задание 1 (8 баллов)

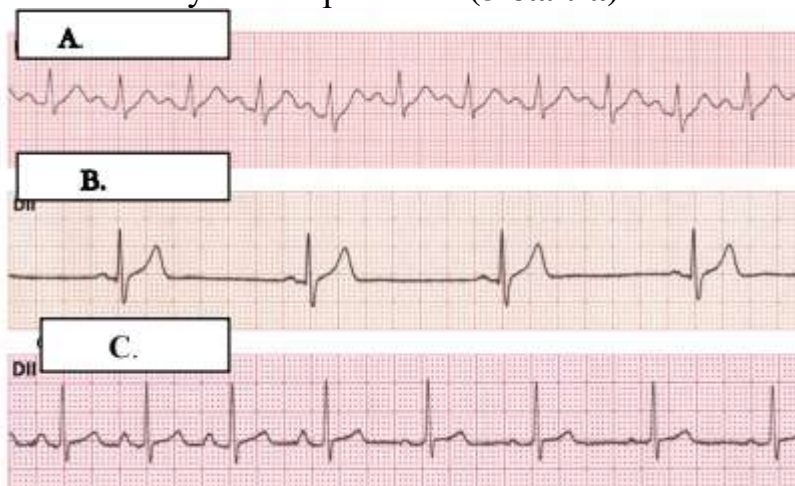
- а) Обозначьте следующий график ЭКГ, используя следующие термины:  
(3 балла)

*Систола желудочков*  
*Диастола желудочков*  
*Систола предсердий*  
*Диастола предсердий*  
*Сердечный цикл*

Некоторые термины могут использоваться более одного раза.



- б) Сопоставьте следующие графики с синусовой тахикардией, синусовой брадикардией или синусовой аритмией (3 балла)



А-

В-

С-

с) Классифицируйте следующие типы тахикардии как **имеющие узкий** или **широкий комплекс QRS**. (2 балла)

Синусовая тахикардия:

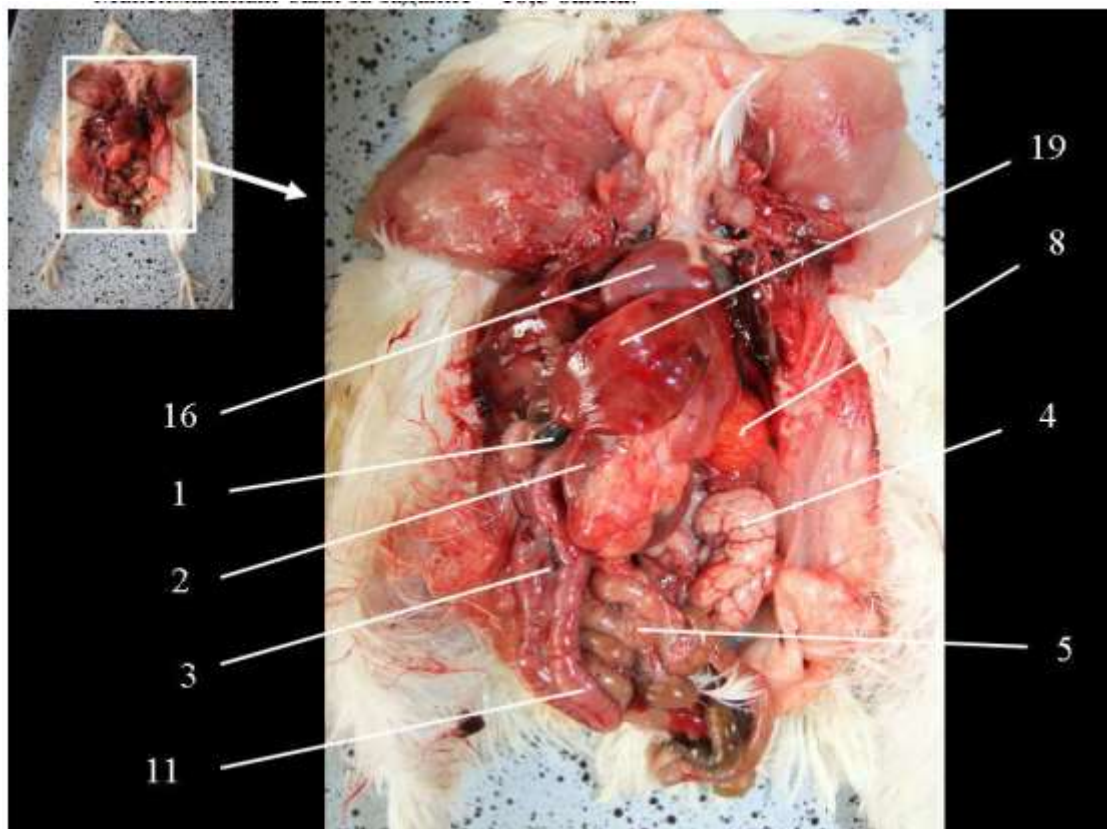
Желудочковая тахикардия:

Предсердная тахикардия:

Пэйсмэйкер-опосредованная тахикардия:

### Задание 2 (5 баллов)

Перед вами анатомический препарат живого организма.



а) Отметьте следующие утверждения, как верные (В) и неверные (НВ) (2.5 балла)

А) Это животное является теплокровным

Б) В черепе у этого животного два затылочных мышцелка

В) У этого животного присутствуют гетероцельные позвонки

Г) У этого животного практически полностью отсутствуют кожные железы

Д) Это животное относится к Синапсидам

b) Назовите структуры под номерами: (2 балла)

19-

1-

4-

11-

с) Выберите правильный вариант ответа. Орган под номером 8 является частью: (0.5 баллов)

А) Пищеварительной системы

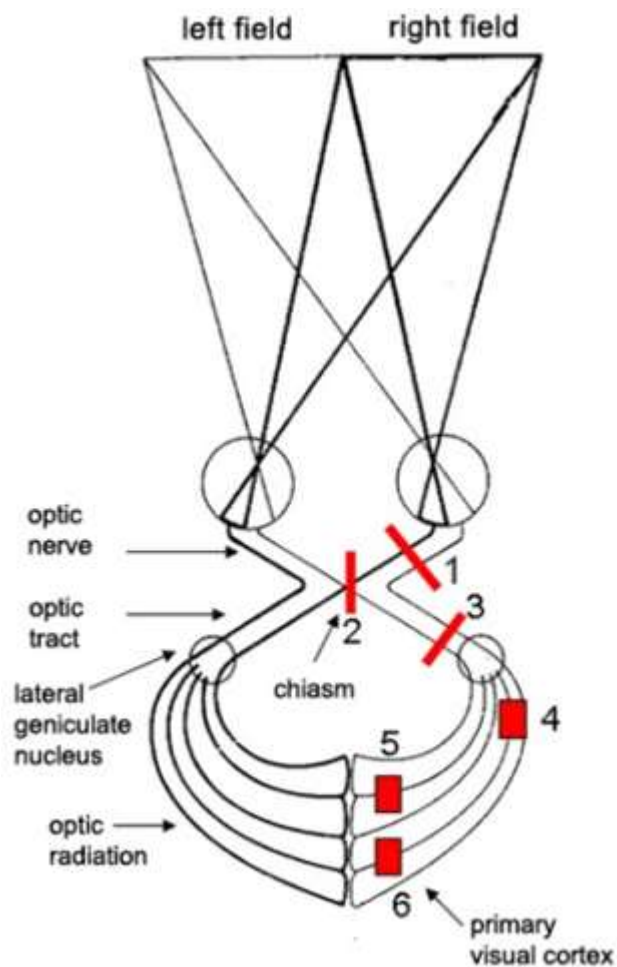
Б) Половой системы

В) Выделительной системы

Г) Кровеносной системы

### Задание 3 (5 баллов)

Снизу вам предоставлена схема зрительного перекреста с участками, которые отмечены числами.

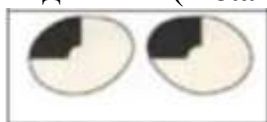




а) В каком участке нужно повредить нервы, чтобы вы Мону Лизу следующим образом: (1 балл)

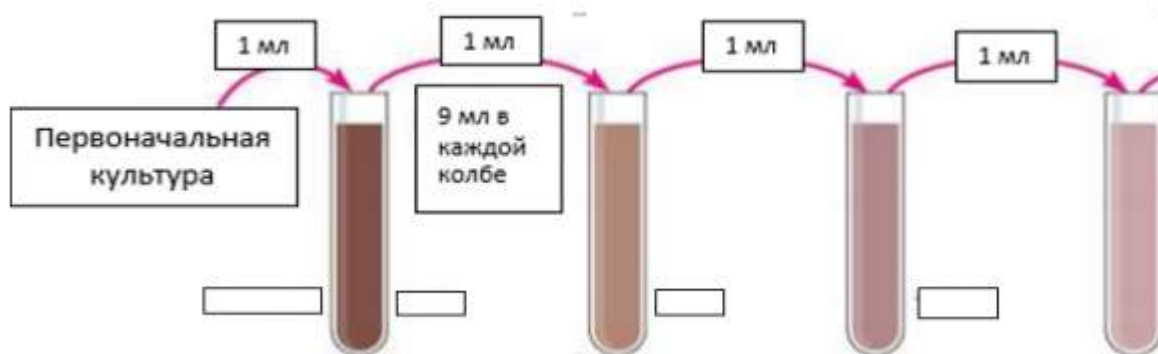
- А) Участок 1
- Б) Участок 2
- В) Участок 3
- Г) Участок 4
- Д) Участок 5
- Е) Участок 6

б) Повреждение какого участка приводит к следующему видению? (1 балл)



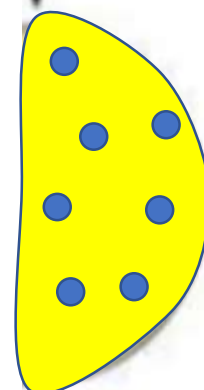
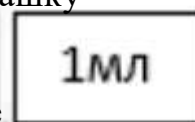
Ответ:

с) Лаборант смотрит в микроскоп чтобы посчитать колонии после серийных инокуляций и разбавлений (схема показана снизу). (3 балла)



У лаборанта было повреждение зрительного нерва. То, как он увидел чашку петри показано справа.

Учитывая, что культуры бактерий распределены равномерно по чашке петри. Рассчитайте количество колоний в первоначальной культуре.



Решение:

Ответ:

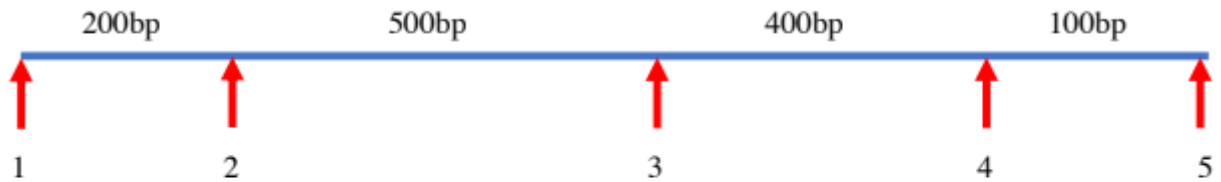
Тип повреждения:

*Молекулярная и клеточная биология*

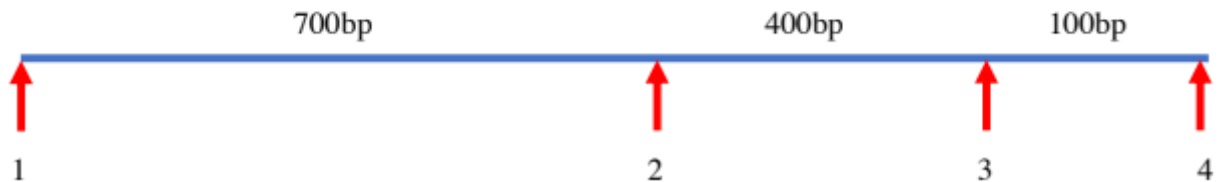
**Задание 4 (4 балла)**

На диаграмме ниже показаны сайты рестрикции EcoRI в одной и той же области геномов двух подозреваемых. Числа представляют длину ДНК между сайтами разреза.

**Подозреваемый 1)**

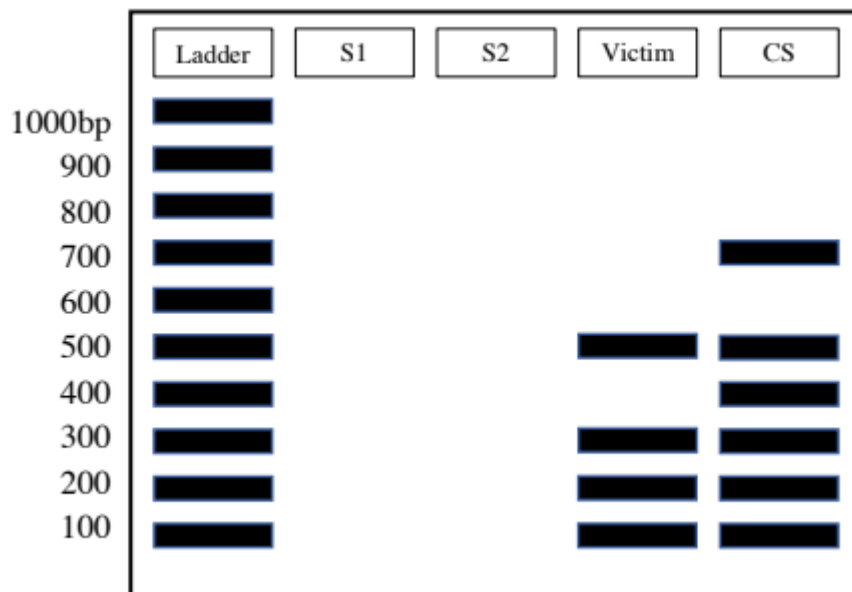


**Подозреваемый 2)**



а) Вы проводите анализ полиморфизма длины рестриционных фрагментов, чтобы определить происхождение образца крови с места преступления. В дополнение к двум подозреваемым, указанным выше, вы проанализировали ДНК жертвы и ДНК, извлеченную из крови, найденной на месте преступления (CS). (2 балла)

Добавьте фрагменты, которые будут получены в результате рестриционного дайджеста ДНК Подозреваемого 1 (S1) и Подозреваемого 2 (S2), используя EcoRI. (Нужно написать длину фрагментов у каждого подозреваемого)



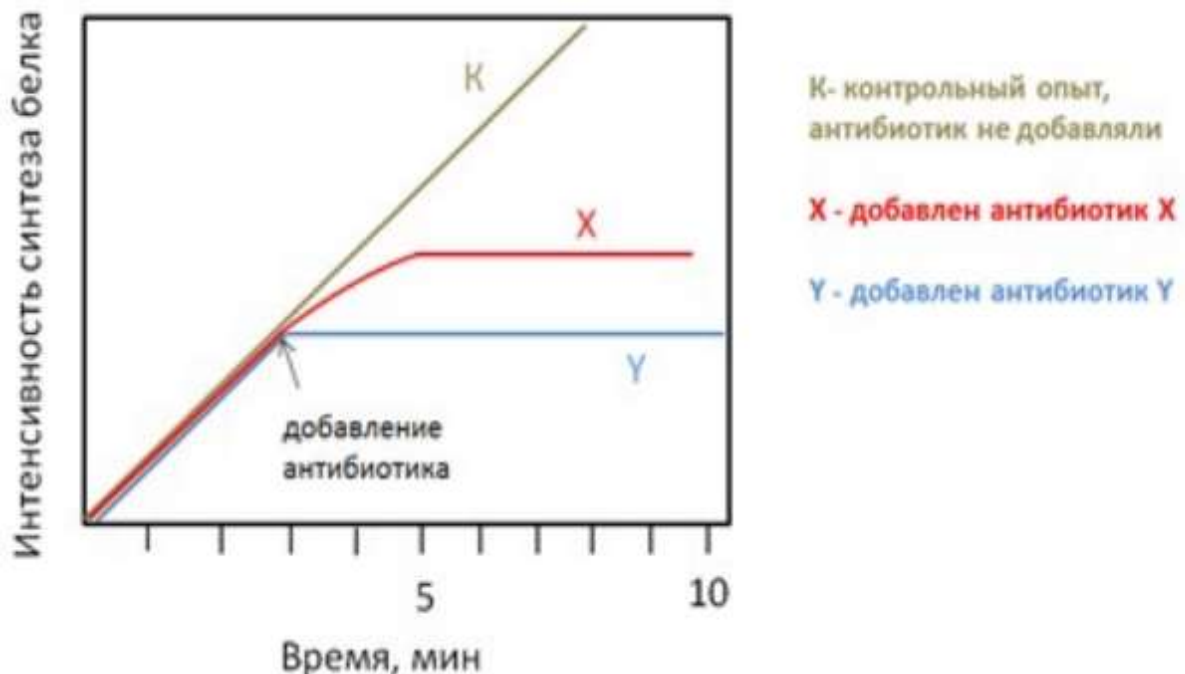
б) Основываясь на предыдущем ответе, скажите кровь какого подозреваемого была найдена на месте преступления? (1 балл)

с) В этом примере рестрикционные фрагменты различаются по размеру из-за потери рестрикционных сайтов. Что еще может привести к изменению размера фрагмента рестрикции? Приведите минимум 2 примера (1 балл)

### Задание 5 (5 баллов)

Ученый Селимжан синтезировал новый антибиотик X. Он не влияет ни на синтез ДНК, ни на синтез РНК.

Вы решили исследовать, как он воздействует на синтез белка. Выяснилось, что если его добавить к искусственно выращенным клеткам соединительной ткани мыши, то он ингибирует синтез белка, причем не сразу, а через небольшой промежуток времени (см. рисунок). Когда такой же опыт поставили с антибиотиком Y, он ингибирал синтез белка сразу же после добавления.



Через 2 часа после добавления клеток антибиотиком X их содержимое проанализировали и оказалось, что после остановки синтеза белка в клетках не было полирибосом. Вместо этого все мРНК обнаруживались связанными с малыми субъединицами рибосом и инициаторными тРНК.

- а) Отметьте следующие утверждения, как верные (В) и неверные (НВ) **(1.5 балла)**
- А) Антибиотик X не токсичен для человека
  - Б) Антибиотик X токсичен для человека
  - В) Антибиотик X блокирует диссоциацию рибосомы на большую и малую субъединицы
  - Г) Антибиотик X блокирует присоединение большой субъединицы рибосомы к комплексу иРНК с малой субъединицей
  - Д) Антибиотик X блокирует образование пептидной связи на рибосоме
  - Е) Антибиотик X блокирует стадию высвобождения полноразмерного белка из рибосомы
- б) Лаборант Даяна обнаружила, что микроорганизм *Viophagus Olimpicus* из Иртыша наиболее устойчив к новому антибиотику. Даяна решила изучить эту бактерию и провела несколько опытов для определения типа питания этой бактерии. Результаты исследования приведены снизу: **(1 балл)**

Условия	Кислород	Свет	Фосфор	Азот	Глюкоза	Рост
Опыт 1	+	+	+	+	+	Есть
Опыт 2	+	+	+	+	-	Нет
Опыт 3	+	-	+	+	-	Нет
Опыт 4	+	-	+	+	+	Нет

Микроорганизм *Viophagus Olimpicus* является:

- А. Фотоавтотрофом
  - В. Хемоавтотрофом
  - С. Фотогетеротрофом
  - Д. Хемогетеротрофом
- с) Микробиолог Эльдар решил классифицировать микроорганизм *Viophagus Olimpicus* для написания научной статьи. Помогите ему определить, к какой группе относится *V. Olimpicus*. **(0.5 баллов)**
- А) Галобактерии
  - В) Зеленые водоросли
  - С) Амёбы
  - Д) Пурпурные бактерии

Е) Цианобактерии

- d) **Biophagus Olimpicus** каждую секунду делится на 2 клетки. А другой микроорганизм, **Pagodanus aureus** каждую секунду делится на 8 клеток.

В чашку петри посадили 1 **Biophagus Olimpicus**, который начал делиться. Через 30 секунд в другую чашку посадили **Pagodanus aureus** и начали отсчёт времени. Через сколько секунд от начала отсчёта количество **Biophagus Olimpicus** и **Pagodanus aureus** в чашках станет равным? (2 балла)

Решение:

Ответ:

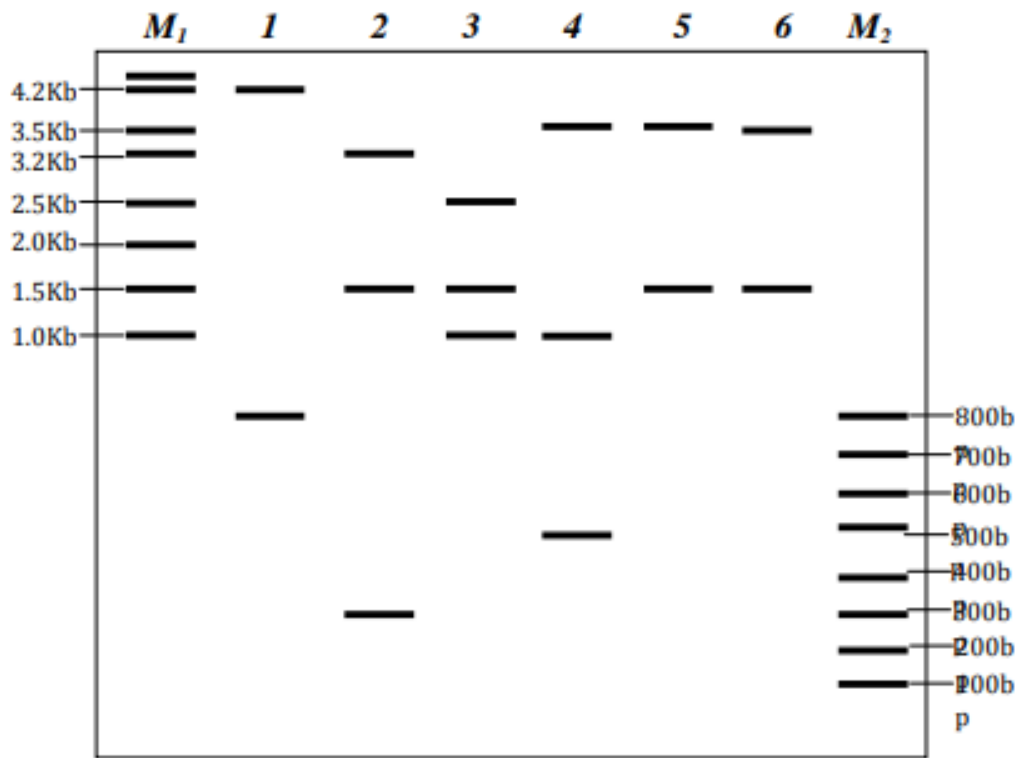
### Задание 6 ( 3 балла)

Вы успешно выделили плазмиду из бактерии **Polaris Geoterrus**. Вы хотите охарактеризовать распределение сайта рестрикции этой плазмиды, поэтому вы выполняете эндонуклеазную рестрикцию с помощью ферментов.

Линия	Рестриктазы	Размер фрагментов
1	BamHI и SmaI	4200, 800
2	SmaI и KpnI	3200, 1500, 300
3	KpnI и BglII	2500, 1500, 1000
4	BamHI и KpnI	3500, 1000, 500
5	KpnI	3500, 1500
6	BglII и BamHI	3500, 1500

После запуска полученной ДНК на гель и окрашивания бромистого этидия, вы видите полосы ниже. M1 и M2 являются маркерами. Используя эту информацию, ответьте на следующие вопросы.





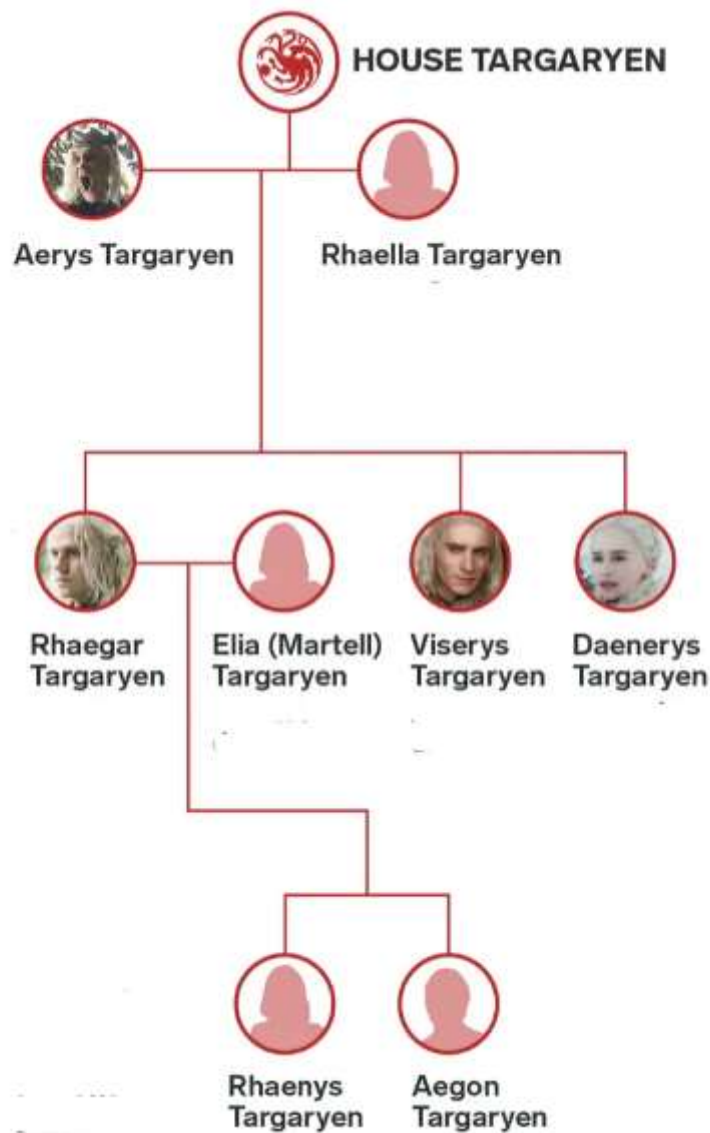
a) Определите размер плазмиды (**0.5 баллов**)

b) Нарисуйте полную рестрикционную карту этой плазмиды (**2.5 балла**)

## Генетика

### Задание 7 (11.5 баллов)

Таргариены- древний валирийский дом, практикующий кровосмесительные связи. Мейстер Кудайберген начал изучать генетику в цитадели, и выяснил что безумие определяется рецессивным аллелем гена Drg, который проявляется с 75% пенетрантностью и является X-сцепленным геном.



- а) **Эйрис Таргариен**, также известный как «Безумный Король» имел безумие из-за гена Drg. Напишите его генотип: **(0.5 баллов)**
- б) **Рэйла Таргариен**, жена Эйриса являлась носителем рецессивного аллеля Drg. Напишите ее генотип. **(0.5 баллов)**

- c) Определите вероятность того, что Дейенерис Таргариен станет безумной. Покажите своё решение. (1 баллов)
- d) Спустя несколько лет, Архмейстер Азамат выяснил, что ген Drg связан с геном, ответственным за гемофилию. Расстояние между этими двумя генами 30 cM.

**Визерис Таргариен** был гемофиликом и безумным. Если бы он женился на своей сестре, **Дейенерис Таргариен**, которая являлась бы носителем гемофилии и безумия, определите вероятность рождения здорового сына у них. Генотип Дейенерис показан справа:

	H drg
Покажите свое решение. (2 балла)	h Drg

- e) Таргариены- единственный уцелевший род после Рока Валирии, катаклизма погубивший всех других валирийцев. Эйнар Таргариен, далекий предок этого рода переехал на Драконий камень, необитаемый остров, и со своей семьей основал местную популяцию людей. Каким вариантом генетического дрейфа является заселение Драконьего камня Таргариенами? (0.5 баллов)  
 Ответ:
- f) Эйгон Таргариен- завоевал 6 королевств и объединил Вестерос не из-за большого войска или гениального ума, а из-за наличия Драконов, мифических существ, которые помогли завоевать континент и создать Железный Трон.



Окрас драконов определяется геном С. У этого гена есть три аллеля, С1, С2, С3. Взаимоотношение аллелей между собой описывается следующим образом:  $C1 > C2 > C3$ .

С1- отвечает за черный окрас чешуи.

С2- отвечает за золотой окрас чешуи.

С3- отвечает за зеленый окрас чешуи.

В древней Валирии обитало 500 драконов, и 45 из них имели зеленый окрас. А 360 драконов были золотыми. Найдите частоту каждого аллеля и количество гомозиготных по аллелю С1 черных драконов.

**(2 балла)**

g) Из-за своей красоты и прочности, люди стали украшать свои доспехи черной чешуей драконов. Началась охота на черных драконов, все черные драконы были истреблены. Найдите новые частоты каждого из аллелей. Частоты аллелей округляйте до 3 знаков после запятой

**(2 балла)**

h) Кроме Валирии, популяция драконов обитала в Соториосе, Южном континенте мира Льда и Пламени. Только там, встречалось 5 окраса драконов. Кроме зеленого, золотого и черного, там встречались белые и красные драконы. Как оказалось, окрас у них образуется иным образом. Взаимоотношение аллелей между собой описывается следующим образом:  $D1 > D2 > D3 > D4$

D1- отвечает за черный окрас чешуи.

D2- отвечает за золотой окрас чешуи.

D3- отвечает за зеленый окрас чешуи.

D4- отвечает за белый окрас чешуи.

Генотипы D1D2, D1D3, D1D4 давали красный окрас.

Популяция Соториоса насчитывала 1000 драконов. Белых драконов было 10, Зеленых 30. Золотых драконов было в 3 раза меньше, чем Черных.

h1. Рассчитайте частоты аллелей D1, D2, D3 и D4 в данной популяции, округлив проценты до целых **(2 балла)**

h2. Рассчитайте число красных и чёрных драконов в популяции. Ответ дайте в процентах, округлив до целых. **(1 балл)**

## Кладистика и филогенетика

### Задание 8 (3.5 балла)

Ниже приведена таблица со значениями некоторых признаков у представителей четырех видов (заливкой обозначено наличие данного признака).

Признаки	Виды			
	w	x	y	z
Пальцы рук и ног	■	■	■	■
Эндотермия	■	■	■	□
Три ушные косточки	■	■	□	□
Амнион	■	■	■	□
Плацента	■	■	□	□
Внутреннее оплодотворение	■	■	■	□
Молочные железы	■	■	□	□
Откладывание яиц	□	□	■	■
Перепонки на лапах	□	□	■	■
Шерсть	■	■	□	□
Оперение	□	□	■	□

а) Нарисуйте наиболее вероятную кладограмму. (2 балла)

б) Для каждого утверждения отметьте, верно оно или нет (1.5 баллов)

А) Используя принцип максимальной экономии можно предположить, что последний общий предок всех четырех видов имел перепонки на лапах.

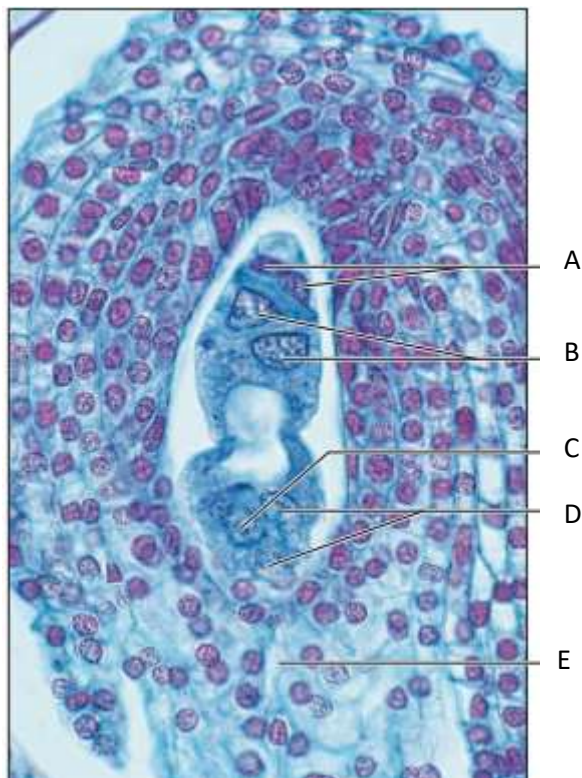
Б) На основании приведенных данных можно утверждать, что виды W и X – представляют собой пример видов-близнецов

В) Приведенные данные позволяют утверждать, что оперение возникло в ходе эволюции раньше, чем шерсть.

## *Анатомия и физиология растений*

### **Задание 9 ( 2.5 балла)**

Перед вами фото взрослого мегагаметофита лилии. Подпишите его структуры.



**A-**

**B-**

**C-**

**D-**

**E-**

**Задание 10 ( 3.5 балла)**

На рисунке представлена диаграмма цветка. Выберите из списка характеристики, относящиеся к данному цветку.



- a) Цветок актиноморфный
- b) Цветок зигоморфный
- c) Андроцей однобратственный
- d) Андроцей двубратственный
- e) Гинецей апокарпный
- f) Гинецей синкарпный
- g) Гинецей паракарпный
- h) Диаграмма цветка Лилейных
- i) Диаграмма цветка Пасленовых
- j) Диаграмма цветка Крестоцветных
- k) Формула цветка:  $C_4 C_4 A_6 G(2)$
- l) Формула цветка:  $C_4 C_4 A_{4+2} G(2)$

**Назовите класс растения, предоставленного на диаграмме.**

**Ответ:**

**Назовите тип плода у растения, предоставленного на диаграмме.**

**Ответ:**

## Биохимия

### Задание 11 (3 балла)

Биохимик Арай получила несколько ауксотрофных мутантов бактерии *Symmetrix argentines*, которые нуждались в добавлении аспартата, треонина или метионина к среде роста.

Мутант	Промежуточный метаболит, не синтезируемый мутантом	Аминокислота, необходимая для роста	Метаболиты, накапливаемые в среде
aspA		4. аспартат	7. фумарат
metA	1. гомоцистеин	5. метионин	3. гомосерин
metH		5. метионин	1. гомоцистеин
thrC		6. треонин	2. гомосеринфосфат
thrB	2. гомосеринфосфат	6. треонин	3. гомосерин
thrA	3. гомосерин 2. гомосеринфосфат 1. гомоцистеин	6. треонин 5. метионин	4. аспартат

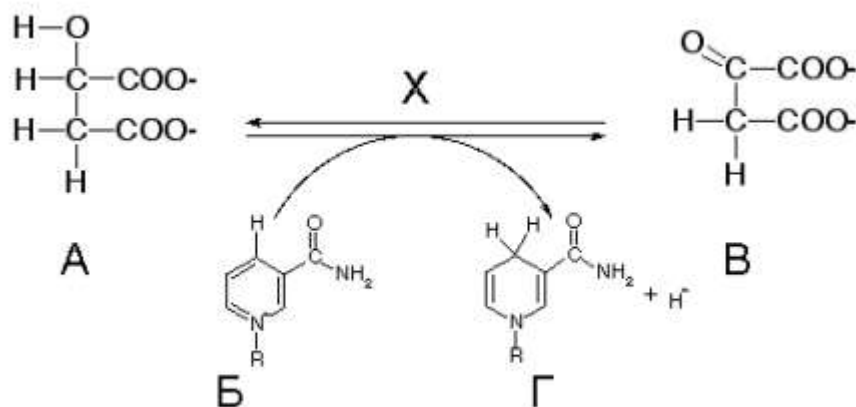
Помогите Арай определить:

- 1. Каков путь биосинтеза метионина?**
- 2. Каков путь биосинтеза аспартата?**
- 3. Каков путь биосинтеза треонина?**



### Задание 12 (2 балла)

Ниже приведена схема реакции, являющейся этапом одного важного биохимического пути. В ходе данной реакции вещества А и Б взаимодействуют между собой с образованием веществ В и Г. Реакция катализируется ферментом X



Для каждого утверждения отметьте, верно оно или нет. (2 балла)

1. Фермент X относится к классу трансфераз.
2. Использование фермента X для катализации данной реакции позволяет сместить равновесие в сторону образования вещества В.
3. Данная реакция является одним из этапов гликолиза.
4. В клетках человека вещество Г может быть окислено с выделением энергии, которая, в конечном счете, может использоваться для синтеза АТФ

### Задание 13 (3 балла)

Ерасыл и Димаш в своей лаборатории определили, что ферментативная реакция ( $K_M=2.7 \cdot 10^{-3}$  моль/л) подавляется конкурентным ингибитором ( $K_I=3.1 \cdot 10^{-5}$  моль/л). Концентрация субстрата равна  $3.6 \cdot 10^{-4}$  моль/л. Сколько ингибитора потребуется для подавления реакции на 65%?

Ответ:

## ***Биоинформатика***

### **Задание 14 ( 1 балл)**

Сделайте самое оптимальное выравнивание следующих последовательностей ДНК:

Seq.1 AGGCTTGCGATGATCGGGTTAG

Seq.2 AGGGCTATGATCGTGTTAG

## ***Экология***

### **Задание 15 (2 балла)**

Эколог Анель изучала циклическую экологическую сукцессию в приливно-отливной зоне на побережье Новой Зеландии. Для этого на протяжении 20 лет (с 1988 по 2007 годы) она определяла долю поверхности камней, занятую морскими уточками (вид прикреплённых ракообразных), корковыми бурыми водорослями и мидиями, а также долю поверхности, не занятую этими видами. На рисунке 1 показано изменение этих четырёх параметров, а также температуры, на протяжении периода наблюдений.

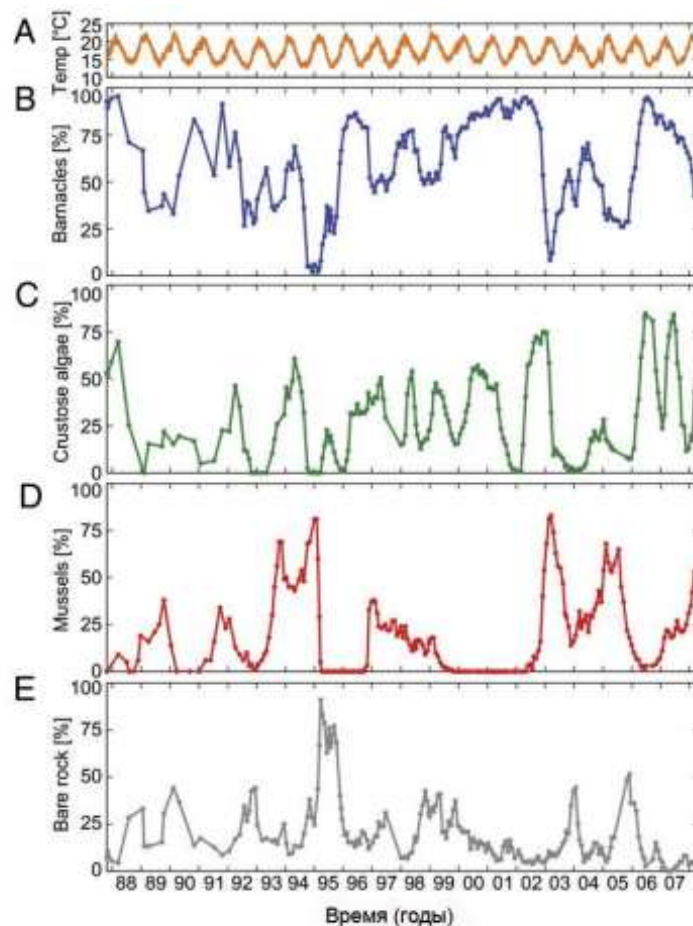


Рисунок 1. Изменение температуры (А) и доли поверхности камней, покрытой морскими уточками (В), корковыми бурыми водорослями (С), мидиями (D) и поверхности, свободной от этих видов (Е). Измерения проводили раз в 30 дней на протяжении 20 лет.

**Для каждого утверждения отметьте, верно оно или нет.**

1. Некоторые особи прикрепляются не непосредственно к камням, а к поверхности тел особей других видов.
2. Мидии легче, чем морские утолчки, заселяют голые камни.
3. Резкое сокращение доли мидий в 1995, 2003 и 2005 годах позволяет предположить, что в ходе сукцессии морские утолчки вытесняют мидий.
4. Причиной почти полного исчезновения бурых водорослей в зимний период (декабрь-февраль) 1992-93, 1994-95 и 2003-04 годов может быть совместное действие низкой температуры и неблагоприятных биотических факторов.

## *Этология*

### **Задание 16 (2 балла)**

Одним из подходов к объяснению эволюции альтруизма и, в частности, эусоциальности, является теория кин-отбора, согласно которой особям может быть эволюционно выгодно заботиться о своих родственниках в ущерб собственному размножению, если выполняется следующее условие:

$$C < rB$$

$C$  – затраты на заботу о родственниках, выраженные в снижении потенциального числа потомков особи, осуществляющей альтруистическое поведение.

$r$  – коэффициент родства между особью, проявляющей заботу, и особями, о которых она заботится.

$B$  – выгода для особей, на которых было направлено альтруистическое поведение, выраженное в увеличении потенциального числа их потомков.

В данном вопросе под эусоциальностью понимается разделение колонии животных на размножающихся и неразмножающихся особей, причем последние обеспечивают выживание размножающихся особей и их потомства. Примерами эусоциальных животных являются пчёлы, осы, муравьи, термиты, некоторые жуки, а также голые землекопы (млекопитающие отряда грызунов).

**Для каждого утверждения отметьте, верно оно или нет.**

1. Согласно теории кин-отбора, самцу и самке большой синицы выгоднее защитить свое гнездо с 6 птенцами и при этом погибнуть, чем оставить птенцов хищнику, а самим спастись.
2. Согласно теории кин-отбора, «рабочим» пчёлам выгоднее заботиться о своих родных сестрах, которые станут матками, чем о собственных

фертильных потомках (при условии, что величины В и С в обоих случаях одинаковы).

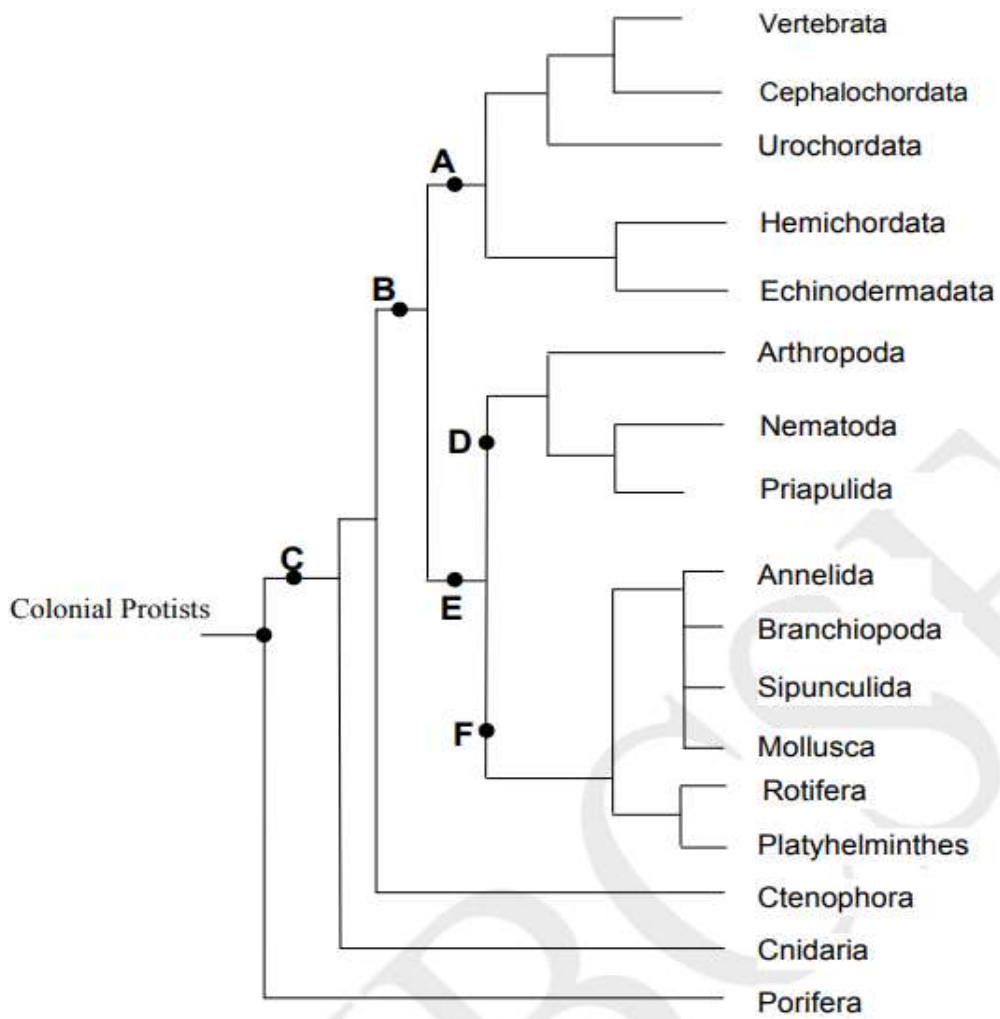
3. Величина С для каждого рабочего муравья тем выше, чем выше в колонии доля яиц, личинок и куколок, т.е. особей, о которых необходимо заботиться.

4. Необходимым условием развитием эусоциальности является гаплодиплоидное определение пола

### *Систематика*

#### **Задание 17 (3 балла)**

Ниже приведен список событий во время эмбрионального развития, который показывает эволюционные отношения с различными типами. Сопоставьте перечисленные события во время эмбриогенеза различных организмов типа С А до F на приведенном рисунке.



Выберите один из вариантов приведенных ниже, и сопоставьте с буквами.

(i) Спиральное дробление

(ii) Радиальная симметрия

(iii) Линька

(iv) Анус развился из бластопора

(v) Три зародышевых слоя

(vi) Рот развился из бластопора

Ответ:

A: \_\_\_\_\_

B: \_\_\_\_\_

C: \_\_\_\_\_

D: \_\_\_\_\_

E: \_\_\_\_\_

F: \_\_\_\_\_