



**Комплект задач**  
**Beyond Olympiad #1**  
**по биологии**

I тур

10-12 классы

28 июля 2021

## Регламент олимпиады

---

На выполнение олимпиады Вам дается 105 минут. Начало олимпиады: 12:15 по времени Алматы, конец олимпиады – 14:00. По завершении ваши решения необходимо отправить с помощью платформы [Gradescope](https://gradescope.com). (Инструкции по отправке см. ниже.)

### Инструкция по выполнению и оформлению:

Выполнять задания Вы можете в любом порядке, при этом **необходимо**

- Решать каждую задачу в предназначенном месте в бланке ответов;
- **Запрещается** писать ФИО, инициалы или какие-либо другие личные идентификаторы на бланке ответов и дополнительных страницах
- Если решение задачи выходит за пределы места в бланке ответов, то в конце места следует написать (Продолжение задачи номер \_\_ пункт \_\_ на отдельной странице). При этом вверху той страницы необходимо пометить, что это является продолжением определенной задачи;
- **Рекомендуется** придерживаться понятного и разборчивого почерка, избегать грязи и зачеркиваний.

### Инструкции по отправке решений:

Необходимо завершить выполнение заданий не позднее 14:00 по времени Алматы. По окончании работы, вам необходимо объединить сканы ваших решений в один pdf-файл. Отметим, что в Google Play и AppStore есть множество приложений (PDF scanner, scanner app, scanbot и другие), предназначенных для этих целей. PDF-файл необходимо загрузить на сайт [gradescope.com](https://gradescope.com). Код курса: **P536BW**.

### Памятка участнику:

- Из канцелярских принадлежностей и приборов **разрешаются только**: карандаши, ручки, ластик, линейка и инженерный калькулятор.
- **Строго запрещается** пользоваться помощью посторонних людей и дополнительной литературой, включая интернет-источники и учебные пособия.
- Попытки списывания и нарушения академической честности будут наказаны **баном** на [ask.bc-pf.org](https://ask.bc-pf.org) сроком на год.

Результаты будут оглашены до 10 июля 2021 года.

При наличии вопросов по проведению олимпиады следует также писать на форум [ask.bc-pf.org](https://ask.bc-pf.org) или в официальные аккаунты соц. сетей ОФ “Beyond Curriculum”.

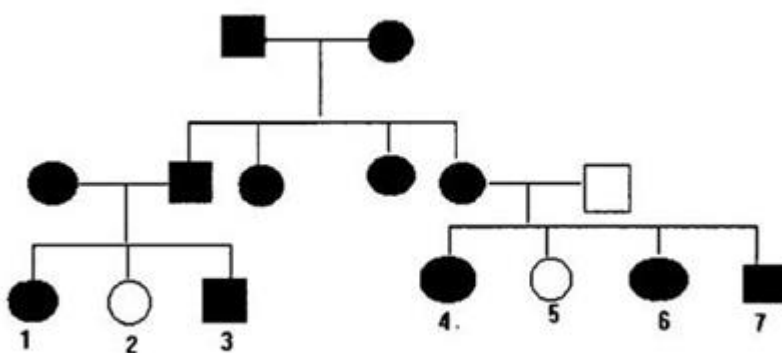
## Задача 1.

У дрозофилы рудиментарные крылья ( $vg$ ) являются рецессивным аутосомным мутантным аллелем, а желтое тело ( $y$ ) – рецессивным X-сцепленным мутантным аллелем. Аллели дикого типа  $vg^+$  и  $y^+$  контролируют нормальные крылья и темно-коричневый цвет тела соответственно. Если гомозиготную желтую рудиментарную самку скрещивают с нормальным самцом, а потомство F1 скрещивают, каковы будут фенотипы и соотношения F1 и F2?

[6 баллов]

## Задача 2.

Лошади могут быть кремелло (светло-кремовый), каштановый (коричневатый) или паломино (золотистый цвет с белыми в хвосте и гриве лошади). Из этих фенотипов только паломино никогда не размножаются. Из родословной, представленной ниже, ответьте на следующие вопросы ниже.



- А. Напишите генотипы организмов по 1-7
- Б. Какой тип наследования у данной родословной?
- В. В скрещивании между организмами 2 и 7 соотношение фенотипов будет?
- Г. Ожидаемое фенотипное соотношение в скрещивании между 3 и 7.

[7 баллов]

### Задача 3.

---

При 37°C на сериновую протеазу субтилизин имеет  $k_{cat} = 50 \text{ s}^{-1}$  и  $K_M = 1.4 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ .

Предполагается, что боковая цепь N155 способствует образованию водородной связи с оксианионным отверстием субтилизина. Дж. А. Уэллс и его коллеги сообщили (1986, Phil. Trans. R. Soc. Lond. A 317: 415–423) следующие кинетические параметры для **мутанта** субтилизина N155T:  $k_{cat} = 0.02 \text{ s}^{-1}$  и  $K_M = 2 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ .

(а) Субтилизин используется в некоторых моющих средствах для стирки, чтобы помочь удалить белковые пятна. О какой необычной стабильности субтилизина может идти речь?

(б) У субтилизина есть проблема, заключающаяся в том, что он инактивируется под действием окисления метионина вблизи активного центра. Предложите способ сделать лучше субтилизин.

(с) Является ли эффект мутации N155T тем, что вы ожидаете от остатка, составляющий часть оксианионной дыры? Как сообщенные значения Дж. А. Уэллс и его коллег подтверждают ваш ответ?

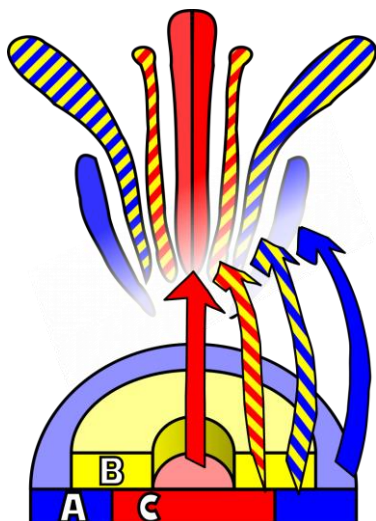
(d) Предполагая, что боковая цепь T155 не может образовать водородную связь с оксианионным промежуточным продуктом, сколько энергии (в кДж / моль) потребуется для N155, чтобы стабилизировать переходное состояние при 37°C.

(е) Значение, рассчитанное вами в части (d), представляет собой силу водородная связи между N155 и оксианионом в переходном состоянии. Это значение выше, чем у обычных водородных связей в воде. Как можно рационализировать данное наблюдение?  
Подсказка: (Закон Кулона).

[10 баллов]

#### Задача 4.

---



На картинке представлена классическая **модель ABC** развития цветка. Что будет если:

- 1) Будет удален ген B
- 2) Ген C превратится в Гена A
- 3) Будет удален Ген A

[6 баллов]

#### Задача 5.

---

Закрытая экосистема – гипотетический концепт биологического сообщества, при котором не происходит никакого обмена материей с внешней средой.

Открытая экосистема – нормальный вид экосистемы с постоянным обменом внутри сообщества и с внешней средой.

Отнесите следующие признаки к закрытой (А), открытой(Б), к обеим(В).

- 1) Чаще всего рукотворные
- 2) Относительно крупного масштаба
- 3) Циклизм химических веществ
- 4) Включает детритную пищевую цепь
- 5) Включает пастбищную пищевую цепь
- 6) Численность популяции никогда не превышает емкость среды
- 7) Допускается отложение отходов метаболизма

[7 баллов]

## Задача 6.

---

Определите пары структур как гомологичные и аналогичные органы

- 1) Усики винограда и усики гороха
- 2) Трихомы и эмергенцы
- 3) Колючки кактуса и колючки барбариса
- 4) Клубень картофеля и луковица лука
- 5) Лепестки и чашелистики
- 6) Корневище и корнеплод
- 7) Клубни батата и клубеньки бобовых

[7 баллов]

## Задача 7. Правило Гамильтона

---

«Ген альтруизма» поддерживается отбором и распространяется в генофонде при выполнении неравенства

$$rB > C.$$

r-Степень родства

B-репродуктивный выигрыш

C-репродуктивная цена

**(I) Отметьте следующие утверждения, как верные (Т) и неверные (F)**

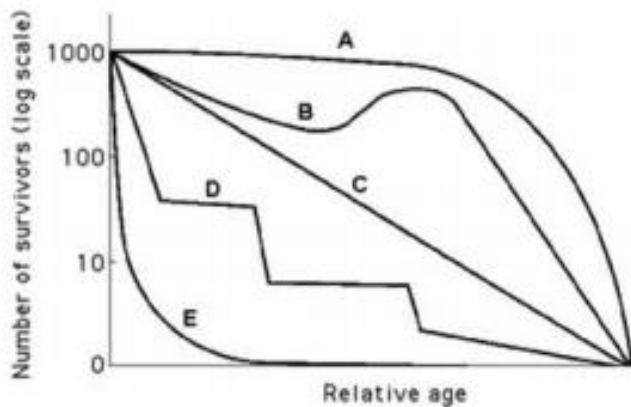
- A) Альтруизм чаще всего направлен на родственников
- B) Двое твоих братьев равноценны восьмерым твоим кузенам
- C) Чаще всего присутствует у Эусоциальных животных

**(II)** На планете началась ядерная война, и вы успеваете спрятаться в своем бункере. К вам стучится ваш брат, которого вы все еще можете спасти. Однако, если вы откроете дверь бункера, то и сами подвергаете себя риску и можете погибнуть с вероятностью в 20%. Предположительно, из-за радиоактивности, каждый человек максимально может дать жизнь 7 малышам. Используя правило Гамильтона, сделайте выбор. Пойдете ли вы спасти своего брата? **Покажите свое решение.**

[5 баллов]

## Задача 8. К и R селекция в видах

Вам представлены кривые, которые показывают выживаемость разных живых организмов.



(I) Сопоставьте кривые (A-E) с утверждениями

- 1) Равновесные стратегии
- 2) К-стратегии
- 3) R-стратегии
- 4) Кривая выживаемости гидр
- 5) Эти стратегии занимают новые среды обитания первыми
- 6) Кривая описывающая выживаемость, независимую от возраста
- 7) Кривая выживаемости крабов
- 8) Такой кривой выживаемости не существует в дикой природе
- 9) Кривая выживаемости слонов
- 10) Кривая выживаемости грызунов

(II) Стратегии, названные R и K, математически взаимосвязаны уравнением Ферхюльста, которое высчитывает текущую скорость роста популяции.

$$\frac{dP}{dt} = kP \left( 1 - \frac{P}{L} \right)$$

P- Популяция в период времени T

k-коэффициент размножения (предельная скорость роста)

L- Переносимый объем (предельная численность)

Давайте рассмотрим популяцию Сайгаков в Бетпакдале. На 2021 год численность Сайгаков равна 842000 особям. Министерство Экологии Казахстана прокомментировала резкий рост поголовья сайги с 2019 года следующими словами: «Популяция сайгаков, у которых есть много еды и на которых не охотятся люди или другие хищники, будет удваиваться каждые три года»

Также, экологом Кудайбергеном было выявлено, что площадь Бетпак-Дала равна 75000 км<sup>2</sup>, а максимальная вместительность Сайгаков на квадратный км равна 20 особям.

**Рассчитайте текущую скорость роста популяции**

**[10 баллов]**

### **Задача 9.**

---

Предположим, что для некой спонтанной реакции требуется 200 лет для ее завершения, а при ферментативном катализе этой же реакции ее скорость повышается в  $10^{18}$  раз. За сколько секунд протекает реакция при ее катализе ферментом?

**[4 балла]**

### **Задача 10.**

---

Укорочение теломер в соматических клетках ограничивает число клеточных делений до пятидесяти. Данное обстоятельство, предположительно, способно также ограничить максимальный размер раковой опухоли. Если учесть, что  $10^8$  клеток обладают массой 1 грамм, какой массы будет опухоль, образованная в результате 50 делений одной раковой клетки?

**[4 балла]**

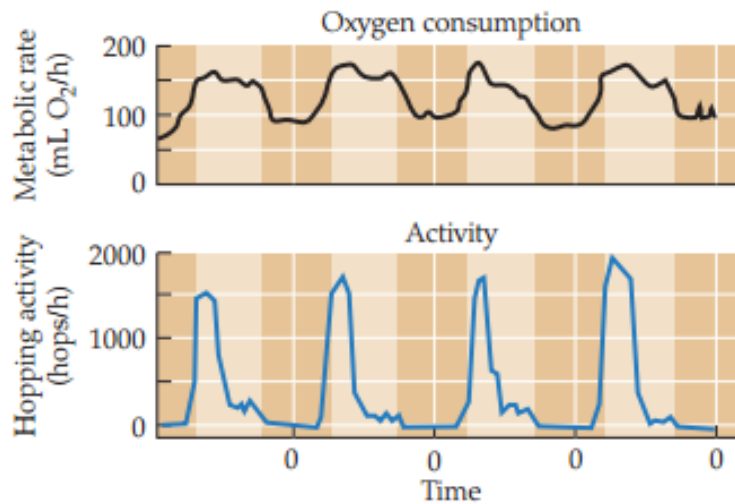


## Задача 11. Гормоны и биологические часы

Перед вами график, который сравнивает общие запасы кислорода (O<sub>2</sub>) у пяти видов морских млекопитающих и человека

Перед вами график потребления кислорода (верхний) и активности (нижний) у зяблика.

(I) Отметьте следующие утверждения, как верные (T) и неверные (F)

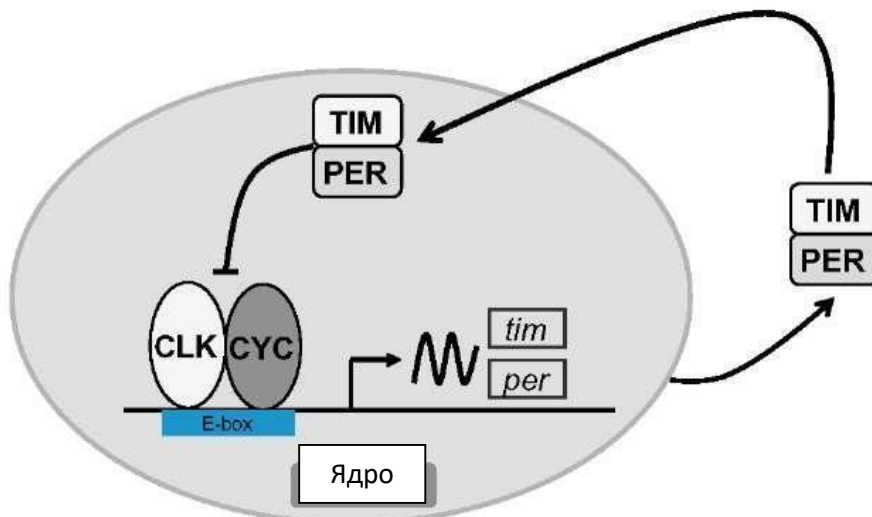


A) Во время пиков активности и потребления кислорода зяблик спит

B) Один период равен 12 часам

C) Если оставить зяблика с включенным светом на несколько дней, то ритмичность останется прежней

(II) Перед вами схема молекулярного механизма циркадных ритмов у дрозофил.



**Отметьте следующие утверждения, как верные (Т) и неверные (F)**

- A) Комплекс белков TIM-PER секретируется с помощью аппарата Гольджи
- B) Это пример отрицательной-обратной связи
- C) E-box это последовательность РНК, которая увеличивает трансляцию белков TIM и PER

**(III) Выберите какие из следующих процессов показывают циркадную ритмичность**

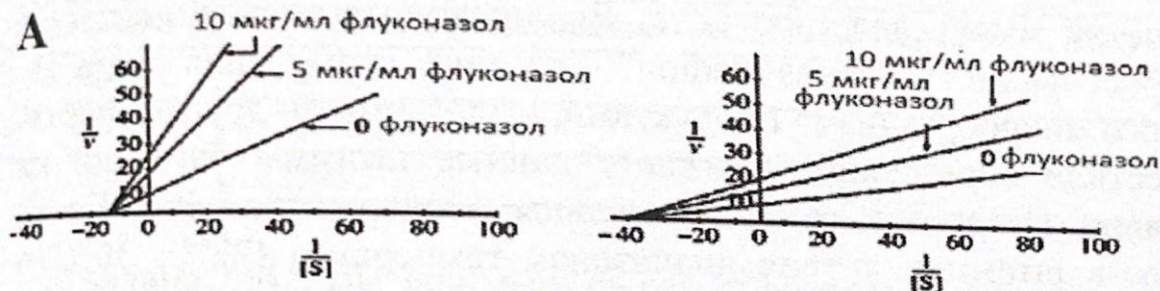
- A) Раскрытие листьев *Mimosa pudica*
- B) Циклы сна и бодрствования
- C) Смена окраса у хамелеона
- D) Размножение у инфузории
- E) Небольшие колебания температуры тела у птиц и млекопитающих
- F) Образование яйцеклеток у женщин

**[6 баллов]**

### **Задача 12.**

---

Флуконазол – антибиотик, который используется против патогенных грибов. После длительного использования этого антибиотика могут появиться устойчивые грибы к флуконазолу. Ученые обнаружили штамм дрожжей, устойчивых к флуконазолу в дозе 10 мкг/мл, тогда как рост дикого штамма ингибируется в дозе 5 мкг/мл. Флуконазол в дрожжах действует на фермент-ланостерин 14-деметилазу (14 DM). Ученые изучили кинетику ферментативной активности 14-DM у устойчивого и дикого штаммов дрожжей в присутствии (дозы указаны на рисунке) и отсутствии флуконазола (рисунок А). Для того, чтобы определить, связана ли устойчивость дрожжей к антибиотику с мутацией в гене 14-DM, ген этого фермента у дикого и устойчивого штамма был секвенирован. На рисунке Б представлена нуклеотидная и аминокислотная последовательности участка этих генов.



**Б**

|                  | дикий тип |     |     |     |     |     |     |     |     | устойчивый штамм |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |         |
|------------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
| дикий тип        |           |     |     |     |     |     |     |     |     |                  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |         |
| кодон:           | 300       |     |     |     |     |     |     |     |     |                  |     |     |     |     |     |     |     |     | 330 |     |     |         |
|                  | ...UUU    | UUA | AAG | GCA | CAC | AAC | GAG | UUA | UGG | UUU              | ... | 300 |     |     |     |     |     |     |     | 330 |     |         |
| белок:           | 51        |     |     |     |     |     |     |     |     |                  |     | 51  |     |     |     |     |     |     |     | 60  |     |         |
|                  | ... phe   | leu | lys | ala | his | asn | glu | leu | trp | phe              | ... | ... | phe | ile | lys | gly | thr | gln | arg | val | trp | phe ... |
| устойчивый штамм |           |     |     |     |     |     |     |     |     |                  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |         |
| кодон:           | 300       |     |     |     |     |     |     |     |     |                  |     |     |     |     |     |     |     |     | 330 |     |     |         |
|                  | ...UUU    | AUU | AAA | GGC | ACA | CAA | CGA | GUU | UGG | UUU              | ... | 300 |     |     |     |     |     |     |     | 330 |     |         |
| белок:           | 51        |     |     |     |     |     |     |     |     |                  |     | 51  |     |     |     |     |     |     |     | 60  |     |         |
|                  | ... phe   | ile | lys | gly | thr | gln | arg | val | trp | phe ...          | ... | ... | phe | ile | lys | gly | thr | gln | arg | val | trp | phe ... |

На основании приведенных данных ответьте на следующие вопросы:

А. Каков механизм действия флуконазола на 14-DM?

- А. Конкурентный ингибитор
- В. Необратимая инактивация
- С. Неконкурентный ингибитор
- Д. Активация

Б. Который из следующих мутаций обнаружен в гене фермента 14-DM, устойчивого к действию антибиотика штамма дрожжей?

- А. Миссенс
- В. Нонсенс
- С. Сдвиг рамки считывания
- Д. Сайлент

В. Замена каких аминокислот является наиболее вероятной причиной изменения чувствительности фермента к антибиотику?

- А) Leu → Lys
- Б) Ala → Gly
- В) Asn → Gln
- Г) Glu → Arg
- Д) Leu → Val

[5 баллов]

### Задача 13.

1. Анализируя данные, определите условия как верные и неверные.

|                          | Пептид 1                    | Пептид 2              |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Состав                   | Asn – Glu – His – Leu – Asp | Arg – Cys – Lys – Tyr |
| Молекулярная масса (кДа) | 0,55                        | 0,44                  |

- A. При pH = 6.5 оба пептида будут подвижны при электрофорезе
- B. При pH = 6.5 пептид 1 при анионной хроматографии будет задерживаться
- C. При pH = 2 пептид 2 будет проходить быстрее при катионной хроматографии
- D. Пептид 1 будет проходить быстрее, чем пептид 2 при гель-фильтрации

[4 балла]

### Задача 14.

Полимеразная цепная реакция – метод амплификации дезоксирибонуклеиновой кислоты в миллионы раз в течение нескольких часов.

1. Какие праймеры являются подходящими для амплификации данного участка ДНК при помощи ПЦР?

5' ACGTAGGCTTAAGGCTAGC.....TCAGTCGTGATGCTAGCTGA 3'

- A. 5' ACGTAGCT 3' и 5' AGTCAGCA 3'
- B. 5' TGCATCCG 3' и 5' TCAGCTAG 3'
- C. 5' ACGTAGCT 3' и 5' TCAGCTAG 3'
- D. 5' TGCATCCG 3' и 5' AGTCAGCA 3'

2. Объем реакционной смеси для ПЦР составляет 80 мкл и содержит 0,15 мкмоль/л праймеров. После 32 циклов амплификации ДНК при помощи ПЦР было получено 3,5 мкг фрагментов ПЦР длиной 560 пар нуклеотидов. Молекулярная масса одной пары нуклеотидов равняется 660 г/моль. Все значения округляйте до сотых.

- A. Сколько молей праймеров использовалось для амплификации ДНК?
- B. Сколько молей праймеров осталось после 32 циклов ПЦР?

### Задача 15.

1. A,B,C,D – участки оперона WLBZ. Оперон WLBZ кодирует синтез ферментов LY и KG. Мутации в участках A,B,C,D влияют на синтез ферментов. Вещество NMNL является регулятором оперона WLBZ. «+» указывает на то, что фермент синтезируется, а «-» на то, что синтеза нет.

| Мутация     | Вещество NMNL присутствует |            | Вещество NMNL отсутствует |            |
|-------------|----------------------------|------------|---------------------------|------------|
|             | Фермент LY                 | Фермент KG | Фермент LY                | Фермент KG |
| Нет мутации | -                          | -          | +                         | +          |
| A           | -                          | -          | -                         | +          |
| B           | -                          | -          | -                         | -          |
| C           | -                          | -          | +                         | -          |
| D           | +                          | +          | +                         | +          |

1. Определите, оперон WLBZ репрессибельный или индуцибельный? Поставьте «+».

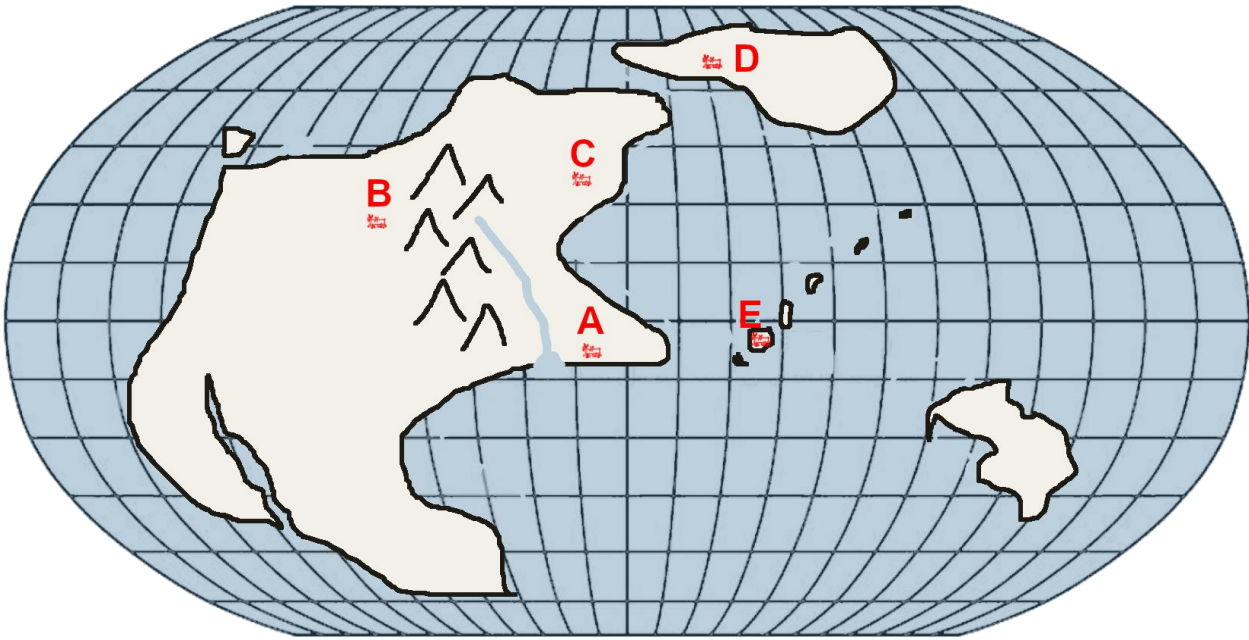
|                 |  |
|-----------------|--|
| Репрессибельный |  |
| Индуцибельный   |  |

2. Определите функции участков A, B, C и D.

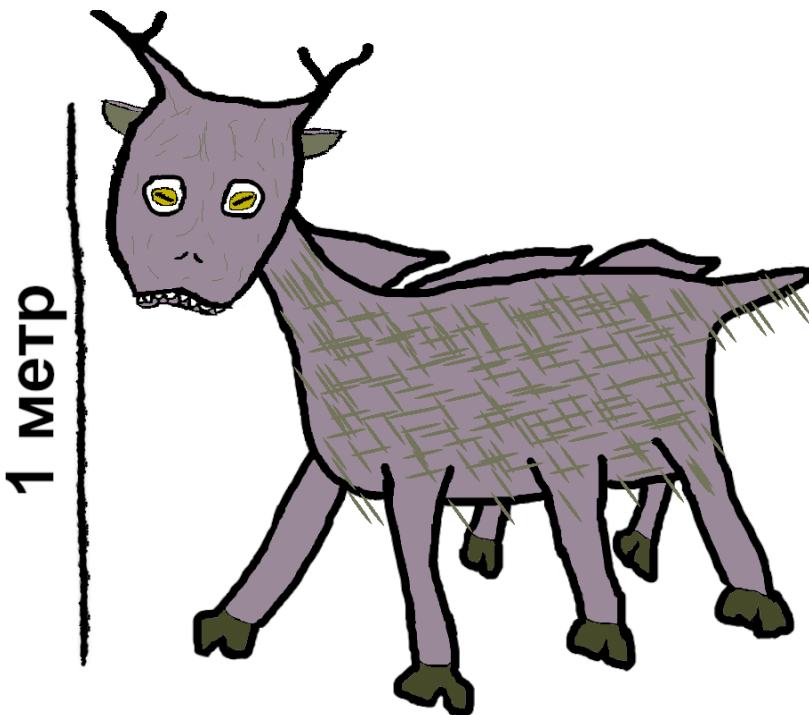
| Функции участков оперона    | Участок |
|-----------------------------|---------|
| Промотор                    |         |
| Регуляторный ген            |         |
| Структурный ген фермента LY |         |
| Структурный ген фермента KG |         |

## Задача 16.

Доктор ксеноэкологии Лупита Нгози исследует подозрительно землеподобную обитаемую планету вокруг звезды Qan 618. Основываясь на данных предыдущих миссий, она предполагает, что экологические правила для внешнего вида гомойотермных животных Земли применимы и для нового мира. Вам, отталкиваясь от этого утверждения, нужно совместить между собой пять видов гомойотермного рода *Sarqamorphus* и пять биомов, отмеченных на карте мира. Стоит отметить, что ветра в северном (верхнем) полушарии этой планеты дуют на Запад. (левая часть карты)



Вид 1:



Вид 2:

1 метр

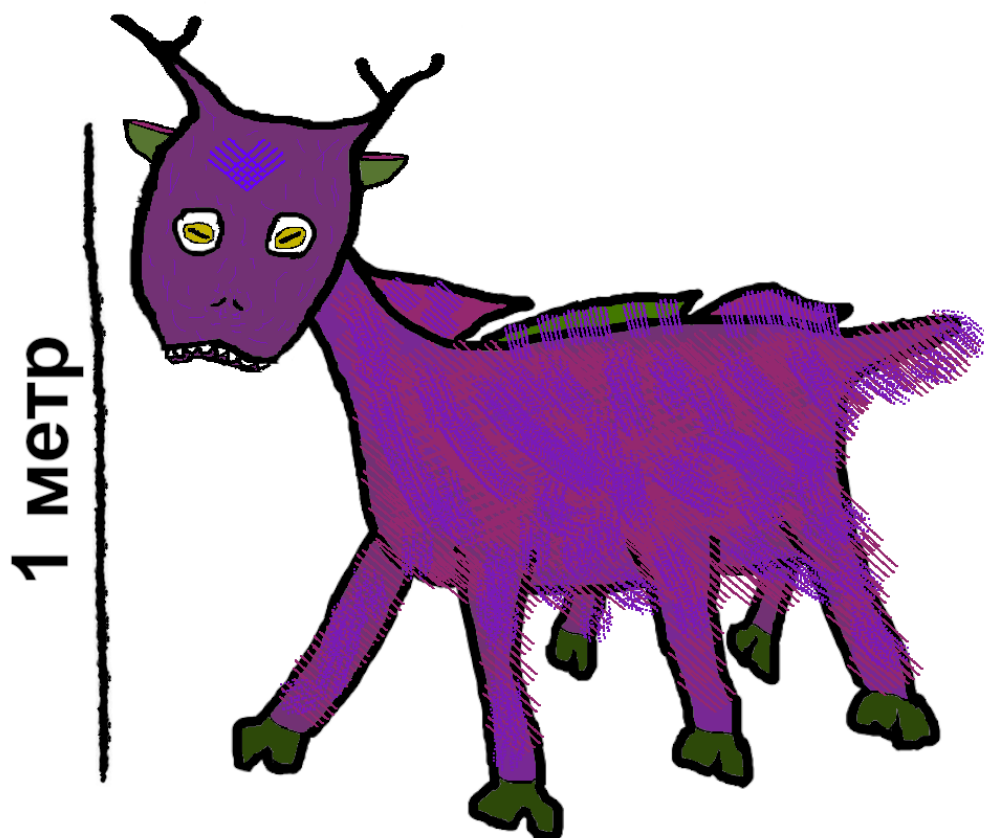


Вид 3:

1 метр



Вид 4:



Вид 5:



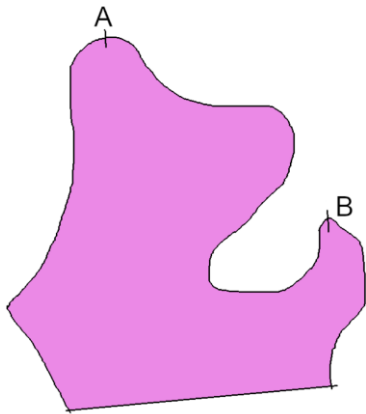
[5 баллов]



## Задача 17. Виды и механизм иммунного ответа

Антигены представляют собой часть патогенного микроорганизма, которая узнается иммунной системой путем антител и рецепторов. Исследование структуры антигенов

различных болезнетворных микробов позволяет биомедицинским инженерам узнать, как можно лечить инфекции, вызванные такими микробами. Строение и состав антигена помогает смоделировать рациональные препараты или предсказать вид иммунного ответа.



**Часть А** – Вам дана схема антигена и четыре варианта предполагаемых антител, вместе с их аминокислотным составом. (в порядке убывания) Нужно выбрать наиболее подходящее к антигену антитело. Места А и В должны приблизительно совпадать

**Состав антигена:** серин, тирозин, фенилаланин, пролин, треонин, глутамат

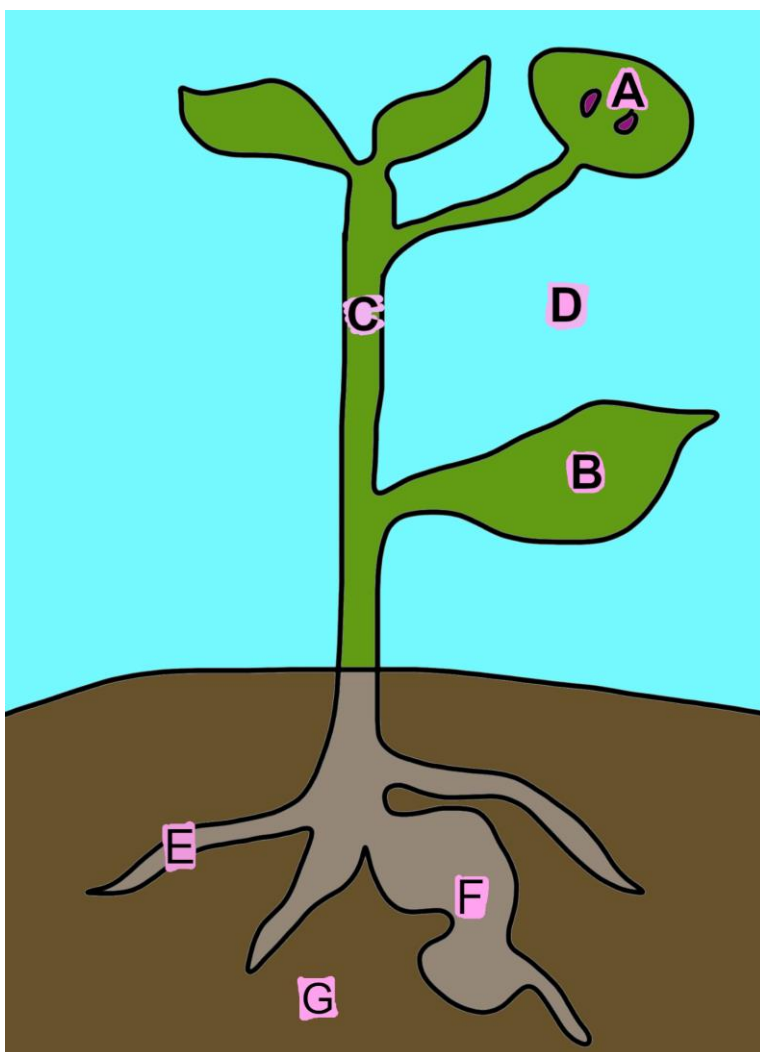
|   |   |
|---|---|
|   |   |
| <p><b>Состав антитела А:</b> аланин, глицин, аспартат, пролин, изолейцин, цистеин</p> | <p><b>Состав антитела В:</b> метионин, аспартат, изолейцин, пролин, валин, серин</p>  |
|   |   |
| <p><b>Состав антитела С:</b> глицин, аспарагин, аргинин, лизин, лейцин, пролин</p>    | <p><b>Состав антитела D:</b> аланин, гистидин, триптофан, глутамин, лизин, глицин</p> |

**Часть В** – нужно отметить верные (Т) или неверные (F) ли утверждения ниже:

1. Введение изолированного антигена вместо ослабленного микроорганизма будет считаться пассивным иммунитетом.
2. Вакцинация вызывает иммунный ответ, который позволяет человеку быстрее среагировать на патоген благодаря иммунной памяти.
3. В-клетками памяти произойдут от тех В-лимфоцитов, которые выделили правильное антитело (ответ на вопрос в части А) во время первой инфекции.

[4 балла]

### Задача 18.



Основываясь на диаграмме растения, опишите то, как транспирационная тяга позволяет воде переходить из точки G (почва) в точку D (атмосфера) через данное растение. Стоит упомянуть какие свойства воды делают транспирационную тягу возможной.

Также, укажите верные (Т) или неверны (F) ли четыре утверждения ниже:

1. Часть растения А (плод) имеет высокий водный потенциал
2. Если дать растению воздух с C-14 углекислым газом, первой частью, где его можно будет обнаружить, будет С (стебель)
3. Если дать растению воду с O-15 кислородом, будет ли он обнаружен в атмосфере?
4. Молекулы глюкозы для клеточных стенок новых побегов весной придут из части F (корнеплод)

[7 баллов]