

ОБЩИЙ БАЛЛ **57** из 100 баллов

ВОПРОС 1: ЗАПРОС НЕСКОЛЬКИХ ОТВЕТОВ

1.

**Выберите ВСЕ правильные ответы.**

Кольчатые черви – сегментированные животные, а это значит, что вдоль главной оси их тела закономерно повторяются некоторые структуры. Выберите элементы тела дождевого червя, повторяющиеся вдоль его передне-задней оси.

Данные ответы:  a.

Группы щетинок

 d.

Нервные узлы

 e.

Органы выделения

Верные ответы:  a.

Группы щетинок

 d.

Нервные узлы

 e.

Органы выделения

5

из 5 баллов

ВОПРОС 2: ЗАПРОС НЕСКОЛЬКИХ ОТВЕТОВ

1.

**Выберите ВСЕ правильные ответы.**

Строгие анаэробы – организмы, неспособные к окислительному фосфорилированию с участием кислорода, причем их жизнедеятельность ингибируется даже минимальным количеством данного газа. Эти организмы

Данные ответы:  a.

Могут быть возбудителями заболеваний человека

 b.

Могут обитать в рубце жвачных животных

 d.

Иногда вырабатывают в качестве продукта метаболизма метан

Верные ответы:  a.

Могут быть возбудителями заболеваний человека

 b.

Могут обитать в рубце жвачных животных

 d.

Иногда вырабатывают в качестве продукта метаболизма метан

### ВОПРОС 3: ЗАПРОС НЕСКОЛЬКИХ ОТВЕТОВ

1.

**Выберите ВСЕ правильные ответы.**

Обязательными фазами разработки лекарственного препарата являются:

Данные ответы: ☒ a.

Исследование эффективности на больных людях с применением плацебо

☒ b.

Проверка эффективности на большой разнородной группе здоровых и больных людей

☒ c.

Тестирование препарата на лабораторных животных

☐ d.

Тестирование свойств вещества на бактериальных культурах

☒ e.

Исследование механизмов работы на здоровых людях



Верные ответы: ☒ a.

Исследование эффективности на больных людях с применением плацебо

☒ b.

Проверка эффективности на большой разнородной группе здоровых и больных людей

☒ c.

Тестирование препарата на лабораторных животных

☒ e.

Исследование механизмов работы на здоровых людях

### ВОПРОС 4: ЗАПРОС НЕСКОЛЬКИХ ОТВЕТОВ

1.

**Выберите ВСЕ правильные ответы.**

У *Arabidopsis thaliana* (семейство Капустные) женская гамета содержит в ядре 5 хромосом. Следовательно, у этого вида в норме

Данные ответы: ☒ b.

Микроспора содержит 5 хромосом

☒ d.

Клетка листовой паренхимы содержит 10 хромосом

☐ e.

Зрелый членик сосуда содержит 10 хромосом



Верные ответы: ☒ b.

Микроспора содержит 5 хромосом

☒ d.

Клетка листовой паренхимы содержит 10 хромосом

0

из 5 баллов

## ВОПРОС 5: ЗАПРОС НЕСКОЛЬКИХ ОТВЕТОВ

1.

**Выберите ВСЕ правильные ответы.**

Молекула АТФ образуется в клетке в ходе

Данные ответы: ☒ a.

Фотофосфорилирования

☒ b.

Окислительного фосфорилирования

☒ d.

Субстратного фосфорилирования

☒ e.

Работы АТФ-синтазы



Верные ответы: ☒ a.

Фотофосфорилирования

☒ b.

Окислительного фосфорилирования

☒ d.

Субстратного фосфорилирования

☒ e.

Работы АТФ-синтазы

5

из 5 баллов

## ВОПРОС 6: ЗАПРОС НЕСКОЛЬКИХ ОТВЕТОВ

1.

**Выберите ВСЕ правильные ответы.**

Индейцы, основавшие первые поселения на острове Куба, могли брать с собой в путешествия

Данные ответы: ☒ d.

Зерна кофе

☒ e.

Какао-бобы



Верные ответы: ☒ c.

Вяленые ананасы

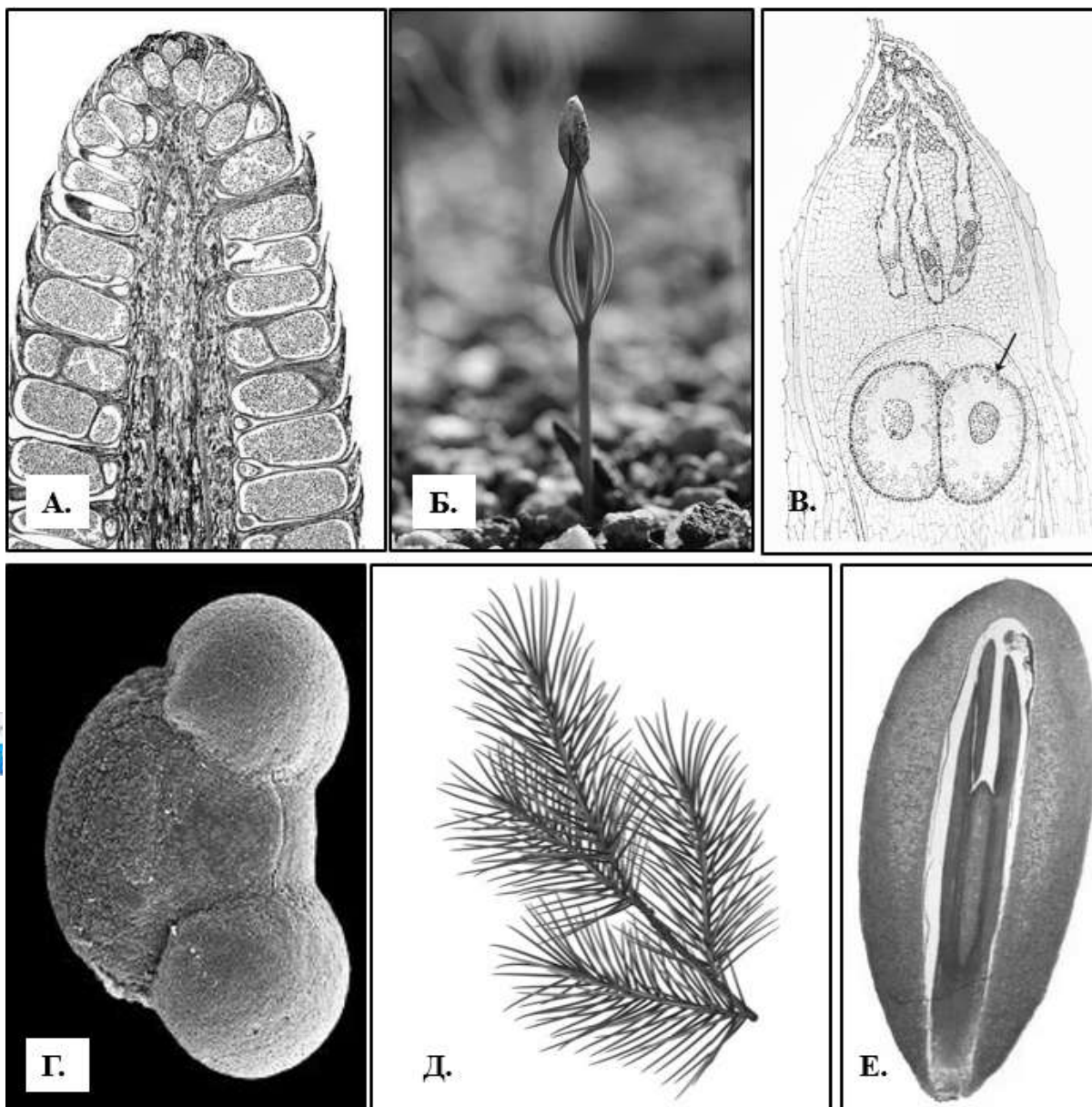
☒ e.

Какао-бобы

**ВОПРОС 7: ЗАПРОС МНОГОКРАТНОГО ВВОДА ПРОПУЩЕННОГО ТЕКСТА**

1.

Перед вами изображения различных стадий жизненного цикла некоторого рода растений. Рассмотрите рисунки и выполните задания.



1. Установите правильный порядок стадий жизненного цикла у представленного рода растений, начиная с яйцеклетки. Ответ запишите в отведенное поле в виде последовательности букв без знаков препинания и пробелов, регистр не важен.

Ответ: [y]

2. Выберите правильные характеристики данного жизненного цикла (ответ запишите в отведенное поле в виде последовательности латинских букв в алфавитном порядке без знаков препинания и пробелов, регистр не важен):

- a. Для этого растения характерно образование спор
- b. Оплодотворение происходит с помощью ветра
- c. Антеридии и архегонии развиваются одновременно на одном растении
- d. Мужские гаметы этих растений несут один жгутик

е. Гаметофиты этого растения могут жить самостоятельно

Ответ: [o]

3. По характерным деталям строения определите, к какому порядку относится представленное растение и **запишите русское название** этого порядка в отведенное поле:

Ответ: [p]

4. Запишите в отведенное поле **русское название** структуры, обозначенной на рисунке В стрелкой:

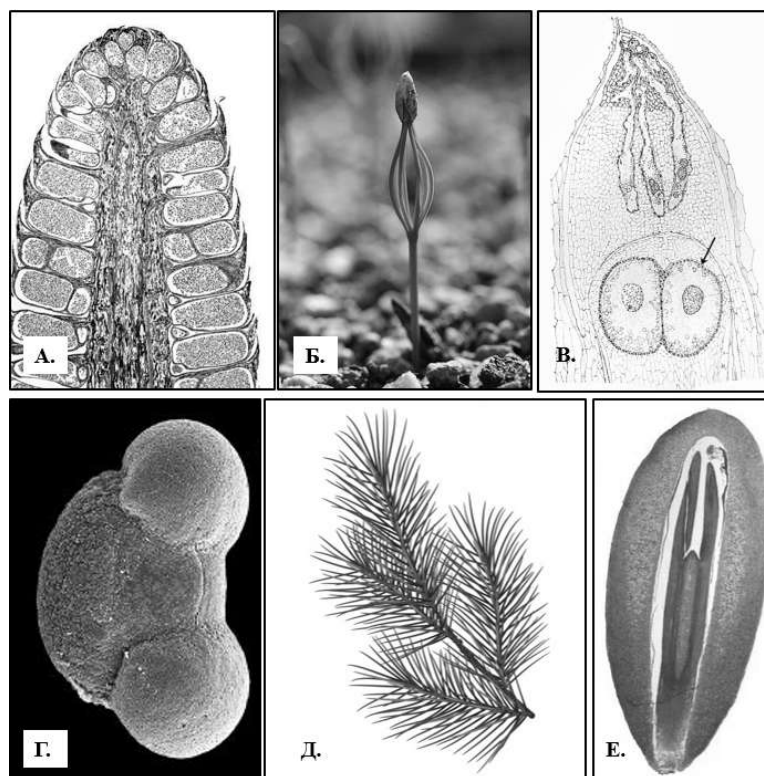
Ответ: [t]

5. Укажите плоидность клеток ткани, непосредственно окружающей зародыш у этого растения (гаплоидные, диплоидные, триплоидные)?

Ответ: [u]

Выбранный ответ:

Перед вами изображения различных стадий жизненного цикла некоторого рода растений. Рас



1. Установите правильный порядок стадий жизненного цикла у представленного рода растений в последовательности букв без знаков препинания и пробелов, регистр не важен.

Ответ: ✗ ВГЕБДА

2. Выберите правильные характеристики данного жизненного цикла (ответ запишите в отведенном порядке без знаков препинания и пробелов, регистр не важен):

- a. Для этого растения характерно образование спор
- b. Оплодотворение происходит с помощью ветра
- c. Антеридии и архегонии развиваются одновременно на одном растении
- d. Мужские гаметы этих растений несут один жгутик
- e. Гаметофиты этого растения могут жить самостоятельно

Ответ: ✗ bc


3. По характерным деталям строения определите, к какому порядку относится представленное растение и запишите в отведенное поле:

Ответ: ✔ сосновые

4. Запишите в отведенное поле **русское название** структуры, обозначенной на рисунке В стрелкой:

Ответ: ✔ архегоний

5. Укажите плоидность клеток ткани, непосредственно окружающей зародыш у этого растения

Метод оценки	Ответ:  гаплоидные
Точное соответствие	Правильные ответы для: у
Метод оценки	Правильные ответы для: 0
Точное соответствие	А
Метод оценки	Правильные ответы для: р
Совпадение шаблона	[Cc]основые( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?
Совпадение шаблона	[Xx]войные( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?
Метод оценки	Правильные ответы для: t
Совпадение шаблона	[Aa]рхегоний( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?
Совпадение шаблона	[Яя]йцеклетка( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?
Метод оценки	Правильные ответы для: u
Точное соответствие	Гаплоидные

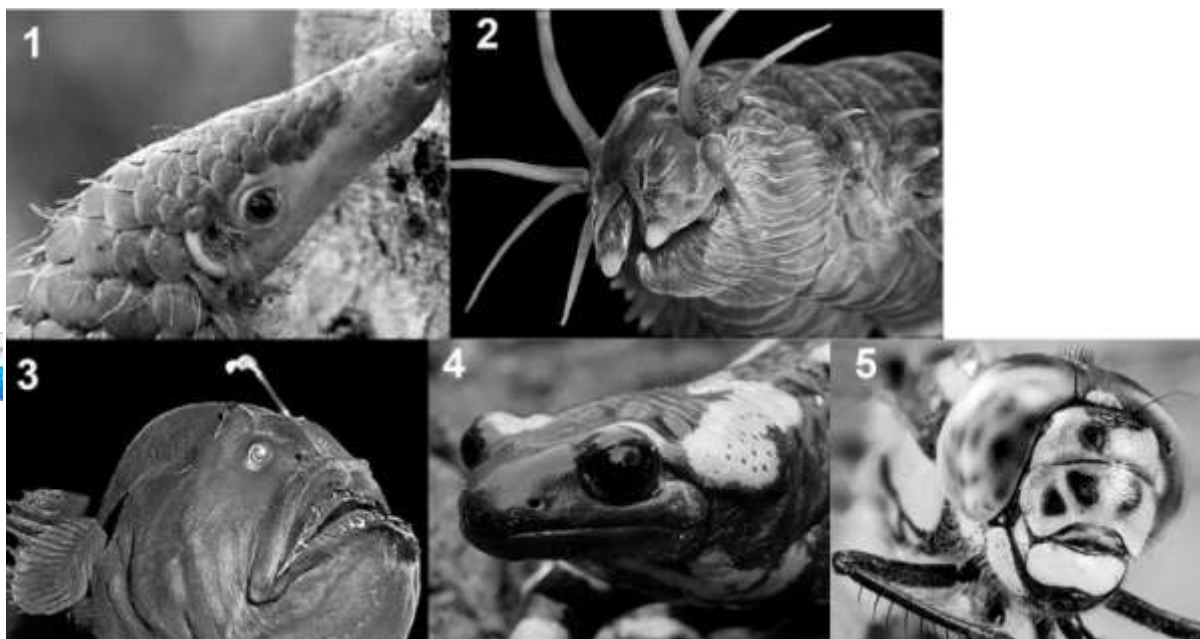
8

из 10 баллов

## ВОПРОС 8: ЗАПРОС МНОГОКРАТНОГО ВВОДА ПРОПУЩЕННОГО ТЕКСТА

1.

Перед вами - изображения переднего конца тела различных животных (соотношения размеров не соблюдены). Определите, к каким классам относятся эти животные. Запишите русские название этих классов в отведенные поля рядом с соответствующими номерами.



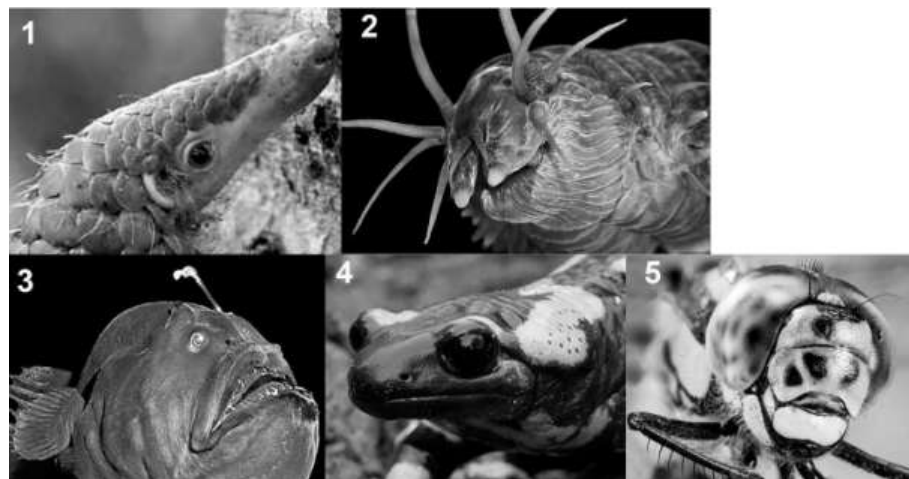
1. [o]
2. [l]
3. [y]
4. [u]
5. [t]

Выбранный ответ:

Перед вами - изображения переднего конца тела различных животных (соотношения размеров



животные. Запишите русские название этих классов в отведенные поля рядом с соответствующими



1. ☒ млекопитающие
2. ☒ многощетинковые черви
3. ☒ рыбы
4. ☒ амфибии
5. ☒ насекомые

Метод оценки

Правильные ответы для: 0

Точное соответствие

Млекопитающие

Метод оценки

Правильные ответы для: 1

Совпадение шаблона

[Мм]многощетинковые черви( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?

Совпадение шаблона

[Кк]ольчецы( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?

Совпадение шаблона

[Аа]ннелиды( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?

Метод оценки

Правильные ответы для: у

Совпадение шаблона

[Кк]остные рыбы( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?

Совпадение шаблона

[Лл]учеперые рыбы( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?

Метод оценки

Правильные ответы для: и

Совпадение шаблона

[Зз]емноводные( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?

Совпадение шаблона

[Аа]мфибии( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?

Метод оценки

Правильные ответы для: t

Совпадение шаблона

[Нн]асекомые( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?

Совпадение шаблона

[Гг]ексаподы( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?

Совпадение шаблона

[Шш]естиногие( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?( )?

4

из 5 баллов

## ВОПРОС 9: ЭССЕ

1.



Перед вами текст, содержащий пять биологических ошибок. Внимательно прочтите его, найдите ошибки и объясните, в чем они заключаются, вписав ответ в отведенное поле.

Внимание! Исправление фразы исключительно отрицанием (может – не может, имеет – не имеет и т.п.) не засчитывается. Необходимо сформулировать утвердительное предложение.

Овуляция происходит у человека на стадии метафазы первого деления мейоза. Оплодотворение яйцеклетки в норме осуществляется только одним сперматозоидом. Во время этого процесса акросома сперматозоида, которая содержит лизирующие ферменты и представляет собой особую разновидность митохондрии, сливается с наружной мембраной и выбрасывает свое содержимое, растворяющее яйцевую оболочку. Как только ядро сперматозоида проникает через мембрану яйцеклетки, на ее поверхности происходит электрическая реакция, за которой следуют химические процессы. Это приводит к уплотнению блестящей оболочки вокруг яйцеклетки, что делает ее непроницаемой для других сперматозоидов.

Самые первые этапы развития зародыша происходят во время его нахождения в яичнике. На этом этапе происходит дробление, образуется многоклеточная бластула типа морулы, а затем внутри морулы возникает полость и таким образом формируется бластоциста. Бластоциста достигает матки и начинает проникать в ее эндометрий. Этот процесс называется имплантацией. Следующий этап развития идет параллельно с имплантацией и называется нейруляцией. При этом образуется два зародышевых листка: эктодерма и энтодерма. Эктодерма позже дает начало покровам, нервной системе, органам чувств. Из энтодермы происходят все отделы пищеварительной системы. Затем между двумя этими листками возникает третий: мезодерма, предшественник опорно-двигательной, выделительной, кровеносной и половой систем. Другие клетки зародыша прорастают внутрь матки и вместе с клетками эндометрия матки дают начало плаценте. Затем из эктодермы зародыша внутрь инвагинирует и отпочковывается нервная трубка - этот этап развития называется нейруляцией.

Данный ответ: 1)овуляция происходит на стадии метафазы мейоза II.

- 2)акросома представляет собой видоизмененный аппарат гольджи, а не митохондрии.
- 3)зародыш начинается формироваться после оплодотворения в маточной трубе.
- 4)После образования морулы, образуется бластоциста; бластула у человека отсутствует.
- 5)следующий этап за имплантацией - гаструляция, а не нейруляция

Верный ответ [Отсутствует]

3	из 5 баллов
---	-------------

## ВОПРОС 10: ЗАПРОС МНОГОКРАТНОГО ВВОДА ПРОПУЩЕННОГО ТЕКСТА

1.

*В данном задании вам необходимо проанализировать фрагмент текста, посвященный методике исследований, и на основании своих знаний и информации из текста выполнить задания.*

Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) в настоящее время широко применяется в биологии и медицине. Классическая ПЦР позволяет получить большое количество копий интересующей нас последовательности ДНК. Специфичность данной реакции обеспечивают небольшие последовательности нуклеотидов - праймеры. Их подбирают к обоим концам амплифицируемого участка ДНК таким образом, чтобы последовательность так называемого прямого праймера соответствовала последовательности на 5'-конце цепи, тогда как обратный праймер обратен комплементарен последовательности на ее 3'-конце. Например, если интересующий нас участок ДНК заканчивается последовательностью 5'-AAGCTA-3', то обратный праймер будет иметь последовательность: 5'-TAGCTT-3'. Чтобы праймеры могли



узнать необходимую последовательность ДНК смесь для ПЦР реакции нагревают до определенной температуры - температуры отжига праймеров. Эта температура рассчитывается путем прибавления к температуре плавления (температура, при которой происходит разъединение двухцепочечной молекулы праймера) 4°С градусов. ДНК-полимераза, осуществляющая репликацию интересующего нас участка ДНК, использует праймер в качестве затравки для начала синтеза. В результате данной реакции получается копия необходимой последовательности ДНК.

Для того, чтобы различить последовательности ДНК, можно использовать рестриктазы – ферменты, которые узнают и разрезают строго определенные последовательности нуклеотидов в ДНК (так называемые сайты рестрикции). Например, рестриктаза PfuII, у которой сайт рестрикции несет последовательность 5'-GCATC`G-3', при реакции с последовательностью ДНК будет разрезать ее на два фрагмента, содержащие на концах последовательности 5'-GCATC-3' и 5'-G-3'.

1. В предложенной последовательности нуклеотидов закодирован пептид длиной 19 аминокислотных остатков. Вам необходимо подобрать праймеры для амплификации нуклеотидной последовательности, кодирующей данный пептид, начиная со старт-кодона (ATG), и содержащей стоп-кодон (TGA, TAG, TAA). Помните, что праймеры должны быть специфичны и обладать примерно одинаковой температурой плавления (различия не более 2-4 °С). Температура плавления рассчитывается по формуле:  $2(A+T) + 4(G+C)$ , где буквы - это количество нуклеотидов каждого типа. Размер каждого праймера должен составлять 15 нуклеотидов. Запишите в отведенное поле полученные праймеры в направлении от 5'- к 3'-концу **в виде последовательности заглавных латинских букв без пробелов (в том числе концевых)** и укажите температуру их плавления.

5' - CACATGACAATAACGGATCATTCCTTATACCACGCGTAAAGATCTACCTGGT  
ACGTTGTCATGATTT - 3'

**Ответ:**

Прямой праймер: [x]

Обратный праймер: [y]

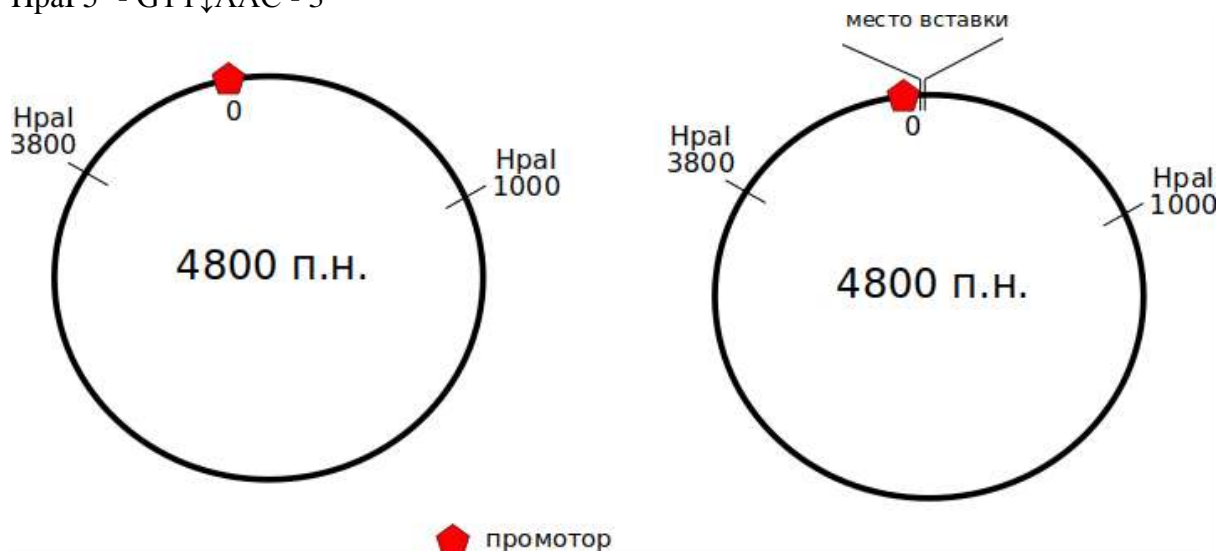
Температура плавления прямого праймера: [z]°С

Температура плавления обратного праймера: [k]°С

2. Полученный в предыдущей части задания ПЦР продукт встраивается в плазмиду для синтеза белка в бактериях. Вам даны последовательности (сайты рестрикции), по которым две рестриктазы (эндонуклеазы рестрикции) специфично разрезают ДНК. В ответе укажите размер фрагментов, которые получатся в результате реакции рестрикции, произведенной этими рестриктазами для плазмиды, содержащей вставку в правильной ориентации цепи.

MluI 5' - A↓CGCGT - 3'

HpaI 5' - GTT↓AAC - 3'



Ответ запишите в отведенное поле в виде последовательности чисел, расположенных по возрастанию и разделенных одиночными пробелами.

Ответ: [m]

Выбранный ответ:

В данном задании вам необходимо проанализировать фрагмент текста, посвященный знаниям и информации из

Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) в настоящее время широко применяется, позволяя получить большое количество копий интересующей нас последовательности ДНК. Для этого обеспечивают небольшие последовательности нуклеотидов - праймеры. Их пришивают к ДНК таким образом, чтобы последовательность так называемого прямого праймера совпадала с цепью, тогда как обратный праймер обратно комплементарен последовательности интересующего участка ДНК. Если участок ДНК заканчивается последовательностью 5'-AAGCTA-3', то обратный праймер будет 5'-TAGCTT-3'. Чтобы праймеры могли узнать необходимую последовательность ДНК при определенной температуре - температуры отжига праймеров. Эта температура зависит от температуры плавления (температура, при которой происходит разъединение двухцепочечной ДНК), осуществляющая репликацию интересующего нас участка ДНК, использует в качестве матрицы. В результате данной реакции получается копия необходимой последовательности ДНК.

Для того, чтобы различить последовательности ДНК, можно использовать рестриктазы, которые разрезают строго определенные последовательности нуклеотидов в ДНК (так как сайт рестрикции PfuII, у которой сайт рестрикции несет последовательность 5'-GCATC-G-3', прерывает ДНК на два фрагмента, содержащие на концах последовательности 5'-GCATC-3' и 5'-G-5').


1. В предложенной последовательности нуклеотидов закодирован пептид. Вам необходимо подобрать праймеры для амплификации нуклеотидной последовательности, содержащей (ATG), и содержащей стоп-кодон (TGA, TAG, TAA). Помните, что праймеры должны иметь одинаковую температуру плавления (различия не более 2-4 °C). Температура плавления рассчитывается по формуле:  $4(G+C)$ , где буквы - это количество нуклеотидов каждого типа. Размер фрагмента ДНК должен быть не менее 100 п.н. Запишите в отведенное поле полученные праймеры в направлении от 5' к 3' латинских букв без пробелов (в том числе концевых) и укажите температуры плавления.


5' - CACATGACAATAACGGATCATTTCTTATACCACGCGTAAAGATCTACACGTTGTCATGATTT - 3'

Ответ:

Прямой праймер:  ATGACAATAACGGAT

Обратный праймер:  TCATGACAACGTACC

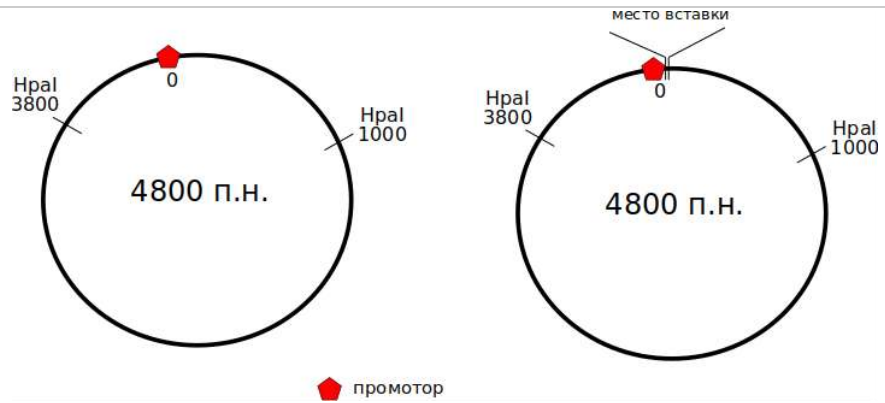
Температура плавления прямого праймера:  40°C

Температура плавления обратного праймера:  44°C

2. Полученный в предыдущей части задания ПЦР продукт встраивается в векторную последовательность (сайты рестрикции), по которым две рестриктазы (эндоплазмины) разрезают ДНК. В ответе укажите размер фрагментов, которые получатся в результате реакции встраивания плазмиды, содержащей вставку в правильной ориентации цепи.

MluI 5' - A↓CGCGT - 3'

HpaI 5' - GTT↓AAC - 3'



**Ответ запишите в отведенное поле в виде последовательности чисел, разделенных одиночными пробелами.**

Ответ: ✖ 1000 1000 2800

Метод оценки

Правильные ответы для: x

Содержит

ATGACAATAACGGAT

Метод оценки

Правильные ответы для: y

Содержит

TCATGACAACGTACC

Метод оценки

Правильные ответы для: z

Точное соответствие

40

Метод оценки

Правильные ответы для: k

Точное соответствие

44

Метод оценки

Правильные ответы для: m

Точное соответствие

1028 1032 2800

3 из 5 баллов

## ВОПРОС 11: ОТВЕТ, ОГРАНИЧЕННЫЙ ПО ДЛИНЕ

1.

**Каким образом вы сможете установить правильность последовательности, полученной в результате ПЦР реакции в предыдущем задании? Кратко опишите принцип предложенного метода.**

Дан метод пцр состоит из нескольких процессов.

1-это денатурация днк про высокой температуре (примерно 90 градусов), комплементарные двуцепочечные молекулы днк разъединяются и образуются две одноцепочечные молекулы днк .

2- это отжиг праймеров при более низкой температуре ( примерно 70 градусов) , к цепи днк (днк-матрица) комплементарно связывается праймер.

3-это элонгация. Днк полимеразы наращивает новую цепь днк между праймерами на одноцепочечных матрицах днк.

4- амплификация фрагментов , повторение процесса и дальнейший экспоненциальный рост количества

фрагментов днк .

Вер  
ный  
отве  
т

Отз  
ыв  
на  
отве  
т:

Mashups

Path: p  
Слова:0

0 из 5 баллов

## ВОПРОС 12: ЗАПРОС МНОГОКРАТНОГО ВВОДА ПРОПУЩЕННОГО ТЕКСТА

1.

Внимательно прочитайте предложенные фрагменты текста и рассмотрите рисунки, затем переходите к выполнению заданий.

### Фрагмент 1.

Несмотря на отсутствие морфологически выраженных хромосом в интерфазном ядре эукариот, генетический материал сохраняет четкую сегрегацию в пространстве – именно она отвечает за многоуровневую регуляцию экспрессии в геноме (Рисунок 1). Самыми крупными компартментами принято считать хромосомные территории (ХТ) – ограниченные области, занимаемые хроматиновыми фибриллами в интерфазном ядре.

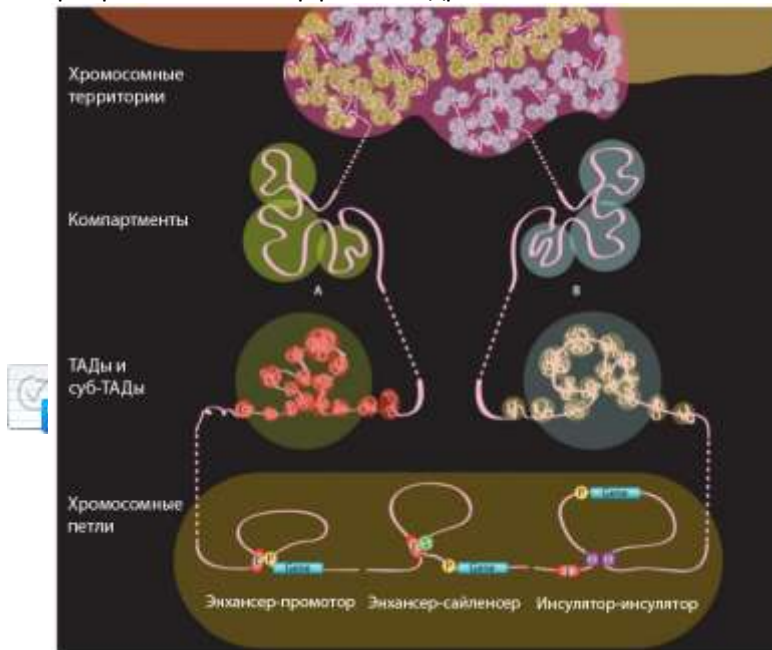


Рисунок 1. Иерархия организации хроматина в интерфазном ядре

Внутри каждой ХТ генетический материал подразделяют на два крупных компартмента – А и В, где первый представляет собой активно экспрессирующийся хроматин, а второй – репрессированный. Следующий уровень пространственной организации хроматина – топологически ассоциированные домены (ТАДы). Физически они представляют собой сгруппированные петли хроматина, содержащие несколько генов и ассоциированных с ними энхансеров и сайленсеров (Рисунок 1). Действие регуляторных элементов на гены других ТАДов репрессуется белками-инсульторами – CTCF и когезином. Эти два белка играют решающую роль в поддержании структуры ТАДов и располагаются на их границах. Часто результаты исследований структуры ТАДов представляют в виде хитмапов, где цветом обозначается уровень взаимодействий между разными участками ДНК (Рисунок 2). По снижению частоты взаимодействий участков ДНК и ориентации сайтов CTCF можно маркировать

границы ТАДов. Внутри крупных ТАДов есть участки повышенного взаимодействия внутри субТАДов. Наконец, отдельные гены и их цис-регуляторные элементы образуют хромосомные петли за счёт действия транскрипционных факторов (Рисунок

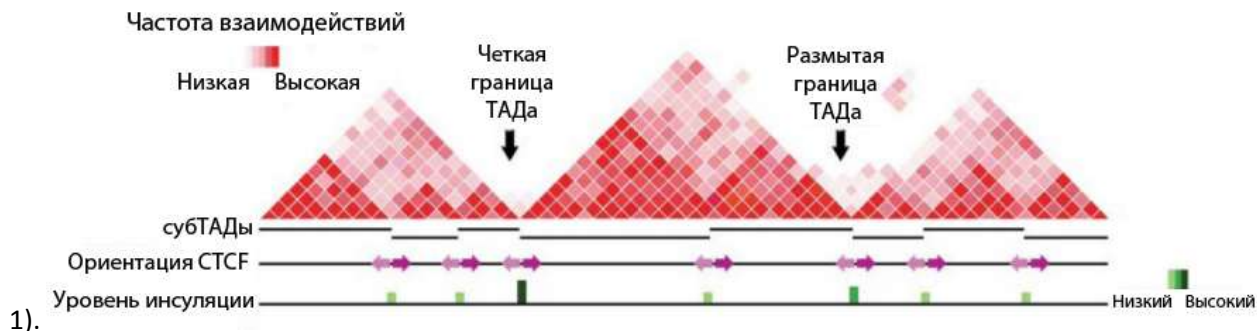


Рисунок 2. Пример хитмапов, отражающих частоту взаимодействий между участками ДНК.

## Фрагмент 2.

Часто причинами наследственных заболеваний являются пространственные перестройки хроматина. В качестве примера можно рассмотреть различные дупликации в локусе, содержащем гены *KCNJ2*, *KCNJ16* и *SOX9*. Гены *KCNJ* кодируют калиевые каналы, а *SOX9* является одним из главных регуляторов развития мужских гонад. В норме гены *KCNJ* и *SOX9* образуют два независимых ТАДа (Рис. 3а). *Интра*-ТАД дупликация затрагивает регуляторный участок внутри *SOX9* ТАДа. На рисунке 3b видно повышенное взаимодействие двух дублицированных участков между собой – это приводит к неспецифической экспрессии гена *SOX9* и фенотипической смене пола с женского на мужской. *Интер*-ТАД дупликация происходит на границе *KCNJ* и *SOX9* ТАДов (Рис. 3c). Это приводит к формированию нового ТАДа, где гены *KCNJ* находятся под контролем регуляторных элементов *SOX9*. При развитии конечностей мышей, несущих данную дупликацию, пространственный характер экспрессии гена *KCNJ2* совпадает с таковым у *Sox9*, чего не наблюдается у мышей дикого типа (Рис. 3d). Люди с *интер*-ТАД дупликацией демонстрируют синдром Кука – гипоплазию ногтей и недоразвитие фаланг пальцев. Калиевые каналы участвуют в BMP сигналинге, который играет ключевую роль в морфогенезе костей.

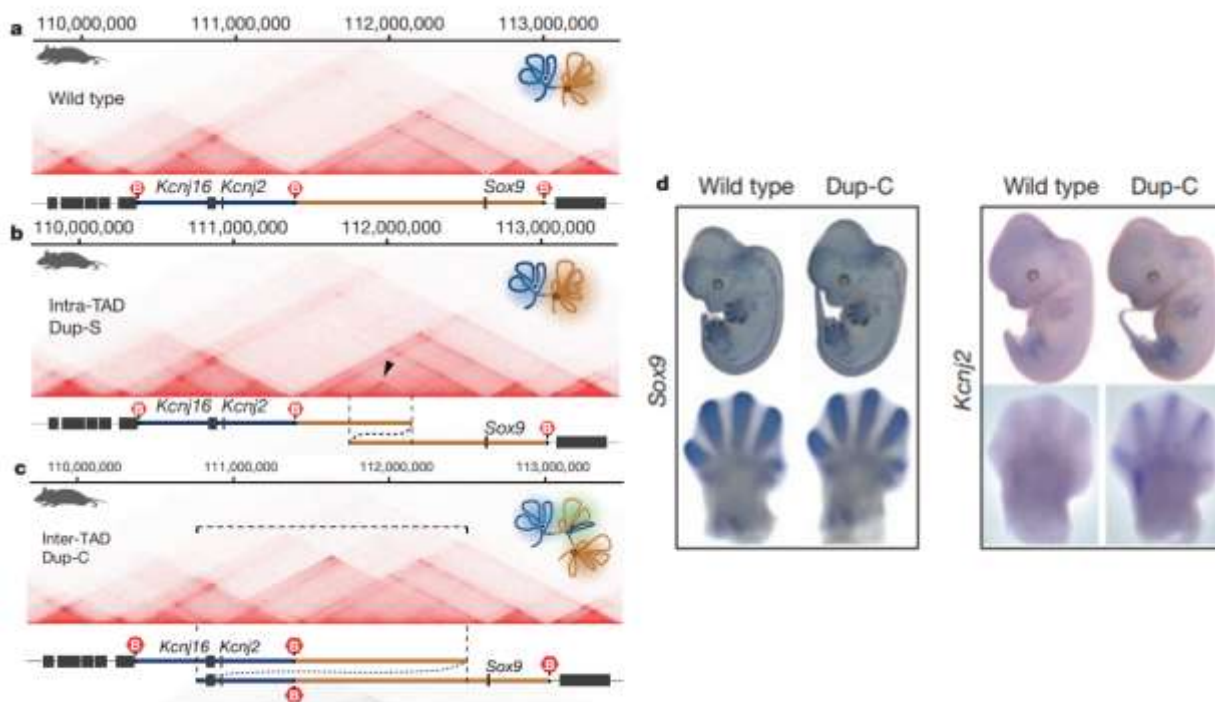


Рисунок 3. а - хитмапы взаимодействий участков ДНК у мышей дикого типа (Wild type); б - у мышей с *интра*-ТАД дупликацией (Dup-S), где стрелкой обозначено появление нового суб-ТАДа; в - у мышей с *интер*-ТАД дупликацией (Dup-C), где скобками обозначено появление нового

ТАДа; d - пространственный паттерн экспрессии генов *SOX9* и *KCNJ2* в развивающихся конечностях мышей дикого типа и с *интер*-ТАД дупликацией.

*В каждом из приведённых ниже заданий выберите ВСЕ правильные варианты ответа. Каждый ответ запишите в специально отведенное поле в виде последовательности букв в алфавитном порядке без знаков препинания и пробелов (регистр не важен).*

1. Прочитайте Фрагмент 1 и выберите правильные утверждения:

- Компартменты активного и репрессированного хроматина характерны для всех хромосом
- CTCF и когезин разграничивают хромосомные территории между собой
- Сниженный уровень взаимодействий между последовательностями коррелирует с расположением участков связывания CTCF
- На границах субТАДов есть участки связывания CTCF

Ответ: [k]

2. Прочитайте Фрагмент 2 и выберите правильные утверждения:

- При синдроме Кука регуляторные элементы *SOX9* изменяют пространственный характер экспрессии *KCNJ2*
- Интер-ТАД дупликация сопровождается появлением нового дополнительного ТАДа
- При интра-ТАД дупликации энхансер стал действовать на новые гены-мишени
- Увеличение уровня экспрессии *SOX9* при смене пола происходит за счет увеличения копийности гена

Ответ: [l]

3. Прочитайте Фрагменты 1 и 2 и выберите правильные утверждения:

- При интер-ТАД дупликации возникают новые участки связывания CTCF
- При интра-ТАД дупликации новый суб-ТАД имеет четкие границы, как и общий *SOX9* ТАД
- Можно сказать, что при фенотипической смене пола хроматин изменяет структуру на уровне суб-ТАДов и хромосомных петель
- При синдроме Кука новообразованный ТАД будет находиться в одном компартменте вместе с соседними ТАДами

Ответ: [m]

4. Соотнесите последовательности элементов в геноме и их фенотипическим проявлением:

- Гены *KCNJ16/KCNJ2* - сайт CTCF - энхансер *SOX9* - ген *SOX9* - сайт CTCF: дикий тип
- Гены *KCNJ16/KCNJ2* - сайт CTCF - энхансер *SOX9* - энхансер *SOX9* - ген *SOX9* - сайт CTCF: синдром Кука
- Гены *KCNJ16/KCNJ2* - сайт CTCF - энхансер *SOX9* - гены *KCNJ16/KCNJ2* - сайт CTCF - энхансер *SOX9* - ген *SOX9* - сайт CTCF: фенотипическая смена пола
- Гены *KCNJ16/KCNJ2* - сайт CTCF - ген *SOX9* - сайт CTCF: фенотипическая смена пола

Ответ: [n]

5. Соотнесите фенотипические проявления и их молекулярные механизмы:

- Синдром Кука - нарушение импорта кальция в клетки
- Синдром Кука - нарушение BMP сигналинга
- Смена пола - изменение WNT сигналинга
- Смена пола - увеличение концентрации белка Sox9

Ответ: [o]



### Фрагмент 1.

Несмотря на отсутствие морфологически выраженных хромосом в интерфазном сегрегацию в пространстве – именно она отвечает за многоуровневую регуляцию компартментами принято считать хромосомные территории (ХТ) – ограниченные интерфазном ядре.

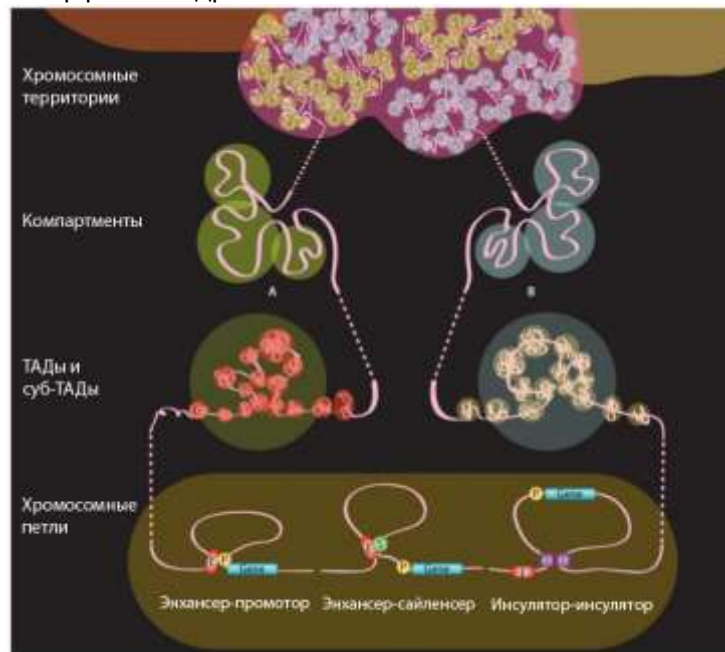
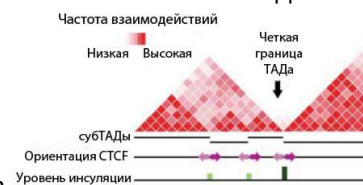


Рисунок 1. Иерархия организации хроматина в интерфазном ядре

Внутри каждой ХТ генетический материал подразделяют на два крупных компартиментов: экспрессирующийся хроматин, а второй – репрессированный. Следующий уровень организации – ассоциированные домены (ТАДы). Физически они представляют собой сгруппированные ассоциированных с ними энхансеров и сайленсеров (Рисунок 1). Действие регуляторных элементов – белками-инсуляторами – CTCF и когезином. Эти два белка играют решающую роль в формировании границ. Часто результаты исследований структуры ТАДов представляют в виде хитмапов между разными участками ДНК (Рисунок 2). По снижению частоты взаимодействий у границ ТАДов. Внутри крупных ТАДов есть участки повышенного взаимодействия.



регуляторные элементы образуют хромосомные петли за счет действия регуляторов (Рисунок 1).

Рисунок 2. Пример хитмапов, отражающих частоту взаимодействий между участками

### Фрагмент 2.

Часто причинами наследственных заболеваний являются пространственные перестройки генома, в том числе различные дупликации в локусе, содержащем гены *KCNJ2*, *KCNJ16* и *SOX9*. Гены *KCNJ2* и *KCNJ16* – это главные регуляторы развития мужских гонад. В норме гены *KCNJ2* и *SOX9* образуют один и тот же ТАД. Если дупликация затрагивает регуляторный участок внутри *SOX9* ТАДа. На рисунке 3b видно повышенное взаимодействие между собой – это приводит к неспецифической экспрессии гена *SOX9* и фенотипической патологии. Это происходит на границе *KCNJ2* и *SOX9* ТАДов (Рис. 3с). Это приводит к формированию регуляторных элементов *SOX9*. При развитии конечностей мышей, несущих данную дупликацию, ген *KCNJ2* совпадает с таковым у *Sox9*, чего не наблюдается у мышей дикого типа. Мышь с такой дупликацией имеет синдром Кука – гипоплазию ногтей и недоразвитие фаланг пальцев. Калиевые каналы *KCNJ2* играют важную роль в морфогенезе костей.

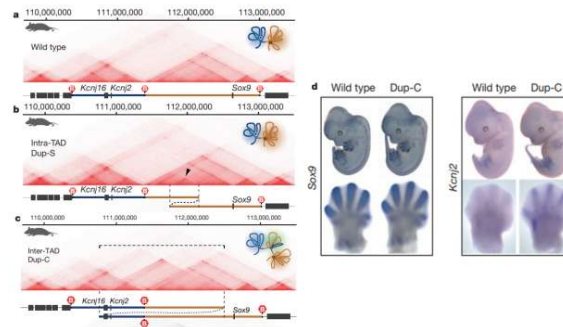


Рисунок 3. а - хитмап взаимодействий участков ДНК у мышей дикого типа (Wild type); мышей с *интра*-ТАД дупликацией (Dup-S), где стрелкой обозначено появление нового ТАДа; б - у мышей с *интер*-ТАД дупликацией (Dup-C), где скобками обозначено появление нового ТАДа; в - пространственный паттерн экспрессии генов *SOX9* и *KCNJ2* в развивающихся конечностях мышей дикого типа и с *интер*-ТАД дупликацией.

В каждом из приведённых ниже заданий выберите **ВСЕ** правильные варианты ответа. Какова последовательность букв в алфавитном порядке без знаков препинания и пробелов (регистр не имеет значения)?

1. Прочитайте Фрагмент 1 и выберите правильные утверждения:

- Компартменты активного и репрессированного хроматина характерны для разных типов взаимодействий
- CTCF и когезин разграничивают хромосомные территории между собой
- Сниженный уровень взаимодействий между последовательностями CTCF

CTCF

На границах субТАДов есть участки связывания CTCF

Ответ: ☒ a ☒ b ☒ c ☒ d

2. Прочитайте Фрагмент 2 и выберите правильные утверждения:

- При синдроме Кука регуляторные элементы *SOX9* изменяют пространственный паттерн экспрессии
- Интер-ТАД дупликация сопровождается появлением нового домена взаимодействия
- При интра-ТАД дупликации энхансер стал действовать на новые гены
- Увеличение уровня экспрессии *SOX9* при смене пола происходит из-за изменения регуляции

Ответ: ☒ a ☒ b ☒ c

3. Прочитайте Фрагменты 1 и 2 и выберите правильные утверждения:

- При интер-ТАД дупликации возникают новые участки связывания CTCF
- При интра-ТАД дупликации новый суб-ТАД имеет четкие границы
- Можно сказать, что при фенотипической смене пола хроматин изгибается

петель

При синдроме Кука новообразованный ТАД будет находится в одних и тех же компартментах

Ответ: ☒ a ☒ c ☒ d

4. Соотнесите последовательности элементов в геноме и их фенотипическим проявлениям:

- Гены *KCNJ16/KCNJ2* - сайт CTCF - энхансер *SOX9* - ген *SOX9* - сайт CTCF: фенотипическая смена пола
- Гены *KCNJ16/KCNJ2* - сайт CTCF - энхансер *SOX9* - энхансер *SOX9* - ген *SOX9*: фенотипическая смена пола
- Гены *KCNJ16/KCNJ2* - сайт CTCF - энхансер *SOX9* - гены *KCNJ16/KCNJ2*: фенотипическая смена пола

фенотипическая смена пола

Гены *KCNJ16/KCNJ2* - сайт CTCF - ген *SOX9* - сайт CTCF: фенотипическая смена пола

Ответ: ☒ a ☒ b

5. Соотнесите фенотипические проявления и их молекулярные механизмы:

- Синдром Кука - нарушение импорта кальция в клетки
- Синдром Кука - нарушение BMP сигналинга

1. Смена пола - изменение WNT сигналинга

Смена пола - увеличение концентрации белка Sox9

Ответ:  bd

Метод оценки	Правильные ответы для: k
Точное соответствие	acd
Метод оценки	Правильные ответы для: l
Точное соответствие	ab
Метод оценки	Правильные ответы для: m
Точное соответствие	acd
Метод оценки	Правильные ответы для: n
Точное соответствие	a
Метод оценки	Правильные ответы для: o
Точное соответствие	bd


4

из 10 баллов

ВОПРОС 13: ЗАПРОС МНОГОКРАТНОГО ВВОДА ПРОПУЩЕННОГО ТЕКСТА

1.

У сумчатых грибов (аскомицетов) все споры, образующиеся в результате мейоза из одной и той же диплоидной клетки, остаются в общей оболочке – сумке. При этом строение сумок у разных аскомицетов разное. У некоторых видов все споры в сумке расположены в одну линию, в строгом соответствии с порядком расхождения хроматид (I-е и II-е деление мейоза ориентированы у этих видов одинаково). Как будут выглядеть сумки, если исходный диплоид был дигетерозиготой  $b_1b_2g_1g_2$ ? Предположим, что первый ген контролирует размер клеток (в присутствии аллели  $b_1$  формируется крупная спора, а в присутствии аллели  $b_2$  – мелкая), а второй – пигментацию (аллель  $a_1$  обеспечивает бежевую окраску спор, аллель  $a_2$  – желтую). Заполните таблицу. В ответах используйте следующие обозначения: крупная спора – L, мелкая спора – S, бежевая спора – R, желтая спора – Y.

	Количество спор в сумке	[y]	
	Плоидность каждой из них (n или 2n)	[o]	
Среди них:		количество спор, несущих аллель $b_2$	[u]
		количество спор, несущих аллель $g_1$	[p]
Выпишите расположение клеток в сумке, если известно, что:		вторая спора слева мелкая бежевая	[l]
		вторая спора справа крупная бежевая	[t]
	Выпишите все возможные варианты сумок с учетом обоих генов	[b]	

Выбранный ответ:

У сумчатых грибов (аскомицетов) все споры, образующиеся в результате мейоза, заключены в общую оболочку – сумку. При этом строение сумок у разных аскомицетов различается: споры располагаются в одну линию, в строгом соответствии с порядком расхождения хроматид (I-мезозой), или в две линии (II-мезозой). Как будут выглядеть сумки, если исходный диплоид был дигетерозисом по двум сцепленным генам, контролирующим размер клеток (в присутствии аллели  $b_1$  формируется крупная сумка, в присутствии аллели  $b_2$  – мелкая) и пигментацию (аллель  $a_1$  обеспечивает бежевую окраску спор, аллель  $a_2$  – желтую)?

Количество спор в сумке	✔ 4
Плоидность каждой из них (n или 2n)	✘ 2n
Среди них:	количество спор, несущих аллель $b_2$
	количество спор, несущих аллель $g_1$
Выпишите расположение клеток в сумке, если известно, что:	вторая спора слева мелкая бежевая
	вторая спора справа мелкая бежевая
Выпишите все возможные варианты сумок с учетом обоих генов	

Метод оценки

Правильные ответы для: y

Точное соответствие

4

Метод оценки

Правильные ответы для: o

Точное соответствие

1n

Точное соответствие

n

Метод оценки

Правильные ответы для: u

Точное соответствие

2

Метод оценки

Правильные ответы для: p

Точное соответствие

2

Метод оценки

Правильные ответы для: l

Точное соответствие

SRSRLYLY

Метод оценки

Правильные ответы для: t

Точное соответствие

SYSYLRLR

Метод оценки

Правильные ответы для: b

Точное соответствие

SRSRLYLY LRLRSYSY SYSYLRLR LYLYSRSR

Точное соответствие

SRSRLYLY LRLRSYSY LYLYSRSR SYSYLRLR

Точное соответствие

SRSRLYLY LYLYSRSR LRLRSYSY SYSYLRLR

Точное соответствие

SRSRLYLY LYLYSRSR SYSYLRLR LRLRSYSY

Точное соответствие

SRSRLYLY SYSYLRLR LYLYSRSR LRLRSYSY

Точное соответствие

SRSRLYLY SYSYLRLR LRLRSYSY LYLYSRSR

Точное соответствие

LRLRSYSY SRSRLYLY SYSYLRLR LYLYSRSR

Точное соответствие

LRLRSYSY SRSRLYLY LYLYSRSR SYSYLRLR

Точное соответствие	LRLRSYSY LYLYSRSR SRSRLYLY SYSYLRLR
Точное соответствие	LRLRSYSY LYLYSRSR SYSYLRLR SRSRLYLY
Точное соответствие	LRLRSYSY SYSYLRLR LYLYSRSR SRSRLYLY
Точное соответствие	LRLRSYSY SYSYLRLR SRSRLYLY LYLYSRSR
Точное соответствие	LYLYSRSR LRLRSYSY SYSYLRLR SRSRLYLY
Точное соответствие	LYLYSRSR LRLRSYSY SRSRLYLY SYSYLRLR
Точное соответствие	LYLYSRSR SYSYLRLR LRLRSYSY SRSRLYLY
Точное соответствие	LYLYSRSR SYSYLRLR SRSRLYLY LRLRSYSY
Точное соответствие	LYLYSRSR SRSRLYLY SYSYLRLR LRLRSYSY
Точное соответствие	LYLYSRSR SRSRLYLY LRLRSYSY SYSYLRLR
Точное соответствие	SYSYLRLR LYLYSRSR LRLRSYSY SRSRLYLY
Точное соответствие	SYSYLRLR LYLYSRSR SRSRLYLY LRLRSYSY
Точное соответствие	SYSYLRLR LRLRSYSY LYLYSRSR SRSRLYLY
Точное соответствие	SYSYLRLR LRLRSYSY SRSRLYLY LYLYSRSR
Точное соответствие	SYSYLRLR SRSRLYLY LRLRSYSY LYLYSRSR
Точное соответствие	SYSYLRLR SRSRLYLY LYLYSRSR LRLRSYSY

5 из 10 баллов

#### ВОПРОС 14: ЭССЕ

1.

*Дайте развернутый ответ. Используйте для ответа специально отведенное поле.*

В современной биотехнологической промышленности применяют различные системы для получения целевого рекомбинантного белка, используемого в изготовлении лекарственных препаратов. Одной из таких систем является культура бактериальных клеток. Опишите процесс получения клеточной системы для синтеза рекомбинантного белка на основе клеток бактерий. Оцените, какими достоинствами и недостатками обладает данная система.

Данный  
ответ:

из организма донора извлекают необходимую днк , подвергают гидролизу и извлекают нужный ген. данный ген встраивают в бактериальную плазмиду. в бактериальную культуру клеток вводят данную плазмидную днк , которая кодирует последовательность необходимого белка и гены устойчивости к антибиотикам . Происходит отбор клеток на среде с антибиотиком и синтезом рекомбинантного белка. Отобранные клетки центрифугируют и очищают.Получают чистый рекомбинантный белок,готовый к эксплуатации или небольшой корректировки аминокислотной последовательности.

например, с помощью данного метода получают инсулин - гормон поджелудочной железы .

плюсы данного метода : высокая степень очистки , низкая стоимость процесса и легкость проведения манипуляций , относительная стабильность , автономная репликация , возможность хранить полученный белок в течение длительного срока

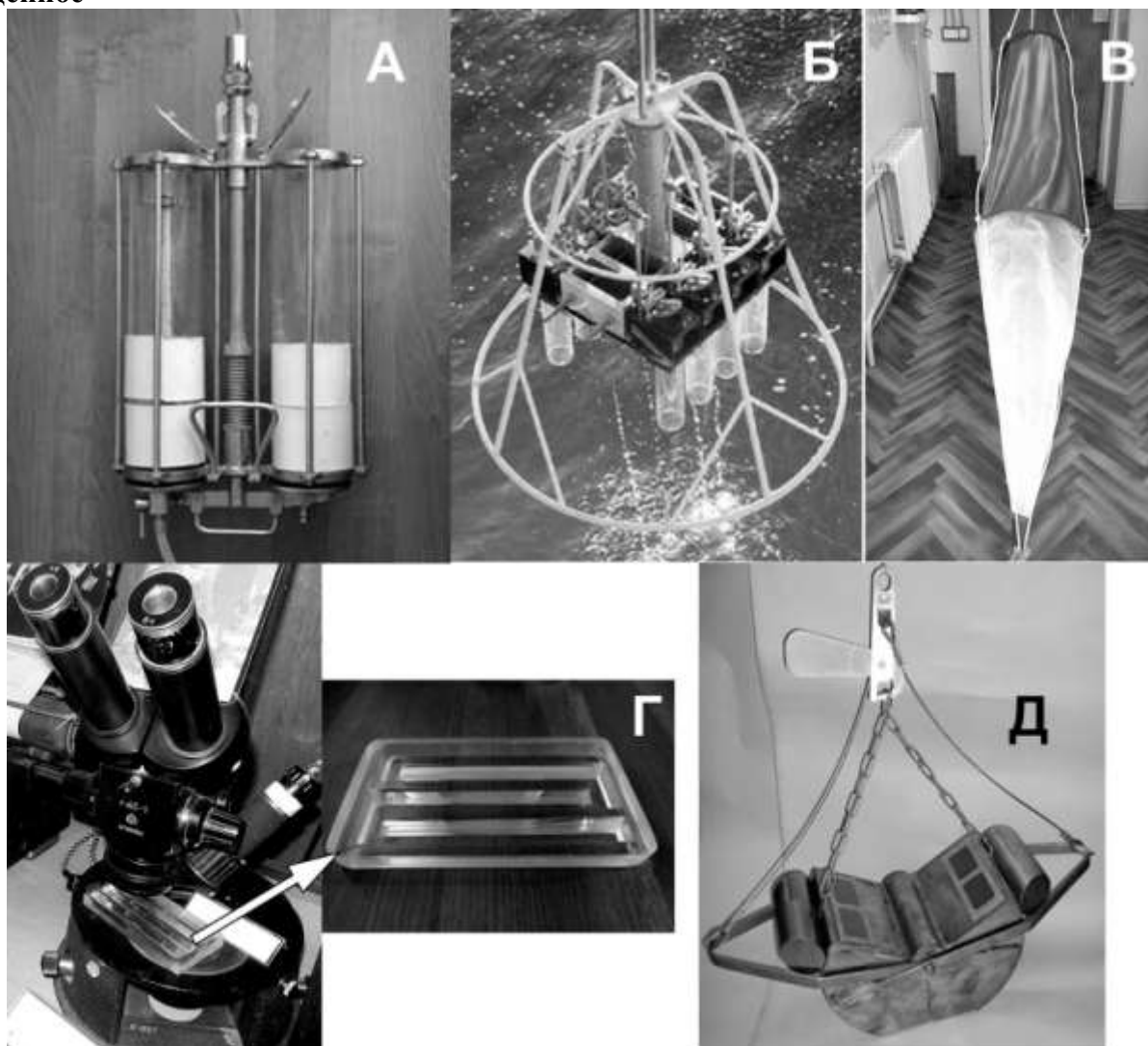
минусы: возможная опасность утечки рекомбинантного белка при не соблюдении норм стерилизации , синтез белка отличного от натурального белка ( например, на пару аминокислотных остатков ), быстрая мутация бактериальных культур , быстрое накопление продуктов обмена веществ в питательной среде

Верный  
ответ [Отсутствует]

5 из 10 баллов

#### ВОПРОС 15: ЭССЕ

Представленные изображения иллюстрируют использование различных технологий при изучении гидробионтов. Выполните задания, записав ответы в специально отведённое



поле.

1. Установите однозначное соответствие между изображениями, названиями приборов и результатами их использования. Запишите каждое полученное соответствие в поле для ответа в виде X - Y - Z, где X - буквенное обозначение изображения, Y - номер прибора (арабская цифра), Z - номер методики (римская цифра). **ВНИМАНИЕ!** Один из приборов и один из результатов – лишние!

Приборы:	Результаты использования:
1. Дночерпатель	I. Отобрать пробы воды известного объема с определенной глубины
2. Планктонная сеть	II. Подсчитать количество особей рачков-циклопов ( <i>Cyclops</i> ) в объеме пробы
3. Камера Богорова	III. Отобрать пробы грунта известной площади
4. Камера Горяева	IV. Отобрать пробы грунта известной площади с сохранением вертикальной структуры осадка
5. Грунтовая трубка	V. Взять количественную пробу зоопланктона



6. Батометр	VI. Подсчитать количество одноклеточных водорослей в единице объема пробы
-------------	---

**1. Установите однозначное соответствие между изображениями, названиями приборов и результатами их использования. Запишите каждое полученное соответствие в поле для ответа в виде X - Y - Z, где X - буквенное обозначение изображения, Y - номер прибора (арабская цифра), Z - номер методики (римская цифра). ВНИМАНИЕ! Один из приборов и одна из методик – лишние!**

**2.1. Выберите ВСЕ правильные варианты ответа. Ответ запишите в отведенное поле в виде последовательности соответствующих латинских букв в алфавитном порядке, без пробелов и знаков препинания (регистр не важен).**

Дночерпатель, изображенный на одной из фотографий, имеет рабочую площадь  $1/40 \text{ м}^2$ . С помощью этого прибора можно с достаточной точностью оценить плотность популяции следующих организмов:

A. *Portlandia arctica* (роющий двустворчатый моллюск, собирающий детритофаг, максимальная длина раковины – 20 мм)

B. *Rhizogeton fusiformis* (колониальный гидроид, обитатель поверхности скал, валунов и камней, хищник, максимальная длина полипов 10 мм)

C. Камчатский краб

D. *Micronephthys minuta* (роющий многощетинковый червь, хищник, максимальная длина тела 15 мм)

**2.2. Выберите приборы, которые относят к орудиям лова для количественной оценки плотности популяций. Запишите в отведенное поле соответствующие буквенные обозначения фотографий.**

**3. Для измерения солености морской воды чаще всего используют ареометры, кондуктометры и рефрактометры - приборы, работа которых основана на связи солености воды и других ее физических свойств. Укажите, о каких свойствах воды идет речь в этих трех случаях.**

Данный ответ: 1) А-6-І

Б-5-ІV

В-2-V

Г-3-ІІ

Д-1-ІІІ

2.1) AD

2.2) ВГД

3) Ареометры - плотность воды

кондуктометры - электропроводность воды

рефрактометры- преломление световых лучей

Верный ответ [Отсутствует]