



**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**Общеобразовательный предмет:
Биология**

2018-2019 учебный год

Вариант 1

10-11 класс

итоговая оценка
подпись председателя жюри

ШИФР

1 задание	2 задание	3 задание	4 задание	5 задание	6 задание	7 задание	8 задание	9 задание	ИТОГ

заполняется членами жюри и шифровальной группы

Место проведения (город):

Дата проведения:

ЗАДАНИЕ 1. Выберите ВСЕ правильные ответы из пяти предложенных. Обведите буквы, расположенные рядом с правильными ответами. Исправления не допускаются.

1. Между какими из представленных клеток в организме человека могут формироваться особые межклеточные контакты – синапсы?
- a. Чувствительный нейрон и вставочный нейрон
 - b. Вставочный нейрон и Шванновская клетка
 - c. Чувствительный нейрон и волосковая клетка внутреннего уха
 - d. Исполнительный нейрон и гладкомышечная клетка стенки кишечника
 - e. Исполнительный нейрон и клетка эпидермиса
2. У Страусника обыкновенного (папоротникообразные) зигота содержит в ядре 80 хромосом. Следовательно, у этого вида в норме
- a. Клетка шейки архегония содержит 40 хромосом
 - b. Спора содержит 80 хромосом
 - c. Яйцеклетка содержит 80 хромосом
 - d. Клетка апикальной меристемы корня на стадии анафазы митоза содержит 160 хромосом
 - e. Замыкающая клетка устьица содержит 40 хромосом
3. Видоизменениями листьев у растений являются
- a. Усик гороха
 - b. Колючка барбариса
 - c. Усы земляники
 - d. Филлодии акации
 - e. Колючка шиповника
4. Частица вируса, покрытого оболочкой, содержит
- a. Белки
 - b. Липиды
 - c. Полисахариды
 - d. Карбоновые кислоты
 - e. Нуклеиновые кислоты
5. Выберите примеры, в которых все потомство в норме обладает тем же генотипом, что и родительский организм
- a. Размножение пшеницы в результате самоопыления
 - b. Образование медуз в результате почкования полипов
 - c. Размножение сморчков при помощи гаплоидных спор
 - d. Размножение дизентерийной амёбы
 - e. Размножение тюльпана при помощи луковиц
6. Изучая особь неизвестного науке вида, ученые обнаружили у нее, помимо прочего: полость тела с эпителизованной стенкой, разделенную перегородками, многочисленные открывающиеся в нее парные ресничные воронки с каналами, кутикулу, органы мужской и женской половой системы, брюшной нервный ствол с расположенными вдоль него многочисленными нервными узлами, кровеносные капилляры. Этот организм
- a. Имеет производные трех зародышевых листков
 - b. Имеет хорду
 - c. Является гермафродитом
 - d. Периодически линяет
 - e. Обладает членистым телом

ЗАДАНИЕ 9. Дайте развернутый ответ на вопрос. Используйте для ответа специально отведенное поле.

На протяжении всего своего развития люди пытались получать организмы с определенными свойствами, которые могут быть полезными. Перечислите возможные методы получения таких организмов в группе Бактерий (например, у кишечной палочки). Опишите, какие преимущества и ограничения есть у каждого предложенного Вами метода. Как человек может использовать полученные организмы?

Ответ:

Самым распространенным вариантом получения организмов с заданными свойствами является селекция. В случае кишечной палочки можно использовать серию селективных сред с нехваткой какого-либо вещества, чтобы отобрать организмы, способные самостоятельно их синтезировать.

Для увеличения генетического разнообразия за счет мутаций можно подвергнуть организм воздействию различных мутагенов (УФ излучение, химический мутагенез) и дальше использовать методы селекции для отбора бактерий с заданными свойствами. Недостатком этих методов является случайность в процессе получения мутаций и последующем отборе, что делает низкой вероятность получения бактерий с искомыми свойствами.

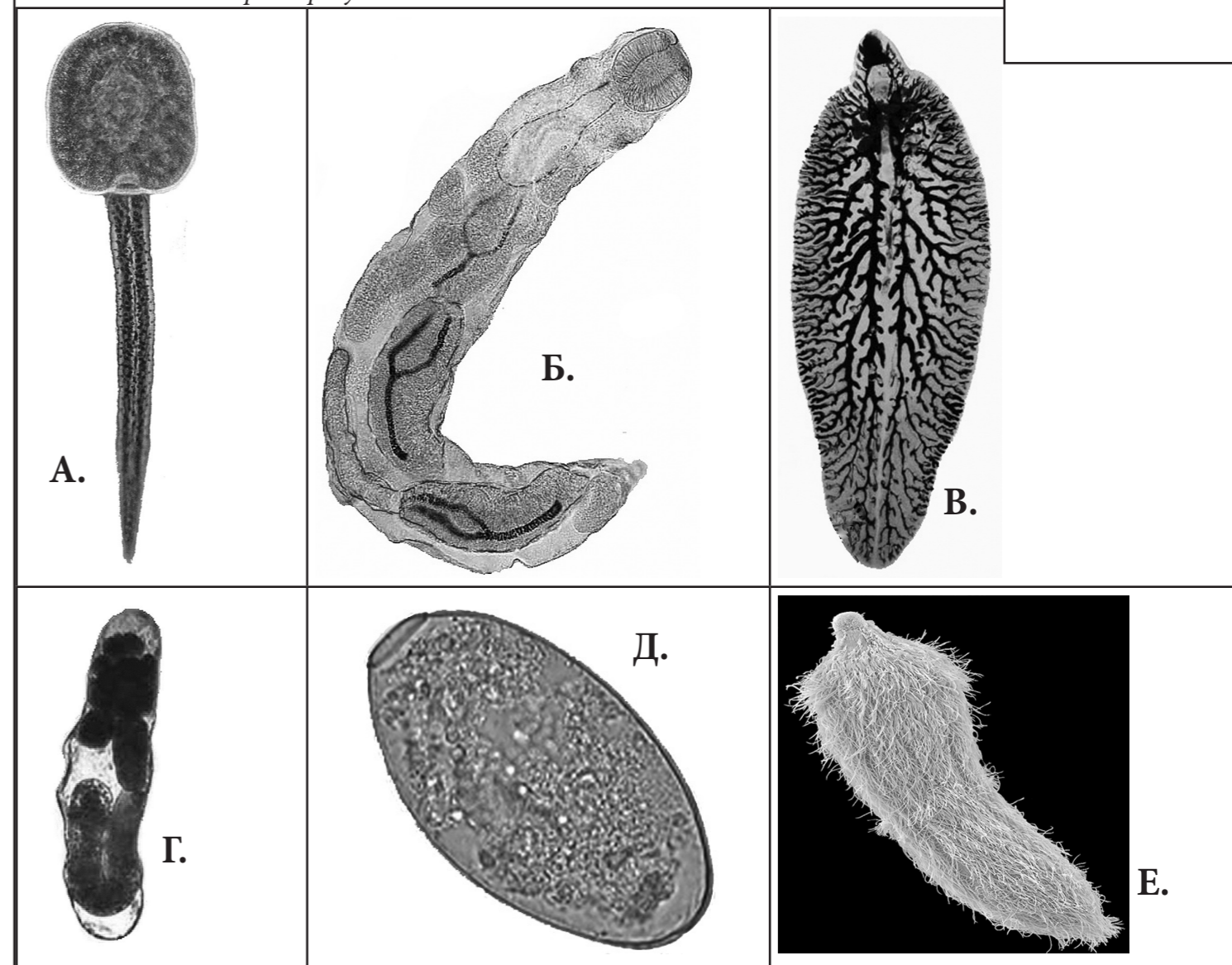
С большей эффективностью можно использовать методы из областей геномной инженерии и биотехнологии. Во-первых, можно трансформировать бактерию плазмидой, несущей закодированный белок, который бактерия будет продуцировать (например инсулин). Однако для этого необходимо, чтобы последовательность гена, кодирующего белок, не содержала в своем составе интронов и его кодоновый состав был оптимизирован. Трансформировать бактерий можно не только плазмидами, но и фрагментами линейной ДНК, однако эффективность данного метода будет в разы ниже. Во-вторых, можно использовать механизмы конъюгации для передачи определенных генов от одной бактерии к другой. И таким образом заимствовать свойства бактерий из природных популяций, которых не могут быть культивированы в лабораторных условиях. Перечисленные способы позволяют получать организм с заданными свойствами с высокой эффективностью. К их недостаткам можно отнести высокую стоимость проводимых работ.

Спектр использования полученных организмов достаточно широк: от наработки человеческих белков в медицинских целях (заселение кишечника полезной микрофлорой и продукция антибиотиков) до использования бактерий в качестве средства для очистки окружающей среды от тяжелых металлов, различных нефтепродуктов, пластика.

Окончание ответа

ЗАДАНИЕ 2: Перед Вами изображения различных стадий жизненного цикла животных. Рассмотрите рисунки и выполните задания.

ШИФР



1. Установите правильный порядок стадий жизненного цикла, начиная с яйца. Ответ запишите в отведенное поле в виде последовательности букв.

Ответ: **ДЕГБАВ**

2. Выберите все правильные характеристики данного жизненного цикла:

- a. Жизненный цикл протекает со сменой способов размножения
- b. Жизненный цикл протекает со сменой сред обитания – водной и организменной
- c. На стадии А осуществляется ресничная локомоция в водной среде
- d. В полости тела стадии Б находятся развивающиеся эмбрионы стадии А
- e. Стадия Е может быть встречена только внутри организма хозяина

3. Впишите в отведенное поле название типа, к которому относится данный вид:

Ответ: **Плоские черви (=Рабдитофоры)**

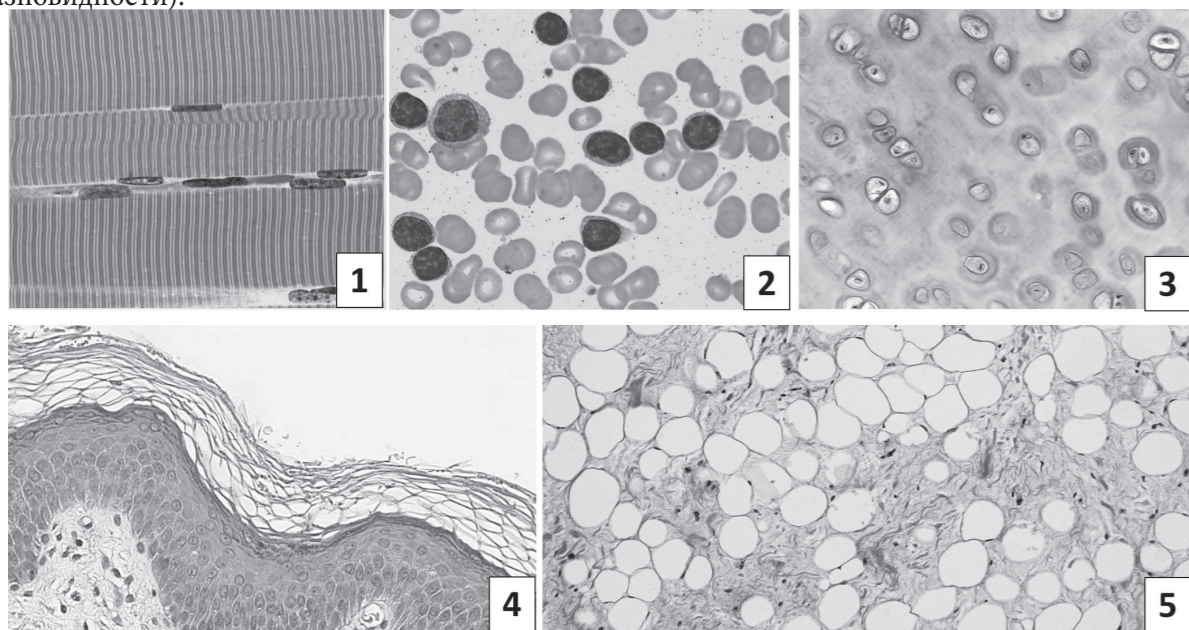
4. Впишите в отведенное поле название класса, к которому относится данный вид:

Ответ: **Сосальщики (трематоды, дигенетические сосальщики, дигенети)**

5. Впишите в отведенное поле буквенное обозначение рисунка, на котором представлена фотография, выполненная при помощи сканирующего электронного микроскопа: **Е**

ЗАДАНИЕ 3. Работа с рисунком.

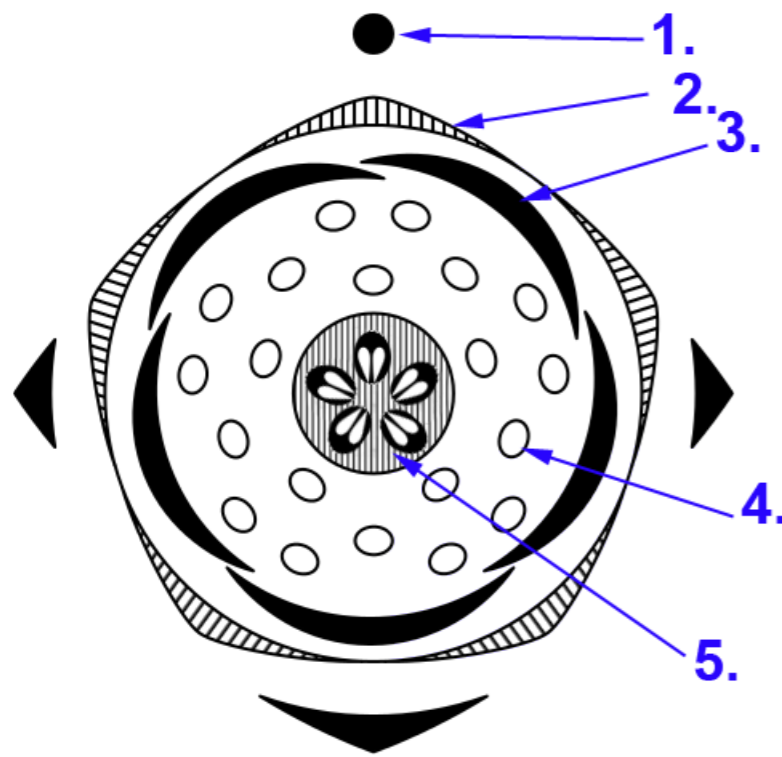
Перед Вами фотографии гистологических препаратов различных тканей организма человека (соотношение размеров не соблюдено). Впишите названия этих тканей в таблицу рядом с соответствующими номерами. (В качестве ответа необходимо указать не просто принадлежность к одному из четырёх типов тканей, а название конкретной разновидности).



1.	Поперечно-полосатая мышечная ткань (скелетная)	4.	Многослойный плоский ороговевающий эпителий (эпидермис кожи)
2.	Жидкая соединительная ткань (кровь)	5.	Жировая соединительная ткань (белая)
3.	Хрящевая соединительная ткань (гиалиновый хрящ)		

ЗАДАНИЕ 4. Работа с рисунком.

Пользуясь представленным шаблоном, изобразите диаграмму цветка Груши обыкновенной (*Pyrus communis*). Обозначьте любые пять её элементов стрелками с цифрами и внесите их названия в таблицу рядом с соответствующими номерами.



1.	Ось соцветия
2.	Чашелистик
3.	Лепесток
4.	Тычинка
5.	Пестик (плодолистики)

ЗАДАНИЕ 8. Дайте развернутый ответ. Используйте для ответа специально отведенное поле.

Широко известно, что многие одноклеточные простейшие, например, амеба, питаются путем фагоцитоза, поглощая бактерий, водоросли и другие подобные объекты. Однако данный механизм обычно не обеспечивает их клетки всеми необходимыми веществами. Какие механизмы поступления различных веществ в клетку, помимо фагоцитоза, следует ожидать у простейших? Предложите классификацию таких механизмов, опишите их. Какие вещества проникают в клетку этими способами?

Ответ: Так называемые простейшие животные – в основном одноклеточные эукариоты, поэтому в ответе требовалось рассмотреть механизмы транспорта веществ в клетку, причем не ограничиваясь простым перечислением, а указав их основные черты и предложив классификацию. Вот одна из наиболее очевидных классификаций этих механизмов.

I. Трансмембранный транспорт веществ.

1. Пассивный транспорт – перенос веществ в соответствии с градиентом их концентрации (из области высокой концентрации в область с низкой). Его механизм – диффузия, не требует дополнительных затрат энергии.

1.1. Простая диффузия – поступление веществ непосредственно через бислой липидов. Он проницаем для маленьких неполярных молекул (например кислорода, азота), для маленьких полярных молекул (вода, углекислый газ, мочевины, этанол, глицерин и т.п.).

1.2. Облегченная диффузия – пассивный транспорт с участием специальных белков-переносчиков или каналов. Это также АТФ-независимый процесс. Таким способом осуществляется перенос ионов, аминокислот, сахаров, пирувата и т.п. Важное отличие от простой диффузии – возможность регуляции процесса; транспортные белки обеспечивают избирательную проницаемость мембраны, пропуская одни молекулы и не пропуская другие.

- При помощи белков-переносчиков. Их молекулы обычно имеют два конформационных состояния: в одном сайт связывания с переносимым веществом находится на одной стороне мембраны, в другом – на противоположной. Переход между двумя состояниями обратим и может происходить случайным образом.

- При помощи белковых каналов. Специальные белки формируют в мембране небольшие поры, через которые растворенные вещества (чаще – ионы, реже – другие малые молекулы) могут диффундировать. Если канал открыт, то ион или другая молекула, обладающая соответствующим размером и зарядом, может пройти через него. Каналы переносят молекулы с большей скоростью, нежели переносчики.

2. Активный транспорт может идти против градиента концентрации вещества. Его осуществляют только особые переносчики, требующие источника энергии (чаще всего – расщепления АТФ или других макроэргических соединений, иногда – света). Их часто называют белками-насосами или помпами. Широко известны транспортные АТФ-азы, например, Na⁺/K⁺-зависимая АТФ-аза, которая входит в состав плазмалеммы и переносит ионы калия в клетку, а ионы натрия – из клетки.

II. Транспорт в мембранной упаковке (эндоцитоз).

1. Фагоцитоз – поглощение крупных и оформленных (не обязательно твердых) частиц. Например, таким путем амеба протей может поглощать клетки бактерий, водорослей или простейших, агрегации частиц детрита. В результате образуются фагосомы – пищеварительные вакуоли.

2. Пиноцитоз – поглощение жидкости и растворенных в ней веществ. Таким образом в клетку простейших могут поступать важные макромолекулы, такие как белки, гликопротеиды, полисахариды и пр. Мембрана образует мельчайшие впячивания, которые заполняются жидкостью и отшнуровываются в виде мелких пузырьков – пиноцитозных вакуолей (пиносом). Иногда плазмалемма образует очень тонкие каналы, дистальная часть которых образует пиносомы. Размер пиносом намного меньше, чем фагосом.

У инфузорий и жгутиконосцев эндоцитоз обычно может происходить только в особых зонах поверхности клетки – в области клеточного рта (цитостомы). В этом случае необходимо обеспечить доставку частиц к цитостому, для чего могут использоваться токи воды, создаваемые биением жгутиков или ресничек. Хищные простейшие при охоте часто используют экструсомы – особые органеллы, выстреливаемое содержимое которых способствует обездвиживанию и прилипанию добычи.

Некоторые участники олимпиады указали также и механизмы обмена носителями наследственной информации – молекулами ДНК – в ходе полового процесса, рассказав, например, о конъюгации у инфузорий. Некоторые упомянули и механизмы заражения клеток вирусными ДНК или РНК.

Возможны и другие правильные элементы ответа.

ЗАДАНИЕ 7. Решите задачу по генетике и поясните ход ее решения. Используйте для ответа специально отведенное поле.

Форма хвоста у кирказоновых брыкунчиков контролируется геном T , локализованным в X -хромосоме. Аллель T_1 отвечает за выгнутость хвоста в правую сторону, аллель T_2 – за выгнутость в левую сторону, у гетерозигот хвост прямой. Правохвостую самку скрещивают с прямохвостым самцом. Какой пол у данного вида гомогаметный, какой – гетерогаметный? Какое расщепление по полу и фенотипу следует ожидать в потомстве, полученном в этом скрещивании, если яйцеклетки с аллелью T_1 имеют 40%-ную жизнеспособность?

Ответ:

- По условиям задачи прямохвостый самец должен быть гетерозиготным по гену T . Это значит, что он имеет две X -хромосомы ($X^{T_1}X^{T_2}$), т.е. мужской пол гомогаметен.
- Соответственно, гетерогаметным полом является женский (X^Y). Исходя из этого, генотип право-хвостой самки – $X^{T_1}Y$.
- Таким образом, мы имеем скрещивание: $\text{♀} X^{T_1}Y \times \text{♂} X^{T_1}X^{T_2}$
- Если бы жизнеспособность всех гамет была одинаковой, в потомстве получилось бы 4 варианта особей: $X^{T_1}Y$ (правохвостые ♀), $X^{T_2}Y$ (левохвостые ♀), $X^{T_1}X^{T_1}$ (правохвостые ♂) и $X^{T_1}X^{T_2}$ (♂ с прямым хвостом) в равном соотношении.
- Поскольку яйцеклетки с аллелью T_1 имеют 40%-ную жизнеспособность, потомки, получивших эту аллель через яйцеклетку (т.е. от матери) будут менее представлены по сравнению с другими потомками. При этом будет наблюдаться соотношение
- $X^{T_1}Y$ (правохвостые ♀) : $X^{T_2}Y$ (левохвостые ♀) : $X^{T_1}X^{T_1}$ (правохвостые ♂) : $X^{T_1}X^{T_2}$ (прямохвостые ♂).
- С этим соотношением удобнее работать, умножив каждый из его членов на 10:
 $10 X^{T_1}Y$ (правохвостые ♀) : $10 X^{T_2}Y$ (левохвостые ♀) : $4 X^{T_1}X^{T_1}$ (правохвостые ♂) : $4 X^{T_1}X^{T_2}$ (прямохвостые ♂).
- Сперматозоиды с аллелью T_1 никак не повлияют на это соотношение, поскольку данная аллель по условиям задачи снижает жизнеспособность только яйцеклеток.
- Подведем итоги. В этой задаче мужской пол гомогаметен, женский – гетерогаметен. Расщепление по полу будет $20\text{♀} : 8\text{♂}$ (сократив на 4, получаем $5\text{♀} : 2\text{♂}$). Расщепление по фенотипу будет 14 право-хвостых : 10 левохвостых : 4 прямохвостых (сократив на 2, получаем 7 правохвостых : 5 левохвостых : 2 прямохвостых).
- Задача решена.

Окончание ответа

ШИФР

ЗАДАНИЕ 5. Работа с текстом.

На интернет-сайте «Решу все» появился текст о фотосинтезе, содержащий пять биологических ошибок. Внимательно прочтите его, найдите ошибки и объясните, в чем они заключаются, заполнив свободные поля таблицы.

Текст содержал шесть ошибок. Максимальный балл выставлялся за объяснение любых пяти из них.

Фотосинтез – сложный биохимический процесс преобразования энергии света в энергию химических связей органических соединений. У некоторых прокариот и эукариот в результате происходит синтез органических веществ из неорганических, что составляет сущность их автотрофного питания. Основной фотосинтетический пигмент растений – хлорофилл – содержит, как следует из названия, атомы хлора. У эукариот его молекулы локализованы в строме хлоропластов. Квант света, попадая на молекулу хлорофилла, приводит ее в возбужденное состояние, отрыв ее электронов облегчается. Они поступают в электрон-транспортную цепь. Перенос электронов по цепи сопровождается транспортом протонов и выделением энергии, которая расходуется на синтез АТФ. Электроны восстанавливают НАДФ (обогащенные водородом молекулы АДФ - аденозиндифосфата), который далее используется в темновой фазе. В световую фазу происходит и расщепление молекул воды с высвобождением протонов, электронов и молекулярного кислорода. Таким образом, донором протонов, необходимых для синтеза органического вещества, оказываются молекулы воды, а атомов углерода – нуклеотиды восстановленного НАДФ.

Последующие процессы протекают только в темноте (темновая фаза) и требуют присутствия углекислого газа, восстановленного НАДФ и АТФ. Полная последовательность превращения диоксида углерода в органические соединения называется циклом Кальвина. Аноксигенный (т.е. бескислородный, не сопровождающийся образованием молекулярного кислорода) фотосинтез встречается у некоторых бактерий, а также у красных водорослей.

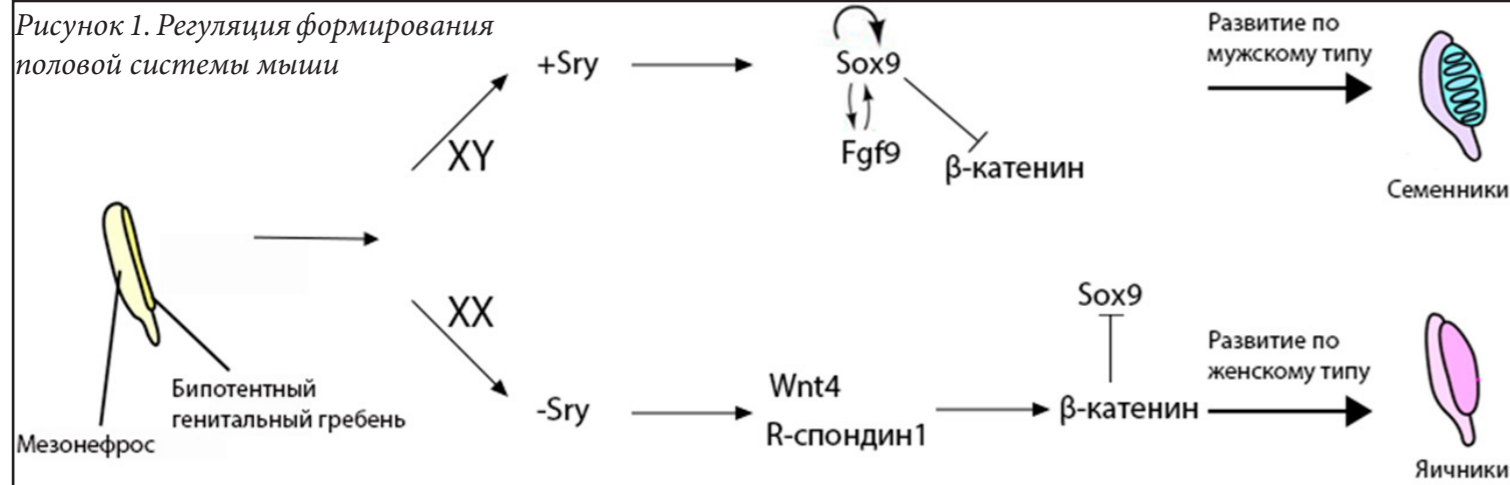
1.	Хлорофилл содержит атомы С, О, Н, N, Mg, не содержит атомы хлора, а название отражает зеленую окраску вещества
2.	У фотоавтотрофных эукариот хлорофилл находится во внутренних мембранах хлоропластов - тилакоидах
3.	НАДФ – никотинамидадениндинуклеотидфосфат, это не АДФ
4.	Донором атомов углерода для синтеза органических веществ является углекислый газ
5.	Реакции темновой фазы могут протекать и на свету, они не зависят от света
6.	Аноксигенный фотосинтез протекает только у некоторых бактерий, у эукариот (красных водорослей) его не бывает.

ЗАДАНИЕ 6. Работа с информацией.

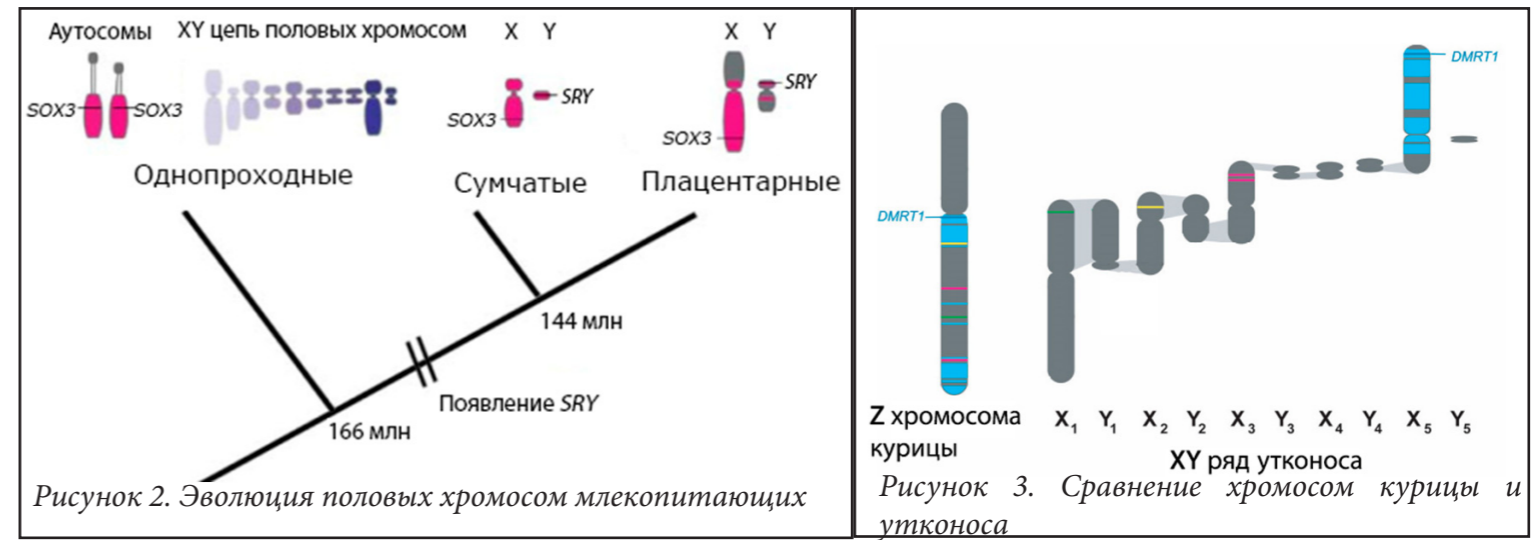
Внимательно прочитайте предложенные фрагменты текста и рассмотрите рисунки, затем переходите к выполнению заданий.

ВАЖНО! В данном задании обозначения генов даны заглавными буквами и курсивом, а их белковых продуктов – прямым шрифтом.

Фрагмент 1. У плацентарных и сумчатых млекопитающих наблюдается хромосомная детерминация пола. Пол определяется X и Y хромосомами: XX – женский, XY – мужской пол. У птиц пол определяют Z и W хромосомы: ZZ – мужской, ZW – женский пол. Изначальное предположение, что оба типа хромосом развивались из одной пары аутосом, было опровергнуто, когда была показана гомология между куриной Z хромосомой и хромосомой 9 человека. Молекулярный механизм первичного определения пола лучше всего изучен на примере мышей (рис.1). Развитие гонад у них происходит по женскому фенотипу благодаря экспрессии генов *WNT4* и *RSPO1* расположенных в X хромосоме. Эффекторные белки Wnt4 и R-спондин1 стимулируют синтез β-катенина в гонадах, который направляет их развитие по женскому типу. У самцов мышей ситуация отличается наличием гена *SRY* в Y хромосоме. Продукт этого гена Sry запускает экспрессию аутосомного гена *SOX9*, присутствующего у всех млекопитающих. Белок Sox9 блокирует синтез β-катенина и стимулирует выработку факторов формирования мужских гонад, в том числе Fgf9. Белок Sry действует кратковременно, но нужный уровень Sox9 поддерживается связыванием Fgf9 и самого Sox9 с промотором гена *SOX9*. Таким образом, в эмбриогенезе мышей пол по умолчанию – женский, и если не произойдет своевременного переключения на Sox9-путь через Sry, то неуклонно будет нарабатываться β-катенин, блокирующий синтез Sox9. Однако, у большинства позвоночных “переключателем” служит не Sry, а Dmrt1. Продукт гена *DMRT1* у птиц действует дозозависимо: две копии Z у самцов определяют большую концентрацию конечного белка в гонадах, что направляет их по мужскому типу. У человека ген *DMRT1* находится в 9-ой паре хромосом, при этом также необходимо 2 копии гена для развития мужского фенотипа. Предполагается, что и Sry, и Dmrt1 воздействуют на промотор гена *SOX9*.



Фрагмент 2. Среди млекопитающих и птиц примечательной является группа яйцекладущих млекопитающих – Однопроходные. В определении пола у этой группы участвуют 5 пар половых хромосом: $X_1X_1X_2X_2X_3X_3X_4X_4X_5X_5$ – самки, $X_1Y_1X_2Y_2X_3Y_3X_4Y_4X_5Y_5$ – самцы. Такой ряд получился в результате последовательных транслокаций участков изначальных половых хромосом в аутосомы. Предковый конец этой цепочки можно определить из гомологии спаренных X и Y хромосом: чем позже произошла транслокация полового участка, тем больше гомология между X и Y и меньше деграция Y. Так, X_1 и Y_1 почти идентичны по протяженным псевдоаутосомным участкам, а Y_5 редуцирована до короткого фрагмента гетерохроматина. Ген *SOX3*, из которого эволюционировал ген *SRY*, картируется у утконоса в 6-ой аутосоме, что исключает механизм определения гонад, характерный для всех остальных млекопитающих. Данные о филогении млекопитающих датируют отделение группы Однопроходных временем примерно 166 миллионов лет назад (млн), а дивергенцию сумчатых и плацентарных – 144 млн (рис.2). Исходя из этого можно сказать, что половые хромосомы сумчатых и млекопитающих возникли между 166 и 144 млн. Как ни странно, X_5 хромосома имеет протяженные участки гомологии с Z хромосомой птиц (рис. 3), в том числе и ген *DMRT1*. Однако у самцов утконоса копий *DMRT1* в два раза меньше, чем у самок. Хотя белок Dmrt1 не является решающим фактором при определении пола утконоса, важно то, что ген *DMRT1* находится на предковом конце цепочки половых хромосом. Это поддерживает идею о том, что исходной для птиц и однопроходных была Z/W система. Возможно, что именно благодаря транслокациям роль Dmrt1 в половых хромосомах Однопроходных снизилась. До сих пор не известно точного механизма определения пола у Однопроходных.



Выберите **ВСЕ** правильные ответы из четырех предложенных. Обведите буквы, расположенные рядом с правильными ответами. Исправления не допускаются.

- Прочитайте фрагмент 1 и рассмотрите рисунок 1. Выберите все правильные утверждения.
 - Белки Sox9 и β-катенин являются антагонистами при определении половой системы
 - Sry плацентарных млекопитающих и Dmrt1 птиц выполняют аналогичные функции
 - У плацентарных мужской организм может развиваться даже при делеции гена SRY
 - Sry действует кратковременно, и нужен для своевременной активации гена SOX9
- Прочитайте фрагмент 2, рассмотрите рисунки 2 и 3. Выберите все правильные утверждения.
 - Эволюция половых хромосом у однопроходных шла от пятой пары к первой
 - Самцы и самки утконоса отличаются по числу копий гена SOX3 в генотипе
 - Ген SRY у сумчатых появился позднее, чем 144 млн
 - Dmrt1 у самцов утконоса накапливается в больших количествах, чем у самок, по аналогии с птицами
- Основываясь на информации из текстовых фрагментов, а также рисунков 1 и 2, выберите правильные схемы определения пола среди разных групп животных.
 - У плацентарных в присутствии Sry активируется экспрессия гена SOX9, что приводит к синтезу Sox9 и ингибированию синтеза β-катенина → развитие по мужскому типу
 - У однопроходных белок Sox3 всегда специфически активирует промотор гена SOX9 → развитие по мужскому типу
 - У птиц в присутствии Dmrt1 активируется экспрессия гена SOX9, что приводит к синтезу Sox9 и ингибированию синтеза β-катенина → развитие по мужскому типу
 - У сумчатых в отсутствие Sry под действием Wnt4 и R-спондина1 накапливается β-катенин, который ингибирует экспрессию SOX9 → развитие по женскому типу
- Выберите возможные варианты соотношения генотипов и фенотипов у человека.
 - Женщина с генотипом XY и делецией по гену SRY
 - Женщина с генотипом XX и транслокацией гена SRY в аутосоме
 - Мужчина с генотипом XY и делецией по гену DMRT1
 - Женщина с генотипом XX и делецией по гену RSPO1
- Выберите правильные утверждения, относительно эволюции половых хромосом среди млекопитающих и птиц.
 - Половые хромосомы плацентарных произошли из аутосом с геном SOX3
 - Ген SRY появляется в эволюции единой группы
 - Вся цепочка половых хромосом утконоса произошла из пары хромосом, содержащей протяженные гомологичные участки с Z хромосомой птиц
 - После появления гена SRY у плацентарных млекопитающих, в их геноме не остаётся гена SOX3