

Максимальные баллы за задания.

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\Sigma$
Макс. балл	15	18	10	20	20	21	20	26	20	170

## 10-11 класс

### 1. Ткани. (15 баллов)

№	Название ткани (буква)	Тип ткани (впишите название типа)	Животная или раст. ткань	№	Название ткани (буква)	Тип ткани (впишите название типа)	Животная или раст. ткань
1	Д	механическая	Р	6	А	образовательная	Р
2	К	проводящая	Р	7	И	проводящая	Р
3	Ж	эпителиальная	Жив	8	З	покровная	Р
4	Б	эпителиальная	Жив	9	Г	мышечная	Жив
5	Е	нервная – МВ	Жив	10	В	соединительная	Жив

по 0.5 б за ячейку

### 2. Выжившие (18 баллов).

Рис.	Название	Тип / Отдел	Класс	Эра (самая поздняя)
1	<i>Лепидодендрон</i>	Плауновидные	<i>Полушниковые</i>	Палеозой
2	Аммонит	Моллюски	Головоногие	Мезозой
3	Аксолотль	Хордовые	Земноводные	Кайнозой
4	Гаттерия	Хордовые	Пресмыкающиеся	Кайнозой
5	Вельвичия	<i>Голосеменные</i>	Гнетовые	Кайнозой
6	Трилобит	Членистоногие (Трилобитообразные)	Трилобиты	Палеозой
7	Латимерия	Хордовые	Лопастепёрые рыбы	Кайнозой
8	Гинкго	Голосеменные	Гинкговые	Кайнозой
9	Археоптерикс	Хордовые	Птицы или Рептилии	Мезозой
10	Морская лилия	Иглокожие	Морские лилии	<i>Кайнозой</i>

по 0.5 б за ячейку

### 3. Добыча. (10 баллов).

Вещество (буква)	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К
Организм (номер)	9	3	7	1	10	6	2	4	8	5

По 1 б за ячейку

### 4. Копатели. (20 баллов)

№ фото	Отряд (буква)	Название животного	Роющая часть тела	Рацион (буква)
1	А	вомбат	Передние конечности (когти/передние лапы)	Т
2	Б	слепушонка	Резцы (передние зубы)	В
3	В	Американский барсук	Передние конечности (когти/передние лапы)	В

Х – хищное, В – всеядное, Т – травоядное. По 0.5 б за ячейку

Примеры ответов для таблицы 2:

Животное	Отряд
Обыкновенный крот, бурозубка, белозубка	Насекомоядные
Капский златокрот	Африканские насекомоядные

6 баллов

Сумчатый крот	Сумчатые кроты
Обыкновенный (африканский, капский) трубкозуб	Трубкозубы
Плащеносный броненосец	Броненосцы
Кролик европейский	Зайцеобразные
Утконос	Однопроходные

Пара животное- отряд – 2 б.

Засчитывали только 3 животных (в задании мы просили привести 3 примера из других отрядов).

Таблица 3. **8 баллов** (Засчитывали 8 верно указанных адаптаций)

Морфологические адаптации	Анатомические адаптации
Редукция хвоста	Предносовая кость (при отбрасывании земли головой)
Редукция глаз	Срастание позвонков в шейном или поясничном отделах (иногда), в крестцовом отделе (почти всегда)
Уменьшение размера наружных ушей	Расширенные кости плеча и предплечья с выраженными бугристостями
Короткие и широкие передние конечности	Короткая и мощная грудина
Мощные когти или крупные резцы, направленные вперёд (приспособления для рытья)	«Ложный палец», или предпалец на кисти (у кротов)
Обтекаемая (веретеновидная) форма туловища (гибкое, вытягивающееся тело)	
Клиновидная голова (насекомоядные) или крупная голова (грызуны)	

#### 5. Генетика мхов. 10-11 кл. (20 баллов)

1.	Нарисуйте жизненный цикл Пенелопина (он такой же, как у Кукушкина льна). Подпишите названия стадий и их плоидность.	<b>5 баллов за рисунок с подписями</b> (обязательно должны быть: гаметофит – 1n, спорофит – 2n)
2.	Сколько аллелей гена F содержат клетки листа одного растения? Почему?	Один, т.к. это гаметофит – <b>2 балла</b>
3.	Сколько аллелей гена В содержит коробочка одного растения мха? Почему?	Два, т.к. это спорофит – <b>2 балла</b>
4.	Почему образовавшиеся в результате скрещивания коробочки оказались вытянутыми?	Аллель, определяющий вытянутую форму коробочки, доминирует над аллелем определяющим плоскую форму коробочки. – <b>1 балл</b>
5.	Почему из собранных юными натуралистами спор выросли растения с разной формой листьев в соотношении 1:1?	Это гаплоидный гаметофит. Спорофит имел генотип Ff, следовательно гаметофит может иметь генотип F или f в соотношении 1 : 1. – <b>2 балла</b>
6.	Какое расщепление по форме коробочек стоит ожидать у тех же (что в вопросе 5) растений? Ответ поясните.	3 : 1, Коробочка – это спорофит, она диплоидна, аллель, определяющий вытянутую форму коробочек доминирует над аллелем определяющим плоскую форму, что следует из вопроса 4. Следовательно по 2 закону Менделя 1BB : 2Bb : 1bb – <b>3 балла</b>
7.	Какое расщепление по двум признакам (форма листьев и форма коробочек) стоит ожидать у тех же (что в вопросах 5 и 6) растений? Ответ поясните.	$\frac{1}{2} * \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$ нормальные листья и плоские коробочки $\frac{1}{2} * \frac{3}{4} = \frac{3}{8}$ нормальные листья и вытянутые коробочки $\frac{1}{2} * \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$ мелкие листья и плоские коробочки $\frac{1}{2} * \frac{3}{4} = \frac{3}{8}$ мелкие листья и вытянутые коробочки – <b>5 балла</b>  Пояснение: признак «листья» мы смотрим у гаметофита, а признак «коробочка» - у спорофита. По сути это разные организмы, но поскольку спорофит паразитирует на гаметофите, то выглядят они как одно растение. По сути мы оцениваем фенотип растения, состоящего из двух самостоятельных стадий. <b>Без пояснения - 2 балла</b>

Схема скрещивания:

B – вытянутые коробочки, b – плоские

F – нормальные листья, f – мелкие (здесь можно обозначения поменять местами – признак проявляется у гаплоидной фазы, поэтому неясно, что могло бы доминировать)

P (гаметофиты) BF x bf

спорофит (коробочка) Bb Ff - вытянутая

F1 (гаметофиты из спор гибрида) BF Bf bF bf

спорофиты на них – B\_F\_ B\_ff bb F\_ bb ff

9 3 3 1 – но листья мы не видим, а коробочки – 3 : 1

**6. Альтернативный сплайсинг. (21 балл)**

<p><b>Задание 1.</b> Подчеркните в гене интроны. <b>4 балла. За неверные границы (не по точке разрезания) баллы снимались.</b></p> <p>...АТГТЦ (   →) ААТЦТГГТЦГЦЦАЦАЦ<b>АТГГТГ</b>АТГЦАА<b>ГГ*ГТГ</b>АТЦААТТАЦ<b>ГГГ</b>АТЦАТТААЦ<b>ГТТЦ</b>АТАГЦЦАТАТАТ<b>ГГТ</b>АТАТ<b>ГТТТЦЦТТТГЦАГ*ГЦТ</b>ЦТАГАТАААТЦЦТТА<b>ГГ*ГТА</b>АГТАТ<b>ГГТТЦ</b>АЦЦТТААЦ<b>ГТЦ</b>АТААЦЦТТТ<b>ГЦАГ*Г</b>АТГЦТЦГГЦГАЦГАГТГАГТТААТАААГТГТГТ...</p>	
<p><b>Задание 2.</b> Какую длину будет иметь мРНК после вырезания отмеченных вами интронов? (без учета поли-А хвоста)</p> <p><b>(5 баллов. За верный ответ без объяснений ставился 1 балл.)</b></p>	<p><b>29</b> (экзон 1 начиная от старта транскрипции и заканчивая точкой вырезания интрона 1)  <b>+ 20</b> (экзон 2)  <b>+ 28</b> -(экзон 3 включая сигнал ААТААА)  <b>+20</b> – после сигнала ААТААА до места разрезания по условию</p> <p>Всего – <b>97</b> (<b>98</b> тоже подходит, если кто кэп посчитает)</p> <p>Возможно и другое объяснение – полная длина РНК минус длина двух интронов.</p>
<p><b>Задание 3.</b> Запишите последовательность аминокислот белка, который синтезируется по этой мРНК после сплайсинга</p> <p><b>(3 балла)</b></p>	<p><b>АУГ</b> – ГУГ – АУГ – ЦАА – <b>ГГ Г</b> – ЦУЦ – <b>УАГ</b>  мет вал мет глн гли лей СТОП  (во втором экзоне находится СТОП-кодон)</p> <p>Многие писали белок не со СТАРТ-кодона – за такой ответ ставился 1 б. Если были перепутаны цепи и исходная цепь считалась матричной – 0 баллов. За дополнительные белки (со следующих АУГ) баллы снимались, если не было пояснения, что возможен альтернативный старт трансляции)</p>
<p><b>Задание 4.</b> Как будет идти сплайсинг в присутствии белка-регулятора, связывающегося с подчеркнутой областью мРНК? (Вариант сплайсинга №2). Объясните и подчеркните все вырезаемые участки.</p> <p>...АТГТЦ (   →) ААТЦТГГТЦГЦЦАЦАЦ<b>АТГГТГ</b>АТГЦАА<b>ГГ*ГТГ</b>АТЦААТТАЦ<b>ГГГ</b>АТЦАТТААЦ<b>ГТТЦ</b>АТАГЦЦАТАТАТ<b>ГГТ</b>АТАТ<b>ГТТТЦЦТТТГЦАГ*ГЦТ</b>ЦТАГАТАААТЦЦТТА<b>ГГ*ГТА</b>АГТАТ<b>ГГТТЦ</b>АЦЦТТААЦ<b>ГТЦ</b>АТААЦЦТТТ<b>ГЦАГ*Г</b>АТГЦТЦГГЦГАЦГАГТГАГТТААТАААГТГТГТ...</p> <p><b>Объяснение:</b> Когда сайт конца интрона закрыт, то сплайсосома вырезает вместе с интроном экзон и следующий интрон. То есть в итоге зрелая мРНК состоит из 1 и 3 экзонов. (Желтым показано все, что вырезается)</p>	
<p><b>Задание 5.</b> Посчитайте длину зрелой мРНК №2 (так же без учета поли-А хвоста)</p> <p>Запишите ход расчетов <b>(4 балла)</b></p>	<p><b>29</b> (экзон 1) – дальше экзон 2 вырезается –  <b>+ 28</b> (экзон 3, включая сигнал ААТААА)  <b>+ 20</b> – до места разрезания по условию</p> <p>Итог – <b>77</b> (<b>78</b> тоже подходит, если кто кэп посчитает)</p>
<p><b>Задание 6.</b> Запишите последовательность аминокислот белка №2. <b>(3 балла)</b></p>	<p><b>АУГ</b> ГУГ АУГ ЦАА <b>ГГ*Г</b> АУГ ЦУЦ ГГЦ ГАЦ ГАГ <b>УГА</b>  мет вал мет глн гли мет лей гли асп глут СТОП</p>

**7. Коронавирус. (20 баллов)**

**Вопрос 1-1.** Запишите в первой строчке первую реакцию из жизненного цикла вируса после попадания его в клетку, во второй строчке - вторую и т.д.

**ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ** (цикл (-) РНК-вируса)

Порядок	Реакция	Чем катализируется (фермент или органоид)	В чьем геноме закодирован катализатор	Продукт(ы) реакции
1	Трансляция	активные центры рибосом хозяйской клетки	Хозяина	структурные вирусные белки, РНК-зависимая РНК-полимераза (РНК-репликаза)
2	Репликация РНК	РНК-зависимая РНК-полимераза	Вируса	вирусная (-)РНК
3	Репликация РНК	РНК-зависимая РНК-полимераза	Вируса	вирусная (+)РНК

**4 балла (по 0,5 б. за ячейку + 1 балл за верный ответ)** В столбце про геномы - «вируса» оценивали только 1 раз. За лишнюю строчку отнимали 1б..

Если ошибочно предполагалось, что коронавирус относится к ретровирусам, у которых тоже (+)РНК — геном, то ответ должен быть таким:

**ЧАСТИЧНО ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ** (ретровирус)

Порядок	Реакция	Чем катализируется (фермент или органоид)	В чьем геноме закодирован катализатор	Продукт(ы) реакции
1	Обратная транскрипция	ревертаза (обр. транскриптаза)	Вируса	дцДНК
2	Транскрипция	РНК-полимераза	Хозяина	м РНК (геномная вирусная (+)РНК)
1	Трансляция	активные центры рибосом хозяйской клетки	Хозяина	структурные вирусные белки, ревертаза

За такой ответ давали максимум **4 балла**.

**Вопрос 1-2. Почему в природе РНК-вирусы более изменчивы, чем ДНК-содержащие вирусы? 4 балла**

**Ответ.** Потому что фермент РНК-зависимая РНК-полимераза, в отличие от ДНК-полимеразы, не обладает корректирующей активностью, т.е. не исправляет ошибки, допущенные во время репликации РНК. (**2 балла**)

Кроме того, некоторые РНК-вирусы, например, вирусы гриппа, имеют фрагментированный геном. При заражении клетки разными вирусами образуются вирионы с новыми комбинациями молекул РНК. (**2 балла**)

**Вопрос 1-3. Подумайте, связаны ли изменчивость и вирулентность и, если да, то каким образом? 2 балла**

**Ответ.** вирулентность вирусов зависит от способности взаимодействовать с рецепторами клетки, способности уклоняться от иммунной системы и др. факторов. Мутации могут привести к усилению вирулентности вируса, изменив, например, молекулы на поверхности вириона, но также могут и снизить вирулентность штамма (**2 балла**)

**Вопрос 2. Иногда результаты ИФА и ПЦР-анализа не совпадают. С чем это может быть связано? Какой метод более чувствителен? Ответ поясните. 3 балла**

**Ответ:** ПЦР-анализ позволяет выявить присутствие вирусного генома в организме до того, как в крови появится значительное количество антител. Т.о., ПЦР-анализ более чувствителен. С другой стороны, ИФА улавливает “иммунологический след”, присутствие антител после перенесенной инфекции. ПЦР анализ при этом не обнаружит присутствие патогена в организме. Ложноположительный результат ИФА также мог возникнуть на фоне другой инфекции/аллергической реакции.

**Вопрос 3-1. Коронавирус – РНК-содержащий вирус, а в ходе ПЦР происходит увеличение количества ДНК. Какую реакцию необходимо провести для получения ДНК, используемой в ПЦР-анализе? Какой фермент в таком случае необходимо использовать? 1 балл**

**Ответ.** обратная транскрипция, ревертаза (обратная транскриптаза)

**Вопрос 3-2. Выяснилось, что только один из трех обратившихся пациентов был болен коронавирусом при обращении. Предположите, какой это пациент, и объясните результаты анализов остальных. 3 балла**

**Ответ.** болен 2 пациент (**1 балл**), что подтверждается результатами как ИФА, так и ПЦР-анализа. у первого пациента наличие коронавируса не диагностируется, вероятно, причиной его заболевания является что-то другое (**1 балл**). 3 пациент, по-видимому, уже переболел, антитела остались после перенесенной инфекции (**1 балл**).

**Вопрос 4. Предположите, какие механизмы способствуют передаче инфекции в больницах. 3 балла**

**Ответ:**

- пациенты приходят туда, когда клинические признаки уже ярко выражены, поэтому больше чихают/кашляют (**1 б**)
- большая концентрация людей на единицу площади (**1 балл**)

3. Вирусы оседают на предметах, стенах, и поэтому их больше, чем если бы это было на улице (1 балл)

**8. Регуляция уровня глюкозы в крови. (26 баллов)**

8.1.

№	Гормон	Железа	Отдел или клетки железы	Влияние на уровень глюкозы
1	инсулин (1 балл)	поджелудочная	В-клетки	снижает
2	глюкагон (1 балл)	поджелудочная	А-клетки	повышает
3	Адреналин (0,5 б.)	надпочечники	Мозговой слой	повышает
4	глюкокортикоиды (кортизол) (0,5 б.)	надпочечники	Корковый слой	повышает
5	АКТГ (0,5 б.)	гипофиз	Передняя доля (аденогипофиз)	повышает
6	соматотропин (гормон роста) (0,5 б.)	гипофиз	Передняя доля (аденогипофиз)	повышает
7	Тиреоидные гормоны (0,5 б.)	щитовидная	Эпителиальные фолликулярные клетки (тироциты)	повышает
		(по 0,5 б.)	(по 0,5 б.)	(по 0,5 б.)
8*	Лептин	Жировая ткань	Адипоциты	снижает

За лептин ставили дополнительные баллы (он действует через те же рецепторы, что и инсулин, и эффекты сходны с инсулином)

8.2. Что опаснее для человека: гипергликемия или гипогликемия? Почему? (7 баллов)

Гипогликемия, так как она может привести к нарушению мозговой деятельности. (2 балла).

Головной мозг потребляет около 60% всей глюкозы, т.к. очень много энергии затрачивается на работу  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -«насоса», компенсирующего поток ионов через ионные каналы (1 балл).

В клетках головного мозга практически единственным источником энергии, который должен поступать постоянно, является глюкоза. (1 балл) Гликоген практически не накапливается в клетках головного мозга. (1 балл) Жирные кислоты, которые в плазме крови транспортируются в виде комплекса с альбумином, не достигают клеток головного мозга из-за гематоэнцефалического барьера (1 балл). Аминокислоты не могут служить источником энергии для синтеза АТФ, поскольку в нейронах отсутствует глюконеогенез (1 балл).

8.3.	А	Б	В	Г
	ДА	НЕТ	ДА	НЕТ
Вопрос 8.3 (4 балла). Если все ответы ДА или НЕТ, то 1 балл				

**9. Толщина листа (20 баллов)**

Известно, что скорость диффузии  $\text{CO}_2$  в воде ( $J$ ) равна  $20 \text{ мкмоль/м}^2\text{с}$  и рассчитывается по формуле  $J = D \cdot (\Delta C / \Delta L)$ , где  $\Delta C$  – разница концентраций,  $\Delta L$  – расстояние и  $D$  – коэффициент диффузии.

Максимальная концентрация  $\text{CO}_2$  в воде –  $20 \text{ мкмоль/л}$ , а в воздухе –  $300 \text{ мкмоль/л}$ .

Коэффициенты диффузии для  $\text{CO}_2$  равны  $D = 1,46 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2/\text{с}$  (в воде), и  $D = 0,2 \text{ см}^2/\text{с}$  (в воздухе).

1) Оцените, какой должна быть толщина листа, чтобы растворенный в воде углекислый газ дошел до всех клеток. 6 баллов

С поверхности листовой пластины молекулы углекислого газа диффундируют по направлению к противоположному краю (нам требуется максимальная оценка) Если угл. газ поглощается со всех сторон, то считаем, что он должен дойти до середины листа.

Максимальная концентрация будет на границе вода-воздух, так как концентрация в воздухе значительно больше. Разница концентраций будет от  $20 \text{ мкмоль/л}$  (максимально возможная) до 0.

Нам надо найти расстояние между этими точками. Подставляем все данные в уравнение диффузии:  $20 \text{ мкмоль/м}^2\text{с} = 1,46 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2/\text{с} \cdot (20 \text{ мкмоль/л} / \Delta L)$ . Отсюда находим  $\Delta L = (1,46 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2/\text{с} \cdot 20 \text{ мкмоль/л}) / 20 \text{ мкмоль/м}^2\text{с} = 0,146 \text{ мкм} \cdot 2$  (если считать до середины листа с разных сторон)

**2) Сравните рассчитанную толщину листа с реальной. Хватит ли растениям простой диффузии в воде для доставки углекислого газа всем клеткам? – 3 балла**

Это значительно меньше среднего размера клетки (около 20 мкм). Значит, простой диффузии не должно хватать.

**3) Для чего клеткам растения нужен углекислый газ? – 3 балла**

Углекислый газ используется в качестве субстрата в темновой фазе фотосинтеза для включения С в органические вещества

**4) Каким образом обеспечивается потребность клеток в достаточном количестве CO<sub>2</sub>? – 6 баллов**

Диффузия в воздухе гораздо лучше (есть указание в задаче), поэтому логично делать воздухоносные ходы – устьица и межклетники .

Расположение фотосинтезирующих клеток близко к поверхности. В центре клетки выполняют другие функции. Расположение хлоропластов по периферии клетки.

Присутствие в клетках карбоангидразы, которая катализирует обратимую реакцию гидратации CO<sub>2</sub>, тем самым увеличивая градиент концентрации углекислого газа и, следовательно, скорость диффузии.

(В некоторых работах предполагалось использование CO<sub>2</sub>, выделяемого растительными клетками в процессе дыхания. Однако количество углекислого газа, образующегося в цикле Кребса, ничтожно мало по сравнению с потребностями для фотосинтеза. Описание С4-фотосинтеза и САМ-фотосинтеза — это приспособления к недостатку поступления CO<sub>2</sub> при закрытых устьицах, т. е. их можно отнести к частным случаям. Тем не менее, за упоминание таких особенностей метаболизма ставились дополнительные баллы).

**5) В каких условиях растение может испытывать дефицит углекислого газа? – 2 балла**

При высокой температуре и недостатке влаги устьица закрываются, что препятствует поступлению CO<sub>2</sub> к фотосинтезирующим клеткам.