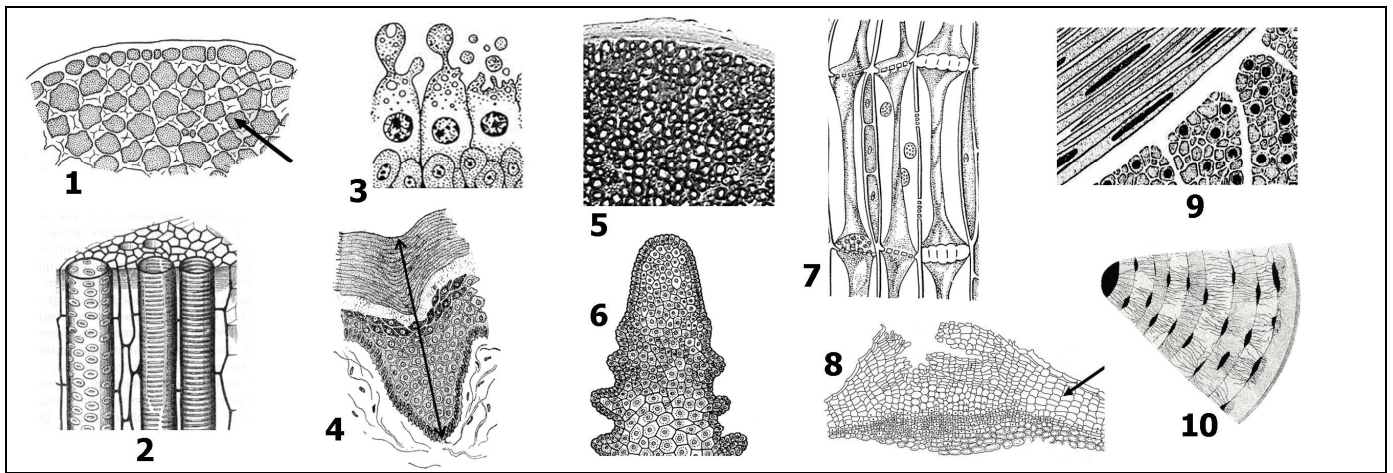


1. Ткани (15 баллов)

На рисунках представлены фрагменты растительных и животных тканей. Установите соответствие между номером рисунка и названием ткани (буква). Определите, к какому типу относится каждая ткань и в каких организмах (растений или животных) она встречается. Заполните таблицу в бланке ответов.

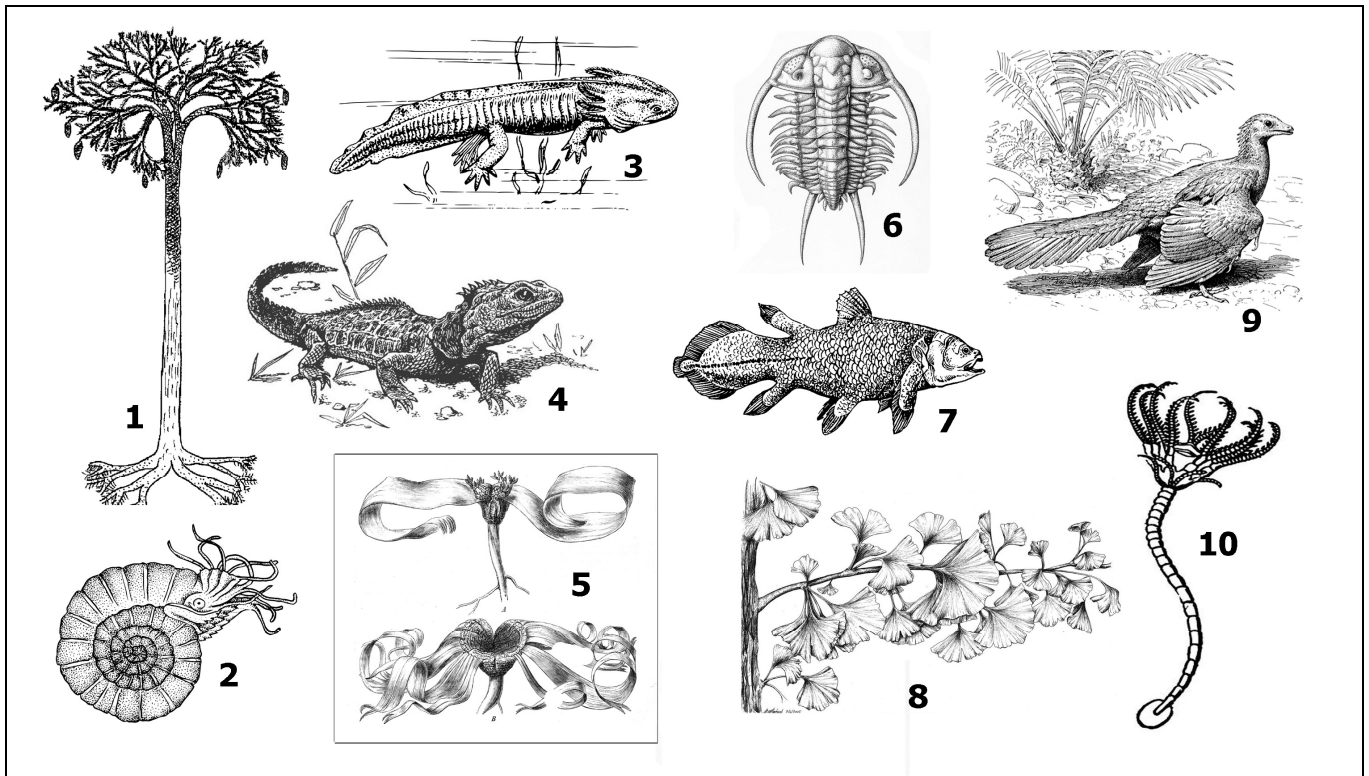
Названия тканей:

А. Апикальная меристема	Д. Уголковая колленхима	И. Флоэма
Б. Многослойный плоский ороговевающий эпителий	Е. Нервная ткань	К. Ксилема
В. Компактная костная ткань	Ж. Железистый эпителий	
Г. Гладкая мышечная ткань	З. Пробка (феллема)	



2. Выжившие. (18 баллов)

На представленных рисунках изображены виды животных или растений, часть из которых уже вымерли. Определите названия этих организмов. Напишите, к какому типу (для животных) или отделу (для растений) и классу они относятся. В какую эру жили или живут эти организмы? (Если вид существовал в течение нескольких эр, запишите в ответе самую позднюю).



3. Добыча (10 баллов)

Установите соответствие между веществом и организмом, из которого его преимущественно добывают.

Вещества:	Организмы:
А. Каррагинан	1. Ламинария японская (бурая водоросль)
Б. Агар-агар	2. Гевея бразильская (<i>Hevea brasiliensis</i>)
В. Бета-каротин	3. <i>Phyllophora</i> (красная водоросль)
Г. Альгиновая кислота и её соли	4. Морские брюхоногие моллюски <i>Bolinus brandaris</i>
Д. Кармин	5. Рыба бурый скалозуб (<i>Takifugu rubripes</i>)
Е. Глутамат натрия	6. Соя
Ж. Латекс	7. Зеленая водоросль <i>Dunaliella salina</i>
З. Пурпур	8. Лучистые грибы <i>Streptomyces globisporus</i>
И. Стрептомицин	9. Красные морские водоросли семейства <i>Rhodophyceae</i>
К. Тетродоксин	10. Кошенильная тля (щитовка)

4. Копатели (20 баллов)

Приспособления к рытью нор и жизни под землёй возникали параллельно в различных группах млекопитающих. Рассмотрите изображения трёх представителей роющих млекопитающих.

4.1. Заполните таблицу 1 в бланке ответов: установите соответствие между изображениями животных и отрядом, к которым они относятся. Определите, что это за животное, чем оно роет норы и каков его рацион питания.

Отряды:

А – Двурезцовые сумчатые, Б – Грызуны, В – Хищные.



1



2



3

4.2. Укажите ещё три примера роющих млекопитающих из других отрядов.

4.3. Перечислите анатомические и морфологические адаптации млекопитающих к норному образу жизни.

5. Генетика мхов. (20 баллов).

Алиса Селезнева привезла с планеты Пенелопа две формы живых организмов (**пенелопинов**), похожих на земные растения и высадила их на Станции Юных натуралистов для изучения. В ходе наблюдений юные натуралисты обнаружили, что растения имеют жизненный цикл, аналогичный циклу мха Кукушкин лён.

Первая форма имела листья (филидии) нормальных размеров и вытянутые коробочки. Вторая – мелкие листья и плоские коробочки. За три года наблюдений юные натуралисты не обнаружили никаких изменений в морфологии этих форм. Признаки передавались из поколения в поколение без изменений.

На четвертый год начинающие исследователи решили скрестить две формы между собой. В результате все образовавшиеся коробочки оказались вытянутыми. А из собранных спор выросли растения с нормальными и мелкими листьями в соотношении 1 : 1.

Ребята предположили, что исследуемые признаки моногенные и обозначили ген, определяющий форму листьев буквой F (лат. *folium*), а ген, отвечающий за форму коробочки – буквой В (англ. *box*). В дальнейшем они установили, что эти признаки наследуются независимо.

Ответьте на вопросы.

1. Нарисуйте жизненный цикл Пенелопина (он такой же, как у Кукушкина льна). Подпишите названия стадий и их плоидность..
2. Сколько аллелей гена F содержат клетки листа одного растения мха? Почему?
3. Сколько аллелей гена B содержит коробочка одного растения мха? Почему?
4. Почему образовавшиеся в результате скрещивания коробочки оказались вытянутыми?
5. Почему из собранных юными натуралистами спор выросли растения с разной формой листьев в соотношении 1:1?
6. Какое расщепление по форме коробочек стоит ожидать у тех же растений?
7. Какое расщепление по двум признакам (форма листьев и форма коробочек) стоит ожидать у тех же (выращенных из спор после скрещивания) растений? Ответ поясните.

6. Альтернативный сплайсинг. (21 балл).

Дана последовательность смысловой (нетранскрибируемой) цепи эукариотического гена. Знаком |→ отмечена точка старта транскрипции. мРНК этого гена содержит сайт, узнаваемый ферментами полиаденилирования — ААУААА с последующим ГУ-богатым участком, причем нуклеаза разрезает мРНК через 20 нуклеотидов после последнего нуклеотида этой последовательности (ААУААА).

В процессе созревания мРНК данного гена подвергается сплайсингу (вырезанию интронов). Для сплайсинга малые ядерные РНК, входящие в состав сплайсосомы, должны комплементарно узнать знаки начала и конца интронов.

Знак начала интрона – последовательность ГГ*ГУ (звездочкой отмечена точка разрезания), знак конца интрона – ЦАГ*Г. В этом гене есть два варианта сплайсинга – по умолчанию (вариант 1) и в присутствии белка, направляющего сплайсинг по другому пути (вариант 2).

...АТГТЦ (|→) ААТЦТГГТЦГЦАЦАТГГТГАТГЦААГГГТГАТЦААТТАЦГГГАТЦАТТААЦГ
ТТЦАТАГЦЦАТАТАТГГТАТАТГТТТЦЦТТТГЦАГГЦТЦТАГАТАААТЦЦТТАГГГТААГТАТ
ГГТТЦТАЦЦТТААЦГТЦАТААЦТТТГЦАГГАТГЦТЦГГЦГАЦГАГТГАГТТААТАААГТГТГТ...

Задание 1. Найдите интроны и обведите их рамкой в листе ответов.

Задание 2. Какую длину будет иметь мРНК после вырезания отмеченных вами интронов? (без учета поли-А хвоста) Запишите не только ответ, но и ход расчетов.

Задание 3. Запишите последовательность аминокислот белка, который синтезируется по этой мРНК после сплайсинга.

Задание 4. Пусть в ядре клеток определенного типа присутствует белок-регулятор сплайсинга. Участок мРНК, с которым он связывается, подчеркнут в последовательности выше (точнее, подчеркнут соответствующий участок в ДНК). Связанный белок-регулятор делает этот участок недоступным для распознавания сплайсосомой. Как будет идти сплайсинг (назовем его вариантом сплайсинга 2) в присутствии этого белка?

Задание 5. Посчитайте длину зрелой мРНК №2 в этом случае (также без учета полиА-хвоста)

Задание 6. Запишите, каким будет белок №2.

7. Коронавирус. (20 баллов).

1) Известно, что геном коронавирусов представлен одноцепочечной (+) РНК. Жизненный цикл вируса включает несколько матричных синтезов, протекающих в клетке хозяина.

Вопрос 1-1. Из перечня реакций матричного синтеза, представленного ниже, выберите характерные для коронавируса. Запишите названия этих реакций в порядке прохождения их в жизненном цикле вируса после его попадания в клетку хозяина. Для каждой реакции запишите, чем она катализируется, в чьем геноме закодирован этот катализатор и какие продукты получаются. Ответ внесите в таблицу.

Перечень реакций: репликация ДНК, репликация РНК, транскрипция, обратная транскрипция, трансляция.

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

Вопрос 1-3. Подумайте, связаны ли изменчивость и вирулентность и, если да, то каким образом? (вирулентность – способность данного штамма вируса вызывать заболевание в сравнении с другими штаммами).

2) Весь мир следит за распространением нового штамма коронавируса, 2019-nCoV. Ученые разрабатывают тест-системы для идентификации возбудителя в организме человека. Существует два способа определения источника инфекции в организме – это иммуноферментный анализ (ИФА) и полимеразная цепная реакция (ПЦР). ИФА определяет наличие антител, синтезируемых в ответ на проникновение патогена. ПЦР же позволяет выявить наличие ДНК возбудителя.

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

3) Три пациента поступили в клинику с симптомами сходными с вызываемыми коронавирусом. Для диагностики были проведены ИФА и ПЦР-анализ.

Результаты ИФА показаны в таблице.

Результаты ИФА.	
	Титр антител
Пациент 1	1 : 800
Пациент 2	1 : 2 000
Пациент 3	1 : 1 200

Титр антител – это максимальное разведение кровяной сыворотки, содержащее в своем составе специфические антитела. 1 : 1000 означает, что они регистрируются при разведении сыворотки крови в соотношении 1 : 1000 (примерно в 1000 раз). Анализ считается положительным, если титр антител в крови выше 1 : 1000.

Результаты ПЦР-анализа – на рисунке справа (электрофореграмма фрагментов ДНК)

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?

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.

4) В ходе эпидемиологических исследований было выяснено, что основное место передачи коронавируса – это, как ни парадоксально, медицинские учреждения.

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



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

Содержание глюкозы в крови – один из важных параметров внутренней среды организма, который должен поддерживаться на постоянном уровне. В регуляции концентрации глюкозы участвует несколько гормонов.

8.1. Перечислите эти гормоны, напишите, какими железами они вырабатываются и как изменяют (повышают или понижают) уровень глюкозы в крови. Ответ запишите в таблицу в бланке.

№	Гормон	Железа	Отдел или клетки железы	Влияние на уровень глюкозы
1 ...				

8.2. Что опаснее для человека: гипергликемия или гипогликемия? Почему?

8.3. В каком случае может наступить гипогликемическая кома?

- Если диабетика I типа сделать укол инсулина за несколько часов до еды.
- Если диабетика II типа ввести чрезмерное количество инсулина.
- Если пациенту с раком островков Лангерганса сделать укол инсулина.
- Если сделать укол инсулина здоровому человеку после тяжелых нагрузок.

Ответ запишите в виде таблицы (под буквами впишите Да или НЕТ):

А	Б	В	Г

9. Толщина листа (20 баллов)

Известно, что скорость диффузии 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 ΔC – разница концентраций, ΔL – расстояние и D – коэффициент диффузии.

Максимальная концентрация CO_2 в воде $C_{\text{вода}} = 20 \text{ мкмоль/л}$, в воздухе $C_{\text{возд.}} = 300 \text{ мкмоль/л}$.

Коэффициенты диффузии для CO_2 равны $D_{\text{вода}} = 1,46 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2/\text{с}$ и $D_{\text{возд.}} = 0,2 \text{ см}^2/\text{с}$.

- Оцените, какой должна быть толщина листа, чтобы растворенный в воде углекислый газ дошел до всех клеток (если предположить, что лист — это пластинка, заполненная водой).
- Сравните рассчитанную толщину листа с реальной. Хватит ли растениям простой диффузии в воде для доставки углекислого газа всем клеткам?
- Для чего клеткам растения нужен углекислый газ?
- Каким образом обеспечивается потребность клеток в достаточном количестве CO_2 ?
- В каких условиях растение может испытывать дефицит углекислого газа?