

**Задания олимпиады школьников «Физтех» по биологии  
2023/24 уч. год  
Заключительный этап**



**ЗАДАНИЯ ДЛЯ 9 КЛАССА**

**Задания олимпиады были разделены на две части**

**Время выполнения заданий каждой части - 120 минут**

**Перерыв между частями - 1 час**

**Максимум за всю олимпиаду: 124 балла**

## Оглавление

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Часть 1</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>Тип заданий А. Тестовые задания с множественным выбором (верно/неверно)</b> ..... | <b>4</b>  |
| Задание ID 1 – 3 балла.....  | 5         |
| Задание ID 2 – 3 балла.....  | 7         |
| Задание ID 3 – 3 балла.....  | 9         |
| Задание ID 7 – 3 балла.....  | 11        |
| Задание ID 8 – 3 балла.....  | 13        |
| Задание ID 9 – 3 балла.....  | 15        |
| Задание ID 13 – 3 балла.....   | 17        |
| Задание ID 14 – 3 балла.....   | 19        |
| Задание ID 15 – 3 балла.....   | 21        |
| <b>Тип заданий В. Задания на сопоставление элементов</b> .....                       | <b>22</b> |
| Задание ID 37 – 5 баллов (Вариант 1).....  | 23        |
| Задание ID 37 – 5 баллов (Вариант 2).....  | 25        |
| Задание ID 37 – 5 баллов (Вариант 3).....  | 27        |
| Задание ID 39 – 5 баллов (Вариант 1).....  | 29        |
| Задание ID 39 – 5 баллов (Вариант 2).....  | 30        |
| Задание ID 39 – 5 баллов (Вариант 3).....  | 31        |
| Задание ID 41 – 5 баллов (Вариант 1).....  | 32        |
| Задание ID 41 – 5 баллов (Вариант 2).....  | 34        |
| Задание ID 41 – 5 баллов (Вариант 3).....  | 36        |
| <b>Тип заданий С. Задачи со свободным ответом</b> .....                              | <b>38</b> |
| Задание ID 49 – Максимум 10 баллов.....  | 39        |
| Задание ID 51 – Максимум 10 баллов.....  | 40        |
| <b>Часть 2</b> .....   | <b>43</b> |
| <b>Тип заданий А. Тестовые задания с множественным выбором (верно/неверно)</b> ..... | <b>44</b> |
| Задание ID 4 – 3 балла.....  | 45        |
| Задание ID 5 – 3 балла.....  | 47        |
| Задание ID 6 – 3 балла.....  | 49        |
| Задание ID 10 – 3 балла.....   | 51        |
| Задание ID 11 – 3 балла.....   | 53        |
| Задание ID 12 – 3 балла.....   | 56        |
| Задание ID 16 – 3 балла.....   | 59        |
| Задание ID 17 – 3 балла.....   | 61        |
| Задание ID 18 – 3 балла.....   | 63        |
| <b>Тип заданий В. Задания на сопоставление элементов</b> .....                       | <b>65</b> |
| Задание ID 38 – 5 баллов (Вариант 1).....  | 66        |
| Задание ID 38 – 5 баллов (Вариант 2).....  | 67        |
| Задание ID 38 – 5 баллов (Вариант 3).....  | 68        |
| Задание ID 40 – 5 баллов (Вариант 1).....  | 69        |
| Задание ID 40 – 5 баллов (Вариант 2).....  | 70        |
| Задание ID 40 – 5 баллов (Вариант 3).....  | 71        |
| Задание ID 42 – 5 баллов (Вариант 1).....  | 72        |
| Задание ID 42 – 5 баллов (Вариант 2).....  | 74        |
| Задание ID 42 – 5 баллов (Вариант 3).....  | 76        |
| <b>Тип заданий С. Задачи со свободным ответом</b> .....                              | <b>78</b> |
| Задание ID 50 – Максимум 10 баллов.....  | 79        |
| Задание ID 52 – Максимум 10 баллов.....  | 81        |

# Часть 1

## (120 минут)

**В данной части встречаются задания трех типов:**

**Тип А:** Задания с несколькими верными ответами (всего 9 заданий, сумма 27 баллов)

**Тип В:** Задания на сопоставления (всего 3 задания, сумма 15 баллов)

**Тип С:** Задачи со свободным ответом (всего 2 задания, сумма 20 баллов)

**Максимум за одну часть: 62 балла**

## **Тип заданий А. Тестовые задания с множественным выбором (верно/неверно)**

Во всех заданиях данной части в начале идет условие, а затем шесть вариантов ответа (под буквами от А до F). Участникам необходимо определить, является ли каждый из вариантов ответа верным (подходит под формулировку задания) или неверным (не подходит под формулировку задания). В каждом задании может быть от 0 до 6 верных вариантов ответа.

### **Система оценки:**

За каждое правильно отмеченное утверждение можно получить 0,5 балла

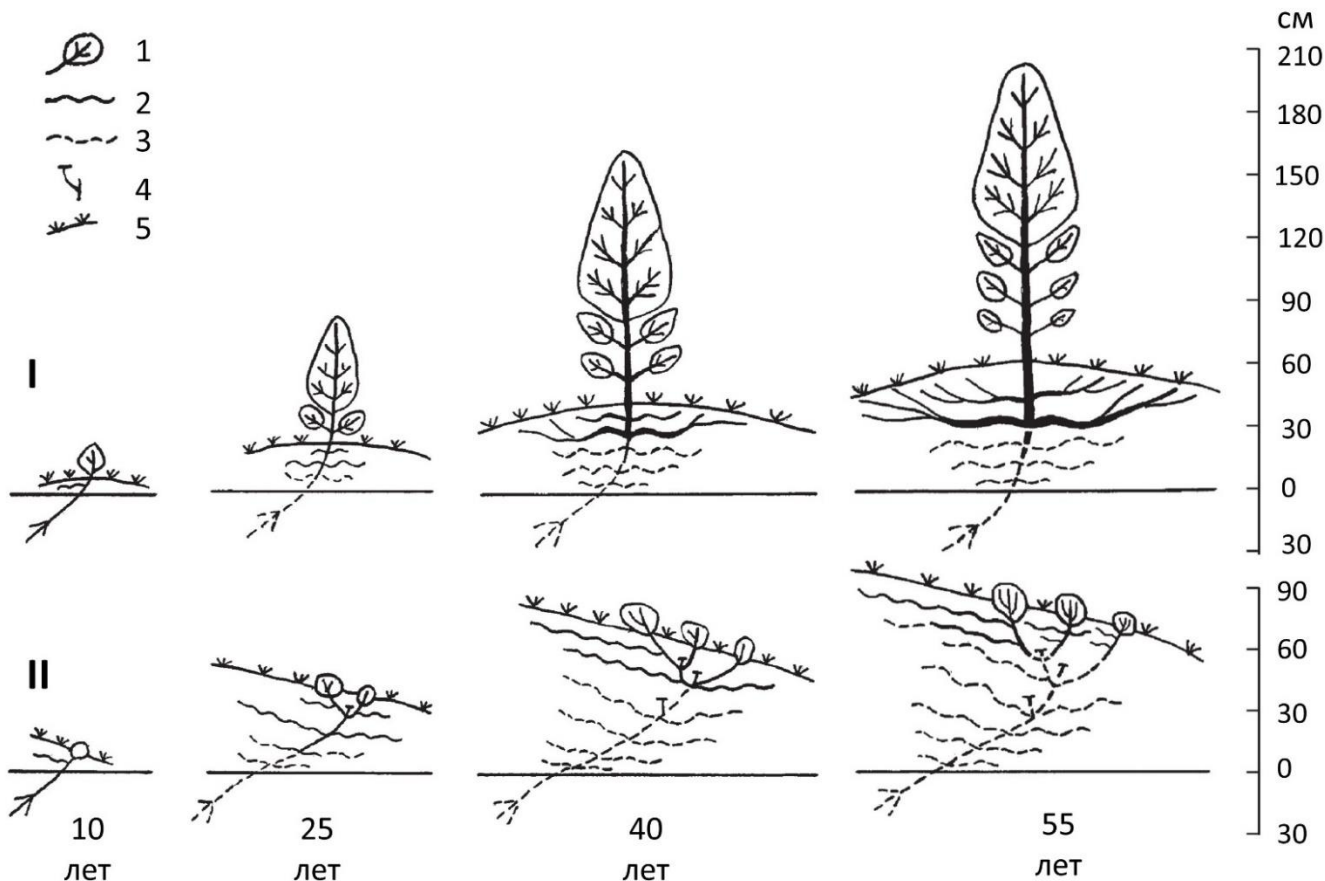
За каждое неправильно отмеченное утверждение – 0 баллов

### Задание ID 1 – 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Многие виды растений могут образовывать разные жизненные формы в различных условиях среды. В экологии растений выделяется понятие «экобиоморфа», под которой понимают «типы растений, устанавливаемые не только на основе учета их структурных особенностей, но и эколого-физиологических свойств, показывающих их отношение к ведущим факторам среды».

При изучении развития сосны сибирской на олиготрофных болотах (на которых основными эдификаторами сообществ являются сфагновые мхи) выявлены особенности морфогенеза, которые отражены в рисунке, представленном ниже.



1 – живые элементы кроны; 2 – живые корни; 3 – отмершие корни; 4 – места перевершинивания; 5 – поверхность мохового субстрата. По оси абсцисс – возраст, по оси ординат – высота растений.

Рассмотрите рисунок и определите, является верным или неверным каждое из следующих утверждений:

Вариант 1:

- А) В возрасте около 40 лет особи кустовидных форм сосны распадаются на отдельные функционально и морфологически обособленные части;
- В) Придаточные корни в толще мха обладают положительным геотропизмом;
- С) Ряд I на рисунке демонстрирует развитие древовидной жизненной формы сосны сибирской;
- Д) У растений древесной формы чаще происходит перевершинивание главной оси;
- Е) Особенности морфогенеза сосны сибирской зависят от микрорельефа, в котором развиваются растения;
- Ф) При высокой скорости роста сфагновых мхов снижается жизненность сосны – (жизненность свойство растений, проявляющееся в степени развитости или подавленности вида в фитоценозе);

*Вариант 2:*

- A) По скорости роста древовидные особи уступают кустарниковидным;
- B) Корневая система растений располагается поверхностно, так как в глубине торфяного слоя создаются анаэробные условия;
- C) От типичных кустарников кустовидные формы сосны сибирской отличаются отсутствием сменяемости осей;
- D) У кустарниковидной формы сосны апикальное доминирование подавлено;
- E) Почки кустовидных форм сосны сибирской больше страдают от заморозков, в результате у этих растений чаще происходит перевершинивание осей;
- F) Одним из факторов образования болотных форм сосны сибирской является постоянное нарастание моховой дернины;

*Вариант 3:*

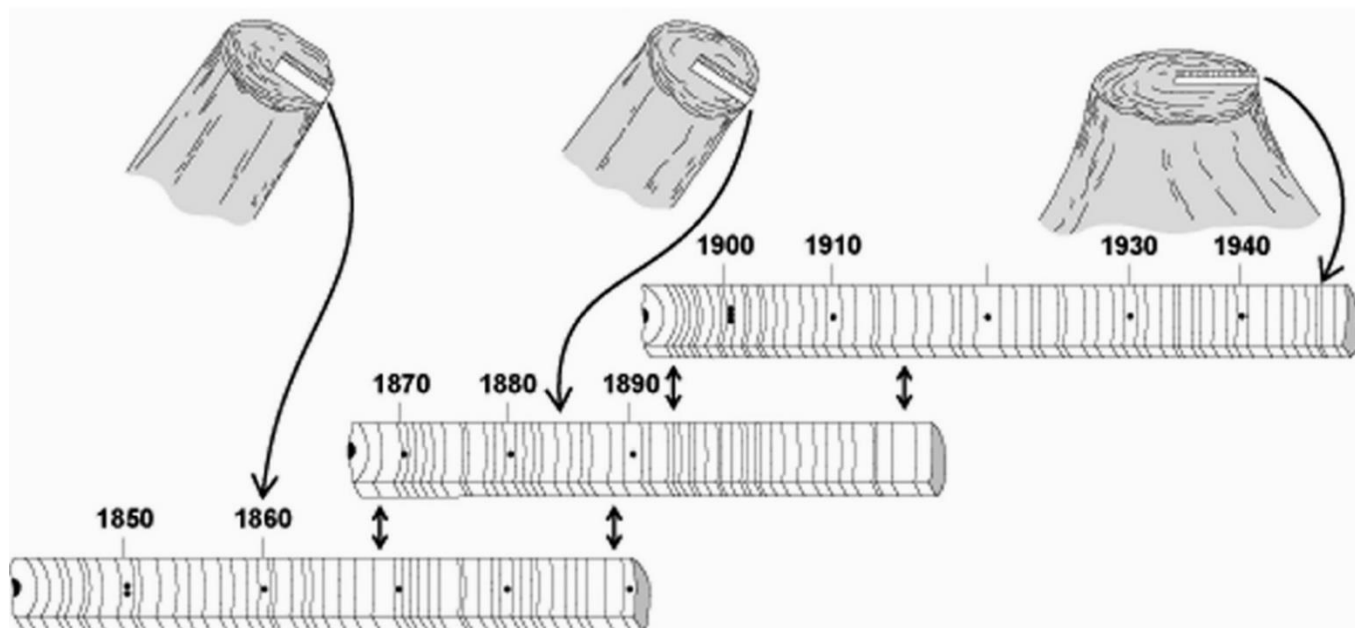
- A) От типичных кустарников кустовидные формы сосны сибирской отличаются отсутствием сменяемости осей;
- B) Особенности морфогенеза сосны сибирской зависят от микрорельефа, в котором развиваются растения;
- C) Почки кустовидных форм сосны сибирской больше страдают от заморозков, в результате у этих растений чаще происходит перевершинивание осей;
- D) Одним из факторов образования болотных форм сосны сибирской является постоянное нарастание моховой дернины;
- E) В возрасте около 40 лет особи кустовидных форм сосны распадаются на отдельные функционально и морфологически обособленные части.
- F) Корневая система растений располагается поверхностно, так как в глубине торфяного слоя создаются анаэробные условия;

**Задание ID 2 – 3 балла**

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Дендрохронология (древесно-кольцевой анализ) изучает изменчивость годичного прироста древесины и определяющие её факторы, датирует события, влияющие на прирост древесных растений, реконструирует условия внешней среды. Благодаря применению древесно-кольцевого анализа появляется возможность изучить естественную изменчивость природно-климатических факторов в прошлом.

После предварительной подготовки образцы древесины изучаются под стереоскопическим микроскопом. На основании различий в анатомическом строении выделяются годичные приросты древесины, производится предварительная датировка и маркировка колец, измеряется их ширина, строится соответствующий график. Зная точное календарное время взятия образца и формирования на нем последнего (располагающегося под корой) кольца прироста, методом обратного отсчета можно определить календарные даты образования всех колец образца. После проводится перекрестная датировка – сравнение сходных графиков колец у разных деревьев и выбор точного места, где соответствие между ними максимально. Метод перекрестной датировки позволяет производить относительную и абсолютную датировку времени формирования слоев прироста древесины. Относительная датировка позволяет определить возраст анализируемых образцов относительно друг друга. Абсолютная датировка включает в себя точное определение календарной даты всех годичных колец у исследуемых образцов. Она может быть осуществлена только в том случае, если известна календарная дата взятия образца древесины хотя бы у одного дерева.



Определите, является верным или неверным каждое из следующих утверждений:

Вариант 1:

- А) При дендрохронологических исследованиях для анализа выбирают прежде всего старовозрастные деревья;
- В) С помощью дендрохронологического метода возможны реконструкции времени нападений листогрызущих насекомых;
- С) Для проведения дендроклиматических исследований для дальнейшего сравнения различных крупных территорий необходимо обследовать модельные деревья одного вида, произрастающие на близко расположенных участках, но в разнообразных микроклиматических условиях;



- D) Наиболее значимыми для анализа являются узкие кольца, которые формируются в неблагоприятные по климатическим условиям годы у большей части деревьев, произраставших в одно время и в однородном по климатическим условиям районе;
- E) Данные, полученные в ходе дендрохронологических исследований, выполненных в разных регионах, нельзя сравнивать напрямую;
- F) Годичные кольца могут быть исследованы как в стволах, так и в корнях древесных растений;

*Вариант 2:*

- A) С помощью дендрохронологического метода возможны реконструкции времени долговременных похолоданий;
- B) Данные, полученные в ходе дендрохронологических исследований, выполненных в разных регионах, нельзя сравнивать напрямую;
- C) Наиболее значимыми для анализа являются узкие кольца, которые формируются в неблагоприятные по климатическим условиям годы у большей части деревьев, произраставших в одно время и в однородном по климатическим условиям районе;
- D) Годичные кольца могут быть исследованы как в стволах, так и в корнях древесных растений;
- E) Для проведения дендроклиматических исследований наиболее пригодны модельные деревья одного вида, произрастающие на близко расположенных участках с одинаковыми условиями;
- F) При дендрохронологических исследованиях для анализа не следует брать молодые деревья;

*Вариант 3:*

- A) Наиболее значимыми для анализа являются наиболее широкие кольца, которые формируются в годы, в которые складываются наиболее благоприятные условия для представителей того или иного вида;
- B) С помощью дендрохронологического метода возможны реконструкции времени долговременных похолоданий;
- C) При дендрохронологических исследованиях для анализа выбирают прежде всего старовозрастные деревья;
- D) Годичные кольца могут быть исследованы как в стволах, так и в корнях древесных растений;
- E) Для проведения дендроклиматических исследований для дальнейшего сравнения различных крупных территорий необходимо обследовать модельные деревья одного вида, произрастающие на близко расположенных участках, но в разнообразных микроклиматических условиях;
- F) Деревья, произрастающие в местах, где происходили существенные изменения почвенно-грунтовых условий, непригодны для дендроклиматических исследований;



**Задание ID 3 – 3 балла**

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Флоры городов (урбанофлоры) изучаются очень давно. В городах естественная неоднородность среды замещается антропогенной. Выделяются экотопы, представляющие остатки бывшего природного ландшафта (нарушенные участки лесов, степей, лугов) и антропогенные экотопы (приусадебные и сельскохозяйственные участки, парки, скверы, сады, газоны, цветники, руины, стены, кладбища, пустыри, свалки, улицы и шоссейные дороги). Необходимость изучения таких оригинальных типов антропогенных местообитаний связана с потребностями их рекультивации или оптимизации использования.

Внимательно прочитайте утверждения о флоре городов, представленные ниже, и определите, является верным или неверным каждое из них:

*Вариант 1:*

- A) Характерной особенностью городских флор, отличающей их от флор естественных, служит повышенный уровень видового богатства;
- B) Одной из главных причин исчезновения видов в городах является прямое разрушение жизненного пространства;
- C) Антропогенное воздействие на флору приводит к её ксерофитизации;
- D) Дворы, детские и спортивные площадки, тропы – самая богатая видами группа городских местообитаний;
- E) От антропогенного воздействия наиболее сильно страдают виды влажных и переувлажненных местообитаний;
- F) Городские флоры более термофильные (в их состав входят более теплолюбивые виды), чем флоры естественные, находящиеся в той же зоне;

*Вариант 2:*

- A) Урбанофлоры богаты гибридогенными формами;
- B) Исчезновение многих олиготрофных видов растений вызывается внесением удобрений при сельскохозяйственном производстве;
- C) В урбанофлорах увеличивается число видов открытых местообитаний за счет снижения роли лесных, болотных и водных видов;
- D) Количество видов ксенофитов (видов, случайно попавших на исследуемые территории в результате хозяйственной деятельности человека) коррелирует со степенью развития железнодорожной сети;
- E) Антропогенное нарушение целостности растительного покрова без коренной трансформации почвенного покрова может способствовать расселению реликтовых видов;
- F) Во флору городов могут попасть культивируемые виды, впоследствии перешедшие на местообитания вне культуры;

*Вариант 3:*

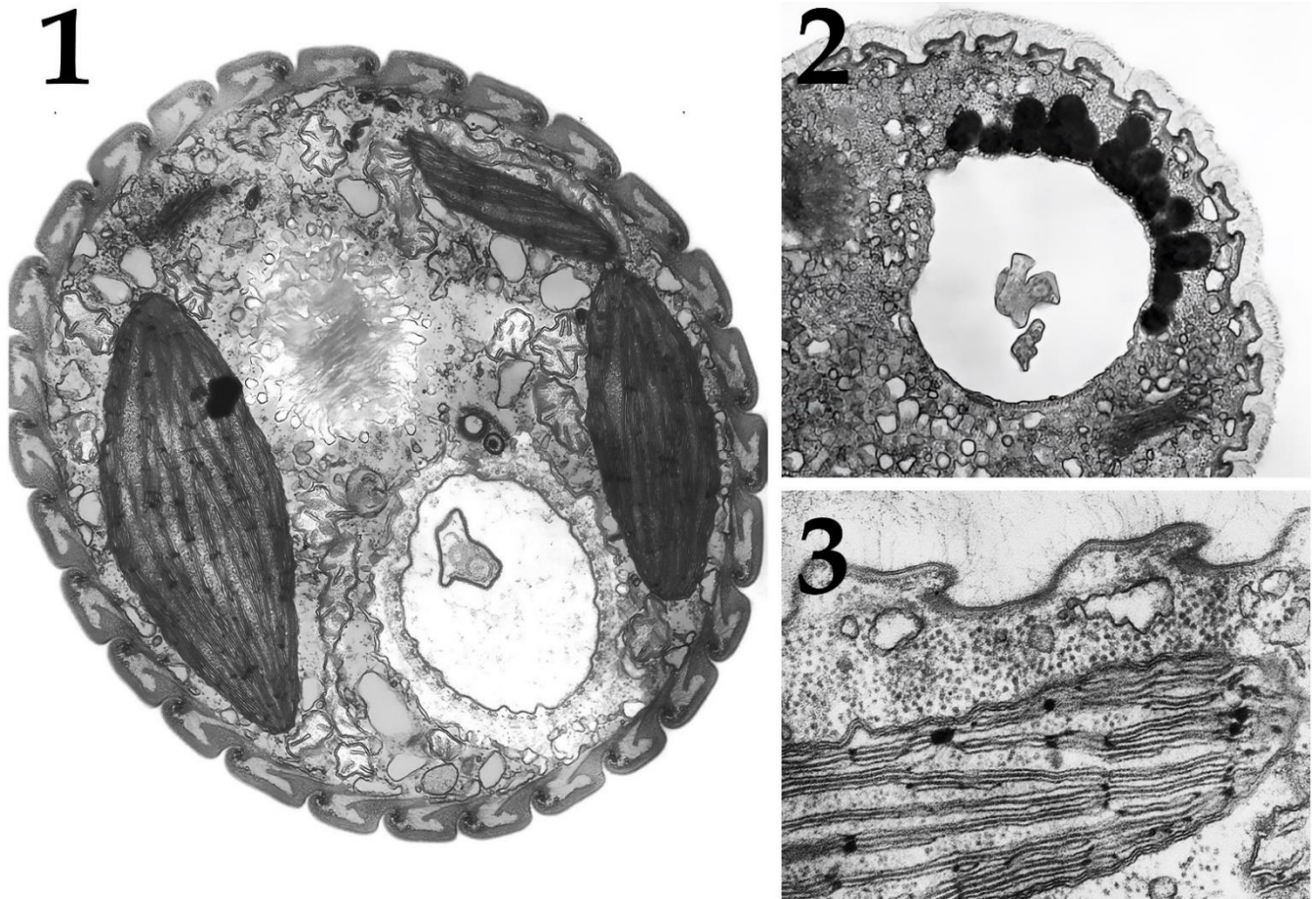
- A) Большинство адвентивных (преднамеренно или случайно завезённых человеком) видов входят в состав естественных (или близких к естественным) растительных сообществ и становятся постоянным компонентом местной флоры;
- B) Городские флоры более термофильные (в их состав входят более теплолюбивые виды), чем флоры естественные, находящиеся в той же зоне;
- C) Антропогенное нарушение целостности растительного покрова без коренной трансформации почвенного покрова может способствовать расселению реликтовых видов;
- D) Дворы, детские и спортивные площадки, тропы – самая богатая видами группа городских местообитаний;
- E) В урбанофлорах увеличивается число видов открытых местообитаний за счет снижения роли лесных, болотных и водных видов;

Г) Характерной особенностью городских флор, отличающей их от флор естественных, служит повышенный уровень видового богатства;

**Задание ID 7 – 3 балла**

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Современные методы электронной микроскопии позволяют детально изучать ультраструктуру биологических объектов. На иллюстрациях 1-3 представлены ультратонкие срезы через клетку одного широко известного фототрофного протиста.



Для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:

*Вариант 1:*

- A) Темные структуры на иллюстрации 2 содержат основной запас питательных веществ в клетке;
- B) Ни на одной из приведенных иллюстраций не присутствует ядро;
- C) Данные изображения получены при помощи сканирующего электронного микроскопа (SEM);
- D) Данный протист имеет особый тип клеточных покровов, состоящий мембранных цистерн (альвеол), расположенных под плазматической мембраной;
- E) Митохондрии данного протиста имеют трубчатую форму крист;
- F) Хлоропласты данного протиста получены в результате вторичного эндосимбиоза с зелёными водорослями (Chlorophyta);

*Вариант 2:*

- A) Темные структуры на иллюстрации 2 участвуют в фоторецепции;
- B) Данный протист имеет особый тип клеточных покровов, состоящий из белковых пластин, расположенных под плазматической мембраной;
- C) Данные изображения получены при помощи просвечивающего электронного микроскопа (ТЕМ);
- D) Ни на одной из приведенных иллюстраций не присутствует комплекс Гольджи;

- Е) Хлоропласты данного протиста имеют оболочку из трёх мембран;
- Г) Хлоропласты данного протиста получены в результате первичного эндосимбиоза с сине-зелёными водорослями (Cyanobacteria);

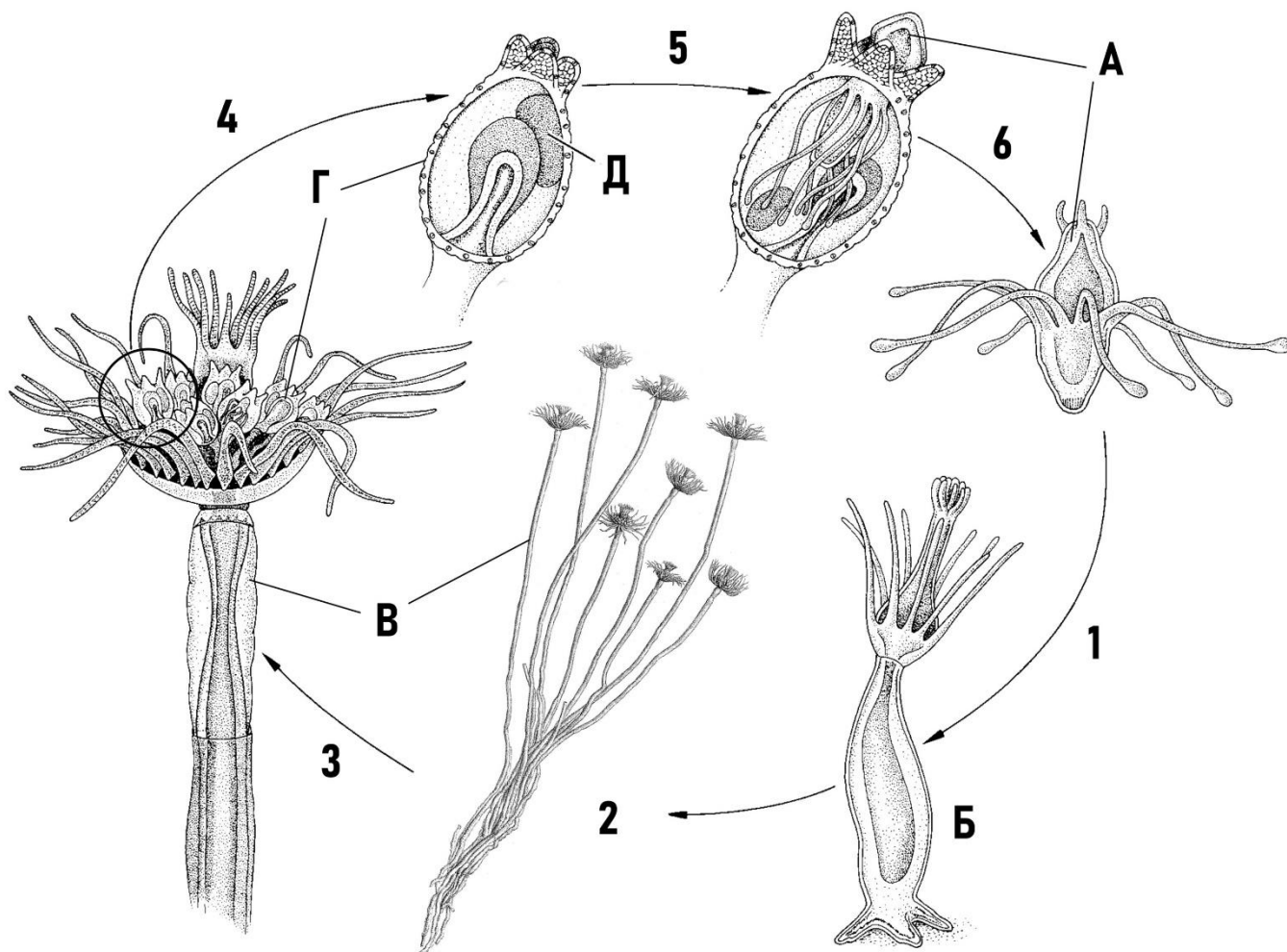
*Вариант 3:*

- А) Темные структуры на иллюстрации 2 участвуют в фоторецепции;
- В) Ни на одной из приведенных иллюстраций не присутствуют митохондрии;
- С) Жгутики данного протиста утолщены за счёт наличия в них белкового параксиального тяжа;
- Д) Хлоропласты данного протиста получены в результате третичного эндосимбиоза с красными водорослями (Rhodophyta).
- Е) Данный протист имеет целлюлозную клеточную стенку;
- Г) Данные изображения получены при помощи сканирующего электронного микроскопа (SEM);

### Задание ID 8 – 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Данный гидроид (Hydrozoa) принадлежит к тому же подотряду Aplousobranchia, что и широко известная пресноводная гидра (*Hydra sp.*), однако обитает в море и имеет некоторые отличия в жизненном цикле. На схеме буквами указаны различные стадии жизненного цикла, а цифрами процессы перехода между ними.



Для каждого из следующих утверждений о данном организме и его жизненном цикле укажите, является оно верным или неверным:

Вариант 1:

- А) Половое размножение у данных организмов происходит на этапе 4;
- В) Стадия Д является личинкой-планулой, не покидающей пределы медузоидного поколения;
- С) У данного организма отсутствует метагенетическая смена поколений;
- Д) У данного организма отсутствует медузоидная стадия в жизненном цикле;
- Е) Бесполое размножение у данных организмов происходит на этапах 2 и 5;
- Г) Эволюция жизненного цикла данных гидроидов демонстрирует явление пераморфоза путем предсмещения, то есть сдвига начала развития определённых стадий на более ранние этапы жизненного цикла;

Вариант 2:

- А) Половое размножение у данных организмов происходит на этапе 6;
- В) Эволюция жизненного цикла данных гидроидов демонстрирует явление педоморфоза путём неотении, то есть замедления соматического развития стадий, приводящего к возникновению личиночных черт у половозрелых особей;



- С) У данного организма присутствует особая расселительная личиночная стадия (А), не характерная для гидроидов из других отрядов;
- Д) У данного организма отсутствует стадия свободно-плавающих медуз в жизненном цикле;
- Е) Бесполое размножение у данных организмов происходит на этапах 2 и 3;
- Ф) Стадия Г является медузоидным поколением;

*Вариант 3:*

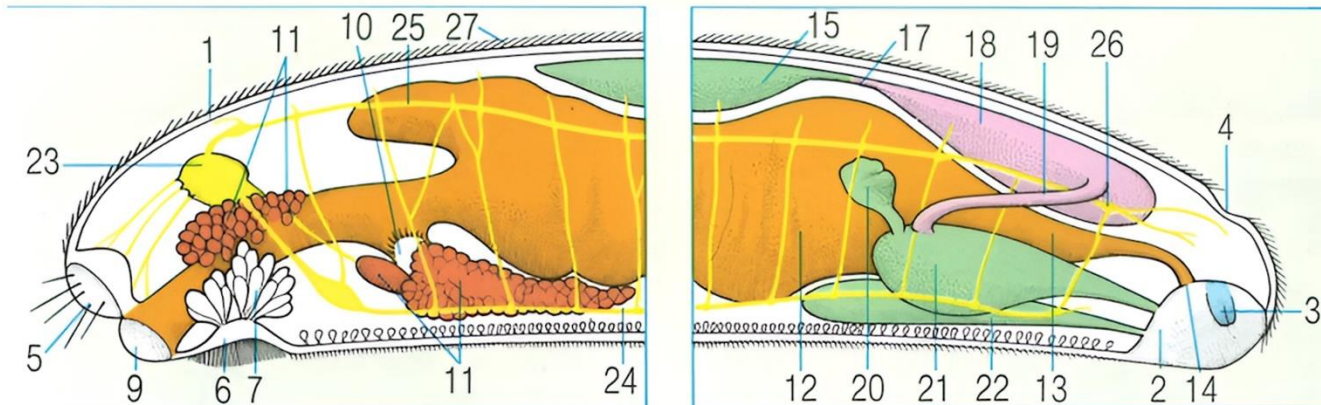
- А) Стадии Б и В являются полипоидным поколением;
- Б) Половое размножение у данных организмов происходит на этапе 6;
- С) Эволюция жизненного цикла данных гидроидов демонстрирует явление педоморфоза путём неотении, то есть замедления соматического развития стадий, приводящего к возникновению личиночных черт у половозрелых особей;
- Д) У данного организма отсутствует метагенетическая смена поколений;
- Е) У данного организма медузоидное поколение ведет прикрепленный образ жизни на полипоидном поколении;
- Ф) Бесполое размножение у данных организмов происходит на этапах 2 и 5;

### Задание ID 9 – 3 балла

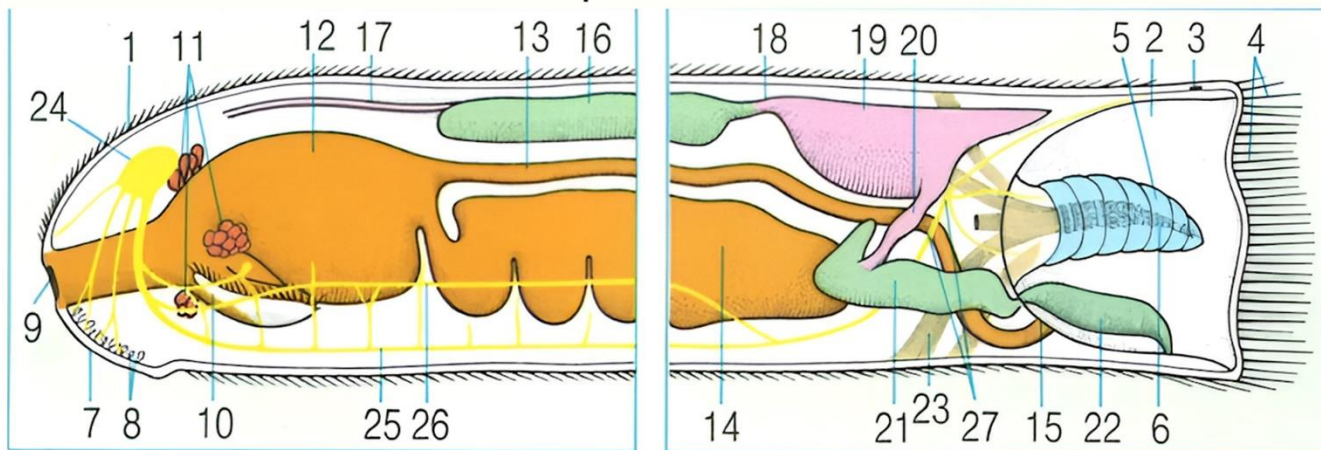
Общая для всех вариантов часть вопроса:

На схемах представлены обобщённые планы строения представителей двух различных классов животных. Постарайтесь вывить сходства и различия в их строении.

#### Организм А



#### Организм В



Для каждого из следующих утверждений о данных организмах укажите, является оно верным или неверным:

Вариант 1:

- А) Организм А перемещается по поверхностям твердых субстратов, в то время как организм В закапывается в ил передним концом тела;
- Б) Оба организма имеют ствольную нервную систему из четырёх стволов;
- С) Организм В имеет замкнутую кровеносную систему, а организм А – незамкнутую;
- Д) У организма А выделительная и половая системы имеют отдельные отверстия, а у организма В – общее;
- Е) Оба организма принадлежат к одному и тому же типу, о чем свидетельствуют, в том числе, структуры под номерами 2 и 10;
- Ф) Оба организма являются кишечными паразитами;

Вариант 2:

- А) Организм А осуществляет значительную часть газообмена через покровы тела, а у организма В этот процесс по какой-то причине затруднен;
- Б) У организма А преобладает первичная полость тела, а у организма В – вторичная;
- С) Для организма А, вероятно, характерно внутреннее оплодотворение, а для организма В – наружное;



- D) Оба организма относятся к трёхслойным, двусторонне-симметричным животным;
- E) Рацион организма А состоит из быстро перевариваемых пищевых объектов, таких как полипы гидроидов, а организм В питается объектами, требующими долгого переваривания, например фораминиферами;
- F) Организм А имеет нервную систему диффузного типа, а организм В – ствольного;

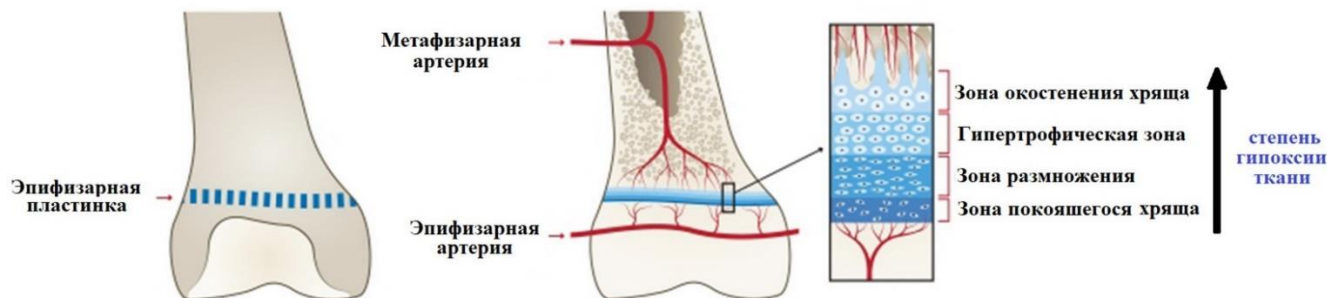
*Вариант 3:*

- A) Оба организма являются кишечными паразитами;
- B) Оба организма имеют ствольную нервную систему из четырёх стволов;
- C) Организм А имеет более подвижный образ жизни, чем организм В;
- D) Организм В имеет замкнутую кровеносную систему, а организм А – незамкнутую;
- E) Для организма А, вероятно, характерно внутреннее оплодотворение, а для организма В – наружное;
- F) Оба организма принадлежат к одному и тому же типу, о чем свидетельствуют, в том числе, структуры под номерами 2 и 10;

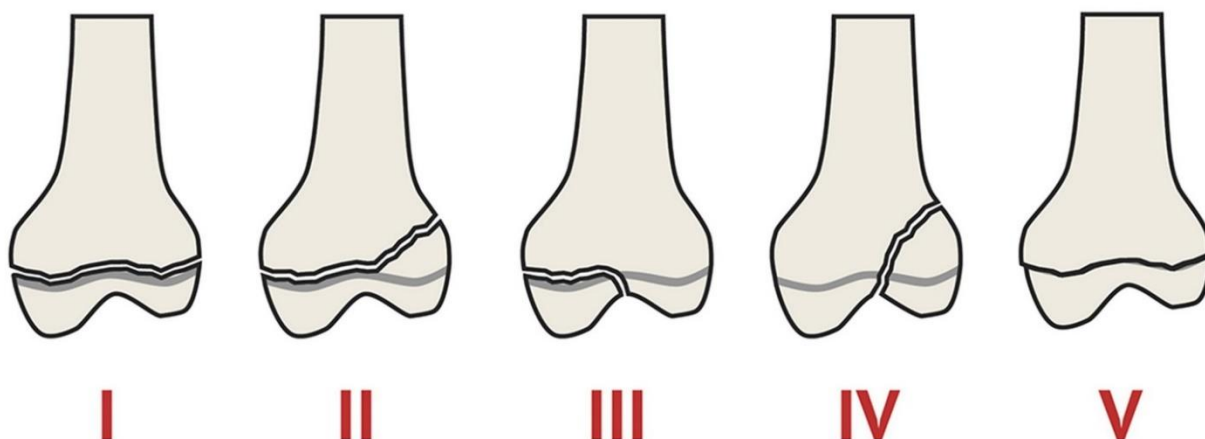
**Задание ID 13 – 3 балла**

Общая для всех вариантов часть вопроса:

В 19 веке, до эры рентгенографии, переломы активно растущих трубчатых костей у детей могли буквально сломать им судьбы – из-за плохой диагностики и отсутствия навигации для грамотного лечения, перелом нарушал целостность ростковых зон кости, приводя к укорочению и искривлению конечностей, разрушению суставов. Последствия перенесенных закрытых переломов могли изучаться только посмертно – за несколько веков они позволили накопить данные об уязвимых местах в строении и кровоснабжении эпифизарной пластинки, ответственной за рост кости:



С развитием рентгенографии окончательно утвердилась особая классификация детских костных переломов, затрагивающих крайние отделы трубчатых костей:



Внимательно изучите представленную схему и классификацию. Для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:

Вариант 1:

- А) Эпифиз в норме у детей кровоснабжается независимо от диафиза;
- В) III и IV типы переломов имеют более хороший прогноз, чем I и II типы переломов (из-за меньшей площади разрыва ткани, что улучшает совместимость обломков и ускоряет заживление);
- С) V тип перелома наиболее неблагоприятный и возникает при перпендикулярном воздействии внешней силы на трубчатую кость с противоположных сторон;
- Д) I и II тип переломов имеют благоприятный прогноз (меньше риск преждевременного укорочения и деформации кости из-за преждевременного закрытия эпифизарной пластинки);
- Е) Средний возраст мальчиков с переломами, относящимися к данной классификации, выше, чем средний возраст девочек;
- Ф) Эпифизарная пластинка ответственна за рост трубчатой кости и в длину, и в ширину;

*Вариант 2:*

- А) Система кровоснабжения метафизарной и эпифизарной артерий в норме у детей напрямую соединяются друг с другом через сосуды, пронизывающие эпифизарную пластинку;
- В) Средний возраст мальчиков с переломами, относящимися к данной классификации, ниже, чем средний возраст девочек;
- С) I и II тип переломов имеют неблагоприятный прогноз (выше риск преждевременного укорочения и деформации кости из-за острой гипоксии и разрушения эпифизарной пластинки);
- Д) III и IV типы переломов имеют более худший прогноз, чем I и II типы переломов (из-за риска соединения метафизарной и эпифизарной зон кровообращения в толще эпифизарной пластинки, а также из-за нарушения целостности суставных поверхностей);
- Е) Эпифизарная пластинка ответственна за рост трубчатой кости в длину, а надкостница - в ширину;
- Ф) V тип перелома наиболее неблагоприятный и возникает при продольном воздействии внешней силы на трубчатую кость с противоположных сторон;

*Вариант 3:*

- А) V тип перелома наиболее неблагоприятный и возникает при перпендикулярном воздействии внешней силы на трубчатую кость с противоположных сторон;
- В) Эпифизарная пластинка ответственна за рост трубчатой кости и в длину, и в ширину;
- С) I и II тип переломов имеют благоприятный прогноз (меньше риск преждевременного укорочения и деформации кости из-за преждевременного закрытия эпифизарной пластинки);
- Д) III и IV типы переломов имеют более худший прогноз, чем I и II типы переломов (из-за риска соединения метафизарной и эпифизарной зон кровообращения в толще эпифизарной пластинки, а также из-за нарушения целостности суставных поверхностей);
- Е) Система кровоснабжения метафизарной и эпифизарной артерий в норме у детей напрямую соединяются друг с другом через сосуды, пронизывающие эпифизарную пластинку;
- Ф) Средний возраст мальчиков с переломами, относящимися к данной классификации, ниже, чем средний возраст девочек;

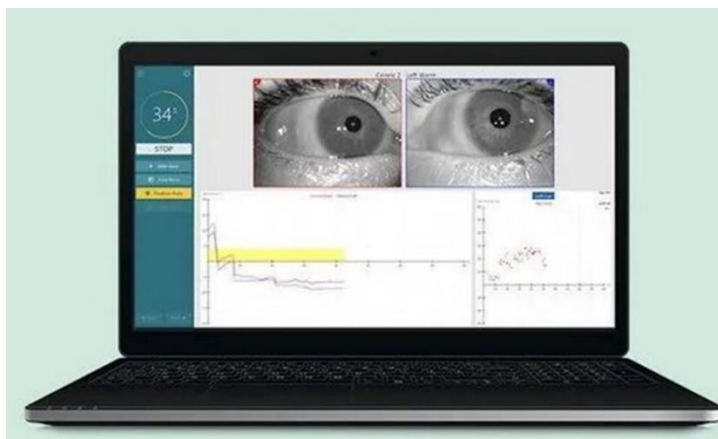
### Задание ID 14 – 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

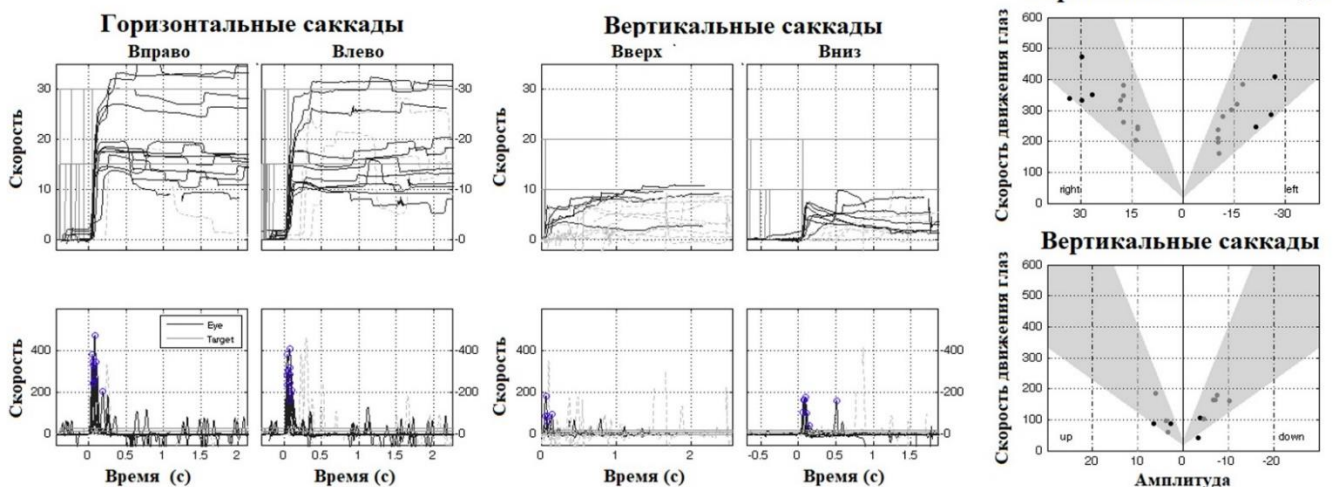
Саккады (от французского saccade; «рывок», «толчок») — это быстрые содружественные движения глаз, имеющие баллистические характеристики (саккады программируются заранее и будут закончены независимо от того, изменила ли своё положение точка фиксации за время, прошедшее после начала саккады). Произвольные саккады, как и другие произвольные движения, имеют многоуровневую систему контроля в ЦНС:

- 1) кора больших полушарий инициирует начало саккад;
- 2) пластинка четверохолмия, ядра таламуса, базальные ядра, мозжечок – контроль стволовых центров зрения, регуляция амплитудно-скоростных характеристик саккад;
- 3) стволовые центры (ядра и тракты в мосту и среднем мозге) – координация содружественных движений глаз в вертикальном и горизонтальном направлениях;
- 4) Ядра глазодвигательных нервов (III и IV пара черепно-мозговых нервов в среднем мозге, VI пара черепно-мозговых нервов в мосту).

Патологические изменения в мозге приводят к нарушению саккад, поэтому для точной диагностики заболеваний ЦНС используют метод нистагмографии. Одной из пациенток неврологического стационара выполнили нистагмографию. Пояснения: 1) время начала регистрации совпадает с подачей зрительного стимула в правой/левой/верхней/нижней части экрана и командой зафиксировать его в поле зрения; 2) серым полем на картинке справа обозначены условный нормальный диапазон амплитуды и скорости саккад:



### НИСТАГМОГРАФИЯ



Внимательно изучите полученные данные и для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:

*Вариант 1:*

- A) У пациентки отмечается снижение скорости и амплитуды горизонтальных саккад;
- B) У пациентки не отмечается во время исследования патологических произвольных мини-саккад;
- C) Стволовые ядра, координирующие содружественные вертикальные саккады, расположены в среднем мозге;
- D) Стволовые ядра, координирующие содружественные горизонтальные саккады, расположены в среднем мозге;
- E) У пациентки имеются косвенные признаки нейродегенеративного процесса в среднем мозге;
- F) У пациентки отмечается трудность инициации вертикальных саккад вниз;

*Вариант 2:*

- A) У пациентки не отмечается трудностей в инициации саккад;
- B) Стволовые ядра, координирующие содружественные горизонтальные саккады, расположены в мосту;
- C) Стволовые ядра, координирующие содружественные вертикальные саккады, расположены в мосту;
- D) У пациентки во время исследования отмечаются патологические произвольные горизонтальные мини-саккады;
- E) У пациентки отмечается снижение скорости и амплитуды вертикальных саккад;
- F) У пациентки имеются косвенные признаки нейродегенеративного процесса в мосту;

*Вариант 3:*

- A) У пациентки отмечается снижение скорости и амплитуды горизонтальных саккад;
- B) У пациентки не отмечается во время исследования патологических произвольных мини-саккад;
- C) Стволовые ядра, координирующие содружественные вертикальные саккады, расположены в среднем мозге;
- D) Стволовые ядра, координирующие содружественные горизонтальные саккады, расположены в мосту;
- E) У пациентки имеются косвенные признаки нейродегенеративного процесса в мосту;
- F) У пациентки не отмечается трудностей в инициации саккад;

**Задание ID 15 – 3 балла**

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Однажды составитель олимпиадных заданий расстроился, что у него нет идей для очередного олимпиадного тура, и от стресса у него обострился бруксизм (спазм жевательных мышц со стискиванием челюстей и лицевой болью). Составитель верил в доказательную медицину, поэтому сначала он выпил нестероидный противовоспалительный препарат (НПВС), ингибитор циклооксигеназы, в качестве обезболивающего. Эффекта не последовало, поэтому составитель выпил тизанидин – миорелаксант, агонист пресинаптических альфа<sub>2</sub>-адренорецепторов. Эффект длился недолго, поэтому составитель пошел в больницу, где ему провели инъекцию ботулотоксина в жевательные мышцы под контролем УЗИ. Эффект был положительный и длился несколько месяцев. Для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:

*Вариант 1:*

- А) Стимуляция альфа<sub>2</sub>-адренорецепторов вызывает гиперполяризацию пресинаптической мембраны;
- В) НПВС уменьшают боль на центральном уровне (повышают порог болевого восприятия на уровне синаптической передачи в ЦНС);
- С) Тизанидин уменьшает мышечный тонус на центральном уровне (действует на уровне синаптической передачи в ЦНС);
- Д) Передозировка ботулотоксином ассоциирована с угнетением синаптической передачи в парасимпатической системе (например, с развитием сухости во рту).
- Е) Ботулотоксин уменьшает мышечный тонус на центральном уровне (действует на уровне синаптической передачи в ЦНС);
- Ф) Жевательные мышцы иннервируются лицевым нервом;

*Вариант 2:*

- А) Стимуляция альфа<sub>2</sub>-адренорецепторов вызывает деполяризацию пресинаптической мембраны;
- В) НПВС уменьшают боль на периферическом уровне (на уровне окончаний периферических нервов);
- С) Ботулотоксин уменьшает мышечный тонус на периферическом уровне (действует на уровне мышечного волокна и нервно-мышечного синапса);
- Д) Ботулотоксин, так же, как и столбнячный токсин, продуцируется клостридиями и вызывает в токсичных концентрациях генерализованный вялый мышечный паралич (отсутствие движений со снижением мышечного тонуса);
- Е) Жевательные мышцы иннервируются тройничным нервом;
- Ф) Тизанидин уменьшает мышечный тонус на периферическом уровне (действует на уровне мышечного волокна и нервно-мышечного синапса);

*Вариант 3:*

- А) Ботулотоксин уменьшает мышечный тонус на периферическом уровне (действует на уровне мышечного волокна и нервно-мышечного синапса);
- В) НПВС уменьшают боль на периферическом уровне (на уровне окончаний периферических нервов);
- С) Стимуляция альфа<sub>2</sub>-адренорецепторов вызывает деполяризацию пресинаптической мембраны;
- Д) Жевательные мышцы иннервируются лицевым нервом;
- Е) Тизанидин уменьшает мышечный тонус на центральном уровне (действует на уровне синаптической передачи в ЦНС);
- Ф) Передозировка ботулотоксином ассоциирована с угнетением синаптической передачи в парасимпатической системе (например, с развитием сухости во рту).



## **Тип заданий В. Задания на сопоставление элементов**

В заданиях данной части участникам необходимо проанализировать различные фотографии, рисунки, схемы (отмечены арабскими цифрами) и сопоставить им элементы из двух списков, приведенных ниже (отмечены латинскими буквами и римскими цифрами). В качестве ответа в каждом задании участники должны провести стрелки между сопоставляемыми элементами.

### **Система оценки:**

За каждое верно указанное соответствие между элементами 1 и 2 рядов или 2 и 3 рядов участник получает 0,5 балла.

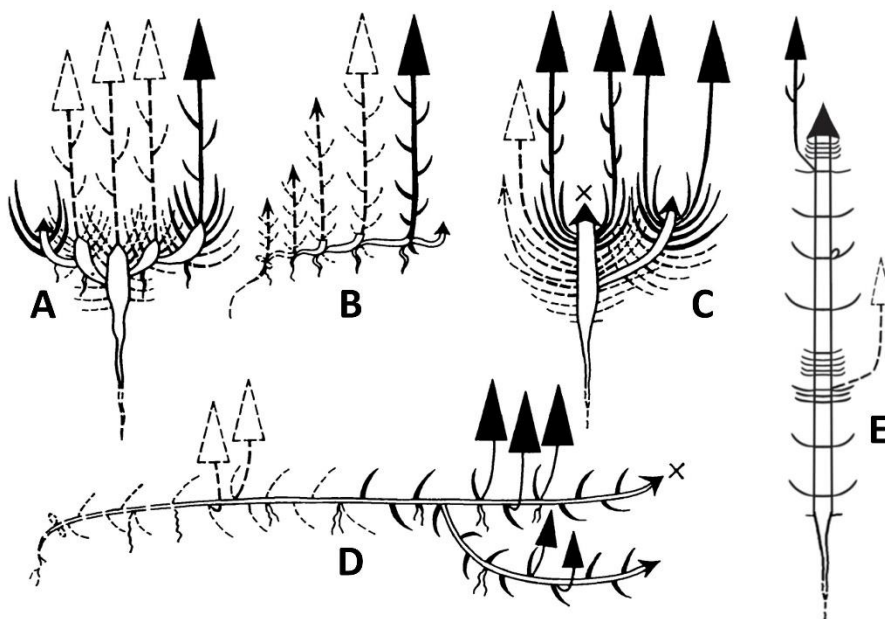
За каждое неверное соответствие – 0 баллов.



### Задание ID 37 – 5 баллов (Вариант 1)

Модель побегообразования – наследственно закрепленный тип формирования побеговой системы растений, определяемый особенностями функционирования меристем. Длительность функционирования апикальной меристемы определяет тип нарастания побеговой системы: моноподиальное или симподиальное, а интеркалярных меристем – длину междоузлий и структурно-морфологический тип побега: удлинненный, розеточный и полурозеточный. С учетом этих признаков описаны модели побегообразования: А – симподиальная полурозеточная, В – симподиальная длиннопобеговая, С – моноподиальная розеточная, D – моноподиальная длиннопобеговая, E – моноподиальная полурозеточная.

Соотнесите изображение растения, модель побегообразования и характеристики строения растений.



1



2



3



4



5



**Модели побегообразования:**

- A) Симподиальная полурозеточная;
- B) Симподиальная длиннопобеговая;

- С) Моноподиальная розеточная;
- Д) Моноподиальная длиннопобеговая;
- Е) Моноподиальная полурозеточная;

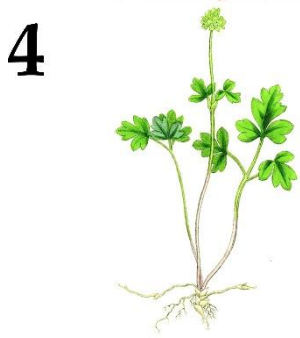
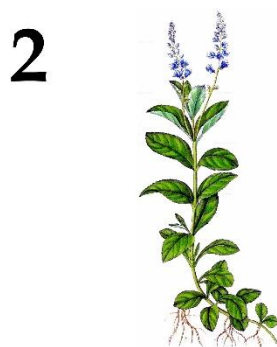
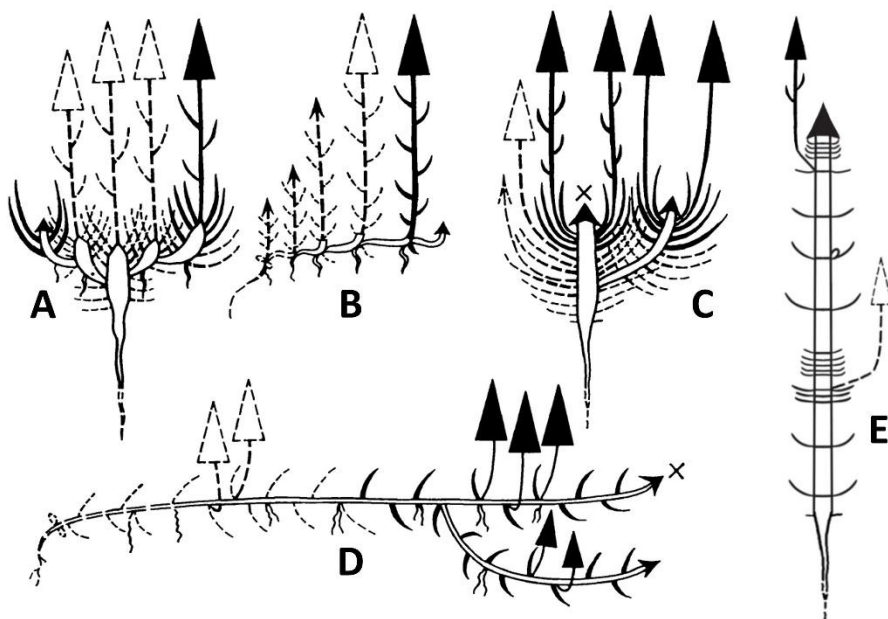
**Характеристики растений:**

- I) Соцветие головка;
- II) Соцветие корзинка;
- III) Побеги плагиотропные ползучие;
- IV) Побеги стелющиеся;
- V) Листья дважды пальчато-рассеченные;

### Задание ID 37 – 5 баллов (Вариант 2)

Модель побегообразования – наследственно закрепленный тип формирования побеговой системы растений, определяемый особенностями функционирования меристем. Длительность функционирования апикальной меристемы определяет тип нарастания побеговой системы: моноподиальное или симподиальное, а интеркалярных меристем – длину междоузлий и структурно-морфологический тип побега: удлинненный, розеточный и полурозеточный. С учетом этих признаков описаны модели побегообразования: А – симподиальная полурозеточная, В – симподиальная длиннопобеговая, С – моноподиальная розеточная, D – моноподиальная длиннопобеговая, E – моноподиальная полурозеточная.

Соотнесите изображение растения, модель побегообразования и характеристики строения растений.



**Модели побегообразования:**

- A) Симподиальная полурозеточная;
- B) Симподиальная длиннопобеговая;

- С) Моноподиальная розеточная;
- Д) Моноподиальная длиннопобеговая;
- Е) Моноподиальная полурозеточная;

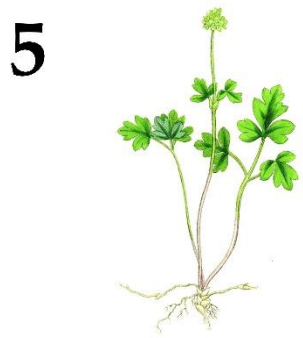
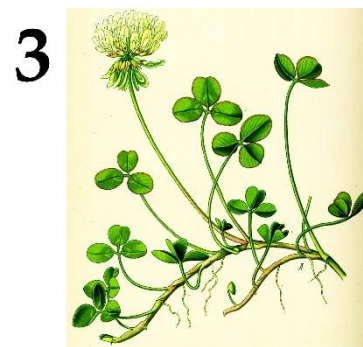
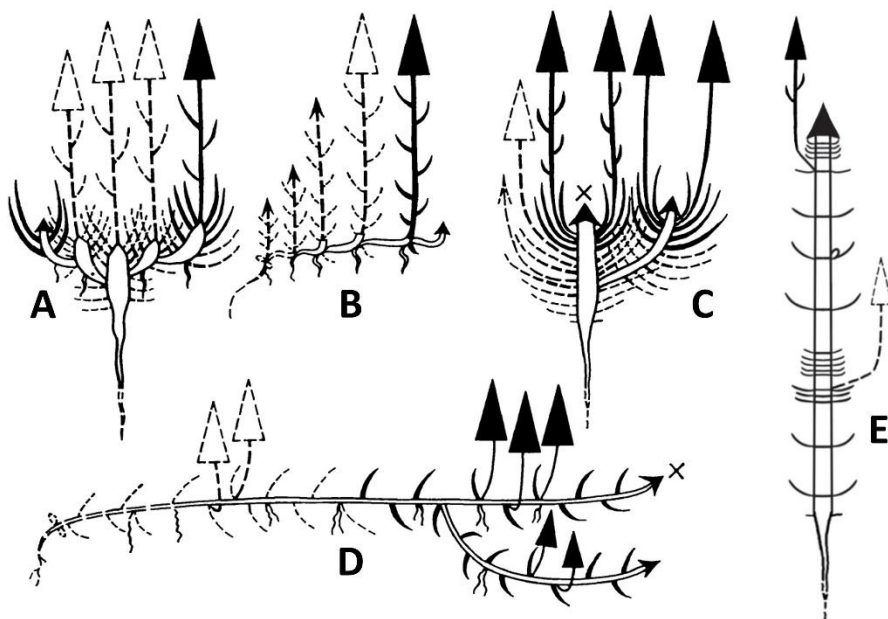
**Характеристики растений:**

- I) Соцветие корзинка;
- II) Соцветие метёлка;
- III) Листья супротивно расположенные, продолговато-яйцевидные;
- IV) Листья длинночерешковые дважды-тройчатые;
- V) Листья дважды пальчато-рассеченные;

### Задание ID 37 – 5 баллов (Вариант 3)

Модель побегообразования – наследственно закрепленных тип формирования побеговой системы растений, определяемый особенностями функционирования меристем. Длительность функционирования апикальной меристемы определяет тип нарастания побеговой системы: моноподиальное или симподиальное, а интеркалярных меристем – длину междоузлий и структурно-морфологический тип побега: удлинненный, розеточный и полурозеточный. С учетом этих признаков описаны модели побегообразования: А – симподиальная полурозеточная, В – симподиальная длиннопобеговая, С – моноподиальная розеточная, D – моноподиальная длиннопобеговая, E – моноподиальная полурозеточная.

Соотнесите изображение растения, модель побегообразования и характеристики строения растений.



#### Модели побегообразования:

- A) Симподиальная полурозеточная;
- B) Симподиальная длиннопобеговая;

- С) Моноподиальная розеточная;
- Д) Моноподиальная длиннопобеговая;
- Е) Моноподиальная полурозеточная;

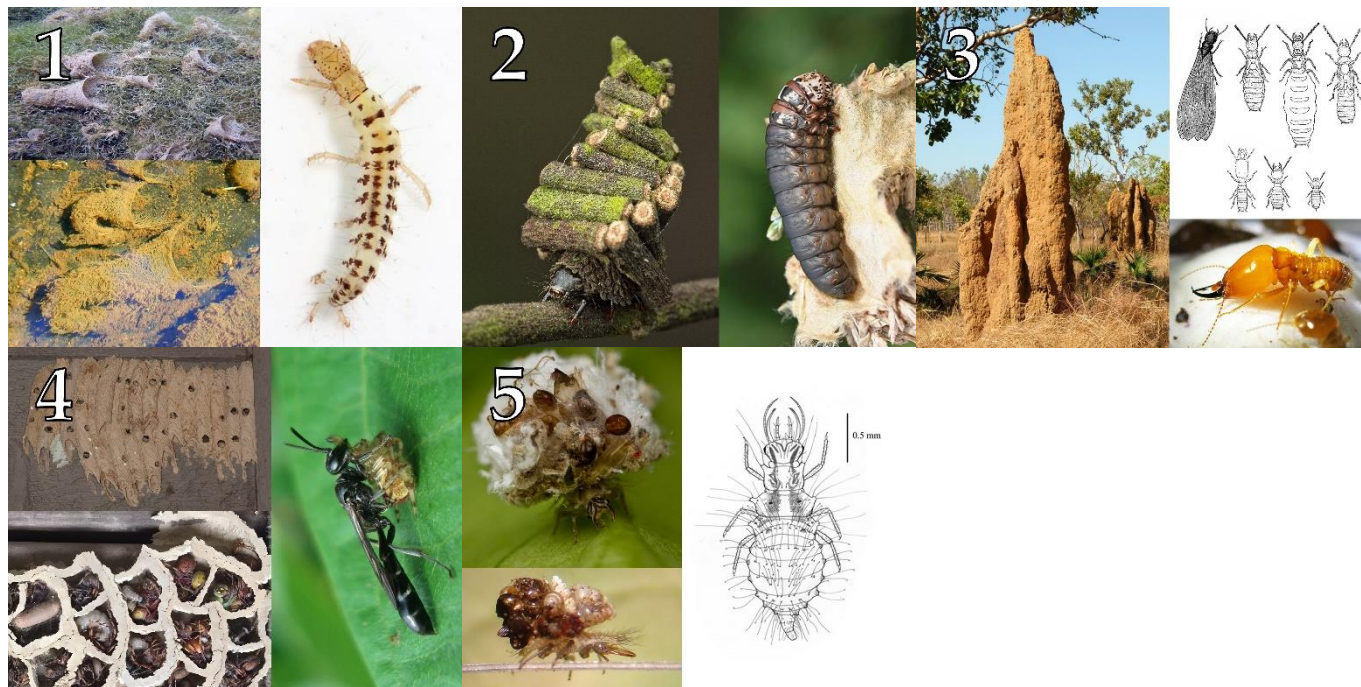
**Характеристики растений:**

- I) Соцветие колос;
- II) Соцветие метелка;
- III) Листья тройчато-сложные;
- IV) Листья дважды пальчато-рассеченные;
- V) Цветки двугубые, собраны в мутовки по 6–8 штук;



### Задание ID 39 – 5 баллов (Вариант 1)

Конструкционная деятельность широко распространена среди насекомых. Сложные инстинктивные программы позволяют им создавать разнообразные дома, костюмы, ловушки и другие сооружения. Сопоставьте приведенные примеры насекомых-конструкторов с отрядами, к которым они относятся и основным назначением их конструкций.



**Основное функциональное назначение создаваемых конструкций (список избыточен, могут быть лишние или повторяющиеся элементы):**

- A) Привлечение полового партнёра;
- B) Ловля добычи (ловушка);
- C) Отпугивание хищника или маскировка;
- D) Механическая защита собственного организма;
- E) Механическая защита собственного потомства;
- F) Механическая защита эусоциального сообщества.

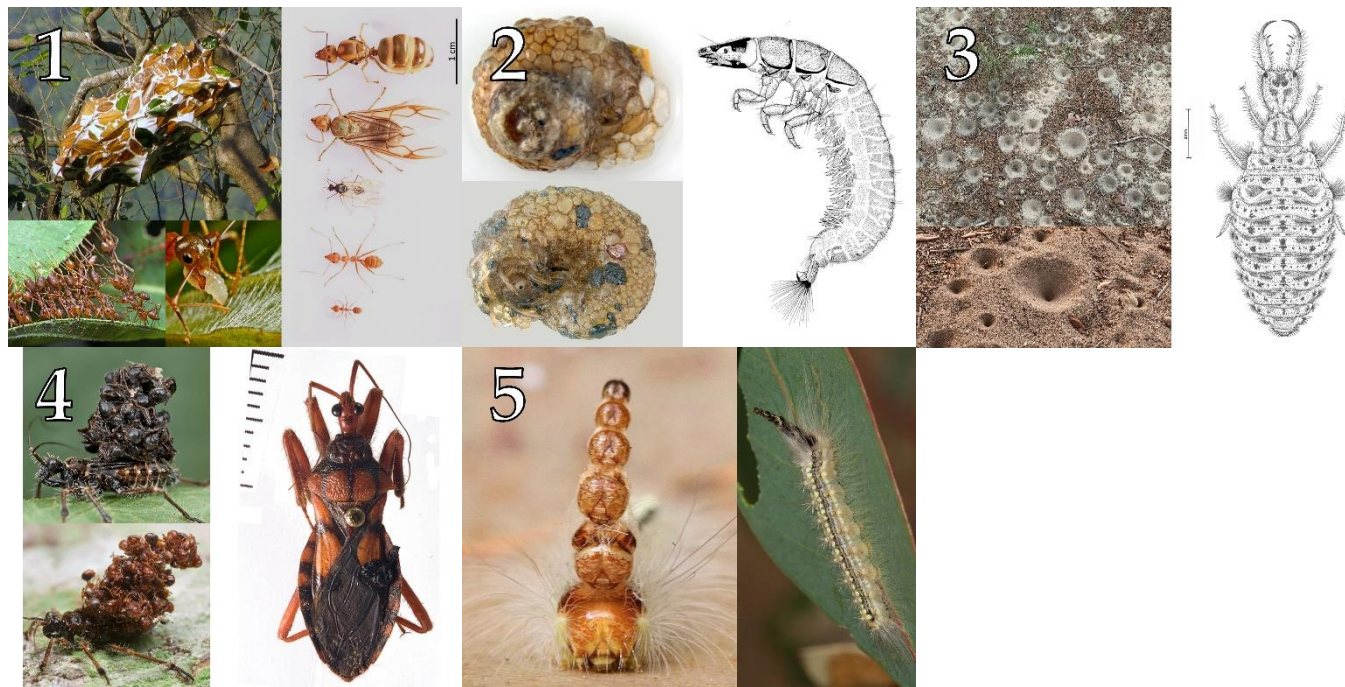
**Отряды насекомых (список избыточен, могут быть лишние или повторяющиеся названия):**

- I) Отряд Подёнки (Ephemeroptera);
- II) Отряд Веснянки (Plecoptera);
- III) Отряд Ручейники (Trichoptera);
- IV) Отряд Таракановые (Blattodea);
- V) Отряд Чешуекрылые (Lepidoptera);
- VI) Отряд Сетчатокрылые (Neuroptera);
- VII) Отряд Перепончатокрылые (Hymenoptera);
- VIII) Отряд Полужесткокрылые (Hemiptera);
- IX) Отряд Жесткокрылые (Coleoptera);
- X) Отряд Двукрылые (Diptera).



### Задание ID 39 – 5 баллов (Вариант 2)

Конструкционная деятельность широко распространена среди насекомых. Сложные инстинктивные программы позволяют им создавать разнообразные дома, костюмы, ловушки и другие сооружения. Сопоставьте приведенные примеры насекомых-конструкторов с отрядами, к которым они относятся и основным назначением их конструкций.



**Основное функциональное назначение создаваемых конструкций (список избыточен, могут быть лишние или повторяющиеся элементы):**

- A) Привлечение полового партнёра;
- B) Ловля добычи (ловушка);
- C) Отпугивание хищника или маскировка;
- D) Механическая защита собственного организма;
- E) Механическая защита собственного потомства;
- F) Механическая защита эусоциального сообщества.

**Отряды насекомых (список избыточен, могут быть лишние или повторяющиеся названия):**

- I) Отряд Подёнки (Ephemeroptera);
- II) Отряд Веснянки (Plecoptera);
- III) Отряд Ручейники (Trichoptera);
- IV) Отряд Таракановые (Blattodea);
- V) Отряд Чешуекрылые (Lepidoptera);
- VI) Отряд Сетчатокрылые (Neuroptera);
- VII) Отряд Перепончатокрылые (Hymenoptera);
- VIII) Отряд Полужесткокрылые (Hemiptera);
- IX) Отряд Жесткокрылые (Coleoptera);
- X) Отряд Двукрылые (Diptera).

**Задание ID 39 – 5 баллов (Вариант 3)**

Конструкционная деятельность широко распространена среди насекомых. Сложные инстинктивные программы позволяют им создавать разнообразные дома, костюмы, ловушки и другие сооружения. Сопоставьте приведенные примеры насекомых-конструкторов с отрядами, к которым они относятся и основным назначением их конструкций.



**Основное функциональное назначение создаваемых конструкций (список избыточен, могут быть лишние или повторяющиеся элементы):**

- A) Привлечение полового партнёра;
- B) Ловля добычи (ловушка);
- C) Отпугивание хищника или маскировка;
- D) Механическая защита собственного организма;
- E) Механическая защита собственного потомства;
- F) Механическая защита эусоциального сообщества.

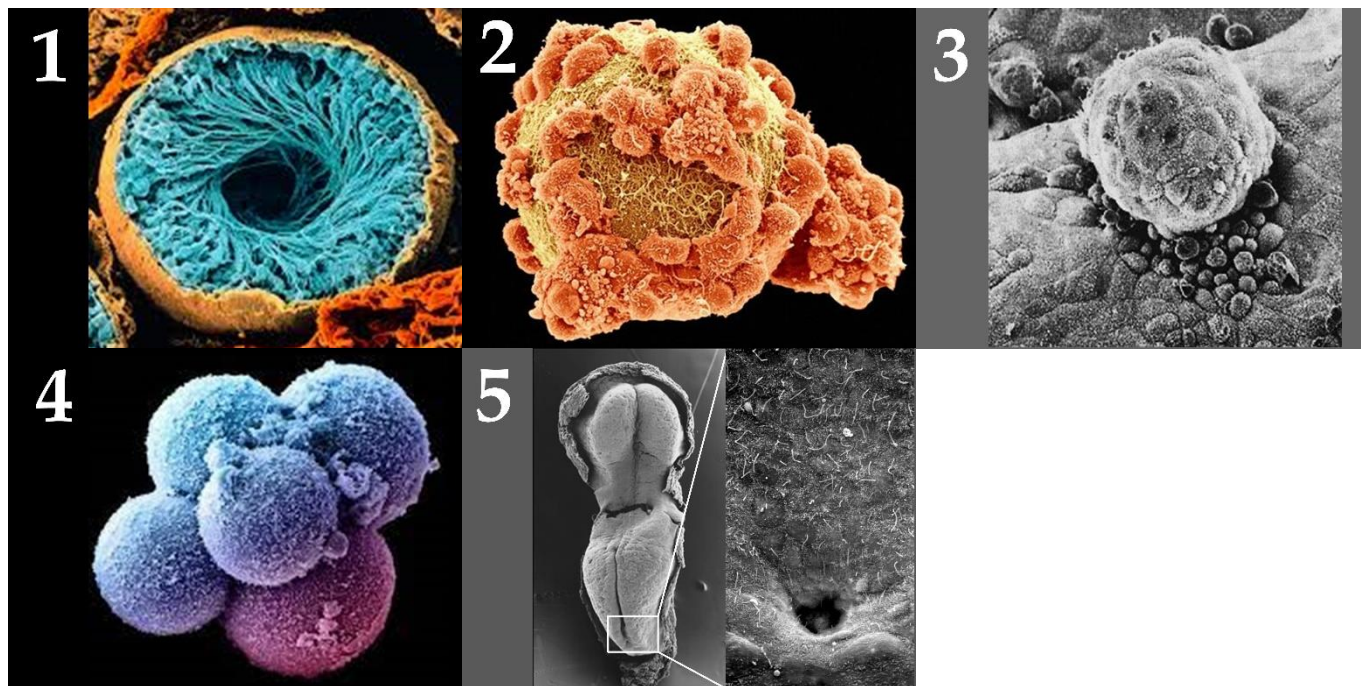
**Отряды насекомых (список избыточен, могут быть лишние или повторяющиеся названия):**

- I) Отряд Подёнки (Ephemeroptera);
- II) Отряд Веснянки (Plecoptera);
- III) Отряд Ручейники (Trichoptera);
- IV) Отряд Таракановые (Blattodea);
- V) Отряд Чешуекрылые (Lepidoptera);
- VI) Отряд Сетчатокрылые (Neuroptera);
- VII) Отряд Перепончатокрылые (Hymenoptera);
- VIII) Отряд Полужесткокрылые (Hemiptera);
- IX) Отряд Жесткокрылые (Coleoptera);
- X) Отряд Двукрылые (Diptera).



**Задание ID 41 – 5 баллов (Вариант 1)**

Эмбриология человека занимается изучением процессов эмбриогенеза (развития организма от зачатия до рождения) и гаметогенеза (созревания мужских и женских половых клеток). Метод сканирующей электронной микроскопии позволяет получать качественные иллюстрации морфологических изменений, происходящих во время гаметогенеза и эмбриогенеза. Установите соответствие между электромикроскопическим изображением, стадией гаметогенеза/эмбриогенеза и происходящими на этой стадии процессами:



**Этапы гаметогенеза/эмбриогенеза (список избыточен – в нем есть лишние элементы):**

- A) Плотная морула;
- B) Рыхлая морула;
- C) Ранняя гастрюла (двуслойная);
- D) Поздняя гастрюла (трехслойная);
- E) Сперматогенез в извитом канальце семенника;
- F) Оогенез в фолликуле яичника;
- G) Яйцеклетка после овуляции до контакта со сперматозоидом;
- H) Контактные взаимодействия сперматозоида и яйцеклетки;
- I) Нейрула;
- J) Бластула;

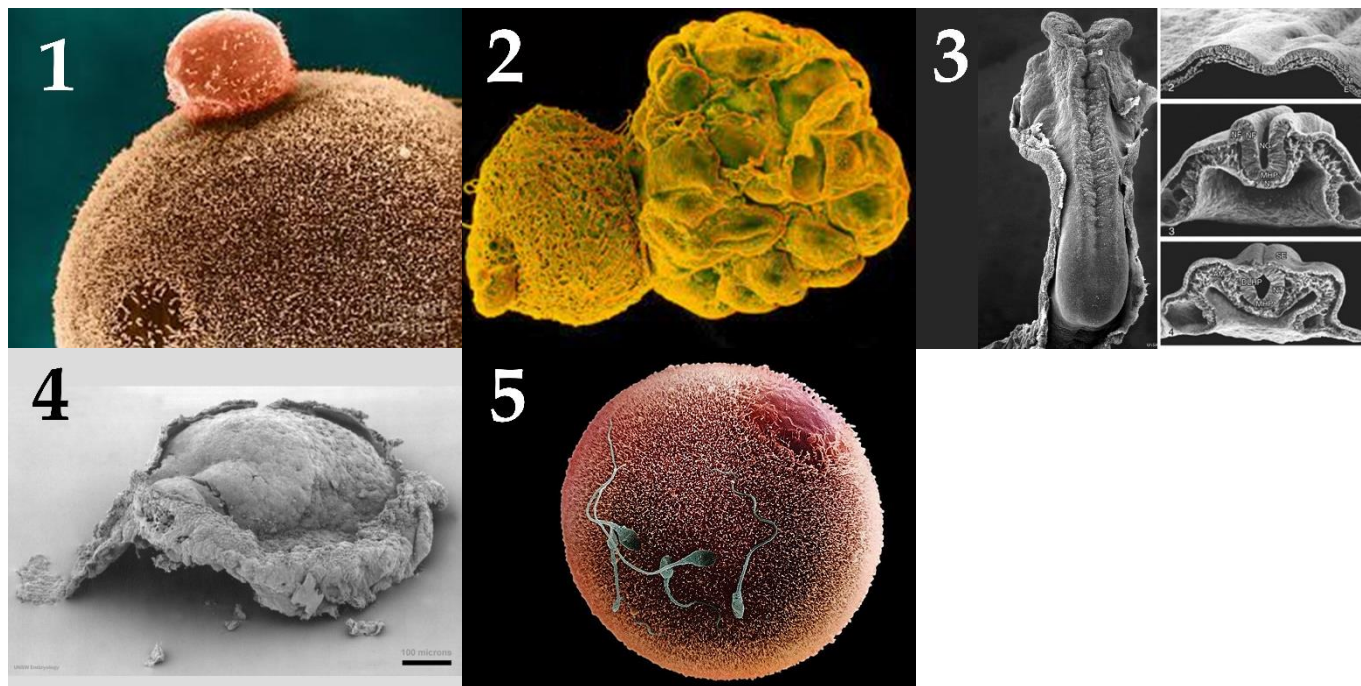
**Характерные для стадии физиологические процессы (список избыточен – в нем есть лишние процессы):**

- I) Кортикальная реакция, завершение II фазы мейоза с формированием второго полярного тельца;
- II) Гиперконденсация хроматина с использованием протаминов, синтез акросомы;
- III) Формирование первичной ямки, старт закладки сомитов и формирование нервной пластинки;
- IV) Хетчинг (выход из оболочки оплодотворения), обособление внезародышевой и зародышевой клеточных масс, начало имплантации на маточном эндометрии;
- V) Физиологичное разделение тотипотентных бластомеров;
- VI) Миграция в полости фаллопиевой трубы, питание за счет лучистого венца;
- VII) Завершение имплантации, формирование зародышевого диска, окруженного желточным мешком и амниотической полостью;

- VIII) Формирование нервной трубки, завершение закладки сомитов;
- IX) Синтез плотных контактов между бластомерами;
- X) Завершение I фазы мейоза, формирование первого полярного тельца, синтез запасных питательных веществ;

**Задание ID 41 – 5 баллов (Вариант 2)**

Эмбриология человека занимается изучением процессов эмбриогенеза (развития организма от зачатия до рождения) и гаметогенеза (созревания мужских и женских половых клеток). Метод сканирующей электронной микроскопии позволяет получать качественные иллюстрации морфологических изменений, происходящих во время гаметогенеза и эмбриогенеза. Установите соответствие между электромикроскопическим изображением, стадией гаметогенеза/эмбриогенеза и происходящими на этой стадии процессами:



**Этапы гаметогенеза/эмбриогенеза (список избыточен – в нем есть лишние элементы):**

- A) Плотная морула;
- B) Рыхлая морула;
- C) Ранняя гастрюла (двуслойная);
- D) Поздняя гастрюла (трехслойная);
- E) Сперматогенез в извитом канальце семенника;
- F) Оогенез в фолликуле яичника;
- G) Яйцеклетка после овуляции до контакта со сперматозоидом;
- H) Контактные взаимодействия сперматозоида и яйцеклетки;
- I) Нейрула;
- J) Бластула;

**Характерные для стадии физиологические процессы (список избыточен – в нем есть лишние процессы):**

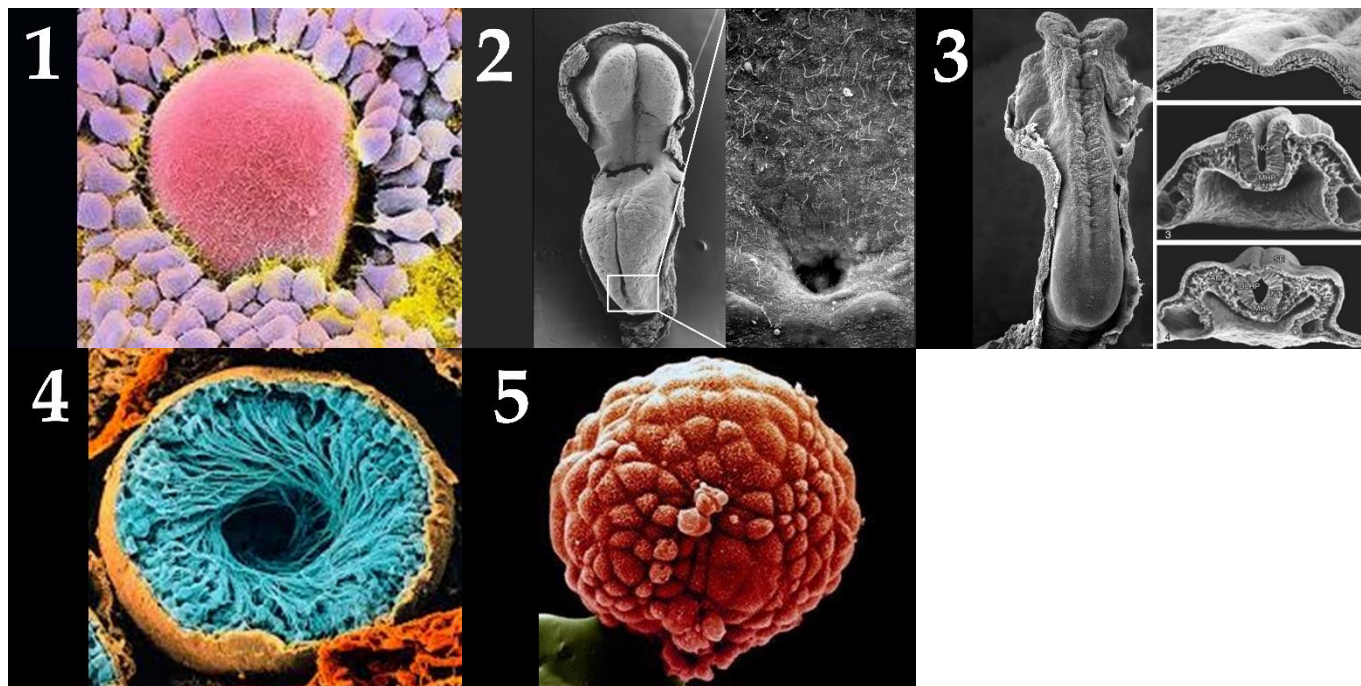
- I) Кортикальная реакция, завершение II фазы мейоза с формированием второго полярного тельца;
- II) Гиперконденсация хроматина с использованием протаминов, синтез акросомы;
- III) Формирование первичной ямки, старт закладки сомитов и формирование нервной пластинки;
- IV) Хетчинг (выход из оболочки оплодотворения), обособление внезародышевой и зародышевой клеточных масс, начало имплантации на маточном эндометрии;
- V) Физиологичное разделение тотипотентных бластомеров;
- VI) Миграция в полости фаллопиевой трубы, питание за счет лучистого венца;
- VII) Завершение имплантации, формирование зародышевого диска, окруженного желточным мешком и амниотической полостью;

- VIII) Формирование нервной трубки, завершение закладки сомитов;
- IX) Синтез плотных контактов между бластомерами;
- X) Завершение I фазы мейоза, формирование первого полярного тельца, синтез запасных питательных веществ;



**Задание ID 41 – 5 баллов (Вариант 3)**

Эмбриология человека занимается изучением процессов эмбриогенеза (развития организма от зачатия до рождения) и гаметогенеза (созревания мужских и женских половых клеток). Метод сканирующей электронной микроскопии позволяет получать качественные иллюстрации морфологических изменений, происходящих во время гаметогенеза и эмбриогенеза. Установите соответствие между электромикроскопическим изображением, стадией гаметогенеза/эмбриогенеза и происходящими на этой стадии процессами:



**Этапы гаметогенеза/эмбриогенеза (список избыточен – в нем есть лишние элементы):**

- A) Плотная морула;
- B) Рыхлая морула;
- C) Ранняя гастрюла (двуслойная);
- D) Поздняя гастрюла (трехслойная);
- E) Сперматогенез в извитом канальце семенника;
- F) Оогенез в фолликуле яичника;
- G) Яйцеклетка после овуляции до контакта со сперматозоидом;
- H) Контактные взаимодействия сперматозоида и яйцеклетки;
- I) Нейрула;
- J) Бластула;

**Характерные для стадии физиологические процессы (список избыточен – в нем есть лишние процессы):**

- I) Кортикальная реакция, завершение II фазы мейоза с формированием второго полярного тельца;
- II) Гиперконденсация хроматина с использованием протаминов, синтез акросомы;
- III) Формирование первичной ямки, старт закладки сомитов и формирование нервной пластинки;
- IV) Хетчинг (выход из оболочки оплодотворения), обособление внезародышевой и зародышевой клеточных масс, начало имплантации на маточном эндометрии;
- V) Физиологичное разделение тотипотентных бластомеров;
- VI) Миграция в полости фаллопиевой трубы, питание за счет лучистого венца;
- VII) Завершение имплантации, формирование зародышевого диска, окруженного желточным мешком и амниотической полостью;



- VIII) Формирование нервной трубки, завершение закладки сомитов;
- IX) Синтез плотных контактов между бластомерами;
- X) Завершение I фазы мейоза, формирование первого полярного тельца, синтез запасных питательных веществ;

## **Тип заданий С. Задачи со свободным ответом**

Во всех заданиях данной части в начале идет условие задачи, а затем к нему задается несколько вопросов. Ответы на вопросы должны быть записаны в виде текста. Обратите внимание, что ответы на вопросы должны быть максимально краткими и полными, следует избегать больших объемов текста не по сути заданного вопроса.

### **Система оценки:**

Приведена в ответе для каждого задания отдельно.

**Задание ID 49 – Максимум 10 баллов**

**Паразитизм** – способность организма развиваться в (или на) другом организме и извлекать из него питательные вещества для собственного роста и размножения.

Среди цветковых растений насчитывается более 570 видов, паразитирующих на других растениях.



**Внимательно рассмотрите рисунок, после чего ответьте на следующие подвопросы:**

- 1) Охарактеризуйте морфологические, анатомические особенности растений-паразитов, способствующие паразитическому образу жизни.
- 2) На фотографии показано проникновение гаустории узкоспециализированного паразита повилики (*Cuscuta* sp.) в ткани растения-хозяина. Опишите происходящие при этом анатомические преобразования всех затронутых тканей растений.
- 3) Предположите будет ли оказывать влияние анатомическое строение проводящей системы растения-хозяина (пучковое или непучковое и пр.) на формирование гаусторий.
- 4) Объясните, почему в природных популяциях растения-паразиты не вызывают массовую гибель своих хозяев, хотя это наблюдается при заражении паразитами культурных растений.

**Задание ID 51 – Максимум 10 баллов**

Немертины (Nemertea) – один из типов животных, незаслуженно обделенных вниманием школьной программы. Эти преимущественно морские червеобразные организмы имеют мускулистое подвижное тело и длинный выворачивающийся хобот на переднем конце тела. На рисунках 1 и 2 показан общий план строения немертин, на рисунке 6 представлена обобщённая схема поперечного среза, а рисунок 3 демонстрирует хоботок во втянутом и вывернутом состоянии. Красным на рисунке 6 отмечены базальные мембраны различных эпителиев, а голубым – нервные стволы.

Как и многие другие беспозвоночные, немертины имеют ресничных планктонных личинок (рисунок 4), которые развиваются из яиц после полного спирального дробления. Для одних немертин характерны планулоидные личинки, развивающиеся более-менее равномерно, для других – пилидии, которые претерпевают некротетаморфоз. При такой форме метаморфоза взрослая особь формируется лишь из части клеток личинки, группирующихся вокруг кишки, остальная же часть личинки отмирает.

Традиционно немертин подразделяли на два класса: вооруженных (Euplota) и невооруженных (Aporota), по наличию стилета на конце хоботка. Однако с развитием методов геносистематики, классификация была пересмотрена (рисунок 5).

**Справочная информация**

Внутренняя среда организма животных в ходе эволюции претерпевает компартментализацию с выделением полостей тела различной природы. У бесполосных (паренхиматозных) животных пространство между органами полностью занято клетками соединительной ткани – паренхимы и других тканей. Первичная полость тела (гемоцель) не имеет собственной эпителиальной выстилки и ограничена базальными мембранами соседних эпителиев (эпидермиса, кишечного эпителия). Вторичная полость тела (целом) имеет собственную эпителиальную выстилку – целомический эпителий (целотелий), который обращен апикальной стороной в целом.

Природа полости тела коррелирует с такими показателями как размер животного, наличие опорных структур, тип выделительной и циркуляторной систем. При этом пути эволюции полости тела у животных остаются предметом жарких дискуссий среди профессиональных зоологов. Две основные противоборствующие гипотезы – планулоидно-турбеллярная и архецеломатная. Первая предполагает отсутствие у предка двусторонне-симметричных животных (Bilateria) полости тела и последующее её независимое прогрессивное развитие через первичную к вторичной в различных типах животных. Вторая гипотеза предполагает наличие вторичной полости тела у общего предка Bilateria и последующую её редукцию до первичной или полного отсутствия в отдельных типах.



Рис 1.

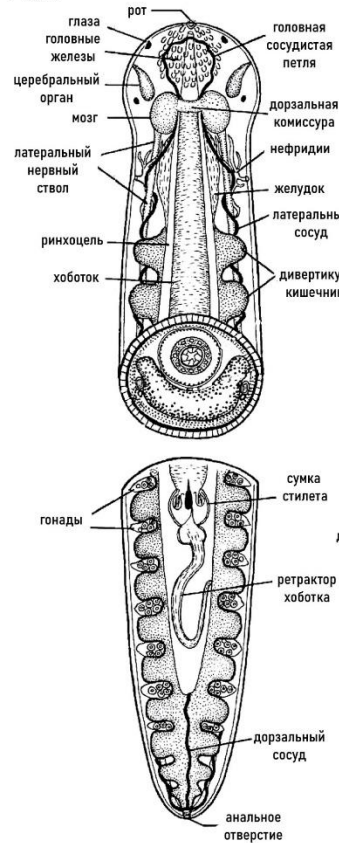


Рис. 2

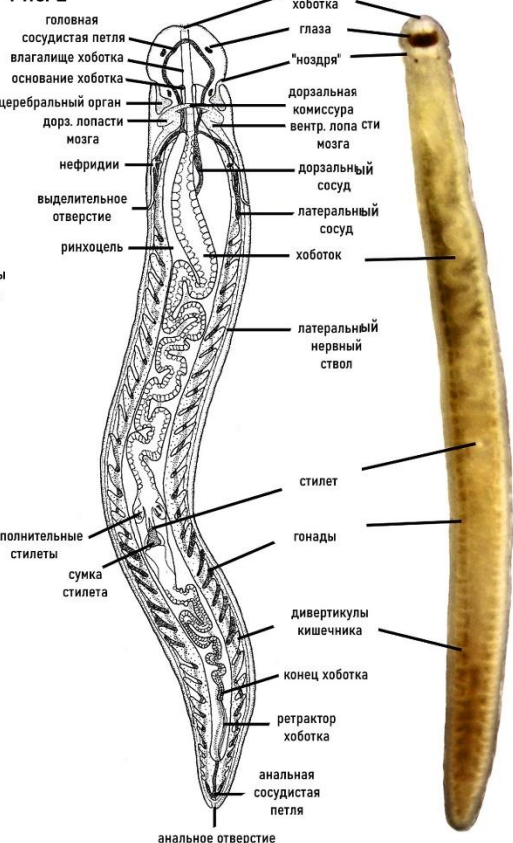


Рис. 3

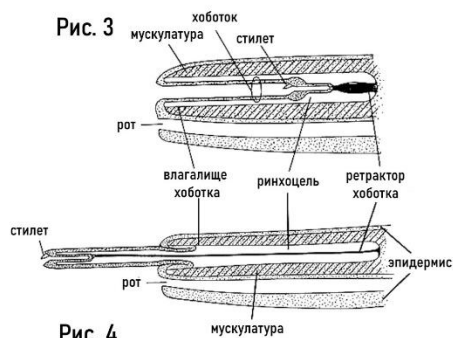


Рис. 4



Рис. 5

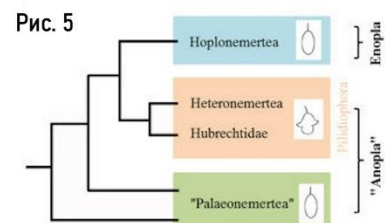
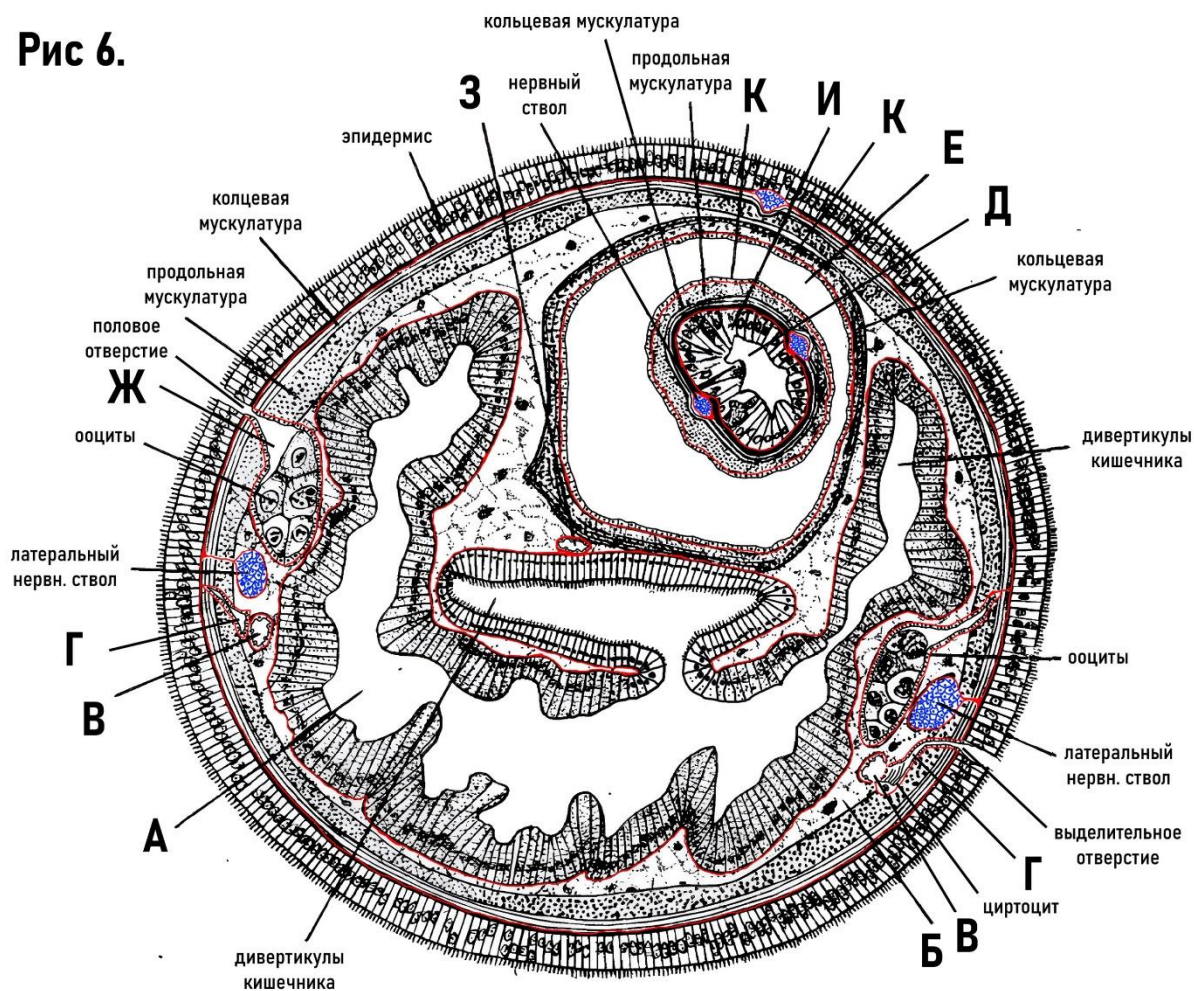


Рис 6.



**Проанализируйте справочную информацию и иллюстрации и ответьте на следующие подвопросы:**

- 1) За счет каких мышц происходит вытягивание и втягивание хоботка? Какую роль в этом процессе играет ринхоцель?
- 2) Сопоставьте буквы на рисунке 6 с названиями различных полостей: основная полость тела (или паренхима), внешняя среда, полость латерального сосуда, полость дорзального сосуда, ринхоцель, гоноцель, нефроцель, гастроцель (ещё две буквы указывают на целомический эпителий и эпидермис, сопоставлять их не обязательно). При этом также укажите для каждой из восьми перечисленных полостей являются ли они производными вторичной полости (ВП), первичной полости (ПП) или ни одной из них (НП). Ответ оформите в виде списка, идущего в алфавитном порядке букв с рисунка 6!
- 3) Что такое метамерия? Какие черты метамерного строения можно заметить в строении немертин?
- 4) Какой группой в терминах филогенетической систематики (кладистики) является бывший класс Anopla? В каком направлении в рамках этой группы происходила эволюция метаморфоза?
- 5) Учитывая имеющуюся информацию о строении и онтогенезе немертин, какой другой тип животных вы предложили бы в качестве наиболее родственной (сестринской) к ним группы? Ответ обоснуйте.
- 6) Какое преобразование претерпела полость тела немертин в рамках архецеломатной гипотезы? Чем, вероятнее всего, обусловлено это преобразование?



## Часть 2 (120 минут)

**В данной части встречаются задания трех типов:**

**Тип А:** Задания с несколькими верными ответами (всего 9 заданий, сумма 27 баллов)

**Тип В:** Задания на сопоставления (всего 3 задания, сумма 15 баллов)

**Тип С:** Задачи со свободным ответом (всего 2 задания, сумма 20 баллов)

**Максимум за одну часть: 62 балла**

## **Тип заданий А. Тестовые задания с множественным выбором (верно/неверно)**

Во всех заданиях данной части в начале идет условие, а затем шесть вариантов ответа (под буквами от А до F). Участникам необходимо определить, является ли каждый из вариантов ответа верным (подходит под формулировку задания) или неверным (не подходит под формулировку задания). В каждом задании может быть от 0 до 6 верных вариантов ответа.

### **Система оценки:**

За каждое правильно отмеченное утверждение можно получить 0,5 балла

За каждое неправильно отмеченное утверждение – 0 баллов

**Задание ID 4 – 3 балла**

Общая для всех вариантов часть вопроса:

**Лигнотубер** – видоизменение основания побега, образующееся только у древесных растений и возникающее сразу после их прорастания. В переводе с латыни этот термин означает «одревесневший клубень». Образование лигнотубера сопровождается утолщением базальной части стебля и образованием многочисленных спящих почек. Изначально он может формироваться в виде вздутий, а по мере роста охватывать весь стебель. Существенная часть лигнотубера может быть закрыта почвой, так что надземная часть не будет отражать его реальных размеров. Деревья с лигнотубером можно встретить в разных биомах мира: средиземноморский маквис, австралийские леса и саванны (скрэб), калифорнийские и мексиканские чапарали, финбош Капской области (Южная Африка) и матораль центральной части Чили. Лигнотубер характерен для многочисленных видов эвкалиптов, также подобное строение основания стебля встречается у многих неродственных им растений.



Основываясь на предложенной иллюстрации, а также знаниях о морфологии и экологии растений, укажите для каждого из следующих утверждений, является оно верным или неверным для данного видоизменения:

Вариант 1:

- A) В его образовании может принимать участие гипокотиль проростка;
- B) Может образовываться как у покрытосеменных, так и у голосеменных растений;
- C) Нарастает вниз и большая часть в результате скрыта почвой;
- D) Обеспечивает быстрый рост растения при повреждении ствола;
- E) Является следствием сильной ветровой нагрузки;
- F) Сопровождается образованием многочисленных придаточных почек.

*Вариант 2:*

- A) В его образовании принимают участие как стебель, так и корень растения;
- B) Может образовываться как у семенных, так и у споровых растений;
- C) Нарастает вниз и большая часть в результате скрыта почвой;
- D) Участвует в запасании питательных веществ и воды для переживания засушливого периода;
- E) Встречается у растений местообитаний, подверженным частым пожарам;
- F) Является следствием поражения патогенными микроорганизмами;

*Вариант 3:*

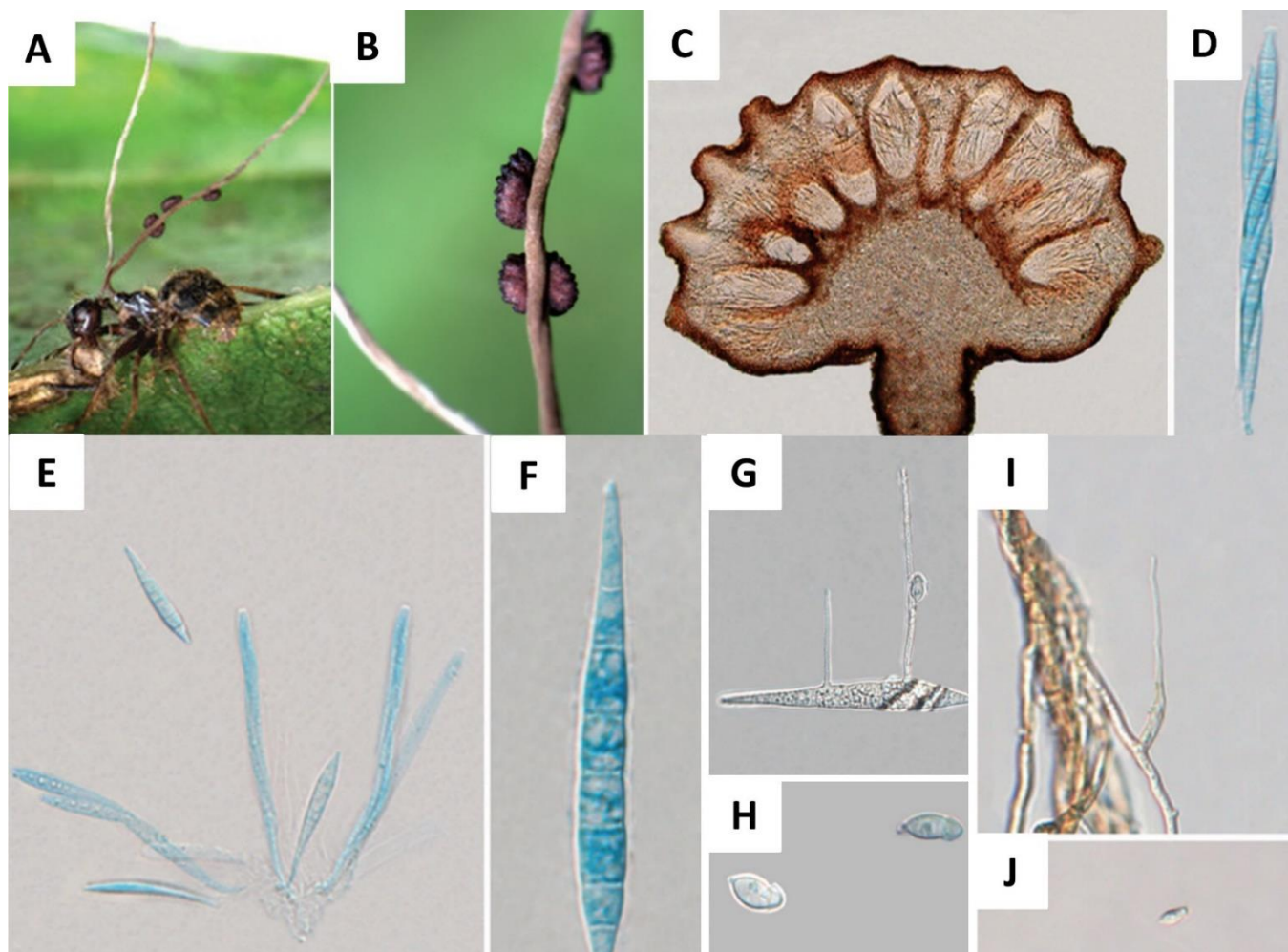
- A) В его образовании принимают участие как стебель, так и корень растения;
- B) Может образовываться как у покрытосеменных, так и у голосеменных растений;
- C) Может формировать придаточные корни;
- D) Обеспечивает быстрый рост растения при повреждении ствола;
- E) Является следствием сильной ветровой нагрузки;
- F) Сопровождается образованием многочисленных придаточных почек.



**Задание ID 5 – 3 балла**

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Паразитические грибы рода кордицепс (*Ophiocordyceps* sp.) знамениты тем, что развиваются в муравьях-древоточцах, подчиняя себе их поведение. На иллюстрации представлено строение плодовых тел и спороносных структур одного из видов кордицепса: А – зараженный кордицепсом муравей, В – плодовое тело (аскома), С – поперечный срез через плодовое тело, D, E – аски, F – аскоспора, G – аскоспора с капилликонидиефорами (гифами, несущими капилликонидии), H – капилликонидий (орган спороношения), I – фиалиды (одноклеточные спороносящие структуры на верхушке конидиеносца), J – конидия.



Проанализируйте фотографии, иллюстрирующие разные стадии жизненного цикла гриба, и установите, является каждое из суждений истинным или ложным:

Вариант 1:

- A) Формирование конидий является примером бесполого размножения гриба;
- B) Исследуемый вид образует аскоспоры ланцетной формы, разделенные перегородками и распадающиеся на части до прорастания;
- C) Показанная на рисунке D сумка битуникатная (имеет двойную оболочку);
- D) В сумке, показанной на рисунке F, находится 8 аскоспор;
- E) Для заражения муравья паразитическим грибом необходимо проникновение в его организм аскоспор и конидиоспор одновременно;
- F) Исследуемый вид формирует апотеции;

Вариант 2:

- A) Исследуемый вид формирует перитеции;

- В) Формирование аскоспор является примером бесполого размножения гриба;
- С) Исследуемый вид формирует плодовые тела разветвленной формы;
- Д) Для заражения муравья паразитическим грибом необходимо проникновение в его организм аскоспор и конидиоспор одновременно;
- Е) В сумке, показанной на рисунке Е, находится 8 аскоспор;
- Ф) У данного вида формируется два вида конидий (макро- и микроконидии).

*Вариант 3:*

- А) Показанная на рисунке D сумка битуникатная (имеет двойную оболочку);
- В) Исследуемый вид образует аскоспоры ланцетной формы, разделенные перегородками и распадающиеся на части до прорастания;
- С) Исследуемый вид формирует клейстотеции;
- Д) Формирование конидий является примером бесполого размножения гриба;
- Е) В сумке, показанной на рисунке Е, находится 8 аскоспор;
- Ф) У данного вида формируется два вида конидий (макро- и микроконидии).



### Задание ID 6 – 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Инесса рассматривала бегонии на своем подоконнике и заинтересовалась факторами, определяющими размеры их листьев. Она решила измерить листья своих комнатных бегоний, растущих в соседних горшках на её подоконнике и относящихся к двум видам: тигровая (*Begonia bowerae* Ziesenh., вид 1) и борщевиколистная (*B. heracleifolia* Schtdl. & Cham., вид 2). Затем она занесла данные в таблицу (см. рисунок), рассчитала средние значения и дисперсию, а также построила точечные диаграммы, чтобы оценить взаимосвязь между длиной черешка (Ч и ось x) и длиной листовой пластинки (ЛП и ось y).

Чтобы оценить достоверность обнаруженных различий в длине частей листьев, Вы можете использовать формулу для расчета t-критерия Стьюдента. Условные обозначения:  $t_{эмп}$  - значение критерия,  $X_{ср}$  - среднее значение для видов 1 и 2,  $S^2$  - объединенная оценка дисперсии (считается по формуле, приведенной ниже), n - объем выборки видов 1 и 2. Полученное значение сравнивается с значением из таблицы критических значений t для уровней значимости 0,05 и 0,01. Необходимо учесть степень свободы, которая определяется как сумма степеней свободы двух выборок минус два ( $df = n_1 + n_2 - 2$ ), где  $n_1$  и  $n_2$  - размеры выборок. Уровень значимости - порог для оценки результата как статистически значимого. Если  $t_{эмп}$  больше граничного значения при выбранном уровне значимости, то отличие считается значимым.

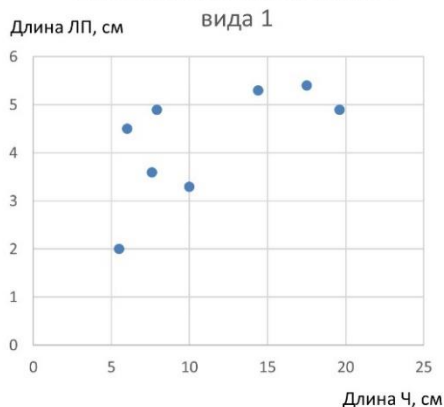
|     | 1    | 2    | 3   | 4    | 5    | 6    | 7   | 8   | Ср.   | Дис-персия |
|-----|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|-------|------------|
| Ч1  | 17,5 | 19,6 | 10  | 14,4 | 7,9  | 6    | 5,5 | 7,6 | 11,06 | 29,31      |
| ЛП1 | 5,4  | 4,9  | 3,3 | 5,3  | 4,9  | 4,5  | 2   | 3,6 | 4,24  | 1,39       |
| Ч2  | 11,8 | 24   | 8,9 | 25,1 | 20,2 | 15,5 | 23  | -   | 18,36 | 40,48      |
| ЛП2 | 4,4  | 9,3  | 3,8 | 6,6  | 8,7  | 6    | 9,8 | -   | 6,94  | 5,69       |

$$S_{об}^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

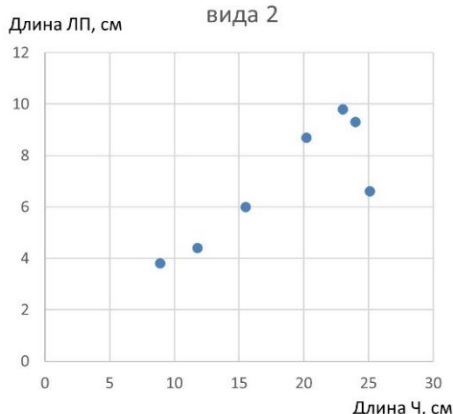
$$t_{эмп} = \frac{|X_{ср1} - X_{ср2}|}{\sqrt{\frac{\sigma^2}{n_1} + \frac{\sigma^2}{n_2}}}$$

| Степень свободы (f) | Границы значения |          |
|---------------------|------------------|----------|
|                     | p = 0,05         | p = 0,01 |
| 1                   | 12,71            | 63,60    |
| 2                   | 4,30             | 9,93     |
| 3                   | 3,18             | 5,84     |
| 4                   | 2,78             | 4,60     |
| 5                   | 2,57             | 4,03     |
| 6                   | 2,45             | 3,71     |
| 7                   | 2,37             | 3,50     |
| 8                   | 2,31             | 3,36     |
| 9                   | 2,26             | 3,25     |
| 10                  | 2,23             | 3,17     |
| 11                  | 2,20             | 3,11     |
| 12                  | 2,18             | 3,06     |
| 13                  | 2,16             | 3,01     |
| 14                  | 2,15             | 2,98     |
| 15                  | 2,13             | 2,95     |

Корреляция длины черешка и длины листовой пластинки у вида 1



Корреляция длины черешка и длины листовой пластинки у вида 2



Проанализируйте результаты, полученные Инессой, и установите, являются предложенные суждения истинными или ложными:

Вариант 1:

А) У обоих видов скорее наблюдается положительная, чем отрицательная линейная корреляция между длиной черешка листа и листовой пластинки;

- В) Средняя длина черешка у вида 2 более чем в 1,5 раза превышает среднюю длину черешка у вида 1;
- С) Длина листовой пластинки – более постоянная величина, чем длина черешка, у обоих видов;
- Д) Модальное значение длины листовой пластинки вида 1 менее 4,5 см;
- Е) Изученные виды бегоний при уровне значимости в 0,01 статистически достоверно отличаются по длине черешка;
- Ф) Изменчивость размеров листа у вида 1 больше, чем у вида 2;

*Вариант 2:*

- А) Изученные виды бегоний невозможно достоверно различить по размерам листьев из-за сильного влияния на данный показатель условий культивации;
- В) Средняя длина листовой пластинки у вида 2 более чем в 1,5 раза превышает среднюю длину листовой пластинки у вида 1;
- С) У вида 2 линейная корреляция между длиной черешка и длиной листовой пластинки выражена сильнее, чем у вида 1;
- Д) Модальное значение длины листовой пластинки вида 1 превышает среднее значение;
- Е) Длина листовой пластинки – более постоянная величина, чем длина черешка, у обоих видов;
- Ф) Изученные виды бегоний при уровне значимости в 0,05 статистически достоверно отличаются по длине листовой пластинки;

*Вариант 3:*

- А) У вида 1 линейная корреляция между длиной черешка и длиной листовой пластинки выражена сильнее, чем у вида 2;
- В) Средняя длина листовой пластинки у вида 2 более чем в 1,5 раза превышает среднюю длину листовой пластинки у вида 1;
- С) Изменчивость размеров листа у вида 1 больше, чем у вида 2;
- Д) Модальное значение длины листовой пластинки вида 1 менее 4,5 см;
- Е) Изученные виды бегоний невозможно достоверно различить по размерам листьев из-за сильного влияния на данный показатель условий культивации;
- Ф) Длина листовой пластинки – более постоянная величина, чем длина черешка, у обоих видов;

### Задание ID 10 – 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

На фото представлена конечность позвоночного животного:



Используя свои знания биологии и систематики выберите свойственные данному организму особенности, «верно» – особенность присуща, «не верно» – особенность НЕ присуща:

*Вариант 1:*

- A) При размножении не нуждается в наличии воды;
- B) У представителя с такой конечностью имеются слюнные железы.
- C) Относится к классу Амфибии (Amphibia);
- D) В шейном отделе имеется 7-10 позвонков;
- E) Представитель с таким типом строения конечности имеет 4-х камерное сердце;
- F) Представитель с таким типом конечности имеет 1 круг кровообращения;

*Вариант 2:*

- A) У представителя с такой конечностью имеются слюнные железы.
- B) В шейном отделе имеется 7-10 позвонков;
- C) Процесс дыхания происходит только через лёгкие;
- D) Представитель с таким типом конечности имеет 1 круг кровообращения;
- E) При размножении не нуждается в наличии воды;
- F) Представитель с таким типом строения конечности имеет 4-х камерное сердце;

*Вариант 3:*

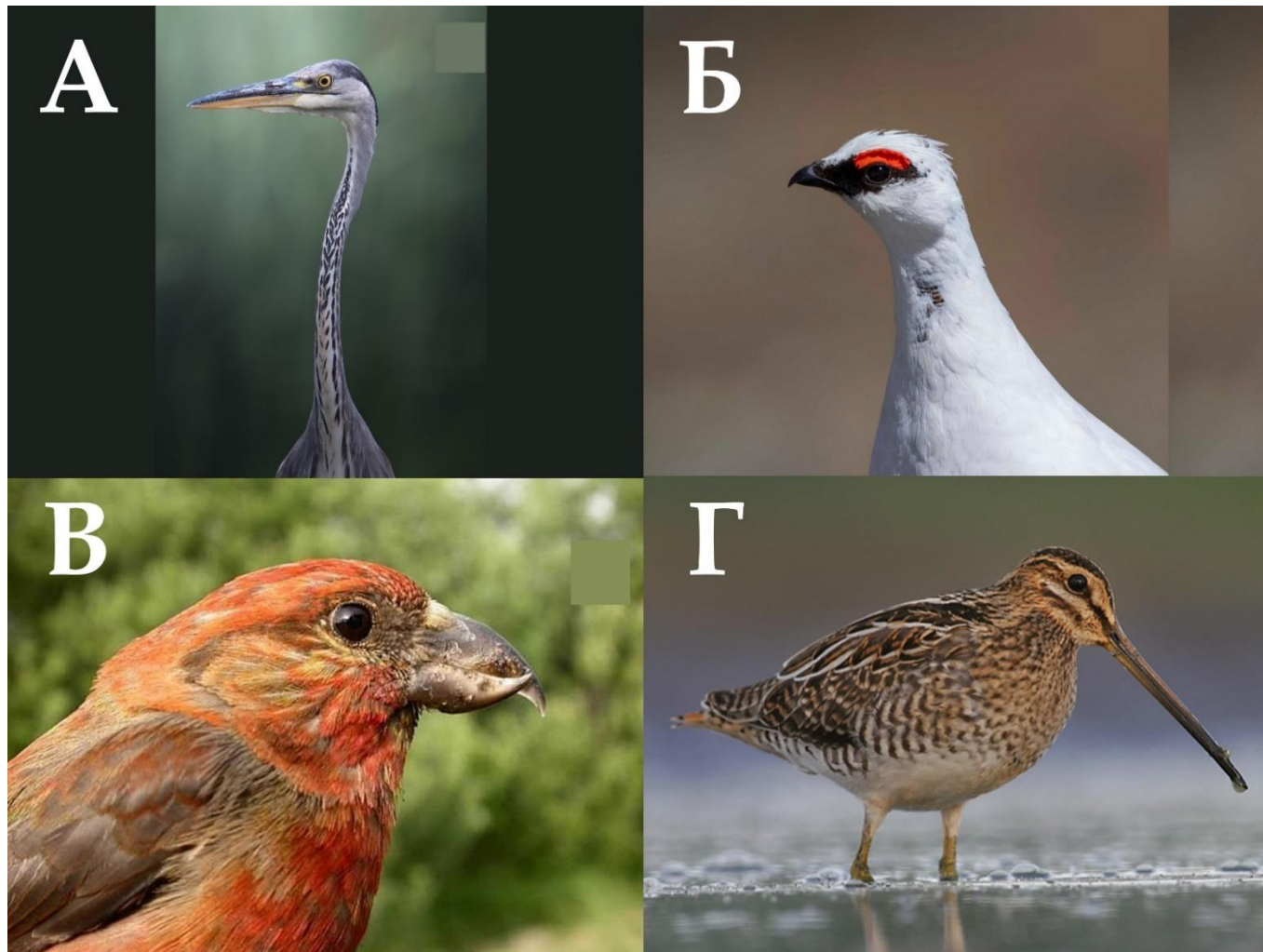
- A) Представитель с таким типом конечности приспособлен к обитанию в аридных условиях;
- B) При размножении не нуждается в наличии воды;
- C) В шейном отделе имеется 7-10 позвонков;

- D) Относится к классу Амфибии (Amphibia);
- E) У представителя с такой конечностью имеются слюнные железы;
- F) Представитель с таким типом конечности имеет 1 круг кровообращения;

**Задание ID 11 – 3 балла**

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Одна из уникальных черт птиц – это клюв. Клюв образован преимущественно за счет удлинения предчелюстной и зубной костей, покрытых кератиновым чехлом. Клюв необходим, в первую очередь, для добывания пищи, поэтому его форма отражает адаптацию к питанию. На фотографиях изображены птицы с различной формой клювов.

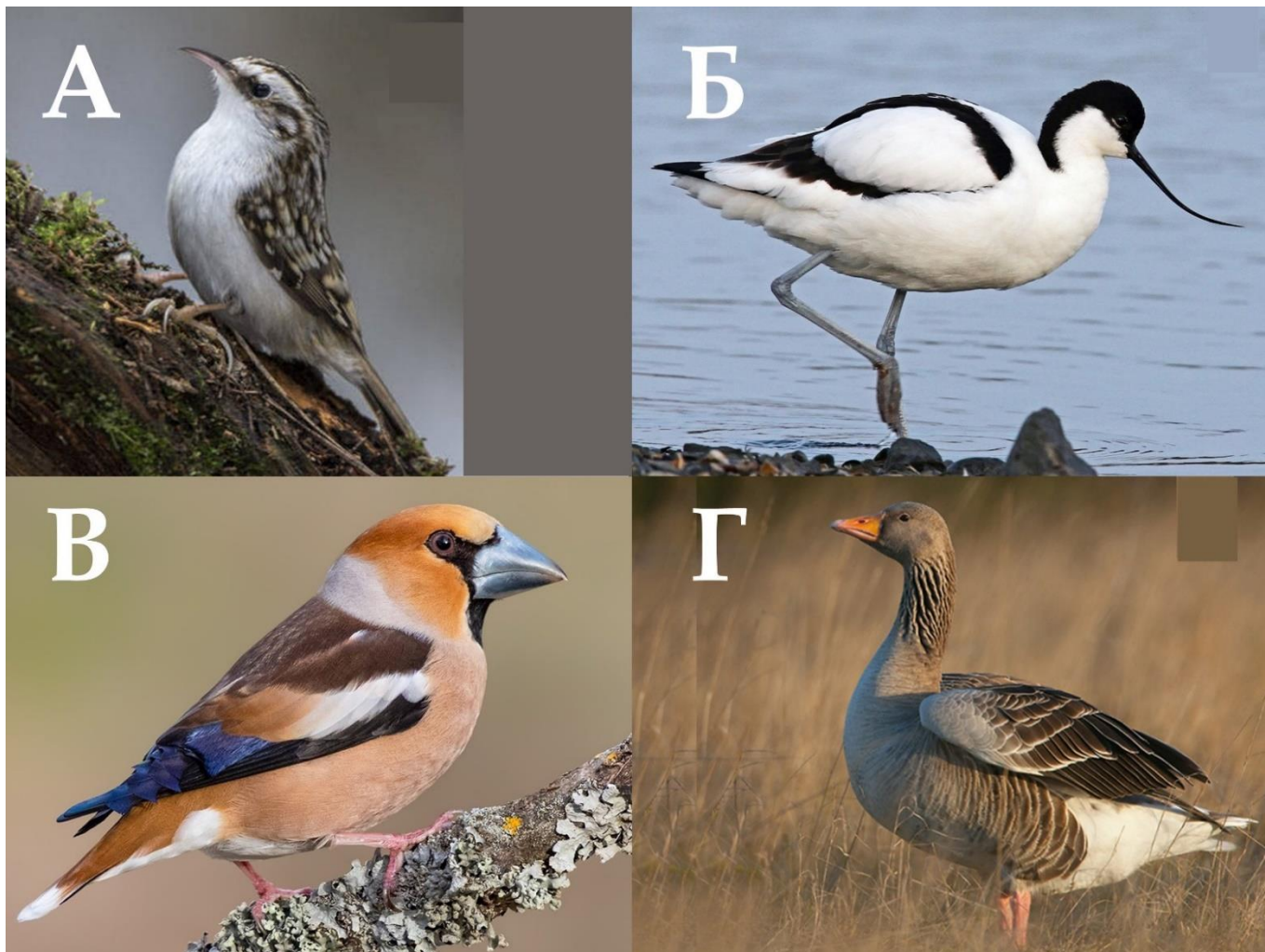
**Вариант 1**

Посмотрите, пожалуйста, на фотографии и для каждого из следующих утверждений о приспособлении клювов птиц к питанию укажите, является оно верным или неверным:

- А) На фото А изображена Серая цапля (*Ardea cinerea*). Ее длинный пинцетообразный клюв предназначен для быстрой и эффективной ловли рыбы и бесхвостых амфибий;
- В) На фото А изображена Серая цапля (*Ardea cinerea*). Длинный и прямой клюв нужен для копания в иле и поиска водных беспозвоночных;
- С) На фото Г изображен Бекас (*Gallinago gallinago*). Бекасы опускают свой клюв в мягкую водную грязь, зондируют ее и достают мелких водных беспозвоночных;
- Д) На фото В изображен Клест-еловик (*Loxia curvirostra*). Крестообразный клюв участвует в разделывании добычи, преимущественно грызунов;
- Е) На фотографии Б изображена Тундрная куропатка (*Lagopus muta*). Взрослые куропатки питаются в основном растительной пищей семенами, почками и ягодами;
- Ф) На фотографии Б изображена Домашняя курица (*Gallus gallus*) породы Йокогама. Куры всеядные, питаются семенами, травами, листьями, насекомыми;



## Вариант 2

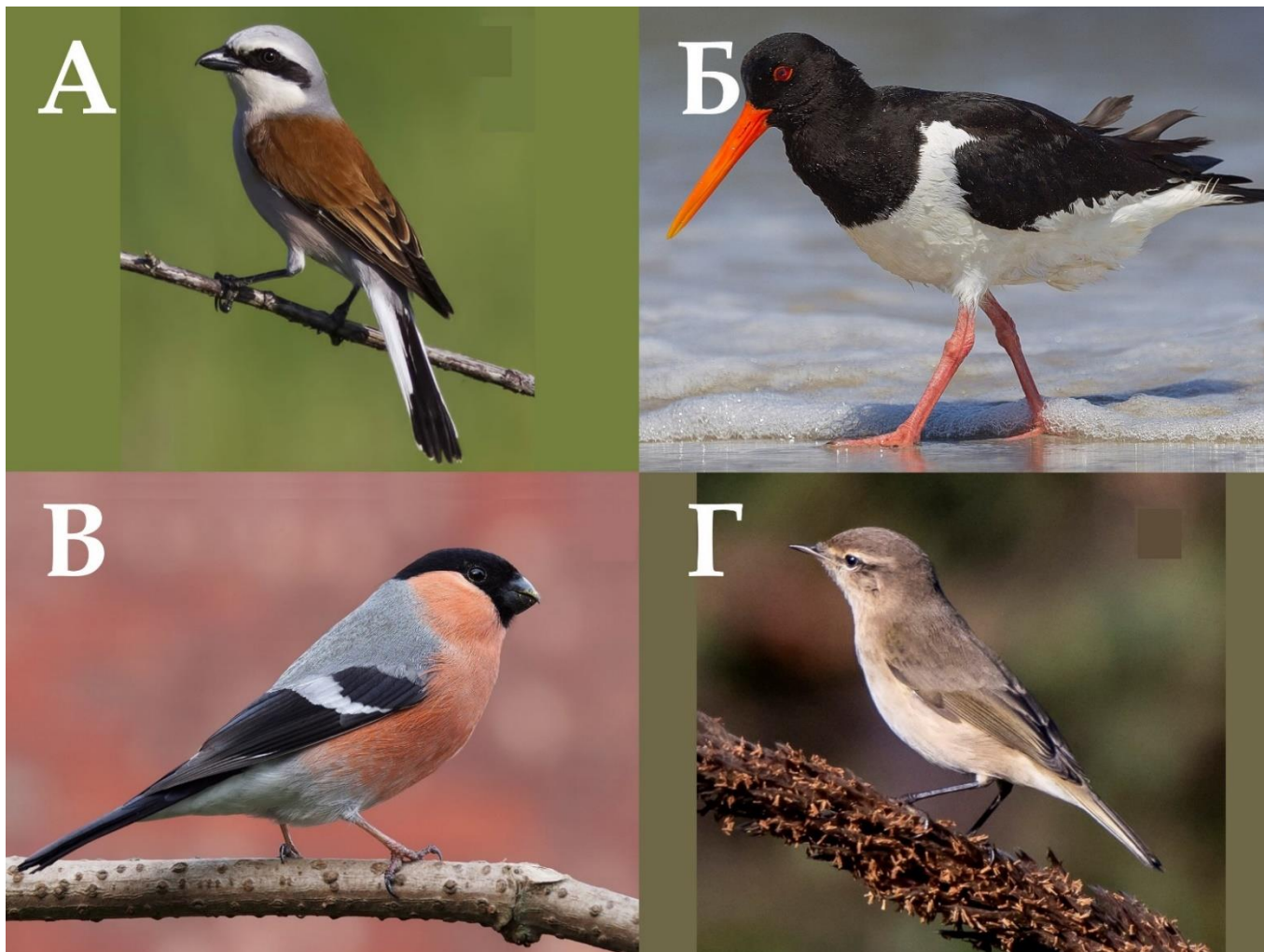


Посмотрите, пожалуйста, на фотографии и для каждого из следующих утверждений о приспособлении клювов птиц к питанию укажите, является оно верным или неверным:

- А) На фотографии А изображена Обыкновенная пищуха (*Certhia familiaris*). Пищуха питается яйцами насекомых и пауков, куколками и личинками, которые извлекают из ствола дерева благодаря своему тонкому и изогнутому клюву;
- Б) На фотографии Б изображена Шилоклювка (*Recurvirostra avosetta*). Основной корм шилоклювок – личинки комаров, мелкие рачки и водные насекомые. Птицы наклоняются и широкими взмахами вправо и влево водят клювом по поверхности ила. Этот способ охоты называется «косьбой»;
- В) На фотографии В изображен Обыкновенный дубонос (*Coccothraustes coccothraustes*). Дубоносы питаются косточками черёмухи, яблока, вишни и других плодовых деревьев. Это возможно благодаря массивному клюву;
- Г) На фотографии Г – Буроголовая гаичка (*Poecile montanus*). Питаются гаички, как насекомыми – двукрылыми, перепончатокрылыми, полужесткокрылыми и другими, так и растениями – семена и плоды березы, ольхи, василька;
- Д) Фотография А – Серый гусь (*Anser anser*). Питаются растительной пищей – осоками, злаками и ягодами;



Вариант 3



Посмотрите, пожалуйста, на фотографии и для каждого из следующих утверждений о приспособлении клювов птиц к питанию укажите, является оно верным или неверным:

- А) На фотографии Б изображен Кулик-сорока (*Haematopus ostralegus*). Кулик засовывает клюв в воду или песок на мелководье или во время отливов. Большая часть рациона приходится на двустворчатых моллюсков;
- Б) На фотографии А – Обыкновенный жулан (*Lanius collurio*). Хищная воробьиная птица. Питаются мелкими птицами, грызунами и ящерицами. Жуланы накалывают свою добычу на ветки;
- В) На фотографии Г изображена Пеночка-теньковка (*Phylloscopus collybita*). Теньковки специализируются на питании мелкими насекомыми;
- Г) На фотографии В изображен Обыкновенный снегирь (*Pyrrhula pyrrhula*). Благодаря массивному и короткому клюву, снегيري могут охотиться на личинок насекомых, гусениц пяденицы и пауков;
- Д) Под буквой В изображен Обыкновенный снегирь (*Pyrrhula pyrrhula*). Снегири предпочитают питаться ягодами, выедавая из них семена;
- Е) На фотографии А показан Полевой воробей (*Passer montanus*). Воробьи питаются как мелкими беспозвоночными, так и семенами и плодами;

### Задание ID 12 – 3 балла

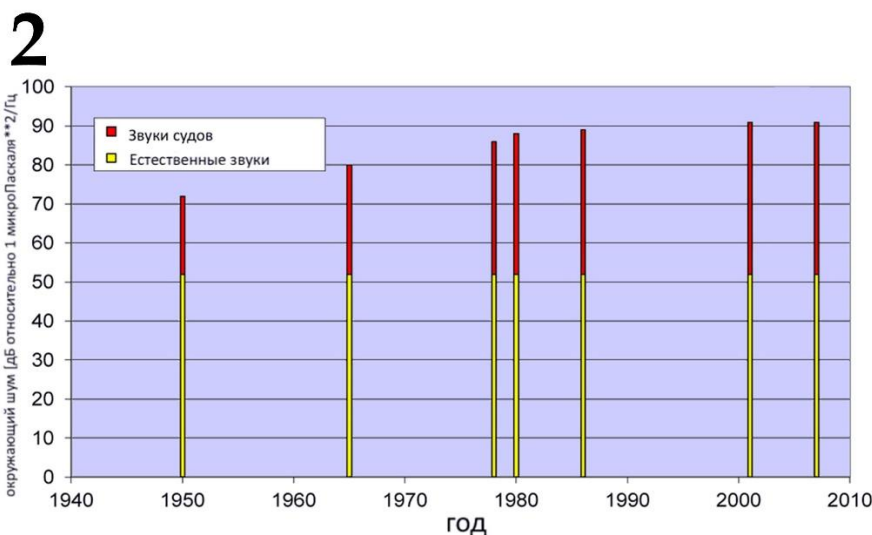
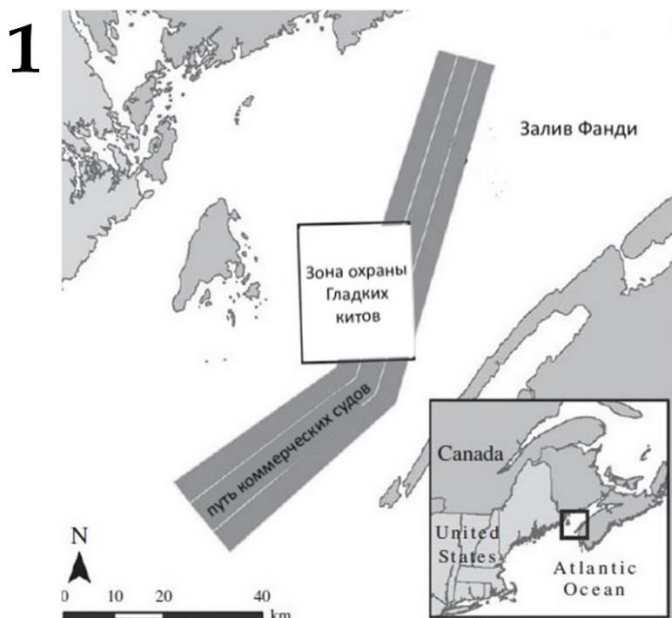
Общая для всех вариантов часть вопроса:

Гладкие киты (семейство Balaenidae) активно используют акустическую коммуникацию, причем их звуки могут распространяться в океанических водах на сотни километров. Низкочастотный шум от больших коммерческих судов создает существенные помехи китам, так как лежит в том же частотном диапазоне. Американские ученые предполагают, что интенсивность морского трафика коррелирует с уровнем стероидных гормонов (глюкокортикоидов) в организме китов, который является индикатором уровня стресса. Ученые решили проанализировать не акустические сигналы, а гормоны китов. Известно, что стресс приводит к повышению концентрации стероидных гормонов глюкокортикоидов в организме. Метаболиты этих гормонов выводятся с калом и мочой. Показано, что уровень метаболитов глюкокортикоидов (ГК) в фекальных массах отражает уровень физиологического стресса, испытанного животным.

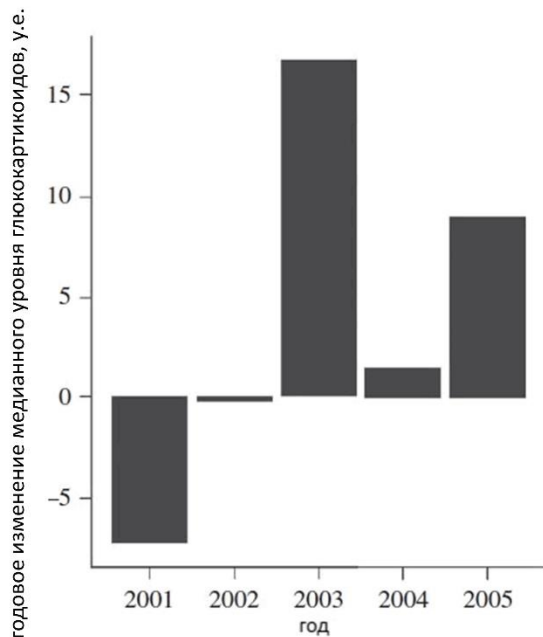
Рис 1. Пути коммерческих судов.

Рис 2. Измерения уровня океанического шума с 1950 по 2007 года.

Рис 3. Годовое (сравнивали конец и начало года) изменение медианного уровня глюкокортикоидов у китов.



3



**Проанализируйте рисунки и для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:**

**Вариант 1:**

- A) Пути коммерческих судов проходят через места обитания гладких китов;
- B) С середины прошлого века уровень шумов, вызванный коммерческим судоходством, значительно вырос, тогда как уровень биологических шумов оставался примерно на одном уровне;
- C) Звуки судов и биологических шумов оставались на одном уровне;
- D) Известно, что в 2001 году трафик судов был минимален за весь XXI века. Это могло повлиять на уровень стресса китов, что можно предположить из представленных данных;
- E) После 2001 года количество глюкокортикоидов повышалось, что может свидетельствовать о стрессе;
- F) Исследования проводились в водах Атлантического океана – это ареал Северного гладкого кита (*Eubalaena glacialis*), а не Японского гладкого кита (*Eubalaena japonica*);

**Вариант 2:**

- A) С середины прошлого века уровень шумов, вызванный коммерческим судоходством, значительно вырос, тогда как уровень биологических шумов оставался примерно на одном уровне;
- B) Звуки судов и биологических шумов оставались на одном уровне;
- C) Исследование проводилось в водах Атлантического океана – это ареал Японского гладкого кита (*Eubalaena japonica*), а не Северного гладкого кита (*Eubalaena glacialis*);
- D) В 2004 году наблюдался наименьший уровень стресса у гладких китов;
- E) Пути коммерческих судов не проходят через места обитания гладких китов;
- F) После 2001 года количество глюкокортикоидов понижалось, что свидетельствует об уменьшении стресса;

**Вариант 3:**

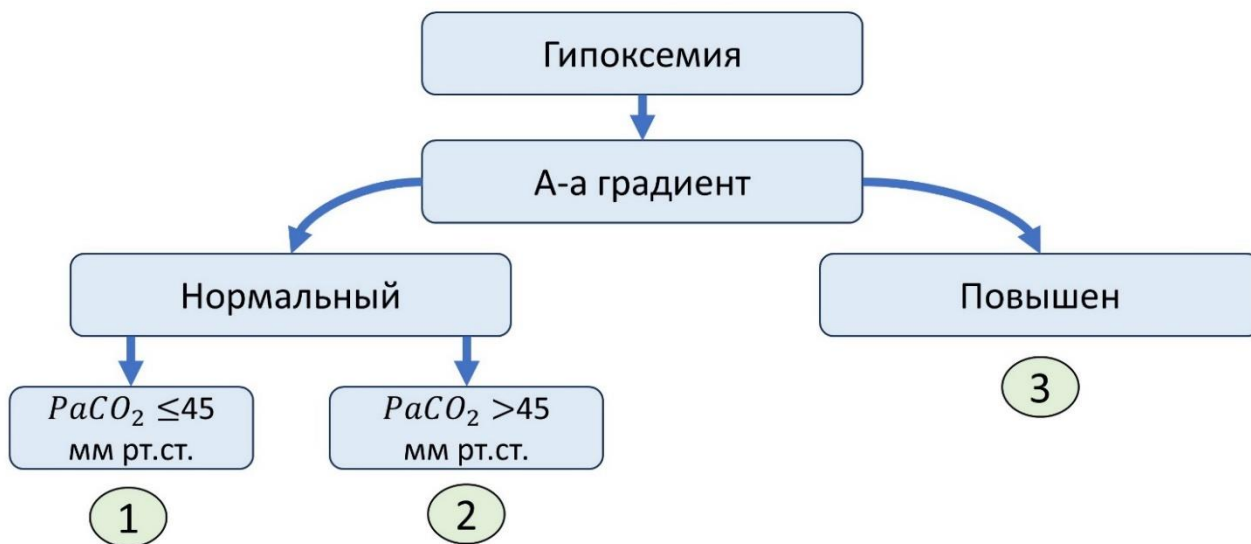
- A) Пути коммерческих судов проходят через места обитания гладких китов;
- B) Звуки судов и биологических шумов оставались на одном уровне;
- C) Известно, что в 2001 году трафик судов был минимален за весь XXI века. Это могло повлиять на уровень стресса китов, что можно предположить из представленных данных;
- D) Исследования проводились в водах Атлантического океана – это ареал Северного гладкого кита (*Eubalaena glacialis*), а не Японского гладкого кита (*Eubalaena japonica*);

- Е) Исследование проводилось в водах Атлантического океана – это ареал Японского гладкого кита (*Eubalaena japonica*), а не Северного гладкого кита (*Eubalaena glacialis*);
- Ф) После 2001 года количество глюкокортикоидов снижалось, что свидетельствует об уменьшении стресса;

**Задание ID 16 – 3 балла**

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Существует множество причин гипоксемии – снижения содержания кислорода в крови. Для выяснения генеза гипоксемии может быть полезным анализ газового состава артериальной крови, с помощью которого можно узнать парциальное давление кислорода ( $PaO_2$ ) и углекислого газа ( $PaCO_2$ ) в артериальной крови и некоторые другие показатели. Ниже приведена упрощенная блок-схема, предлагающая структурированный подход к поиску причин гипоксемии. При таком подходе все возможные причины разбиваются на 3 группы.



Проанализируйте схему и как «верно» отметьте лишь варианты ответа, в которых причина гипоксемии верно отнесена к одной из групп (1)-(3). В противном случае отметьте утверждение как «не верно».

Для сведения: А-а градиент – разница между парциальным давлением кислорода в альвеолярном воздухе ( $PAO_2$ , оценивается по специальным формулам) и в артериальной крови ( $PaO_2$ , измеряется непосредственно в образце крови). Нормальное значение  $PaCO_2$  составляет 35-45 мм рт.ст.

Вариант 1:

- А) Выраженный кифосколиоз, ограничивающий экскурсию грудной клетки и амплитуду дыхательных движений: 1;
- В) Дефект межжелудочковой перегородки со значительным объемом сброса крови из одного желудочка в другой: 2;
- С) Токсическое поражение центральной нервной системы с угнетением дыхательного центра: 1;
- Д) Пребывание в условиях высокогорья: 1;
- Е) Нервно-мышечное заболевание с вовлечением дыхательной мускулатуры, в результате которого развилась слабость диафрагмы: 2;
- Ф) Гигантская сосудистая мальформация в легких, в которой артерии непосредственно переходят в вены без формирования капиллярной сети: 2;

Вариант 2:

- А) Пребывание в условиях высокогорья: 1;
- В) Гигантская сосудистая мальформация в легких, в которой артерии непосредственно переходят в вены без формирования капиллярной сети: 2;
- С) Токсическое поражение центральной нервной системы с угнетением дыхательного центра: 1;



- D) Нервно-мышечное заболевание с вовлечением дыхательной мускулатуры, в результате которого развилась слабость диафрагмы: 3;
- E) Выраженный кифосколиоз, ограничивающий экскурсию грудной клетки и амплитуду дыхательных движений: 1;
- F) Дефект межпредсердной перегородки со значительным объемом сброса крови из одного предсердия в другое: 2;

*Вариант 3:*

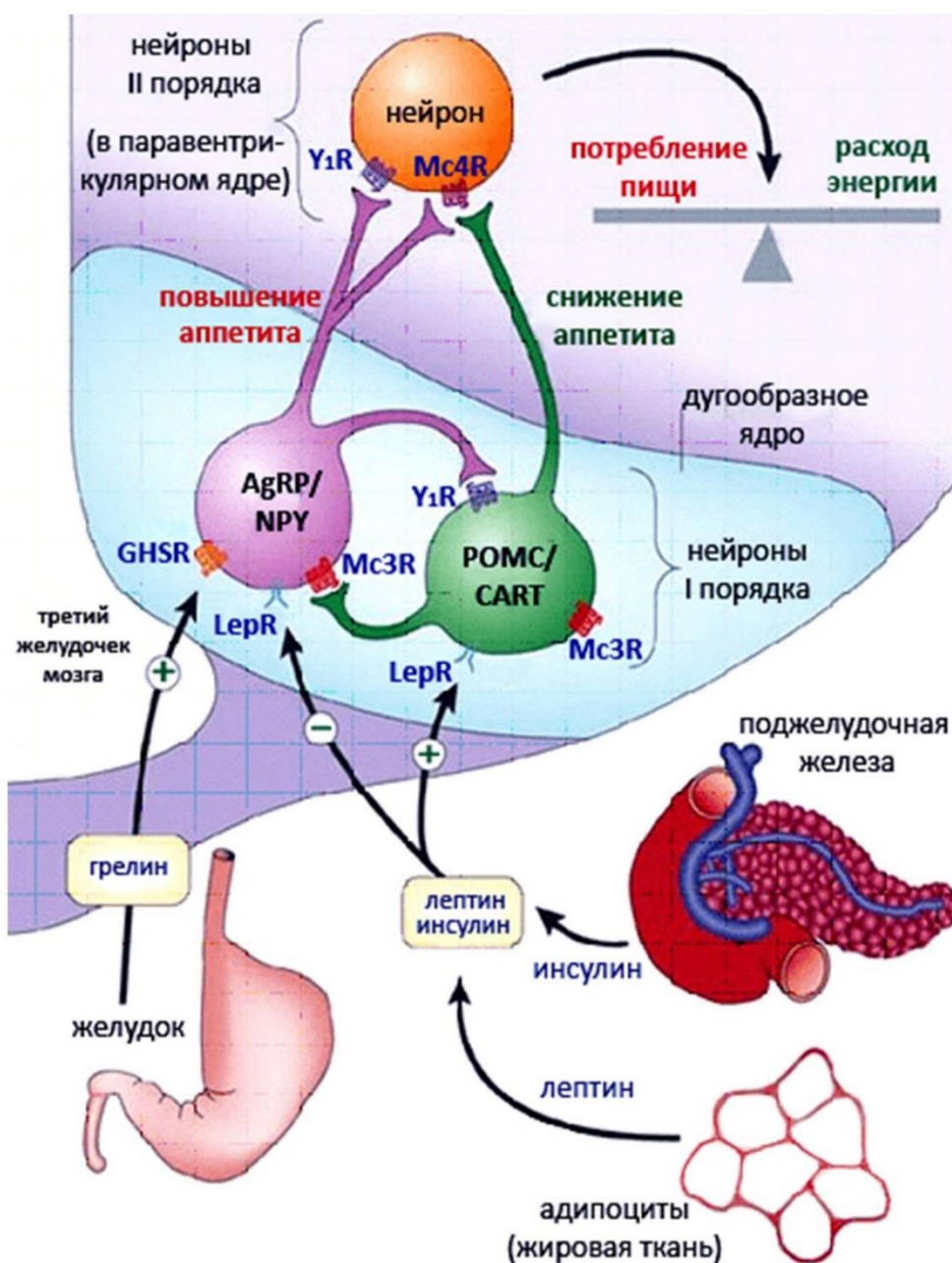
- A) Нервно-мышечное заболевание с вовлечением дыхательной мускулатуры, в результате которого развилась слабость диафрагмы: 2;
- B) Выраженный кифосколиоз, ограничивающий экскурсию грудной клетки и амплитуду дыхательных движений: 1;
- C) Токсическое поражение центральной нервной системы с угнетением дыхательного центра: 2;
- D) Врожденный порок со значительным сужением (стенозом) отверстия клапана легочного ствола: 3;
- E) Пребывание в условиях высокогорья: 2;
- F) Дефект межжелудочковой перегородки со значительным объемом сброса крови из одного желудочка в другой: 2;

### Задание ID 17 – 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Одним из ключевых регуляторов пищевого поведения является дугообразное ядро гипоталамуса. В этом ядре можно обнаружить две группы нейронов. Одни из них экспрессируют проопиомеланокортин (POMC) – белок-прекурсор, при протеолизе которого среди прочего образуется  $\alpha$ -меланоцитстимулирующий гормон, оказывающий анорексигенный (подавляющий аппетит) эффект. Другая популяция нейронов продуцирует орексигенные (стимулирующие аппетит) пептиды – нейропептид Y (NPY) и агути-подобный белок (AgRP). Обе группы нейронов находятся под влиянием различных регуляторных механизмов, часть из которых показана на схеме.

Современным представлениям о регуляции пищевого поведения мы во многом обязаны экспериментам с парабиозом – методом искусственного сращивания двух (реже трех) животных, при котором между ними устанавливается общее кровообращение.



**Обозначения:** (*Ob/Ob*) – мыши, гомозиготные по инактивирующей мутации в гене лептина, (*Db/Db*) – мыши, гомозиготные по инактивирующей мутации в гене рецептора лептина.

**Проанализируйте предложенную схему и определите, какие из приведенных ниже суждений являются верными, а какие – неверными.**

*Вариант 1:*

- А) Если мышь линии (*Db/Db*) парабиотически соединить с мышью дикого типа, то мышь дикого типа будет есть больше и быстро набирать массу тела;
- В) Концентрация грелина в плазме крови максимальна после обильного приема пищи;
- С) Концентрация лептина в плазме крови максимальна при длительном голодании;
- Д) Если мышь линии (*Ob/Ob*) парабиотически соединить с мышью дикого типа, то мышь (*Ob/Ob*) будет есть меньше, а мышь дикого типа – больше, чем до операции;
- Е) Если мышь линии (*Db/Db*) парабиотически соединить с мышью линии (*Ob/Ob*), то мышь линии (*Ob/Ob*) будет есть меньше и терять массу тела;
- Ф) На AgRP/NPY- и POMC-нейроны лептин оказывает прямо противоположное действие, следовательно, в этих нейронах экспрессируются разные рецепторы к лептину;

*Вариант 2:*

- А) Если мышь линии (*Ob/Ob*) парабиотически соединить с мышью дикого типа, то мышь (*Ob/Ob*) будет есть больше, а мышь дикого типа – меньше, чем до операции;
- В) На AgRP/NPY- и POMC-нейроны лептин оказывает прямо противоположное действие, следовательно, в этих нейронах экспрессируются разные изоформы рецептора к лептину;
- С) Концентрация лептина в плазме крови максимальна при длительном голодании;
- Д) Концентрация грелина в плазме крови после обильного приема пищи снижается;
- Е) Если мышь линии (*Db/Db*) парабиотически соединить с мышью дикого типа, то мышь дикого типа будет есть меньше и терять массу тела;
- Ф) Если мышь линии (*Db/Db*) парабиотически соединить с мышью линии (*Ob/Ob*), то мышь линии (*Ob/Ob*) будет есть больше и набирать массу тела;

*Вариант 3:*

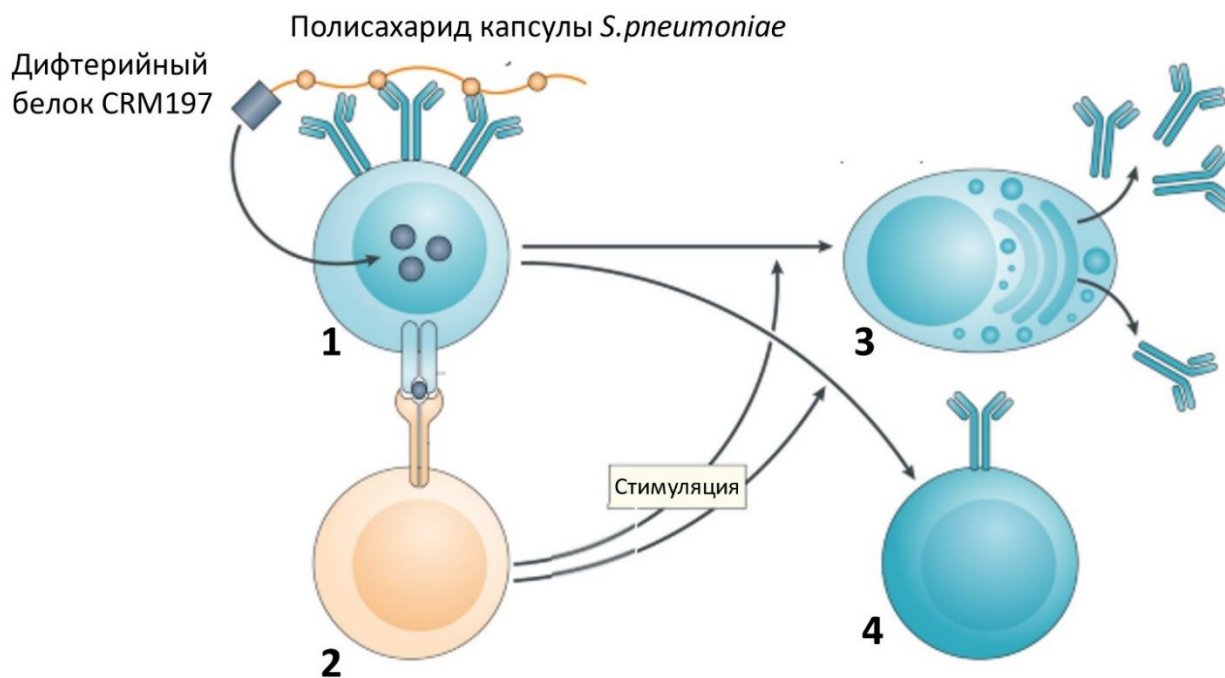
- А) Если мышь линии (*Db/Db*) парабиотически соединить с мышью дикого типа, то мышь дикого типа будет есть меньше и терять массу тела;
- В) Концентрация лептина в плазме крови максимальна при длительном голодании;
- С) На AgRP/NPY- и POMC-нейроны лептин оказывает прямо противоположное действие, следовательно, в этих нейронах экспрессируются разные изоформы рецептора к лептину;
- Д) Если мышь линии (*Ob/Ob*) парабиотически соединить с мышью дикого типа, то мышь (*Ob/Ob*) будет есть меньше, а мышь дикого типа – больше, чем до операции;
- Е) Концентрация грелина в плазме крови максимальна после обильного приема пищи;
- Ф) Если мышь линии (*Db/Db*) парабиотически соединить с мышью линии (*Ob/Ob*), то мышь линии (*Ob/Ob*) будет есть меньше и терять массу тела;

**Задание ID 18 – 3 балла**

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Пневмококк (*Streptococcus pneumoniae*) – ведущий возбудитель внебольничной пневмонии, острого гнойного среднего отита, бактериального гнойного менингита и других опасных инфекционных заболеваний. Ключевым фактором вирулентности этого патогена является полисахаридная капсула, затрудняющая фагоцитоз бактерии иммунными клетками.

В настоящее время разработано несколько вакцин против пневмококка, в том числе так называемая конъюгированная вакцина, которая содержит капсулярные полисахариды, к которым ковалентно присоединен дифтерийный белок CRM197 (нетоксичная мутантная форма дифтерийного токсина). На рисунке ниже представлена упрощенная схема иммунного ответа, развивающегося после введения такой вакцины.



Для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:

Вариант 1:

- А) Клетка №1 – Т-лимфоцит, клетка №2 – В-лимфоцит;
- В) После взаимодействия клетки №2 с клеткой №1 последняя вступает в митоз, при этом одна из дочерних клеток сохраняет фенотип родительской (№4), а другая становится клеткой, секретирующей антитела (№3);
- С) Взаимодействие клеток №1 и №2, показанное на рисунке, происходит в периферических лимфоидных органах;
- Д) После введения описанной конъюгированной вакцины иммунитета к дифтерии не возникает, так как к полисахариду присоединена мутантная, а не дикая, форма дифтерийного токсина;
- Е) Клетки №1 и №2 имеют рецепторы, специфично распознающие один и тот же антиген;
- Ф) После введения конъюгированной вакцины в организме человека произойдет клональная экспансия Т-лимфоцитов, способных специфично распознать CRM197;

Вариант 2:

- А) Клетка №1 – В-лимфоцит, клетка №2 – Т-лимфоцит;
- В) После введения конъюгированной вакцины в организме человека произойдет клональная экспансия Т-лимфоцитов, способных специфично распознать капсульный полисахарид пневмококка;

- С) Взаимодействие клеток №1 и №2, показанное на рисунке, происходит в центральных лимфоидных органах;
- Д) На рисунке показано взаимодействие Т- и В-клеточного рецепторов;
- Е) Преимущество конъюгированной вакцины заключается в том, что она позволяет сформировать иммунитет как к пневмококковой инфекции, так и к дифтерии;
- Ф) После взаимодействия клетки №2 с клеткой №1 последняя вступает в митоз, при этом одна из дочерних клеток сохраняет фенотип родительской (№4), а другая становится клеткой, секретирующей антитела (№3).

*Вариант 3:*

- А) Антитела, секретируемые клеткой №3, способны распознавать как полисахарид капсулы пневмококка, так и CRM197;
- В) Клетка №1 – Т-лимфоцит, клетка №2 – В-лимфоцит;
- С) После взаимодействия клетки №2 с клеткой №1 последняя вступает в митоз, при этом одна из дочерних клеток сохраняет фенотип родительской (№4), а другая становится клеткой, секретирующей антитела (№3);
- Д) Взаимодействие клеток №1 и №2, показанное на рисунке, происходит в периферических лимфоидных органах;
- Е) На рисунке показано взаимодействие Т- и В-клеточного рецепторов;
- Ф) После введения конъюгированной вакцины в организме человека произойдет клональная экспансия Т-лимфоцитов, способных специфично распознать CRM197;



## **Тип заданий В. Задания на сопоставление элементов**

В заданиях данной части участникам необходимо проанализировать различные фотографии, рисунки, схемы (отмечены арабскими цифрами) и сопоставить им элементы из двух списков, приведенных ниже (отмечены латинскими буквами и римскими цифрами). В качестве ответа в каждом задании участники должны провести стрелки между сопоставляемыми элементами.

### **Система оценки:**

За каждое верно указанное соответствие между элементами 1 и 2 рядов или 2 и 3 рядов участник получает 0,5 балла.

За каждое неверное соответствие – 0 баллов.

**Задание ID 38 – 5 баллов (Вариант 1)**

В ходе селекции декоративно-цветущих растений были выведены многочисленные сорта махровых растений. Махровость – это увеличение числа лепестков, которое делает околоцветник более пышным и эстетически привлекательным. Генетическая природа махровости разнообразна. Проанализируйте фотографии махровых цветков, определите их таксономическое положение и причину махровости:



**Семейства растений (список избыточен – в нем есть лишние названия):**

- A) Астровые (Asteraceae);
- B) Бобовые (Fabaceae);
- C) Кипрейные (Onagraceae);
- D) Лилейные (Liliaceae);
- E) Лютиковые (Ranunculaceae);
- F) Маковые (Papaveraceae);
- G) Пасленовые (Solanaceae);
- H) Розовые (Rosaceae).

**Причина махровости (список избыточен – в нем есть лишние причины):**

- I) Превращение чашелистиков в лепестки;
- II) Закладка дополнительных кругов околоцветника;
- III) Преобразование тычинок в лепестки;
- IV) Преобразование тычинок и пестиков в лепестки;
- V) Закладка дополнительных кругов околоцветника и преобразование тычинок в лепестки;
- VI) Расщепление лепестков;
- VII) Образование язычковых цветков в соцветии вместо трубчатых (ложная махровость);
- VIII) Образование трубчатых цветков в соцветии вместо язычковых (ложная махровость);
- IX) Образование воронковидных цветков в соцветии вместо трубчатых (ложная махровость).

**Задание ID 38 – 5 баллов (Вариант 2)**

В ходе селекции декоративно-цветущих растений были выведены многочисленные сорта махровых растений. Махровость – это увеличение числа лепестков, которое делает околоцветник более пышным и эстетически привлекательным. Генетическая природа махровости разнообразна. Проанализируйте фотографии махровых цветков, определите их таксономическое положение и причину махровости:



**Семейства растений (список избыточен – в нем есть лишние названия):**

- A) Астровые (Asteraceae);
- B) Бобовые (Fabaceae);
- C) Кипрейные (Onagraceae);
- D) Лилейные (Liliaceae);
- E) Лютиковые (Ranunculaceae);
- F) Маковые (Papaveraceae);
- G) Пасленовые (Solanaceae);
- H) Розовые (Rosaceae).

**Причина махровости (список избыточен – в нем есть лишние причины):**

- I) Превращение чашелистиков в лепестки;
- II) Закладка дополнительных кругов околоцветника;
- III) Преобразование тычинок в лепестки;
- IV) Преобразование тычинок и пестиков в лепестки;
- V) Закладка дополнительных кругов околоцветника и преобразование тычинок в лепестки;
- VI) Расщепление лепестков;
- VII) Образование язычковых цветков в соцветии вместо трубчатых (ложная махровость);
- VIII) Образование трубчатых цветков в соцветии вместо язычковых (ложная махровость);
- IX) Образование воронковидных цветков в соцветии вместо трубчатых (ложная махровость).



**Задание ID 38 – 5 баллов (Вариант 3)**

В ходе селекции декоративно-цветущих растений были выведены многочисленные сорта махровых растений. Махровость – это увеличение числа лепестков, которое делает околоцветник более пышным и эстетически привлекательным. Генетическая природа махровости разнообразна. Проанализируйте фотографии махровых цветков, определите их таксономическое положение и причину махровости:



**Семейства растений (список избыточен – в нем есть лишние названия):**

- A) Астровые (Asteraceae);
- B) Бобовые (Fabaceae);
- C) Кипрейные (Onagraceae);
- D) Лилейные (Liliaceae);
- E) Лютиковые (Ranunculaceae);
- F) Маковые (Papaveraceae);
- G) Пасленовые (Solanaceae);
- H) Розовые (Rosaceae).

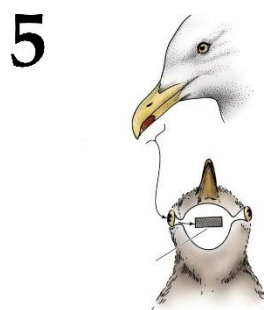
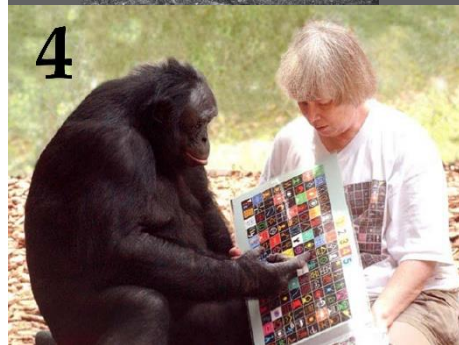
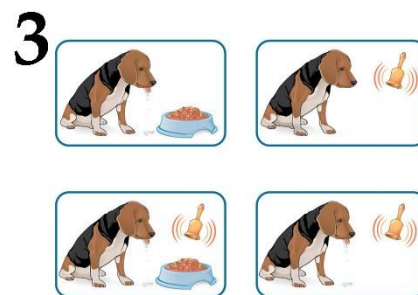
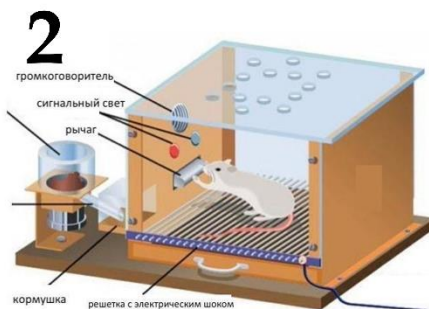
**Причина махровости (список избыточен – в нем есть лишние причины):**

- I) Превращение чашелистиков в лепестки;
- II) Закладка дополнительных кругов околоцветника;
- III) Преобразование тычинок в лепестки;
- IV) Преобразование тычинок и пестиков в лепестки;
- V) Закладка дополнительных кругов околоцветника и преобразование тычинок в лепестки;
- VI) Расщепление лепестков;
- VII) Образование язычковых цветков в соцветии вместо трубчатых (ложная махровость);
- VIII) Образование трубчатых цветков в соцветии вместо язычковых (ложная махровость);
- IX) Образование воронковидных цветков в соцветии вместо трубчатых (ложная махровость).

**Задание ID 40 – 5 баллов (Вариант 1)**

Изучение поведения животных претерпевало постоянные изменения – менялись как подходы исследований и отношение к объектам изучения, так и появлялись новые школы и новые данные по поведению животных. Поведение – это совокупность внешних проявлений жизнедеятельности организма.

Соотнесите картинки, на которых изображены различные исследования поведения животных с названием соответствующей поведенческой школы и описанием экспериментов.

**Описание эксперимента:**

- А) Инструментальное обучение – обучение «методом проб и ошибок». При таком типе обучения со значимым стимулом (подкреплением) ассоциируется не новый объект, а определённая форма поведения;
- В) Импринтинг;
- С) Выявление интеллекта у животных;
- Д) Суперстимул;
- Е) Концепция условного рефлекса. Процесс, при котором первоначально нейтральный стимул (условный раздражитель) начинает вызывать реакцию (условную реакцию) после повторного сочетания этого стимула с безусловным стимулом (БР), вызывавшим эту реакцию перед обучением;

**Основная поведенческая школа (список избыточен – в нем есть лишние элементы):**

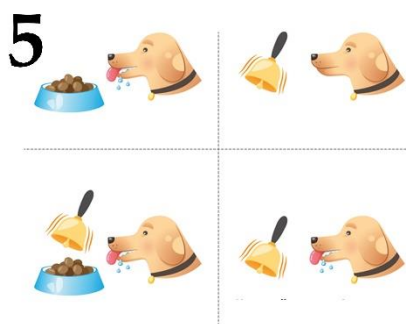
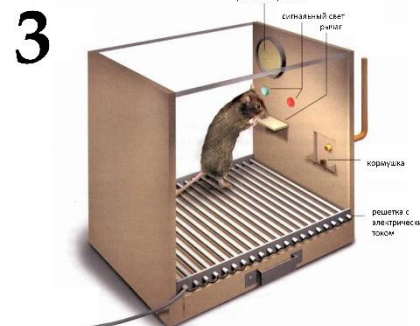
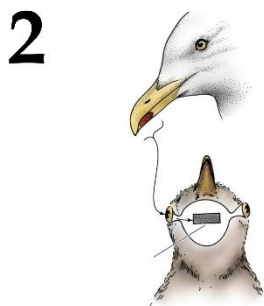
- I) Павловская школа;
- II) Бихевиоризм;
- III) Этология;
- IV) Социобиология;
- V) Эволюционная психология;
- VI) Когнитивная этология;



**Задание ID 40 – 5 баллов (Вариант 2)**

Изучение поведения животных претерпевало постоянные изменения – менялись как подходы исследований и отношение к объектам изучения, так и появлялись новые школы и новые данные по поведению животных. Поведение – это совокупность внешних проявлений жизнедеятельности организма.

Соотнесите картинки, на которых изображены различные исследования поведения животных с названием соответствующей поведенческой школы и описанием экспериментов.

**Описание эксперимента:**

- А) Инструментальное обучение – обучение «методом проб и ошибок». При таком типе обучения со значимым стимулом (подкреплением) ассоциируется не новый объект, а определённая форма поведения;
- В) Импринтинг;
- С) Выявление интеллекта у животных;
- Д) Суперстимул;
- Е) Концепция условного рефлекса. Процесс, при котором первоначально нейтральный стимул (условный раздражитель) начинает вызывать реакцию (условную реакцию) после повторного сочетания этого стимула с безусловным стимулом (БР), вызывавшим эту реакцию перед обучением;

**Основная поведенческая школа (список избыточен – в нем есть лишние элементы):**

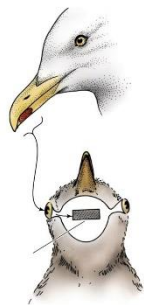
- I) Павловская школа;
- II) Бихевиоризм;
- III) Этология;
- IV) Социобиология;
- V) Эволюционная психология;
- VI) Когнитивная этология;

**Задание ID 40 – 5 баллов (Вариант 3)**

Изучение поведения животных претерпевало постоянные изменения – менялись как подходы исследований и отношение к объектам изучения, так и появлялись новые школы и новые данные по поведению животных. Поведение – это совокупность внешних проявлений жизнедеятельности организма.

Соотнесите картинки, на которых изображены различные исследования поведения животных с названием соответствующей поведенческой школы и описанием экспериментов.

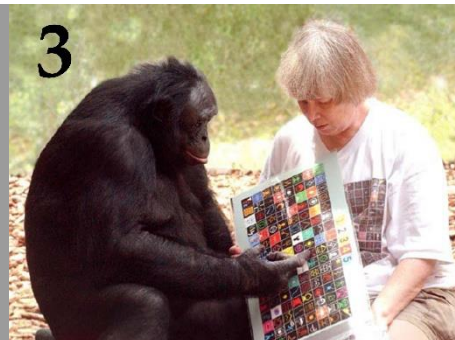
1



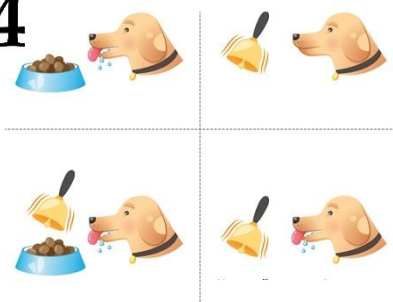
2



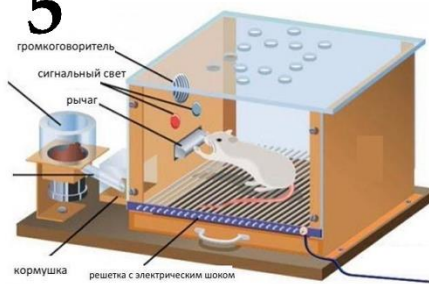
3



4



5

**Описание эксперимента:**

- А) Инструментальное обучение – обучение «методом проб и ошибок». При таком типе обучения со значимым стимулом (подкреплением) ассоциируется не новый объект, а определённая форма поведения;
- В) Импринтинг;
- С) Выявление интеллекта у животных;
- Д) Суперстимул;
- Е) Концепция условного рефлекса. Процесс, при котором первоначально нейтральный стимул (условный раздражитель) начинает вызывать реакцию (условную реакцию) после повторного сочетания этого стимула с безусловным стимулом (БР), вызывавшим эту реакцию перед обучением;

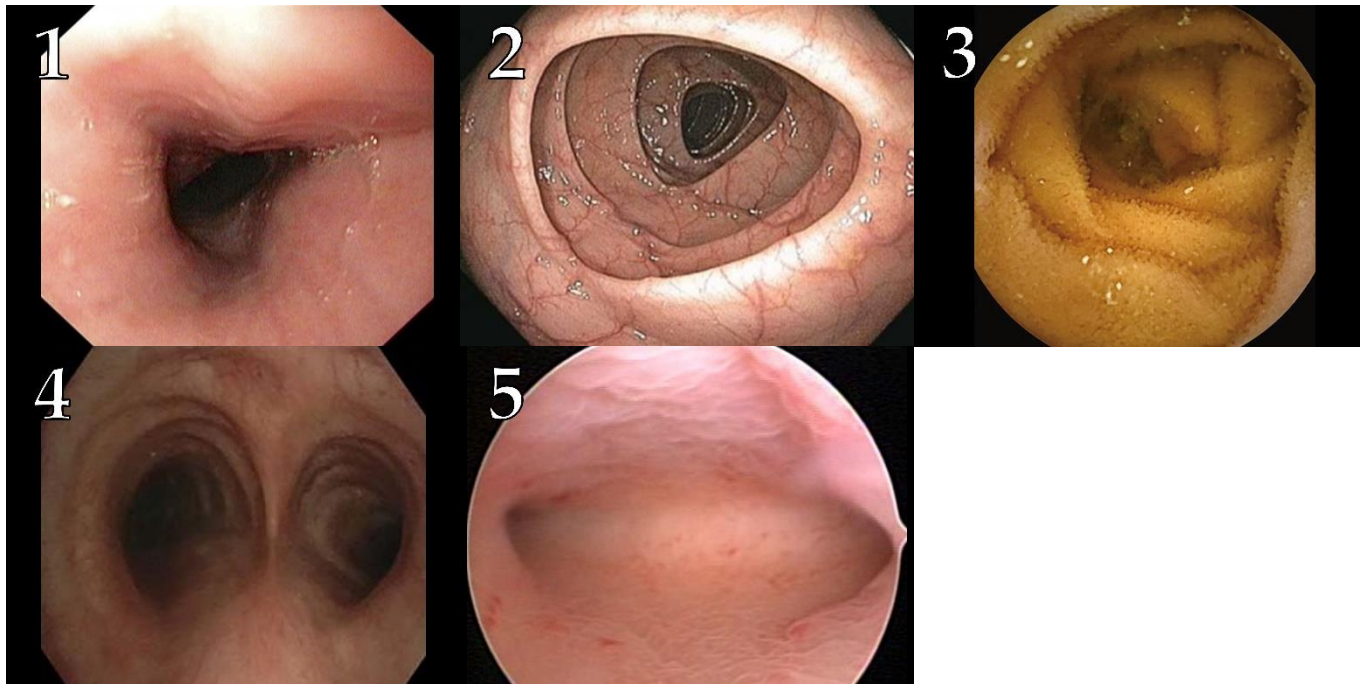
**Основная поведенческая школа (список избыточен – в нем есть лишние элементы):**

- I) Павловская школа;
- II) Бихевиоризм;
- III) Этология;
- IV) Социобиология;
- V) Эволюционная психология;
- VI) Когнитивная этология;

**Задание ID 42 – 5 баллов (Вариант 1)**

Эндоскопические исследования позволяют заглянуть внутрь полых органов, не прибегая к помощи скальпеля. Инструментом для таких исследований является длинный гибкий зонд с оптической системой на конце, с помощью которой изображение исследуемого органа от объектива поступает к глазу врача-эндоскописта или выводится на экран монитора.

Установите, какие органы представлены на фотографиях (1)-(5), полученных в ходе разных эндоскопических исследований. Каждому органу выберите подходящую характеристику из перечня (I-VII).



**Органы (список избыточен – в нем есть лишние названия):**

- A) Пищевод;
- B) Желудок;
- C) Тонкая кишка;
- D) Толстая кишка;
- E) Носовая полость;
- F) Гортань;
- G) Трахея (с разделением на главные бронхи);
- H) Матка (с устьями маточных труб);
- I) Мочевой пузырь (с устьями мочеточников).

**Особенности органа (список избыточен – в нем есть лишние элементы):**

- I) Почти на всем протяжении органа наружный (продольный) слой мускулатуры не сплошной, а разбит на 3 тяжа – ленты;
- II) На проксимальном конце органа имеется сфинктер из скелетной мышечной ткани, на дистальном – из гладкой мышечной ткани;
- III) Толщина слизистой оболочки и ее гистологическое строение подвергаются существенным циклическим изменениям до определенного возраста;
- IV) Основу эпителия органа составляют клетки, в апикальную мембрану которых встроены ферменты, расщепляющие дисахариды и олигопептиды;
- V) В составе желез слизистой оболочки присутствуют клетки, у которых площадь поверхности апикальной мембраны может значительно возрасти при активации блуждающих нервов.
- VI) В структуре органа имеются суставы;

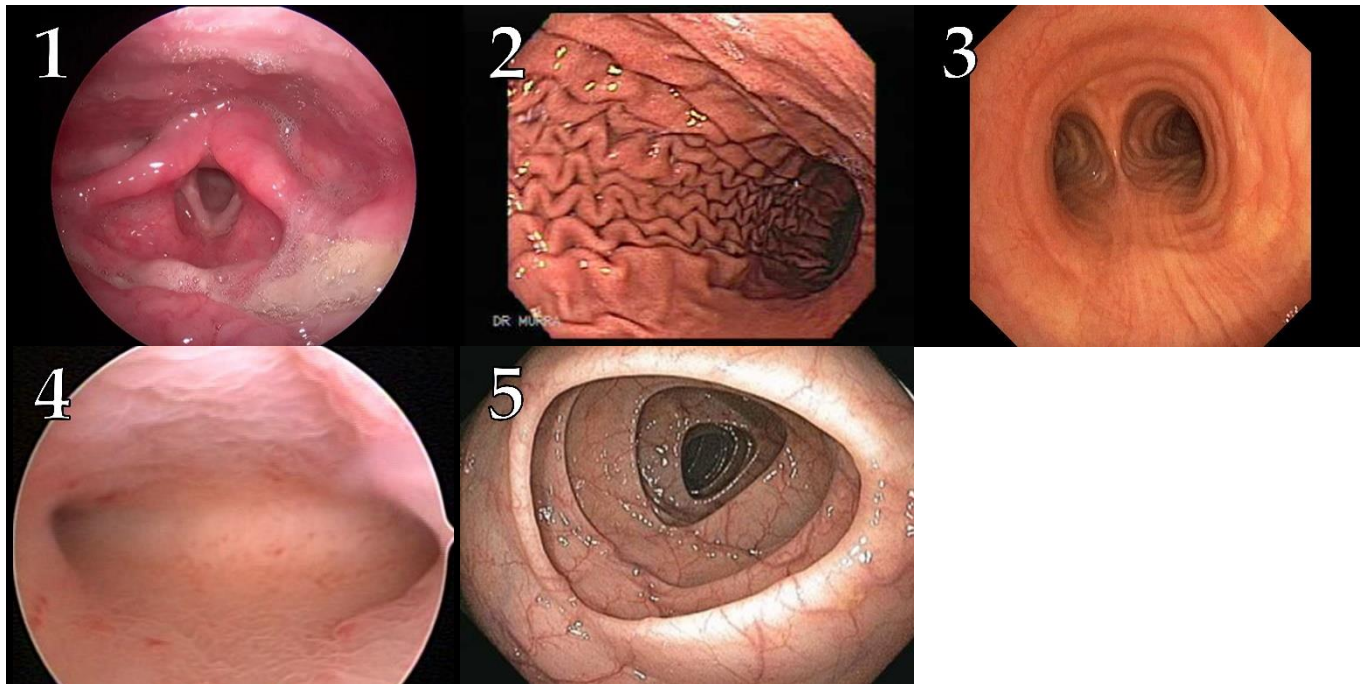
- VII) Структурный каркас стенки органа составляют несколько однотипных элементов, образованных одним из видов скелетных соединительных тканей.



**Задание ID 42 – 5 баллов (Вариант 2)**

Эндоскопические исследования позволяют заглянуть внутрь полых органов, не прибегая к помощи скальпеля. Инструментом для таких исследований является длинный гибкий зонд с оптической системой на конце, с помощью которой изображение исследуемого органа от объектива поступает к глазу врача-эндоскописта или выводится на экран монитора.

Установите, какие органы представлены на фотографиях (1)-(5), полученных в ходе разных эндоскопических исследований. Каждому органу выберите подходящую характеристику из перечня (I-VII).



**Органы (список избыточен – в нем есть лишние названия):**

- A) Пищевод;
- B) Желудок;
- C) Тонкая кишка;
- D) Толстая кишка;
- E) Носовая полость;
- F) Гортань;
- G) Трахея (с разделением на главные бронхи);
- H) Матка (с устьями маточных труб);
- I) Мочевой пузырь (с устьями мочеточников).

**Особенности органа (список избыточен – в нем есть лишние элементы):**

- I) Почти на всем протяжении органа наружный (продольный) слой мускулатуры не сплошной, а разбит на 3 тяжа – ленты;
- II) На проксимальном конце органа имеется сфинктер из скелетной мышечной ткани, на дистальном – из гладкой мышечной ткани;
- III) Толщина слизистой оболочки и ее гистологическое строение подвергаются существенным циклическим изменениям до определенного возраста;
- IV) Основу эпителия органа составляют клетки, в апикальную мембрану которых встроены ферменты, расщепляющие дисахариды и олигопептиды;
- V) В составе желез слизистой оболочки присутствуют клетки, у которых площадь поверхности апикальной мембраны может значительно возрасти при активации блуждающих нервов.
- VI) В структуре органа имеются суставы;

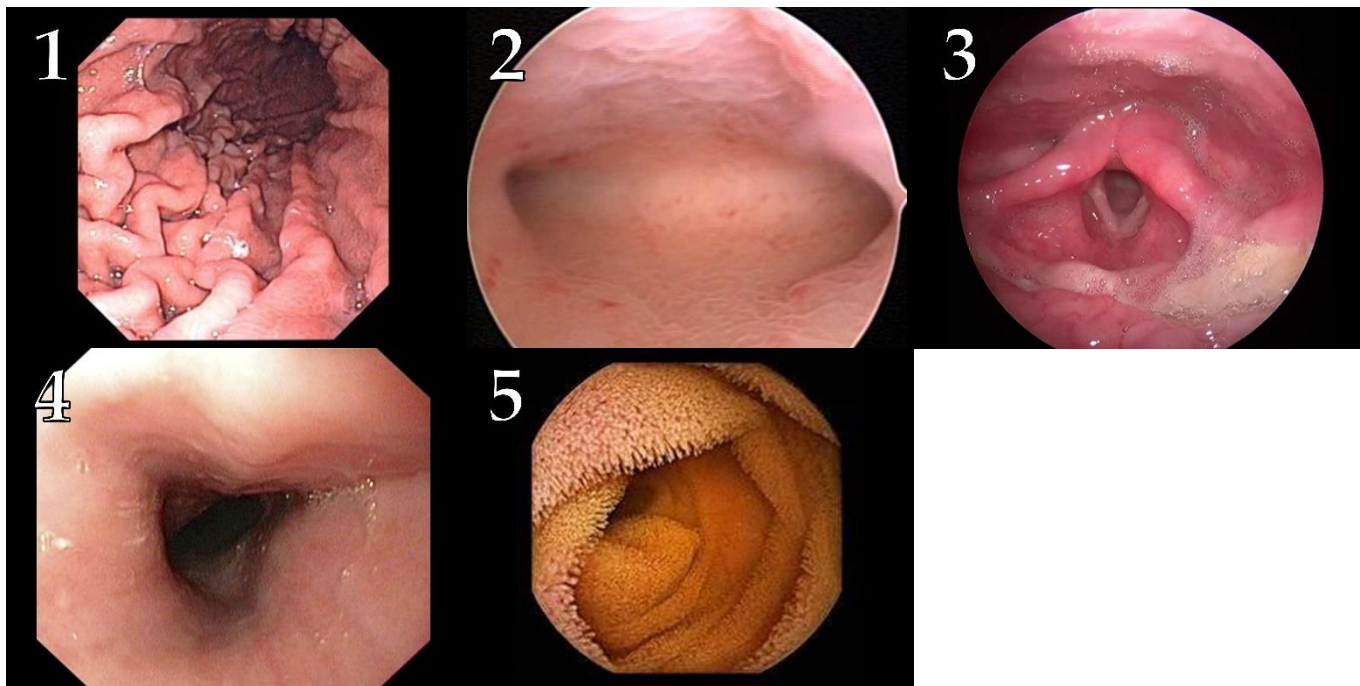


- VII) Структурный каркас стенки органа составляют несколько однотипных элементов, образованных одним из видов скелетных соединительных тканей.

**Задание ID 42 – 5 баллов (Вариант 3)**

Эндоскопические исследования позволяют заглянуть внутрь полых органов, не прибегая к помощи скальпеля. Инструментом для таких исследований является длинный гибкий зонд с оптической системой на конце, с помощью которой изображение исследуемого органа от объектива поступает к глазу врача-эндоскописта или выводится на экран монитора.

Установите, какие органы представлены на фотографиях (1)-(5), полученных в ходе разных эндоскопических исследований. Каждому органу выберите подходящую характеристику из перечня (I-VII).



**Органы (список избыточен – в нем есть лишние названия):**

- A) Пищевод;
- B) Желудок;
- C) Тонкая кишка;
- D) Толстая кишка;
- E) Носовая полость;
- F) Гортань;
- G) Трахея (с разделением на главные бронхи);
- H) Матка (с устьями маточных труб);
- I) Мочевой пузырь (с устьями мочеточников).

**Особенности органа (список избыточен – в нем есть лишние элементы):**

- I) Почти на всем протяжении органа наружный (продольный) слой мускулатуры не сплошной, а разбит на 3 тяжа – ленты;
- II) На проксимальном конце органа имеется сфинктер из скелетной мышечной ткани, на дистальном – из гладкой мышечной ткани;
- III) Толщина слизистой оболочки и ее гистологическое строение подвергаются существенным циклическим изменениям до определенного возраста;
- IV) Основу эпителия органа составляют клетки, в апикальную мембрану которых встроены ферменты, расщепляющие дисахариды и олигопептиды;
- V) В составе желез слизистой оболочки присутствуют клетки, у которых площадь поверхности апикальной мембраны может значительно возрасти при активации блуждающих нервов.
- VI) В структуре органа имеются суставы;

- VII) Структурный каркас стенки органа составляют несколько однотипных элементов, образованных одним из видов скелетных соединительных тканей.

## **Тип заданий С. Задачи со свободным ответом**

Во всех заданиях данной части в начале идет условие задачи, а затем к нему задается несколько вопросов. Ответы на вопросы должны быть записаны в виде текста. Обратите внимание, что ответы на вопросы должны быть максимально краткими и полными, следует избегать больших объемов текста не по сути заданного вопроса.

### **Система оценки:**

Приведена в ответе для каждого задания отдельно.

**Задание ID 50 – Максимум 10 баллов**

Рассмотрите фотографии растения рода *Eleocharis* (Болотница), собранного в ходе изучения флоры стоячего водоема в Московской области, а также его отдельных органов: А – подземные органы, В – цветоносные побеги, С – соцветия, D – цветок (фрагменты околоцветника удалены), Е – плоды.



Для ответа на вопросы Вы можете использовать фрагмент определительного ключа для рода *Eleocharis* из атласа-определителя П.Ф. Маевского «Флора средней полосы европейской части России», 11-е изд., 2014.

1. Рылец 3, плоды трёхгранные ..... 2

— Рылец 2. Плоды слабо двояковыпуклые ..... 3

2. Стилоподий (основание столбика) не отграничен от верхушки плода перетяжкой, длинно-конический. Колосок яйцевидный. Многолетник – *E. quinqueflóra* (F.X. Hartm.) O. Schwarz —

**Б. Малоцветковая;**

— Стилоподий отграничен от верхушки плода перетяжкой; плод с поперечными и продольными рёбрышками. Колосок продолговато-яйцевидный. Многолетник. – *E. aciculáris* (L.) Roem. et Schult.— **Б. игольчатая**

3(1). Однолетнее растение, образующее густые дерновины. Колоски с широкояйцевидными, тупыми, бурыми чешуями с белоперепончатými краями. Стилоподий сосцевидно-конический. *E. ováta* (Roth) Roem. et Schult.— **Б. яйцевидная**

— Многолетник с ползучим корневищем. Колоски с яйцевидно-ланцетными, острыми или островатыми бурими чешуями ..... 4

4. В основании колоска 2 (редко 1) стерильные чешуи: каждая из которых охватывает основание колоска примерно на  $\frac{1}{2}$ . Поверхность плода гладкая ..... 5

— В основании колоска 1 стерильная чешуя, охватывающая основание колоска не менее чем на  $\frac{2}{3}$ . Поверхность плода мелкочейстая, с тонкими продольными полосками ..... 8



5. Стиллоподий плотно прилегает к верхушке плода, сосцевидный или коротко-конический. Кроющие чешуи обычно коричневато-бурые, матовые; бесплодные чешуи в основании колоска обычно с широкими светлыми перепончатыми краями. Околоцветник из (4)5–8 щетинок. Столбик с широкими округлыми рёбрами ..... 6

— Стиллоподий отделён от верхушки плода хорошо заметной перетяжкой, конический или колпачковидный. Кроющие чешуи красновато-коричневые или тёмно-пурпурные, блестящие; бесплодные чешуи в основании колоска с узким светлым перепончатым краем. Околоцветник из 4 щетинок, реже их нет. Столбик без широких округлых рёбер ..... 7

6. Стиллоподий сосцевидный, редко коротко-конический, ширина его превышает длину. Столбик в основании с тёмно-малиновыми чешуевидными листочками. Многолетник. *E. mamilláta* Lindb. fil. — **Б. сосочковая**

— Стиллоподий узкоконический, ширина его короче длины. Чешуевидные листочки. в основании столбика обычно желтовато-бурые. Многолетник. *E. austríaca* Hayek—

**Б. австрийская**

7(5). Стиллоподий конический, с прямыми краями и более-менее острой верхушкой, реже с выпуклыми краями. Многолетник. *E. palústris* (L.) R. Br.— **Б. болотная**

— Стиллоподий колпачковидный, с выпуклыми краями и широко-треугольной верхушкой. Многолетник. *E. mitracápra* Steud. — **Б. колпачковая**

8(4). Основание стиллоподия значительно уже верхушки плода; зрелые плоды зелёные. Колоски обычно узкие. Многолетник. *E. oxylépis* (Meinsh.) V. Fedtsch.— **Б. острочешуйная**

— Основание стиллоподия немного уже верхушки плода. Зрелые плоды буроватые. Колоски более широкие ..... 9

9. Столб 0,5–1(1,2) мм толщиной. Кроющие чешуи 3,5–4,2 мм в длину, обычно тёмно-пурпурные, без светлых перепончатых краёв или с узкими светлыми краями. Колоски 0,5–1,2(1,5) см в длину, малоцветковые. Стиллоподий обычно конический, 0,4–0,6(0,7) мм высотой. Многолетник. *E. uniglúmis* (Link) Schult. — **Б. одночешуйная**

— Столбики обычно 1,8–2,5 мм толщиной. Кроющие чешуи 4,5–5 мм в длину, светло-коричневые, с довольно широким светлым перепончатым краем. Колоски 1,3–2,5 см в длину, сравнительно многоцветковые. Стиллоподий конический, 0,5–0,9 мм в длину. Многолетник. *E. klíngei* (Meinsh.) V. Fedtsch.— **Б. Клинге**

#### Ответьте на следующие подвопросы:

1) Основываясь на морфологических признаках растения, определите, к какому семейству цветковых растений относится род Болотница. Ответ запишите на русском языке или латыни.

2) Запишите формулу цветка данного растения (пол цветка и прочие части формулы, которые вы не можете написать символами, опишите текстом после формулы). Если растение имеет несколько типов цветков, запишите формулы для каждого из них.

3) Используя определительный ключ, установите видовую принадлежность растения. Запишите ход определения и его результат – видовое название растения на русском или латинском языке. При записи хода определения укажите только номер, если выбрано первое суждение (теза), и знак “+” в случае, если выбрано второе суждение (антитеза). Например, запись хода определения для вида *E. aciculáris* (Б. игольчатая): 1; 2+.

4) Приведите не менее трех признаков внешнего строения, позволяющих изучаемому виду эффективно осваивать местообитания с избыточным увлажнением.

### Задание ID 52 – Максимум 10 баллов

Перед вами погрызы обыкновенного (речного) бобра (*Castor fiber*).



**Используя свои знания и логику дайте ответы на следующие подвопросы**

- 1) Укажите цели такого поведения животного;
- 2) Какие морфологические приспособления помогают ему в этом?
- 3) Какая особенность строения резцов бобра послужила прототипом для изготовления самозатачиваемого металлического инструмента?
- 4) Укажите 3-5 представителей этого отряда, к которым принадлежит бобр, обитающих на территории России;
- 5) Предположите, по каким критериям можно примерно определить размер особи, оставившей этот погрыз.