

Country Code: _____

Student Code: _____

21-ая МЕЖДУНАРОДНАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА

11 – 18 июля 2010

Чангвон, КОРЕЯ



ПРАКТИЧЕСКИЙ ТЕСТ 1 СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

Общее количество баллов: 50

Продолжительность: 90 минут

Дорогие участники,

- ☺ В этом тесте вам предоставляются 3 следующих задания:

Задание I: Создание филогенетических древ шести видов растений с использованием метода парсимонии («бережливости»). (25 баллов) 45 минут

Задание II: Создание филогенетических древ шести видов насекомых с использованием метода UPGMA. (18 баллов) 40 минут

Задание III: Козволюция между растениями и насекомыми (7 баллов). 5 минут

- ☺ Вписывайте ваши результаты и ответы в **Лист Ответов. Ответы, вписанные в текст задания с вопросами, рассматриваться не будут.**
- ☺ Пожалуйста, убедитесь, что вы получили все необходимые материалы для выполнения каждого задания. При отсутствии какого-либо из перечисленных предметов поднимите, пожалуйста, руку.
- ☺ Прекратите давать ответы и отложите ваш карандаш **немедленно** после заключительного звонка. Наблюдатель соберет Бланки заданий и Лист ответов.

Удачи вам!!

СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

Этот практический тест состоит из 3 заданий.

ЗАДАНИЕ I. (25 баллов) Создание филогенетических древ шести видов растений с использованием метода парсимонии (метода «бережливости»)

Это задание состоит из 4 частей.

Таксоны растений (виды)

A, B, C, D, E и F.

Растительные материалы

Каждый набор состоит из следующих материалов:

- 1) Цветки шести видов, законсервированные в 70% -ном этаноле (Цветки A-F).
- 2) Плоды шести видов, законсервированные в 70% -ном этаноле (Плоды A-F).
- 3) Шесть высушенных образцов на стадии цветения (Цветущие экземпляры A-F).
- 4) Шесть высушенных образцов на стадии плодоношения (Плодоносящие экземпляры A-F).
- 5) Три препарата пыльцы для микроскопии (каждый препарат содержит пыльцу двух видов растений. Препараты обозначены A-B, C-D и E-F)

Приборы:

Стереомикроскоп(х20), микроскоп(х400), лезвие, пинцет, препаровальные иглы (2 шт.), чашки Петри (2), линейка 20 см.

Часть I-1. (9 баллов) Используя материалы и методы из Таблицы 1, рассмотрите 10 следующих признаков. Запишите состояние каждого признака в Матрицу Данных 1. Состояние каждого признака должно быть записано при помощи соответствующей цифры (0, 1 или 2) на основании следующих описаний. На Рисунке 1 представлена используемая терминология.

Таблица 1. Описание признаков растений (См. Рисунок 1 для иллюстрации признаков 1, 2, 4, 7, 8, 9 и 10).

| № | Признак | Описание признака | Материал | Методы |
|----------|---|--|--|---|
| 1. | Лепестки цветков | 0: Спайнолепестные 1: раздельнолепестные | Цветки | Невооруженный глаз |
| 2. | Соцветие | 0: Щиток или зонтик 1: Кисть 2: Пазушное или верхушечное | Образцы на стадии цветения | Невооруженный глаз |
| 3. | Черенок плода | 0: Длиннее 1 см 1: Короче 1 см | Образцы на стадии плодоношения | Невооруженный глаз |
| 4. | Положение завязи | 0: верхнее 1: полунижнее 2: нижнее | Цветки | Разрез лезвием Стериомикроскоп (x20) |
| 5. | Жизненная форма | 0: Кустарник 1: Дерево | (Ответ уже дан в Таблице) | (Ответ уже дан в Таблице) |
| 6. | Трихомы на поверхности плода | 0: Голые 1: Сильно опушенные | Образцы на стадии плодоношения | Невооруженный глаз |
| 7. | Форма и размер созревших плодов | 0: Цилиндрическая или круглая с выемкой на верхушке (диаметр.<1cm) 1: Круглая с заостренной верхушкой (диаметр < 1 см) 2: Округло-эллиптический с заостренной верхушкой (диаметр.≥ 1 см) | Плоды и образцы на стадии плодоношения | Невооруженный глаз |
| 8. | Тип плода | 0: Яблоко или коробочка 1: Костянка | Плоды | *Разрез лезвием Невооруженный глаз |
| ** 9. | Пыльцевые зерна: | 0: тетрады 1: монады | Препараты пыльцы | Микроскоп (x400) |
| 10. | Край листовой пластинки взрослого листа | 0: Цельный или волнистый 1: Пильчатый или зубчатый | Образцы на стадии плодоношения | Невооруженный глаз |

*Если эндокарп твердый, осторожно удалите экзокарп и мезокарп для идентификации типа плода.

** Найдите пыльцевые зерна, обведенные красным кружком для каждого вида в каждом препарате

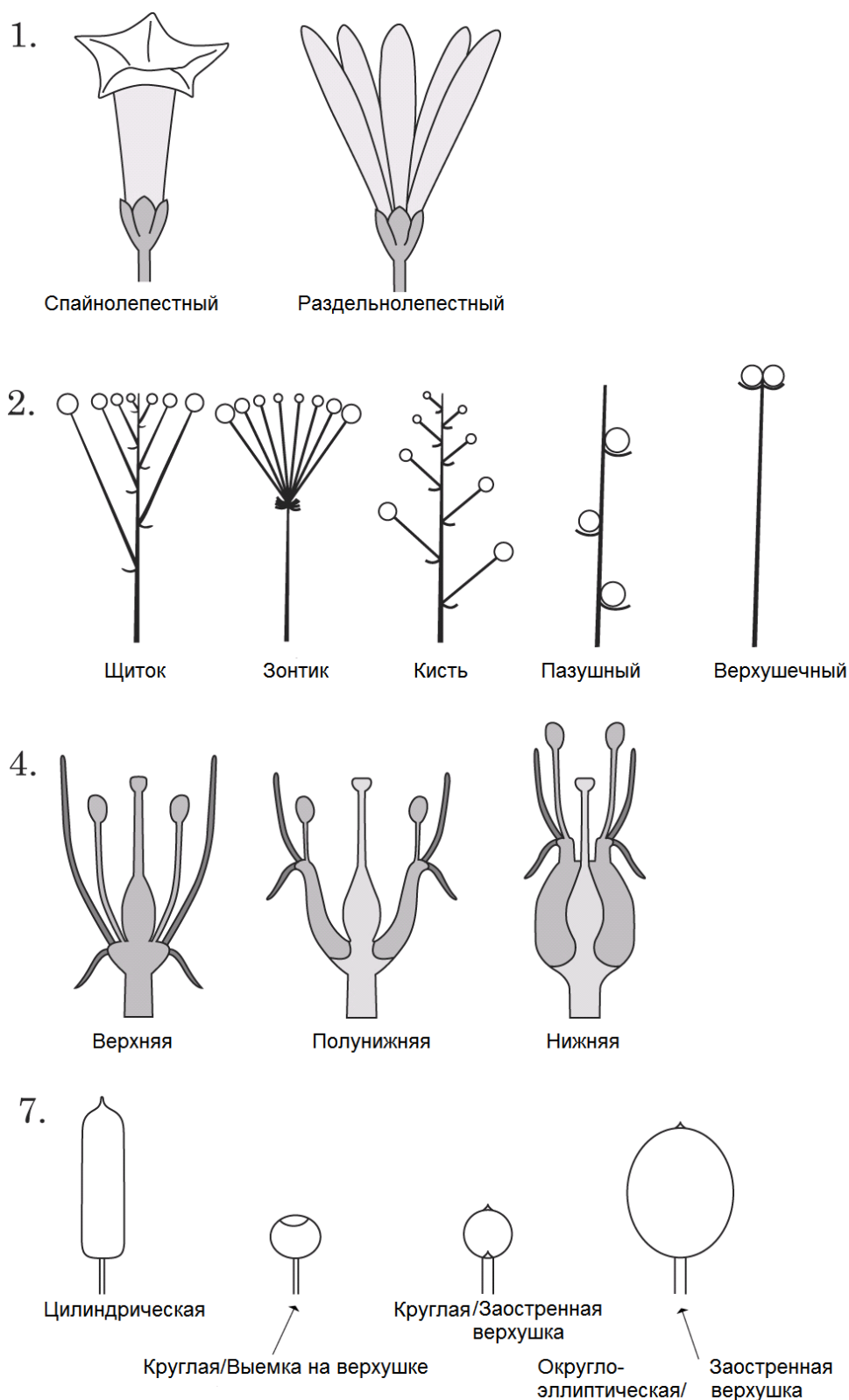
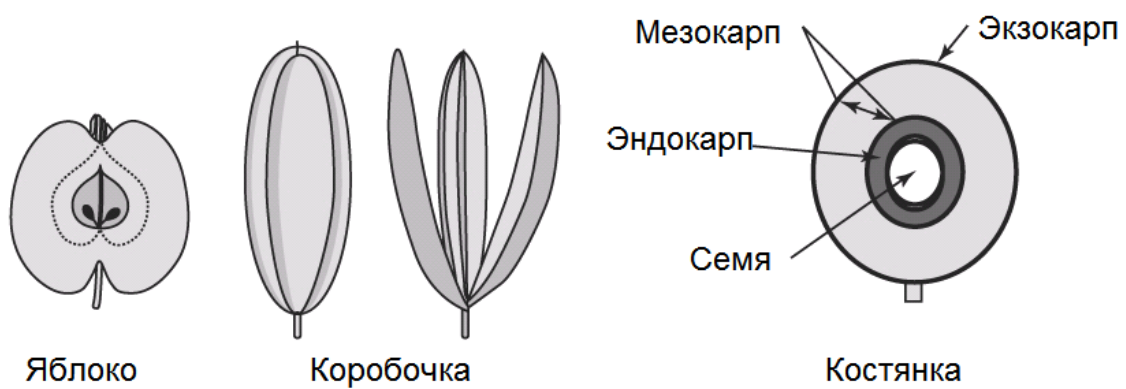
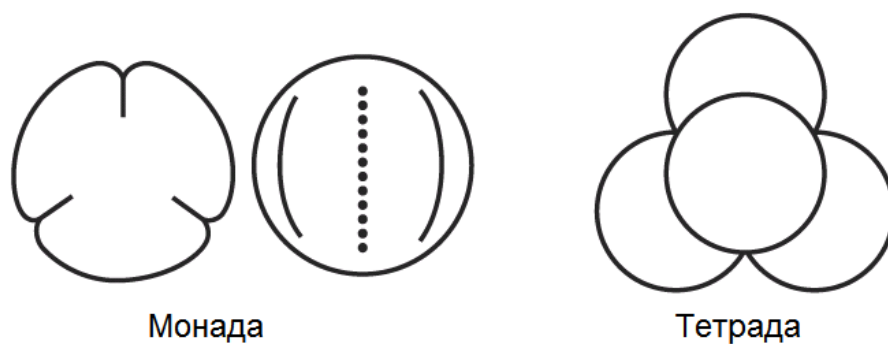


Рисунок 1. Иллюстрация признаков 1, 2, 4, 7, 8, 9 и 10.

8.



9.



10.

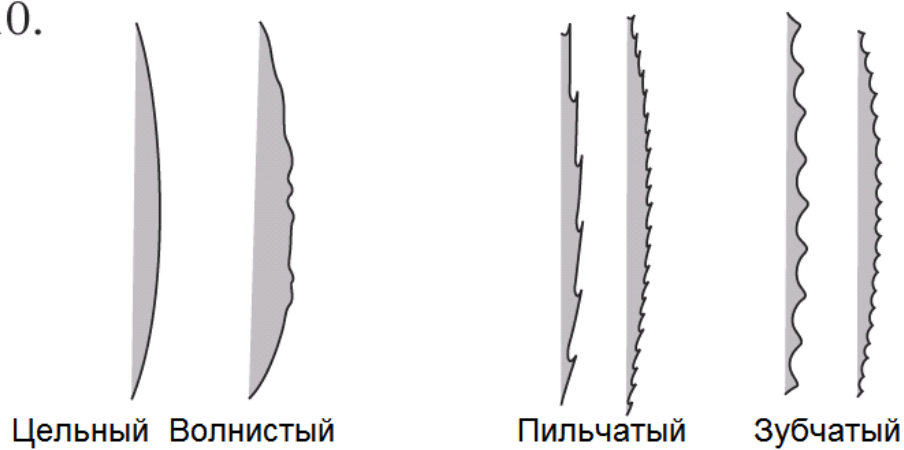


Рисунок 1. (продолжение)

Q1. (9 баллов) Заполните пустые клетки Матрицы Данных 1 в вашем листе ответов.

Ваша Матрица состоит из 6 x 10 клеток. Характеристики таксона F и признака 5 уже внесены в качестве образца в таблицу.

| Признак Таксон | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| A | | | | | 1 | | | | | |
| B | | | | | 1 | | | | | |
| C | | | | | 0 | | | | | |
| D | | | | | 0 | | | | | |
| E | | | | | 1 | | | | | |
| F | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Часть I-2. (4 балла) Сверяясь с заполненной Матрицей данных 1, дайте ответ на следующие вопросы.

Q2.1. (1 балл) Отметьте (✓) какие из признаков являются филогенетически информативными.

Q2.2. (1 балл) Отметьте (✓) какие из признаков являются полиморфными (имеют более двух состояний).

Q2.3. (2 баллов = 1 × 2) Используйте следующие формулы для расчета количества филогенетических древ для данных вам числа таксонов (n).

Число возможных неукорененных древ = $(2n-5)!/2^{n-3}(n-3)!$

Число возможных укорененных древ = $(2n-3)!/2^{n-2}(n-2)!$

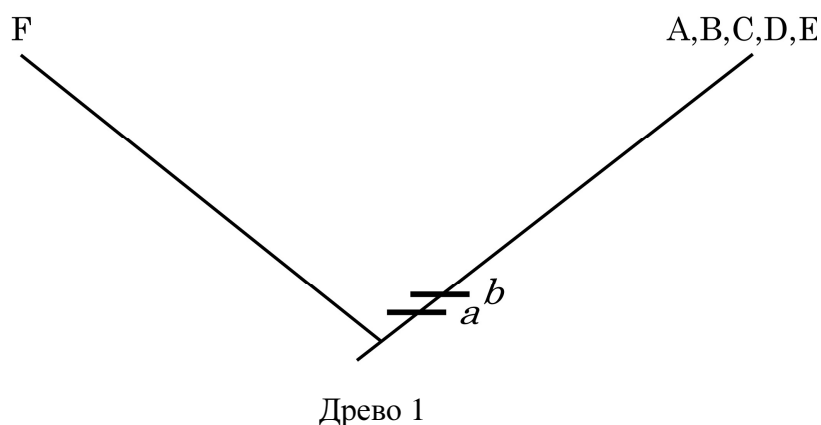
Знак «!» в этой формуле обозначает факториал.

Каково количество укорененных и неукорененных древ в этом случае?

Часть I-3. (8 баллов) Кладистический анализ может быть использован для создания филогенетического дерева этой группы видов. Допускается, что примитивное состояние данного признака (плезиоморфия) является таким же, как состояние, найденное в отдельной группе F. Поэтому состояние признака 0 является примитивным состоянием для всех данных признаков. Принято считать, что каждое изменение состояния этого примитивного признака является производным признаком, и представляет собой эволюционное событие (апоморфию). Состояния признаков 1 и 2 обозначают производное состояние этих признаков. В этом анализе все признаки являются равновзвешенными. Построение дерева проводилось в пошаговом режиме (по этапам). Разместите номера соответствующих признаков и обозначения членов групп на древе на каждом этапе (шаге).

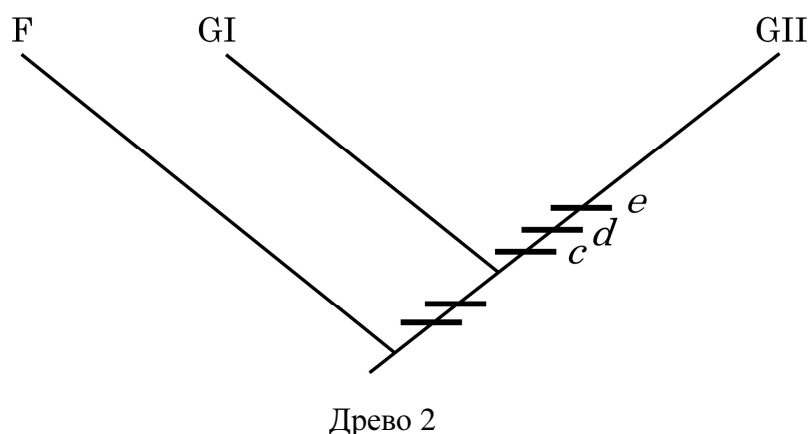
Q3.1. (1 балл) Исходное древо 1 может быть создано, если мы отделим единую подгруппу (A, B, C, D, E) от отдельной группы (F), используя два признака, по которым все члены единой подгруппы (имеют общие производные признаки) отличаются от группы F.

Идентифицируйте эти два признака (*a* и *b*), показанные на древе 1 и впишите их номера в лист ответов. Признак должен быть указан в скобках, если он является полиморфным.



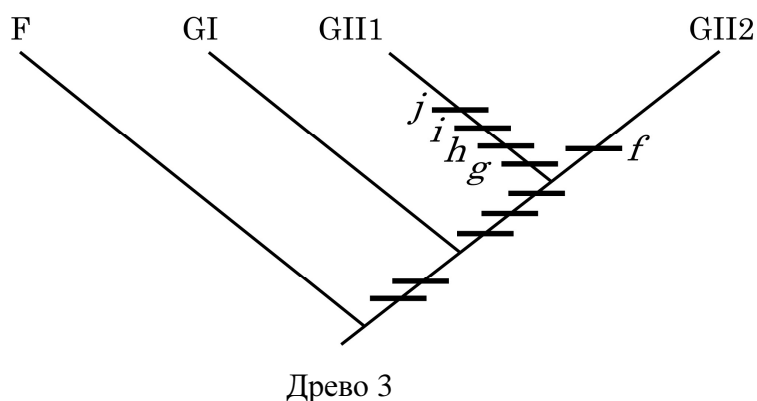
Q3.2. (2 балла) Поэтапный метод создания окончательного (конечного) дерева из этого исходного дерева можно проиллюстрировать на принципе принадлежности к группе. Анализ производится путем выделения меньшей группы из большей группы на основе других производных признаков и сопровождается выделением новой ветви на древе.. На втором этапе пять таксонов единой подгруппы могут быть дальше разделены на две подгруппы (GI и GII) на основании трех синапоморфных признаков.

Определите членов подгруппы GI и GII и три номера признаков (*c*, *d* и *e*) на древе 2 и впишите их в лист ответов. Состояние признака должно быть представлено в скобках, если признак является полиморфным.



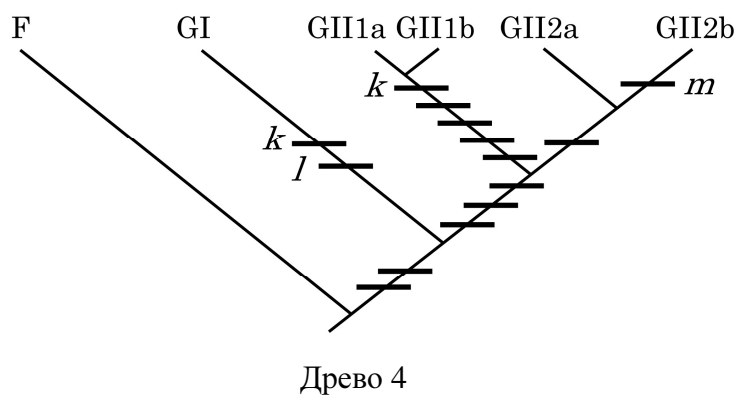
Q3.3. (3 балла) Группа II (GII) может быть разделена на две более мелкие подгруппы (GII1 и GII2), на основании четырех и одного синапоморфных признака(ков) соответственно.

Определите членов GII1 и GII2 и запишите соответствующие номера признаков (показанных в положениях *f-j* на древе 3) в лист ответов. Состояние признака должно быть представлено в скобках, если признак является полиморфным.



Q3.4. (2 балла) На заключительном этапе построения дерева на нем должны быть помещены все аутапоморфные признаки (однажды возникшие) и все несогласующиеся признаки должны быть урегулированы по принципу наибольшей парсимонии («бережливости») данном случае имеется два аутапоморфные признаки (*l* и *m*) и только один несогласующийся признак (*k*).

Впишите в лист ответов названия таксонов для каждого из пяти подгрупп этой группы на полностью построенном древе 4 и номера признаков для *k*, *l* и *m*, соответственно. Состояние признака должно быть представлено в скобках, если признак является полиморфным.



Часть I-4. (4 баллов) Для ответа на следующие вопросы используйте полностью построенное филогенетическое древо.

Q4.1. (1 балл) Чему равно число изменений признаков (этапов) в древе, максимально соответствующем принципу парсимонии?

Q4.2. (1 балл) Индекс консистентности (CI) определяется как минимальное необходимое число изменений признака, разделенное на действительное число изменений признака, наблюдаемое на построенном древе. Какой CI окончательного древа 4?

Q4.3. (1 балл) Сколько родов могут быть определены в конечном древе, если таксоны С и D являются принадлежащими к одному роду видами?

Q4.4. (1балл) Сколько монофилетических групп можно выделить в окончательном древе?

ЗАДАНИЕ II. (18 баллов) Применение метода Невзвешенной Парной группировки с Арифметическим Средним (UPGMA) для создания филогенетического древа шести видов насекомых

Это задание состоит из 3 частей.

Таксоны насекомых: шесть видов жуков (Coleoptera)

T1, T2, T3, T4, T5, T6

Образцы насекомых:

Высушенные и наколотые на булавки образцы, помеченные T1-T6

Инструменты и материалы:

Подставка для насекомых, линейка, стереомикроскоп или лупа(20-40 х)

Примечание: Пожалуйста, будьте аккуратны. С вас снимут три балла, если вы повредите любую часть любого образца. Большинство образцов и их частей можно рассматривать прямо в пластиковой коробке, сняв с нее крышку.

Часть II-1. (8 баллов) Морфологические признаки жука описаны в Таблице 2. Рассмотрите внимательно морфологические признаки образцов жуков невооруженным глазом и под стереомикроскопом. Затем, заполните Матрикс Данных 2. На рисунке 2 представлена иллюстрация морфологических признаков жука.

Таблица 2. Описание морфологических признаков жука

| Признак | Описание | Методы |
|--|--|---------------------|
| 1. Продольные прерывистые гребешки на надкрыльях | 0: Присутствуют 1: Отсутствуют | Стереомикроскоп |
| 2. Рога на голове и переднегруди (переднеспинки) | 0: Отсутствуют 1: Присутствуют | Невооруженный глаз |
| 3. Сложный глаз | 0: Не окружает антеннальную ямку 1: Окружает более половины антеннальной ямки | Стереомикроскоп |
| 4. Длина мандибулы | 0: Короче длины переднегруди 1: Длиннее длины переднегруди) | Стереомикроскоп |
| 5. Длина усиков (антенн) | 0: Короче длины тела 1: Длиннее длины тела | Невооруженный глаз |
| 6. Форма усиков (антенн) | 0: Нитевидные или зубчатые 1: Дистальные сегменты булабовидные или пластинчатые | Стереомикроскоп |
| 7. Усики | 0: Прямые 1: Изогнутые | Невооруженный глаз |
| 8. Задние лапки | 0: 5 сегментов 1: 4 сегмента или меньше | Стереомикроскоп |
| 9. Нотоплевральные швы на переднегруди | 0: Слитые 1: Неслитые | Ответ дан в Матрице |
| 10. 1-ый стернум и задний тазик | 0: Разделены 1: Не разделены | Ответ дан в Матрице |
| 11. Питание преимущественно | 0: Зоофаги или сапрофаги 1: Фитофаги | Ответ дан в Матрице |



Рисунок 2. Части тела жука, которые надо рассмотреть

Q5. (8 баллов) Заполните Матрицу Данных 2. Ваш лист ответов состоит из 6 x 11 клеток. Признаки 9, 10 и 11 уже вписаны в таблицу, как показано ниже.

| Признак Таксон | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 |
|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| T1 | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 |
| T2 | | | | | | | | | 1 | 1 | 0 |
| T3 | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 |
| T4 | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 |
| T5 | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 |
| T6 | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 |

Часть II-2. (3 балла) Создайте матрицу отличий между всеми возможными парами таксонов из заполненной вами Матрицы данных 2. Степень отличий (D_{ij}) между таксонами i и j представляет собой сумму значений признаков (C), для которых $C_i \neq C_j$. Определите значения различий и внесите их в таблицу ниже (Матрица различий 1). Величины сравнения трех пар (T1/T2, T3/T4 и T5/T6) уже представлены в виде примеров.

Q6. (3 балла) Заполните полностью Матрицу Различий 1 в вашем листе ответов.

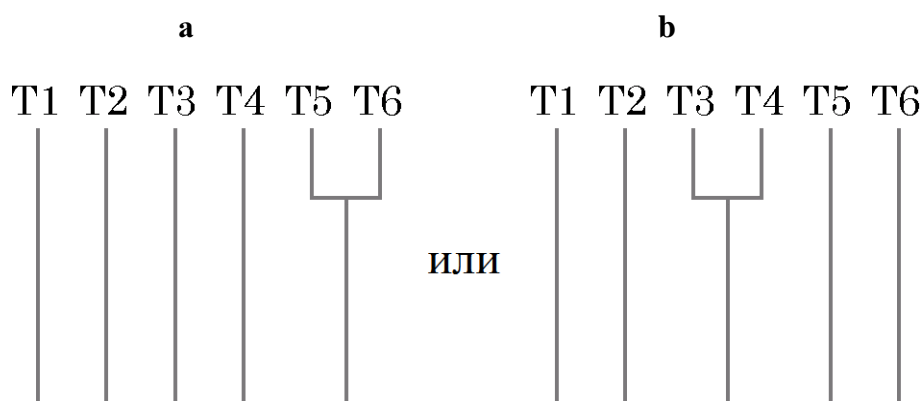
Матрица Различия 1. Вычисление парной матрицы различий

| D_{ij} | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
|----------|----|----|----|----|----|----|
| T1 | - | - | - | - | - | - |
| T2 | 4 | - | - | - | - | - |
| T3 | | | - | - | - | - |
| T4 | | | 2 | - | - | - |
| T5 | | | | | - | - |
| T6 | | | | | 2 | - |

Часть II-3. (7 баллов) Основываясь на алгоритме UPGMA, создайте филогенетическое дерево, используя матрицу различий, созданную вами в Части 2. При этом вам придется создать «гнездовые» кластеры таксонов (небольшие кластеры внутри больших кластеров) последовательно используя матрицы различий и фенограммы до тех пор, пока вы не создадите единый кластер. Порядок создания кластера таков : (1) Выберите наименьшее значение D_{ij} , (2) Объедините эти два вида в кластер (3) Вычислите новое расстояние от этого кластера до другого таксона k , используя (UPGMA). Новое расстояние между новыми видами k и кластером (i и j) определяется как $D(k(ij))=1/2((D(ki)+D(kj)))$. Повторите процессы формирования кластера (1) – (3) для образования следующего кластера. Этот процесс должен быть продолжен для образования общего кластера для всей группы.

Q7.1. (1 балл) На основании Матрицы 1 могут быть сконструированы два альтернативных исходных дерева (а и b), как показано ниже. Соедините эти два альтернативных дерева в одно общее дерево (Древо 1). Нарисуйте древо 1 в вашем листе ответов.

Исходные деревья а и b: (T1, T2, T3, T4, (T5, T6)) или (T1, T2, (T3, T4), T5, T6)



Q7.2. (2 балла) Заполните Матрицу Различий 2 ниже. Вычислите новые величины различия между кластером и таксоном (или между двумя кластерами), используя алгоритм UPGMA, и заполните соответствующие клетки в листе ответов. Найдите пару(ы) таксонов с наименьшим значением и нарисуйте новое древо (Древо 2). Нарисуйте древо в листе ответов.

Матрица Различий 2:

| D_{ij} или $D_k(ij)$ | T1 | T2 | T(3,4) | T(5,6) |
|------------------------|----|----|--------|--------|
| T1 | - | - | - | - |
| T2 | 4 | - | - | - |
| T(3,4) | | | - | - |
| T(5,6) | | | | - |

Q7.3. (2 балла) Заполните Матрицы Различий 3 ниже. Вычислите новые значения различий между кластером и таксоном (или между двумя кластерами), используя алгоритм UPGMA, и заполните соответствующие клетки в листе ответов. Найдите пару таксонов, показывающих наименьшее значение различия, и нарисуйте древо с новым распределением кластеров (Древо 3). Нарисуйте древо 3 в вашем листе ответов.

Матрица Различий 3:

| D_{ij} или $D_k(ij)$ | | | |
|------------------------|---|---|---|
| | - | - | - |
| | | - | - |
| | | | - |

Q7.4. (2 балла) Заполните Матрица Различий 4 ниже. Вычислите новые значения различий между двумя кластерами, используя алгоритм UPGMA, и заполните соответствующую клетки в листе ответов. Постройте окончательное состоящее из кластеров древо (Древо 4) и нарисуйте его в листе ответов.

Матрица Различий 4:

| D_{ij} или $D_k(ij)$ | | |
|------------------------|---|---|
| | - | - |
| | | - |

ЗАДАНИЕ III. (7 баллов) Козволюция между растениями и насекомыми

Взаимоотношения растение-травоядные животные является одним из основных объяснений быстрого появления большого разнообразия насекомых и цветковых растений. Используйте для этого окончательное филогенетическое древо растений (Задание 1) и филогению жуков (Задание 2). Исходя из предположения, что личинки каждого вида насекомых питаются одним видом растений, сравните филогению насекомых и растений и дайте ответ на следующие вопросы

- Q8.** (3 балла) Если виды насекомых T2, T3 и T5 питаются видами E, D и A, соответственно, какие виды растений поедались видами насекомых T1, T4 и T6, соответственно?
- Q9.** (2 балла) Какие пары растений и насекомых имеют различное филогенетическое положение на этих двух древах?
- Q10.** (2 балла) Какие две наиболее вероятные причины объясняют различия в происхождении насекомых и растений? (Выберите два наилучших ответа).
- A. Смена хозяина у вида насекомых
 - B. Адаптивная радиация видов растений
 - C. Эффект бутылочного горлышка во время эволюции видов насекомых
 - D. Различные методы построения древа
 - E. Генетический дрейф у видов растений