

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ 1– АНАТОМИЯ, БИОСИСТЕМАТИКА И ЭВОЛЮЦИЯ РАСТЕНИЙ

ВВЕДЕНИЕ

Максимальное количество баллов 100

Продолжительность задания 90 минут

6 вопросов

Наземные растения представляют собой монофилетическую группу эукариот (Eucaryotes), которая является чрезвычайно успешной в освоении наземной среды обитания. Наземные растения являются основой для формирования наземных растительных экологических систем и определяют экологические взаимоотношения между всеми остальными наземными организмами. В этом задании вам необходимо будет детально рассмотреть эволюцию ключевых признаков, которые привели к доминированию наземных растений на Земле.

Цель работы: Определение растений, описание морфологии и реконструкция филогенетических связей.

Задание состоит из пяти частей.

Часть 1. Определение образцов (5 баллов)

Часть 2. Морфологическое описание (36 баллов)

Часть 3. Морфологическое разнообразие и матрица признаков (29 баллов)

Часть 4. Обозначение эволюции признаков на филогенетическом древе (21 балл)

Часть 5. Эволюция ключевых признаков у наземных растений (9 баллов)

Настоятельно рекомендуем вам вначале прочесть весь текст практической работы перед ее выполнением.

МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Для выполнения работы вам необходимы материалы, перечисленные ниже. Пожалуйста убедитесь в наличии всех материалов. **Если какой-либо из материалов отсутствует, немедленно обратитесь к ответственному персоналу, подняв розовую карточку, но не позже, чем через 15 минут после начала экзамена. Обращайтесь со всеми материалами осторожно, так как они будут использоваться вашими товарищами по команде.**

5 гербарных листов (Н1–Н5), (Учтите, что информация на этикетке не является необходимой для видовой идентификации образца). ВАЖНО: НИЧЕГО НЕ ПИШИТЕ НА ГАЗЕТАХ, МЕЖДУ КОТОРЫМИ ЛЕЖАТ ГЕРБАРНЫЕ ОБРАЗЦЫ - ЕСЛИ ВЫ СДЕЛАЕТЕ ЭТО, ВЫ БУДЕТЕ ДИСКВАЛИФИЦИРОВАННЫ.

5 фотографий (Р1–Р5) живых растений в их естественных условиях обитания

2 образца живых растений (F1–F2)

4 спиртовых препарата некоторых частей растений (A1–A4)

4 микроскопических препарата (M1–M4)

1 чашка Петри

1 пинцет

1 увеличительный объектив для планшета

1 стилус для планшета

1 препаровальная игла

1 микроскоп

Дополнительно

1 лист с фотографиями прилагаемых материалов

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБРАЗЦОВ (5 БАЛЛОВ)

Материалы A–E (см. выше) относятся к восьми видам наземных растений, которые пронумерованы и расположены внизу в алфавитном порядке:

1. *Allium ursinum* (Черемша или медвежий лук)
2. *Equisetum arvense* (Хвощ полевой)
3. *Lycopodium annotinum* (Плаун годичный или колючий)
4. *Pinus sylvestris* (Сосна обыкновенная)
5. *Pisum sativum* (Горох посевной)
6. *Polypodium vulgare* (Многоножка обыкновенная или сладкий папоротник)
7. *Polytrichum commune* (Кукушкин лен)
8. *Selaginella kraussiana* (Селягинелла Краусса)

Эти 8 видов представляют пять основных эволюционных линий наземных растений: мхи (1 вид), плауновидные (2 вида), папоротники и им подобные (2 вида), голосеменные (1 вид) и покрытосеменные (2 вида). Примите во внимание, что *Selaginella kraussiana* используется в этом задании в качестве примера, а значит некоторые ответы уже даны.



Q. 1

Определение образцов

Идентифицируйте каждый из видов на пяти гербарных листах среди восьми видов, перечисленных выше

	A.URS	E.ARV	L.ANN	P.SYL	P.SAT	P.VUL	P.COM	S.KRA
H1								
H2								

H2								
H3								
H4								
H5								

Идентифицируйте каждый из видов на пяти фотографиях (**P1 - P5**) среди восьми видов, перечисленных выше.

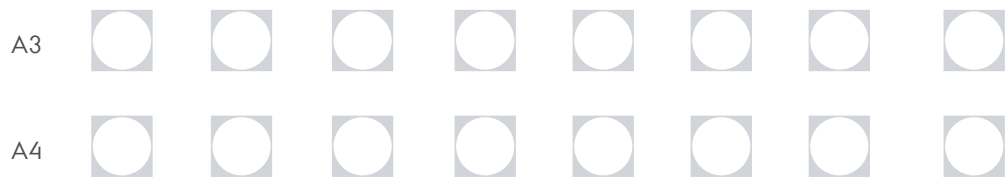
	A.URS	E.ARV	L.ANN	P.SYL	P.SAT	P.VUL	P.COM	S.KRA
P1								
P2								
P3								
P4								
P5								

Проведите видовую идентификацию двух живых растений (**F1-F2**), используя восемь вышеперечисленных видов

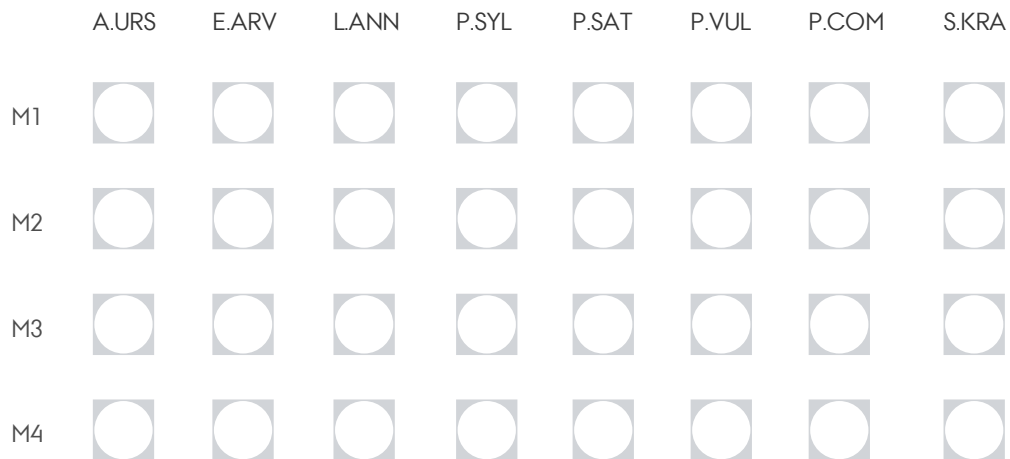
	A.URS	E.ARV	L.ANN	P.SYL	P.SAT	P.VUL	P.COM	S.KRA
F1								
F2								

Идентифицируйте вид для каждого из четырех заспиртованных образцов (**A1-A4**), используя восемь вышеперечисленных видов.

	A.URS	E.ARV	L.ANN	P.SYL	P.SAT	P.VUL	P.COM	S.KRA
A1								
A2								



Идентифицируйте видовую принадлежность четырех срезов (M1-M4), используя восемь вышеперечисленных видов.



2. МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ (36 БАЛЛОВ)

Определите положение девяти морфологических структур, перечисленных ниже, у ваших образцов и для документации вашего результата сделайте фотографию. (Пример показан на Рис. 2.1).

Морфологическая структура

Пыльник

Крышечка

Сорус

Спорофилл

Микрофилл (лист микрофильной линии эволюции)

Спорангий

Чашелистик

Семя

Пыльцевое зерно

Ход работы

1. Прикрепите увеличительный объектив при помощи прищепки над линзой фотокамеры вашего планшета.

2. Выберите образец из материалов, у которого имеется данная морфологическая структура.
3. Сфотографируйте этот образец. Фотографируйте только один образец для каждой структуры.
4. Укажите стрелкой на фотографии положение структуры (рассмотрите Рис. 2.1 в качестве примера).
5. Загрузите фотографию.
6. Повторите шаги 2–5 для остальных восьми морфологических структур.



Рисунок 2.1: Пример того, как нужно отмечать нужную структуру стрелкой: калиптра (временный колпачок) у *Polytrichum commune* (шаг 4 в протоколе выше)

Каждая загруженная фотография со стрелкой, указывающей на правильную структуру, оценивается в 3 балла. Дополнительный балл присваивается за качество фотографии. Структура должна быть: 1) представлена полностью, 2) достаточно велика, чтобы заполнить рамку для рисунка, 3) в резкости.

Нажмите и потяните (Drag-and-drop) голубую стрелку. Стрелка должна точно указывать на структуру, относящуюся к вопросу.



Q. 2

Фотографии 9 морфологических структур (27 баллов) и качество фотографии (9 баллов)

Фото пыльника - 3 балла



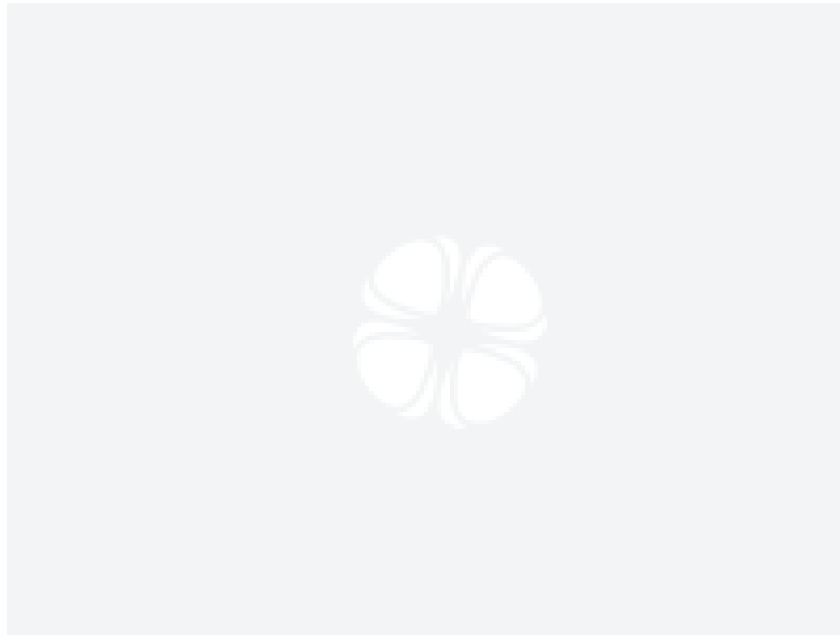


Фото крышечки – **3** балла

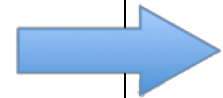
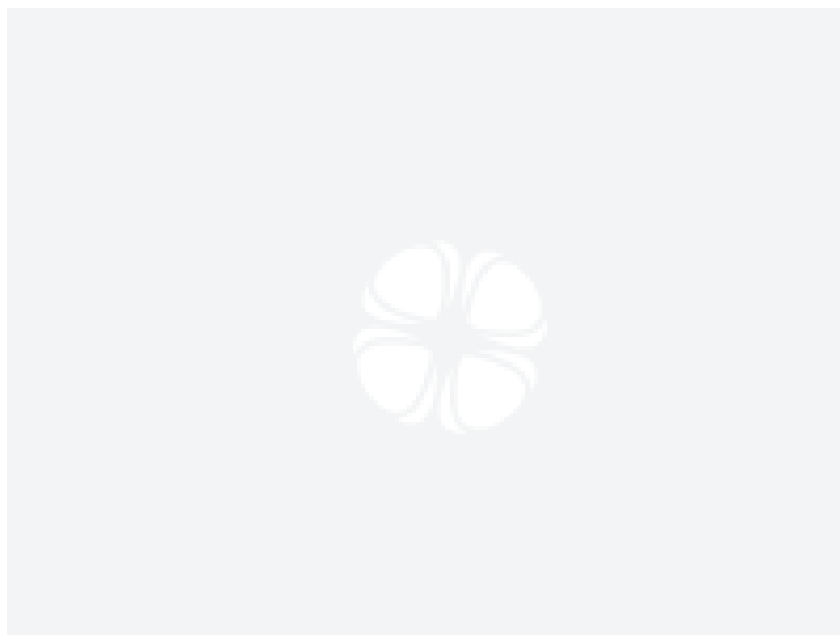


Фото соруса - **3** балла

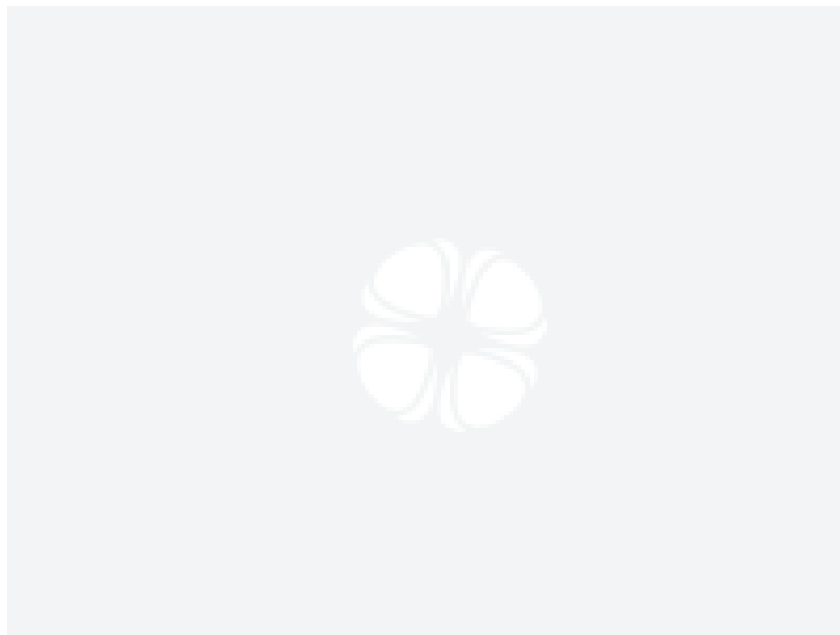


Фото спорофилла - **3** балла

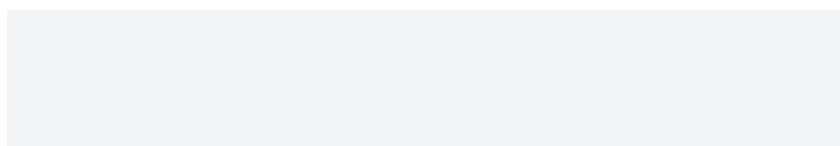




Фото микрофилла (листа микрофилльной линии эволюции) - **3** балла

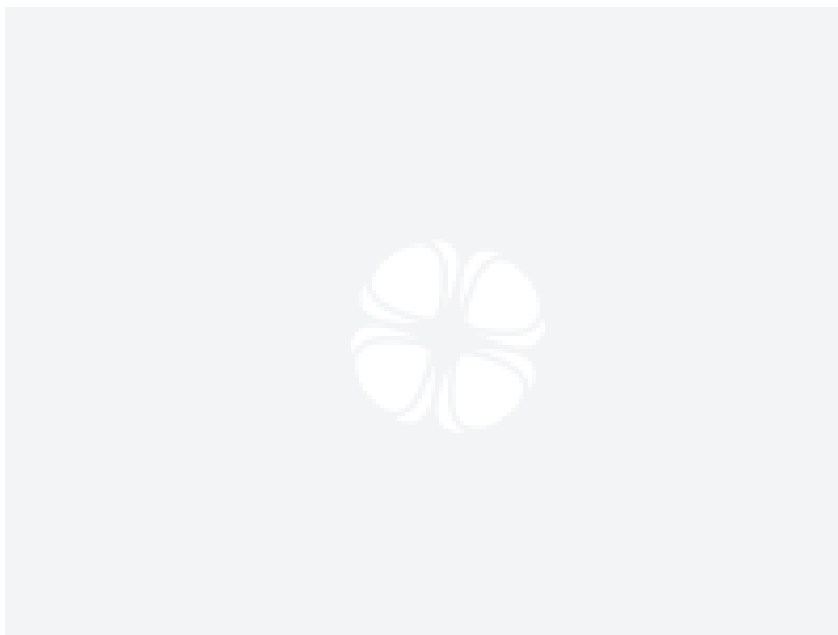
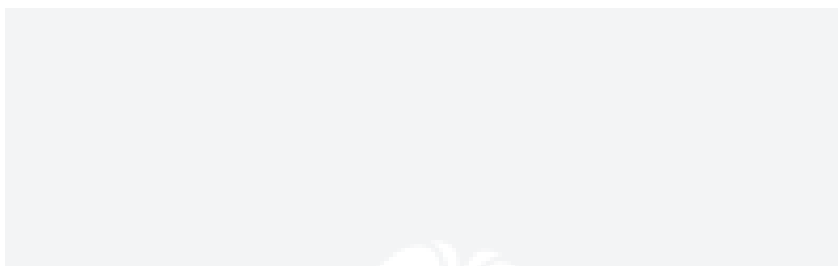
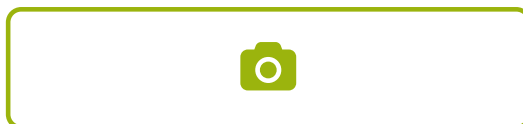


Фото спорангия - **3** балла



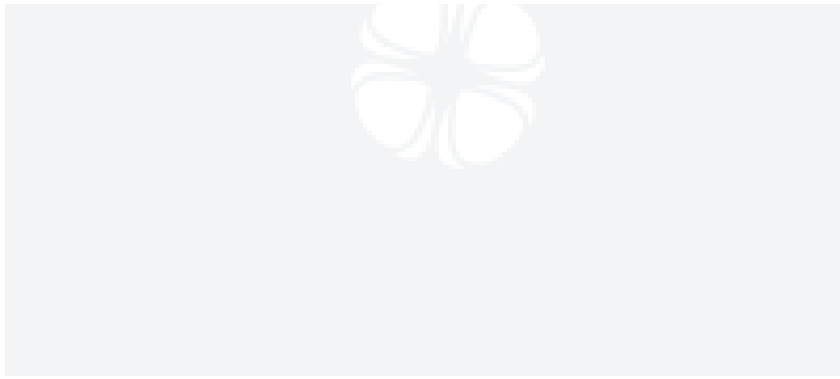


Фото чашелистика - **3** балла

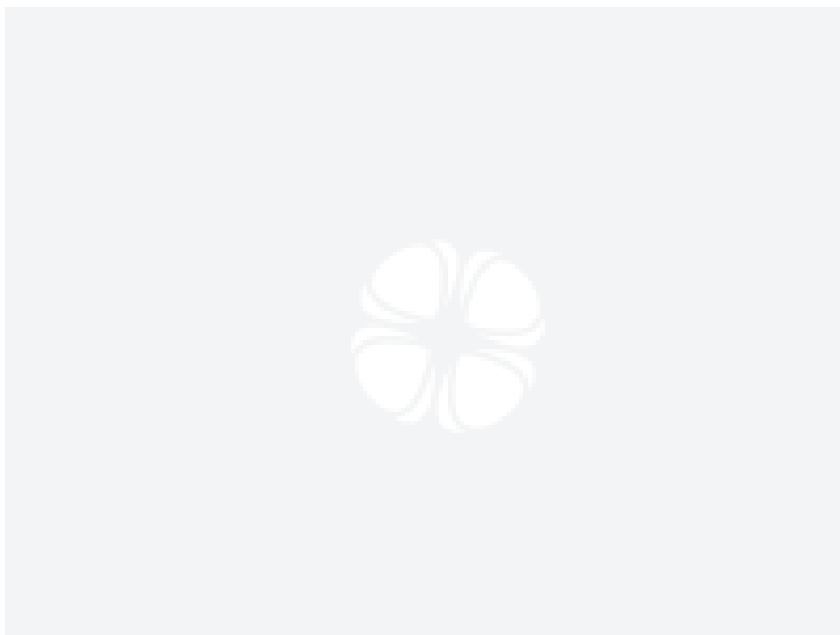


Фото семени - **3** балла

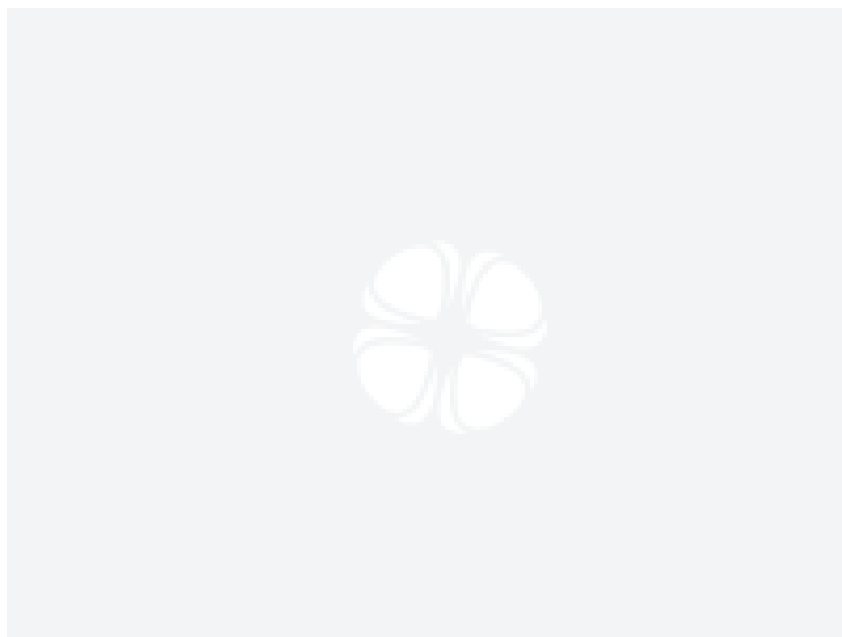
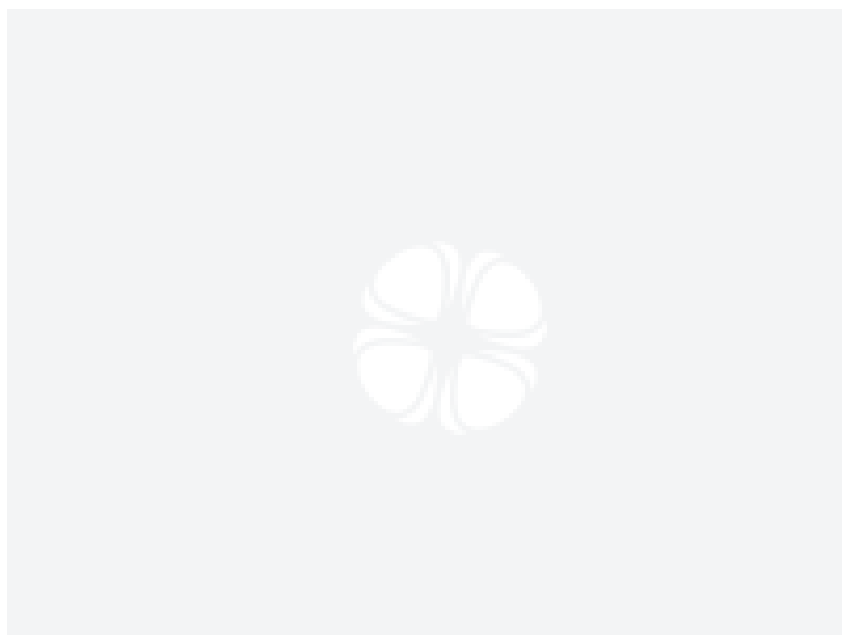


Фото пыльцевого зерна- **3** балла



3. MORFOЛОГИЧЕСКИЕ РАЗЛИЧИЯ И МАТРИЦА ПРИЗНАКОВ (27 БАЛЛОВ)

В качестве первого шага анализа признаков вы должны описать морфологическое разнообразие среди следующих восьми видов так, чтобы можно было нанести появление тех или иных признаков в ходе эволюции на филогенетическое дерево.

- 1 *Allium ursinum*
- 2 *Equisetum arvense*
- 3 *Lycopodium annotinum*
- 4 *Pinus sylvestris*
- 5 *Pisum sativum*
- 6 *Polypodium vulgare*
- 7 *Polytrichum commune*
- 8 *Selaginella kraussiana*

В таблице 3.1, приведенной ниже, вы найдете 9 морфологических признаков, являющихся ключевыми в эволюции наземных растений. Для каждого признака возможно два альтернативных состояния. Обратите внимание, что обозначение состояния признаков подразумевает эволюционную направленность: "0" обозначает исходное (более старое) состояние признака, а "1" обозначает производное (более эволюционно молодое) состояние.

Таблица 3.1. Определение состояния признаков(0 or 1) для 9 признаков.

	Состояние 0	Состояние 1
Признак 1	Доминирует гаметофит	Доминирует спорофит
Признак 2	Стебель без корней	Стебель с корнями
Признак 3	Стебель без проводящих тканей	Стебель с проводящими тканями
Признак 4	Женский гаметофит существует отдельно от спорофита	Женский гаметофит остается на спорофите
Признак 5	Один спорангий на спорофит	Более одного спорангия на спорофит
Признак 6	Спорофиллы с одним спорангием или спорофиллы отсутствуют	Спорофиллы более чем с одним спорангием
Признак 7	Равноспоровые, т.е. существует только один вид спор	Разноспоровые, т.е. существуют мегаспоры и микроспоры
Признак 8	Подвижные мужские гаметы	Неподвижные мужские гаметы
Признак 9	Двойное оплодотворение отсутствует	Двойное оплодотворение имеется



Q. 3

Состояние признаков у восьми изучаемых видов (максимум 29 баллов)

Следующим шагом анализа является описание морфологических различий путем составления таблицы, называемой матрицей признаков.

Ниже приведена матрица признаков, которую нужно заполнить для описания разнообразия **9** названных выше признаков у **8** рассматриваемых видов.

Заполните пустые ячейки в матрице. Для каждой комбинации вида и признака напишите "0" либо "1" в соответствующую ячейку. Ячейки, соответствующие виду *Selaginella kraussiana*, а также еще **5** ячеек, уже заполнены (см. рисунок **3.1**).

Нажимая на соответствующую ячейку, вы можете выбрать состояние признака (**1** или **0**). Первое нажатие приводит к появлению **1** в ячейке, второе - **0**, третье удаляет содержание ячейки. **NB: пожалуйста, будьте терпеливы - могут быть короткие задержки при переключении между состояниями!**

За **0-29** правильных ячеек вы не получаете баллов.

За каждую последующую правильную ячейку вы получаете по **1** баллу.

За неправильный ответ либо пустую ячейку баллы не ставятся. Максимум **29** баллов за правильные значения в **58** ячейках.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Allium ursinum	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Equisetum arvense	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Lycopodium annotinum	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Pinus sylvestris	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Pisum sativum	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Polypodium vulgare	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Polytrichum commune	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Selaginella kraussiana	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Character number									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Растения	<i>Allium ursinum</i>						1				
	<i>Equisetum arvense</i>						1				
	<i>Lycopodium annotinum</i>										
	<i>Pinus sylvestris</i>						1			1	
	<i>Pinus sativa</i>						1				
	<i>Polypodium vulgare</i>										
	<i>Polystichum commune</i>										
	<i>Selaginella kraussiana</i>	1	1	1	0	1	0	1	0	0	

Рисунок 3.1 Значения некоторых ячеек для вопроса 4

4. ОБОЗНАЧЕНИЕ ПОЯВЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ В ХОДЕ ЭВОЛЮЦИИ НА ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОЕ ДЕРЕВО (21 БАЛЛ).

Филогенетическое дерево представляет собой гипотезу об эволюционных отношениях между набором изучаемых организмов (рис. 4.1).

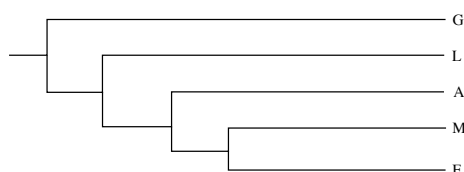


Рисунок 4.1. Филогенетическое дерево, отражающее предполагаемые эволюционные связи между пятью основными группами наземных растений. G = Gymnosperms (голосеменные), L = Lycophytes (Плауновидные); A = Angiosperms (покрытосеменные); M = Mosses (мхи); E = папоротники и их родственники (Monilophytes).

На этом этапе, мы будем наносить появление признаков в ходе эволюции на заранее данное филогенетическое дерево, например такое, как показано на рисунке 4.2. Это дерево отражает общепринятый взгляд на эволюцию наземных растений.

Мы будем использовать процедуру нанесения признаков на дерево, называемую DELTRAN (deleted transformation).

Для этого придерживайтесь следующих правил:

1. Состояния признаков могут изменяться только от "0" к "1".
2. Число изменений состояний признаков на дереве должно быть минимальным (принцип максимальной парсимонии = максимальной экономности).
3. Если невозможно ограничить изменение состояния признака лишь одной ветвью, то можно предположить, что в ходе эволюции рассматриваемых таксонов состояние этого признака менялось более, чем один раз (явление параллельной эволюции).
4. Отметьте на дереве, на какой (каких) ветвях произошло изменение состояния каждого из признаков. Обратите внимание, что изменения состояния признаков, происходящие параллельно в разных ветвях (т.е. изменения, произошедшие более одного раза в ходе эволюции), обозначены двумя вертикальными линиями (||), тогда как уникальные изменения (произошедшие в ходе эволюции лишь однажды), обозначены одной вертикальной линией (|). Напишите номер признака, изменение которого из состояния "0" к состоянию "1" произошло на той или иной ветви дерева, как показано ниже.

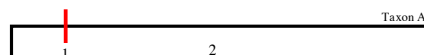


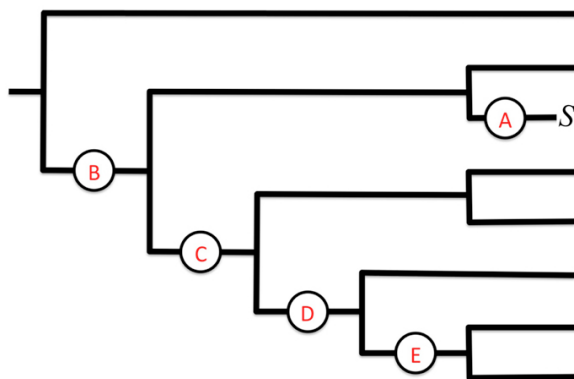
Рисунок 4.2: Гипотетическое филогенетическое дерево для четырех таксонов A-D, на котором показано изменение состояния 3 признаков в ходе эволюции.



Q. 4

Филогенетические связи между восемью рассматриваемыми видами (21 баллов).

Поместите виды на правильные ветви.



Pinus sylvestris
Polypodium vulgare
Pisum sativum
Polvtrichum commune
Lycopodium annotinum
Equisetum arvense
Allium ursinum



Q. 5

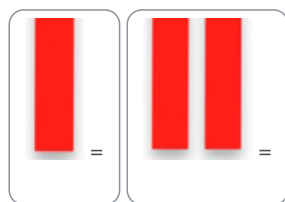
В таблице ниже в рядах приведены ветви A-E изображенной выше филогении, а в столбцах - признаки 1-9. Для того, чтобы обозначить, на какой (каких) из ветвей произошло изменение состояния того либо иного признака, нажмите на соответствующую ячейку.

Одно нажатие приведет к появлению в ячейке символа I, второе нажатие приводит к появлению символа II, обозначающего параллельное изменение признака. Третье нажатие приведет к удалению содержимого ячейки. Обратите внимание, что события изменения состояния признаков неравномерно распределены по дереву, соответственно, некоторые ячейки должны остаться пустыми.

0-15 правильных ячеек дают вам 0 баллов.

16-40 правильных ячеек дают вам 8 баллов.

41-45 правильных ячеек дают вам 16 баллов.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ветвь A	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ветвь B	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Ветвь C	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ветвь D	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ветвь E	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

5. ЭВОЛЮЦИЯ КЛЮЧЕВЫХ ПРИЗНАКОВ У НАЗЕМНЫХ РАСТЕНИЙ (9 БАЛЛОВ)

Реконструкция эволюцию признаков, (аналогично тому, что только что было сделано вами), ботаники обсуждают движущие силы эволюции у наземных растений. Широкое признание получили две гипотезы:

Гипотеза H1: Ранняя эволюция наземных растений отражает снижение потребности в водной среде для осуществления размножения.

Гипотеза H2: Эволюция наземных растений отражает возрастающую способность выдерживать засуху.

Заметьте, что гипотезы не обязательно являются взаимоисключающими.



Q. 6

Выбор эволюционной гипотезы (максимум 9 баллов)

Основываясь на данных из части 4, укажите для каждого изменения состояния признака, подтверждает ли оно: гипотезу **H1**, гипотезу **H2**, обе гипотезы или ни одну из них.

За каждый правильный ответ вы получаете по одному баллу.

☐	☐
--------------------------	--------------------------

Изменение состояния признака 1

Изменение состояния признака 2

Изменение состояния признака 3

H1

H2

☐
☐
☐
☐
☐
☐

Изменение состояния признака 4

Изменение состояния признака 5

Изменение состояния признака 6

Изменение состояния признака 7

Изменение состояния признака 8

Изменение состояния признака 9

☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐

КОНЕЦ