



Всесибирская олимпиада по биологии 2022–2023.

Первый этап. 16 октября 2022.

9 класс

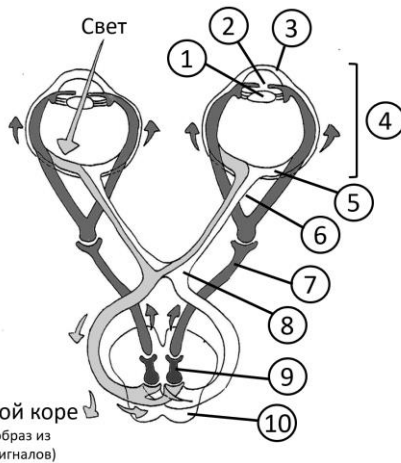
Время выполнения задания – 4 часа.

1. Зрачковый рефлекс (29 баллов)

К одной из функций нервной системы относят адаптацию организма к изменяющимся условиям. Приспособление организма происходит по следующей схеме:



Читая это предложение, вы задействуете чувствительные пути зрительного нерва, затем обрабатываете поступившие сигналы, после чего формируете адаптивный двигательный ответ в виде записи в бланке ответов. По такому же принципу работают и другие реакции нервной системы. Наиболее простой пример такой реакции – зрачковый рефлекс. Его схематичное изображение представлено на рисунке ниже.



Вопрос 1. Сопоставьте названия структур и их функции с изображением рефлекторной дуги зрачкового рефлекса.

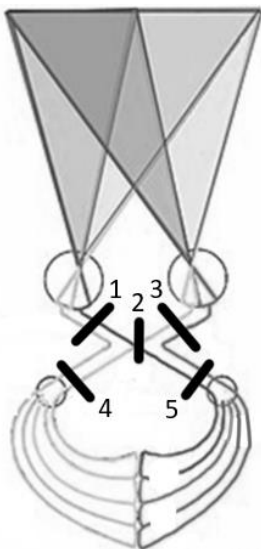
- А. Вставочный нейрон
- Б. Спинной мозг
- В. Глаз
- Г. Сетчатка
- Д. Глазодвигательный нерв
- Е. Хрусталик
- Ж. Стекловидное тело
- З. Роговица
- И. Зрительный перекрест
- К. Склера
- Л. Средний мозг
- М. Зрительный нерв
- Н. Сосудосуживающий центр
- О. Зрачок

Вопрос 2. Какие номера на рисунке соответствуют чувствительной, вставочной и двигательной частям рефлекторной дуги?

Вопрос 3. Что произойдет с правым зрачком и с левым зрачком, если посветить ярким светом на сетчатку левого глаза, как показано на рисунке?

Для того, чтобы ответ нервной системы был правильным, необходима работа всех трех звеньев: чувствительного, промежуточного и двигательного. Однако часто происходят нарушения. Примеры таких проблем описаны в книге Оливера Сакса «Человек, который принял свою жену за шляпу». Его пациенты имели нормальное зрение, слух, осязание, но могли не воспринимать часть мира или неправильно интерпретировать объекты (например, путать шляпы и своих жён).

В книге описан интересный случай нарушения зрительной чувствительности: одна из пациенток не видела правую половину предметов. Причиной была травма зрительного нерва. Каждый из глаз иннервируется двумя пучками волокон зрительного нерва. Один из них собирает информацию с правой половины сетчатки, другой – с левой. Дальше эта информация проходит по прямому или перекрещенному пути (см. рисунок) и попадает в зрительную кору, которая составляет образ из полученных сигналов. При разрыве нервного волокна проведения сигналов не происходит, поэтому какая-то часть мира игнорируется.



	Левый глаз	Правый глаз
Пациент А		
Пациент В		
Пациент С		
Пациент D		

Вопрос 4. Вам приведено зрительное мировосприятие нескольких пациентов и пути передачи сенсорной информации от глаз. Темным цветом изображена часть реальности, которую испытуемый не видит. Сопоставьте картину мира человека с местом предположительного разрыва зрительного волокна на схеме.

2. Умная слизь (20 баллов)

Слизевики – удивительные организмы, живущие на нашей планете! В 2019 году в Парижском зоопарке появился интересный обитатель – *Physarum polycephalum* представитель группы Миксомицетов (клада Амёевозоа). Этот слизевик так же обитает и в Калининградском зоопарке.

Physarum polycephalum – удобный модельный организм, который используется в различных биологических исследованиях, а также один из наиболее изученных организмов. В лаборатории *Physarum* выращивается на чашках Петри (рис.1), а его «излюбленным» кормом являются овсяные хлопья.

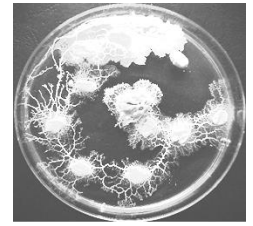


Рис. 1. Чашка Петри с *Physarum polycephalum*

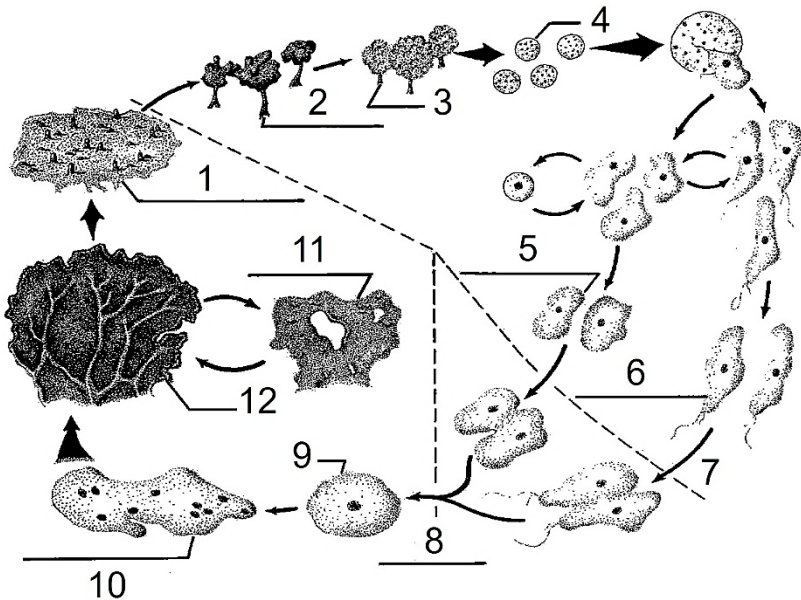
Вопрос 1. Какими свойствами должен обладать организм, чтобы его выбрали в качестве модельного для дальнейшего использования в различных биологических исследованиях? Напишите 3 свойства. Какие еще модельные организмы, помимо *Physarum polycephalum*, вам известны? Напишите 3 примера модельных организмов.

Вопрос 2. Как и многие другие слизевики, *Physarum* обладает сложным жизненным циклом, состоящим из *диплоидных* и *гаплоидных* стадий. Известно, что образование спор, подобно высшим растениям, происходит в процессе *мейоза*. Гаметы могут иметь пару жгутиков, а могут быть амёбоидными. Сливаясь, гаметы образуют *однойдерную зиготу*. В дальнейшем ее ядро многократно делится, а клетка увеличивается в размерах – формируется *многоядерный плазмодий* – ярко-желтая масса, видимая невооруженным взглядом! При нехватке питательных веществ многоядерный плазмодий способен

переходить в покоящуюся стадию – *склероций*. Ниже представлен жизненный цикл этого миксомицета, соотнесите стадии (процессы) жизненного цикла (1-12) с названиями (А-М) и плоидностью ($1n/2n$; для процессов в ячейке с плоидностью ставиться прочерк «-»).

Список названий:

- А) зигота;
- Б) склероций;
- В) амёбоидная гамета;
- Г) молодой спорангий;
- Д) плазмогамия (процесс);
- Е) молодой плазмодий;
- Ж) кариогамия (процесс);
- З) зрелый плазмодий со спорангиями;
- И) спора;
- К) жгутиковая гамета;
- Л) зрелый плазмодий;
- М) зрелый спорангий.



Вопрос 3. На рис. 2. представлен лабиринт, в котором находятся два агаровых блока (AG), содержащие измельченные овсяные хлопья. В лабиринт был помещен плазмодий *Physarum polycephalum*, через некоторое время он сформировал плазмодиальные тяжи практически по всему лабиринту (рис. 2. В), но, как известно, слишком длинные или тупиковые тяжи со временем истончаются и исчезают, а тяжи, проложенные по наиболее оптимальному маршруту между источниками пищи, наоборот, утолщаются и продолжают функционировать. В бланке ответов изобразите, наиболее оптимальный(ые) маршрут(ы), проложенный(ые) плазмодиальными тяжами между источниками пищи, начиная с места в лабиринте, в которое поместили *Physarum polycephalum*.

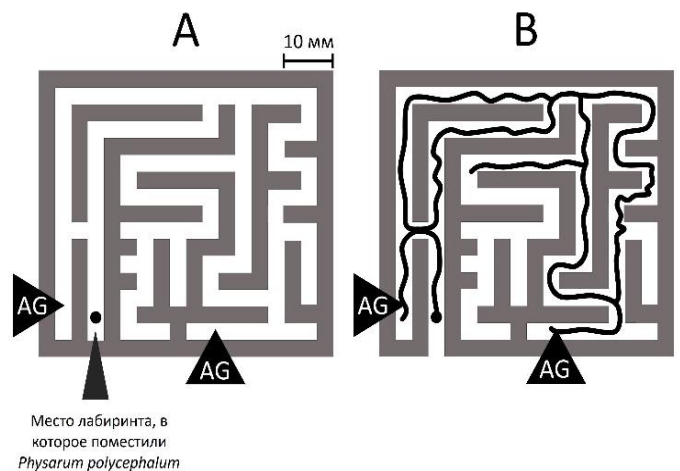


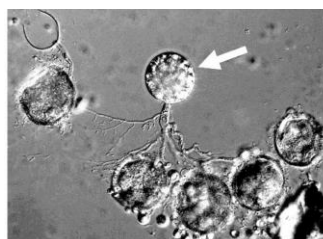
Рис. 2. Эксперимент с лабиринтом.

Вопрос 3. Плазмодий – один из разновидностей талломов (тел) у грибов (в широком смысле). Помимо плазмодия (многоядерной клетки), грибные талломы могут быть представлены *псевдоплазмодием*

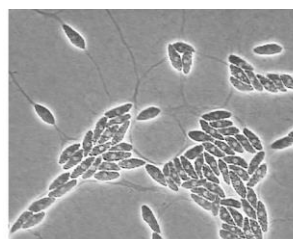
(множеством слипшихся клеток, существующих какое-то время как единый организм), *ризомицелием* (амебоидной клеткой, формирующей корнеподобные выросты, нужные для питания и закрепления в субстрате), *мицелием* или в *дрожжевом* виде. Ниже указаны представители эукариот,

обладающие грибным талломом на той или иной стадии своего жизненного цикла. Соотнесите организм (А–F) с названием таллома (1–5), который для него характерен и представлен на фотографии.

Названия талломов: 1) плазмодий; 2) псевдоплазмодий; 3) ризомицелий; 4) мицелий; 5) дрожжевой таллом.



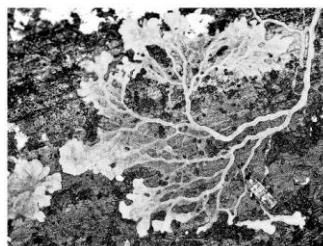
A. Chytridiomycota



B. Labyrinthulomycetes



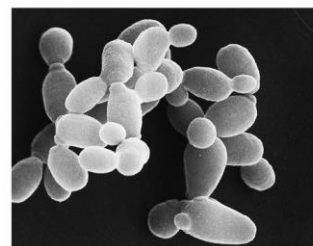
C. Amanita sp.



D. Myxomycetes (*Physarum*)



E. *Penicillium* sp.



F. *Saccharomyces cerevisiae*

3. Ягоды и фрукты (15 баллов)

Не все плоды, часто называемые в обиходе «ягодами», являются ягодами с ботанической точки зрения. вспомните, как с ботанической точки зрения называются плоды у следующих «ягодных» представителей растений.

Заполните таблицу в бланке ответов и ответьте на вопросы ниже.

Варианты плодов (даны в избытке):

ягода;
многокостянка;
костянка;
орешек;
многоорешек;
стручок;
боб;
померанец;
яблоко;
шишкоягода;
плодов не имеет.



А. Можжевельник (*Juniperus*)



Б. Брусника (*Vaccinium vitis-idaea*)



В. Земляника зеленая (*Fragaria viridis*)



Г. Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*)



Д. Тис ягодный (*Taxus baccata*)



Е. Вишня обыкновенная (*Prunus cerasus*)



Ж. Виноград (*Vitis*)



З. Смородина чёрная (*Ribes nigrum*)



И. Малина обыкновенная (*Rubus idaeus*)

Вопрос 1. Созревая, плоды часто меняют свою окраску с зеленого на ярко-красные, оранжевые, желтые или черные цвета. В чем биологический смысл яркой окраски плодов?

При формировании плода помимо завязи могут участвовать и другие части цветка или соцветия. Такие плоды называются *ложными*. Ниже на **рис. 1** приведены фотографии последовательного развития яблока из цветка (масштабный отрезок равен 1 см).



Рис. 1. Развитие плода яблони.

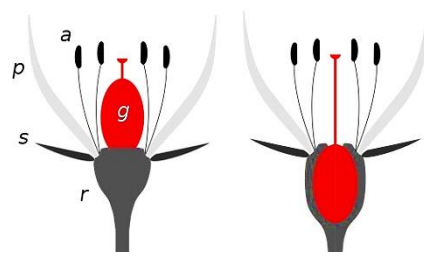


Рис. 2. Положение завязи (верхняя завязь – слева; нижняя – справа). Обозначения: g – завязь, а – тычинки, р – лепестки, s – чашелистики, г – цветоложе.

Вопрос 2. Как называется часть цветка, из которой формируется сочная ткань плода яблони (рис.1, Ж, отмечена знаком вопроса «?»)?

Вопрос 3. Назовите 2 примера растений, которые формируют ложные плоды.

Вопрос 4. Плоды классифицируются на нижние и верхние в зависимости от положения завязи в цветке (рис. 2), из которого они развились. Определить, какое было положение завязи в цветке по морфологии плода очень просто, главное внимательно рассмотреть его строение. Какими являются (верхними или нижними) плоды яблони, хурмы и граната (рис. 3)?

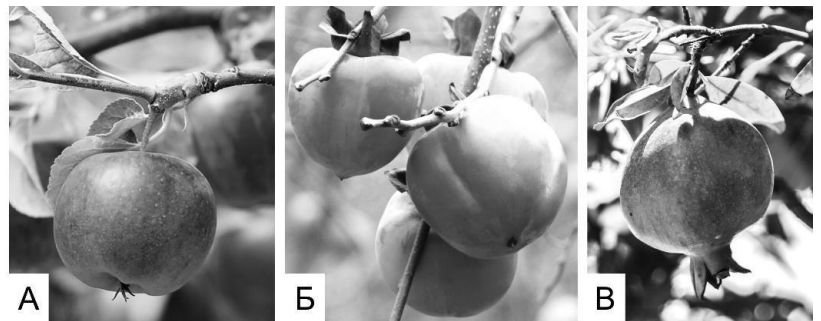


Рис. 3. плоды яблони, хурмы и граната

Вопрос 5. По городу N ходили журналисты и задавали вопросы из школьной программы встречным людям. Один из задаваемых вопросов звучал следующим образом: «Помидор – это овощ или фрукт?». В действительности же ответ был такой: «Помидор – это ягода, а не овощ или фрукт», отчего интервьюируемые заметно удивлялись. Какую ошибку в формулировке ответа допустили журналисты?

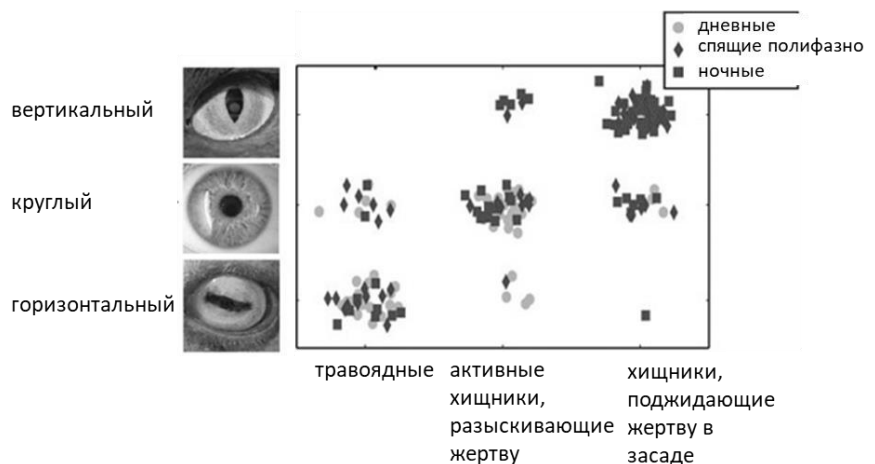
4. Хищник против жертвы (15 баллов)

Разные формы зрачка по несколько раз независимо друг от друга возникали в ходе эволюции. Помимо круглых зрачков в природе часто встречаются щелевидные зрачки.

Вопрос 1. Диапазон просвета щелевидного зрачка шире, чем у круглого: площадь вертикального зрачка может меняться в 135 раз, а круглого зрачка — только в 15. Для каких животных (ночных, дневных или активных и днем, и ночью) будут выгодны щелевидные зрачки и почему?

Если зрачок не круглый, глубина резко видимого пространства будет отличаться для разных направлений.

Например, животное с вертикальным зрачком будет достаточно резко видеть вертикальные линии чуть дальше или ближе фокусного расстояния. А вот горизонтальные линии, на которых животное непосредственно не сфокусировалось, будут сильно размыты. Ученые из Калифорнийского и Даремского университетов недавно предположили, что ориентация зрачка не случайна, и сопоставили данные о форме зрачков 214 наземных видов животных с их образом жизни.



Вопрос 2. Рассмотрите результаты эксперимента и попробуйте их объяснить. Почему для животных с определенным типом питания характерна определенная форма зрачка?

Вопрос 3. Тип зрачка не единственное, что отличает хищников и травоядных млекопитающих. Заполните таблицу по отличиям в разных физиологических системах и объясните различия.

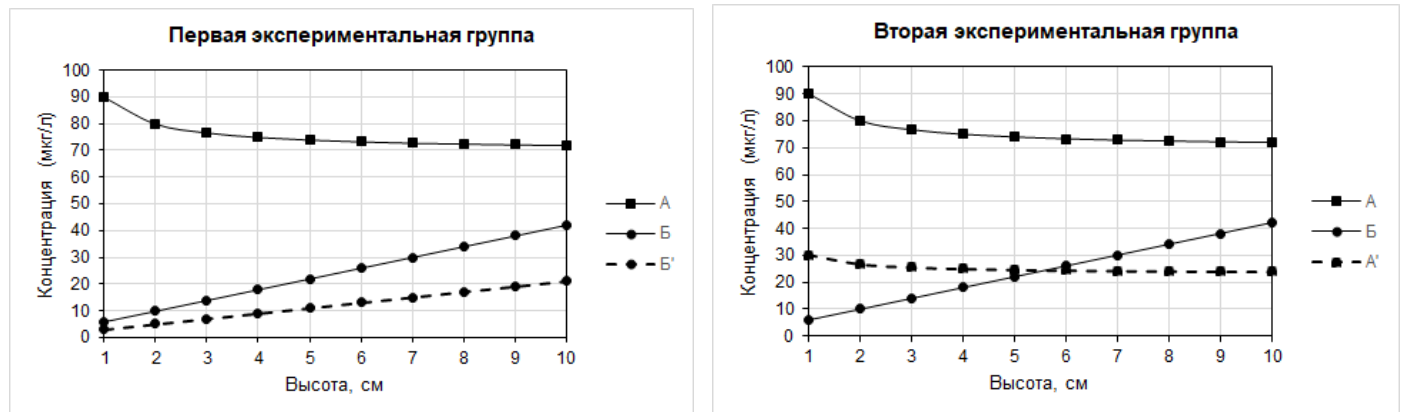
	Хищники	Объяснения	Травоядные	Объяснения
Наличие выростов на теле				
Расположение глаз (узко/широко)				
Тип жевательной поверхности зубов (характерные зубы)				
Содержание амилазы в слюне (много/мало)				
Строение желудка				
Относительная длина кишечника				

Вопрос 4. Хищник изымает из среды любых доступных ему жертв, т.е. является универсальным селекционером. Однако, отбор жертв хищниками малоэффективен. Объясните почему?

5. Концентрация веществ растений (18 баллов)

Исследователь проводил измерение концентрации веществ **А** и **Б** в побегах молодых растений. Исследованию подвергался каждый сантиметр побега на расстоянии от 1 до 10 см от уровня почвы. Высота самих растений составляла 20 см. Оказалось, что концентрация **вещества А** постепенно **снижается** с увеличением расстояния от уровня почвы, а **вещества Б** - **повышается**. Данная группа растений была определена как контрольная.

Помимо контрольной группы растений у исследователя в распоряжении было две экспериментальные группы. У первой экспериментальной группы он удалил половину листьев. При этом концентрация вещества А осталась неизменной, а концентрации вещества Б изменилась (обозначение на графике как Б'). У второй экспериментальной группы исследователь удалил половину корней, при этом, наоборот, концентрация вещества Б осталась такой же, как и в контрольной группе, а концентрация вещества А изменилась (обозначение на графике как А'). В дальнейшем было замечено, что у первой группы корни росли очень медленно, по сравнению с контрольной, а у второй группы, наоборот, очень медленно росли листья.



Вопрос 1. На основе имеющихся данных заполните таблицу, ответив на вопросы:

	Вещество А	Вещество Б
Как именно изменились концентрации веществ?		
В каком органе растения синтезируются вещества?		
Какова функция веществ?		
Предположите названия веществ		

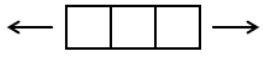
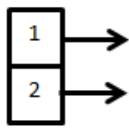
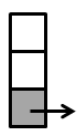
Вопрос 2. Было установлено, что в контрольной группе изменение концентрации вещества А по высоте стебля описывается функцией $y = a/x + 70$, а вещества Б - функцией $y = x \cdot a + 2$, где y - концентрация вещества, а x - высота точки измерения побега. Используя данные значений веществ А и Б в контрольной группе, заполните таблицу:

	Вещество А	Вещество Б
Чему равно a ?		
Концентрация на высоте 20 см		

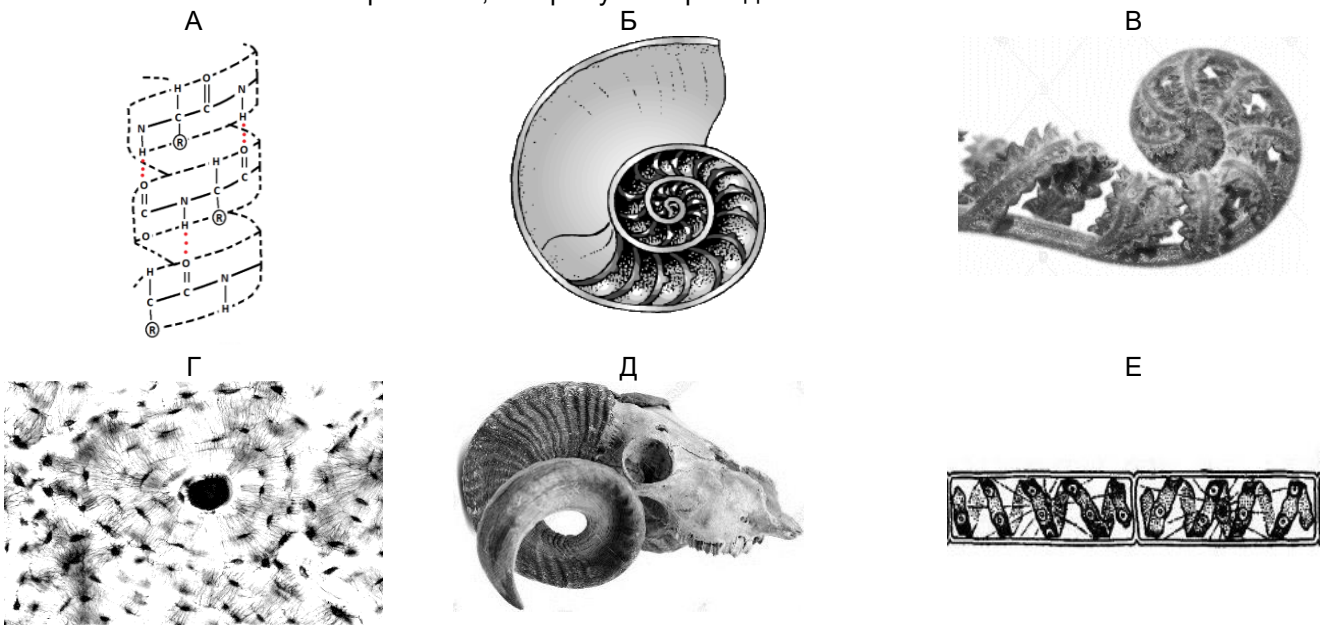
6. Алгоритмы развития (25 баллов)

Еще в Древней Греции было замечено, что многие природные объекты обладают похожим геометрическим строением. Например, для большинства животных характерна двусторонняя симметрия, для растений – формирование фрактальных структур, а ветвление часто происходит по принципу дихотомии (разделения надвое). Геометрическое подобие организмов можно объяснить тем, что их развитие происходит по общим алгоритмам, связанных с последовательностью и скоростью клеточных делений. Наиболее просто проиллюстрировать это на примере небольшого числа клеток.

Задание 1. В каждом пункте нарисуйте, как будет выглядеть результат повторения алгоритма для ситуаций, приведенных в таблице. Для простоты считайте структуры плоскими.

№	Алгоритм делений. Клетки могут делиться только в направлениях указанных стрелками.	Исходное состояние клеток	Конечное состояние после n-делений
А	Делиться могут клетки, контактирующие с соседними двумя гранями. Деление клеток происходит через каждые 1800 секунд в направлениях, показанных стрелками. Нарисуйте структуру, которая образуется через 1,5 часа.		
В	Клетка 1 и ее потомки делятся один раз в 30 минут, что в два раза быстрее делений клетки 2 и ее потомков. Объемы всех дочерних клеток равны, однако, необходимо, чтобы каждая образовавшаяся клетка контактировала с клетками 1 и 2 ряда, клетки могут менять форму (например, уплощаться). Как будет выглядеть структура через 2 часа?		
С	Способностью к делению обладают клетки, стоящие на третьей позиции от вершины цепочки (закрашена на рисунке). Другие клетки не делятся. Деления происходят с одинаковой скоростью и всегда вправо по отношению к направлению роста цепи. Клетки сохраняют контакты после делений, при этом новых контактов не образуется. Число прошедших делений n=7		

Задание 2. В природе часто встречается геометрическая форма спирали. Ниже представлено несколько примеров спиральных структур. Для каждой структуры укажите ее название, подпишите уровень организации и систематическое положение организма, которому она принадлежит.



Задание 3. При развитии побега в меристеме происходит закладка листьев. Представим себе, что у нас есть два основных регулятора роста листьев: активатор и ингибитор. Обычно активатор генерируется центральной частью меристемы (черный цилиндр) и диффундирует к краевым восприимчивым клеткам (серая часть цилиндра), а ингибитор генерируется клетками, начавшими свою специализацию в лист. Назовите тип меристемы, тип листорасположения, представленный на картинках, а также предположите что происходит с диффузией ингибитора при разном листорасположении.

