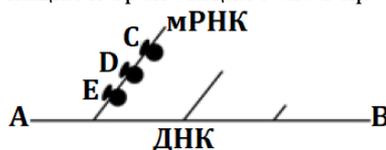


# 4-ЭТАП АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ОЛИМПИАДЫ ПО БИОЛОГИИ (КВО-4) 2021

## ЧАСТЬ-А (60 Б.)

### **КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ (12 Б.):**

1) На рисунке ниже изображены транскрипция и трансляция гена в прокариотической клетке.



Укажите, какое из следующих описаний правильное.

- I. Транскрипция направлена от (B) к (A).
- II. Конец (C) мРНК является 5'-концом.
- III. Полипептид на рибосоме (D) длиннее, чем полипептид на рибосоме (E).

- A) I
- B) I, II**
- C) II, III
- D) I, III

2) Для изучения регуляции клеточного цикла используют слияние клеток, находящихся на разных стадиях этого цикла, что приводит к образованию клетки с двумя ядрами. Какое из следующих утверждений является правильным:

- A) Когда клетка в M фазе сливается с клеткой в G<sub>1</sub> фазе, митоз в находящемся в M фазе ядре останавливается
- B) Когда клетка в M фазе сливается с клеткой в G<sub>2</sub> фазе, в ядре, находящемся в G<sub>2</sub> фазе, начинается митоз**
- C) Когда клетка в G<sub>1</sub> фазе сливается с клеткой в G<sub>2</sub> фазе, в обоих ядрах начинается митоз
- D) Когда клетка в M фазе сливается с клеткой в G<sub>1</sub> фазе, в ядре, находящемся в G<sub>1</sub> фазе, начинается синтез ДНК

3) Биохимик получил образец растения от коллеги, который заметил, что у данного растения устьица днем закрыты. Биохимик установил, что радиоактивная двуокись углерода, поглощенная ночью, сначала находится в органических кислотах вакуоли, а в течение дня метка переходит в сахара, образуемые в хлоропластах. Биохимик сделал вывод, что:

- A) Растение фиксирует углерод по САМ-пути**
- B) Растение имеет C<sub>4</sub>-путь
- C) Реакции фиксации углерода происходят в разных клетках
- D) Растение использует митохондрии вместо хлоропластов

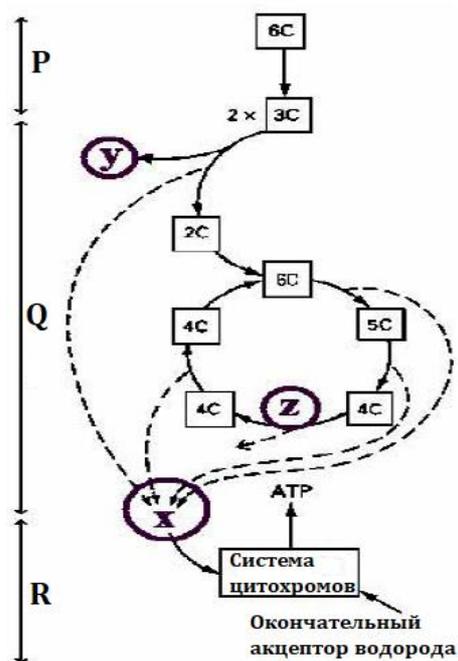
4) Что из нижеперечисленного не верно по отношению к хемиосмотической теории?

- A) В то время как электроны в электронно-транспортной цепи проходят через транспортеры (молекулы переносчики электронов), находящиеся на внутренней мембране митохондрий протоны выкачиваются из матрикса дыхательными комплексами I, III и IV
- B) Протоны возвращаются обратно в митохондриальный матрикс через протонзависимую АТФсинтазу
- C) Теория объясняет образование АТФ в фотосинтетических электронных транспортных цепях
- D) Транспорт протонов при дыхании обеспечивается конформационными колебаниями двойного слоя энергосопрягающей мембраны**

5) В геноме бактерий некоторые гены организованы в оперон. Какое из утверждений об опероне верно?

- A) Гены оперона являются мозаичными структурами, представленными интронами и экзонами
- B) Трансляция всех генов одного оперона начинается в одном и том же кодоне инициации
- C) Белки, кодируемые генами одного оперона, транслируются с одной общей молекулы мРНК**
- D) Трансляция мРНК всех генов одного и того же оперона терминируется общим STOP кодоном

6) Для ответа используйте рисунок, показывающий упрощенную схему трёх стадий (P, Q и R) аэробного дыхания.



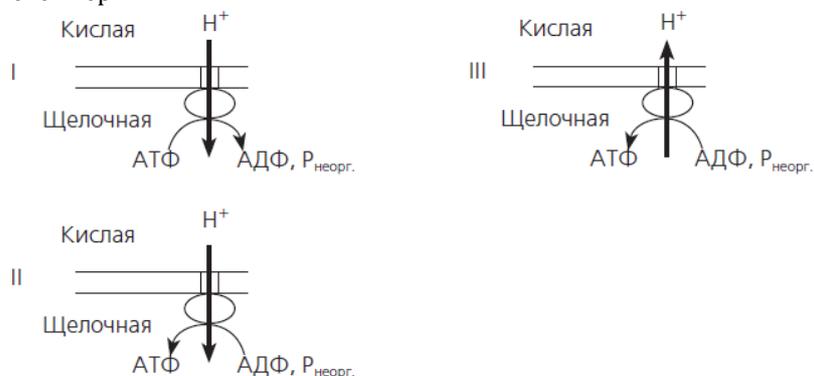
Веществам X, Y и Z соответствуют:

	X	Y	Z
A)	Ацетил СоА	НАДН <sub>2</sub>	Лактат
B)	Вода	СО <sub>2</sub>	Дегидрогеназа
C)	НАДН <sub>2</sub>	СО <sub>2</sub>	Дегидрогеназа
B)	Пируват	Н <sub>2</sub> O	НАДН <sub>2</sub>

7) Фотодыхание наблюдается в хлоропластах растения, если концентрация O<sub>2</sub> значительно превышает концентрацию CO<sub>2</sub>. В этом случае O<sub>2</sub> включается вместо CO<sub>2</sub> в цикл Кальвина посредством фермента РуБисКо. Субстратом для РуБисКо, который обычно связывается с CO<sub>2</sub>, является:

- A) 3-фосфоглицерат;
- B) Глицеро-1,3-дифосфат;
- C) 3-фосфоглицероальдегид;
- D) Рибулозо-1,5-дифосфат.

8) На схеме показана ориентация АТФазы вместе с направлением транспорта Н<sup>+</sup> и синтезом/гидролизом АТФ. Какой из вариантов является верным?



- A) I
- B) II
- C) III
- D) I, III

9) Какой из названных компонентов не нужен для репликации ДНК *in vivo*?

- A) Матрица одноцепочечной ДНК
- B) Дезоксинуклеозид-монофосфаты (дАМФ, дЦМФ, дГМФ, дТМФ)**
- C) Праймер
- D) ДНК полимераза

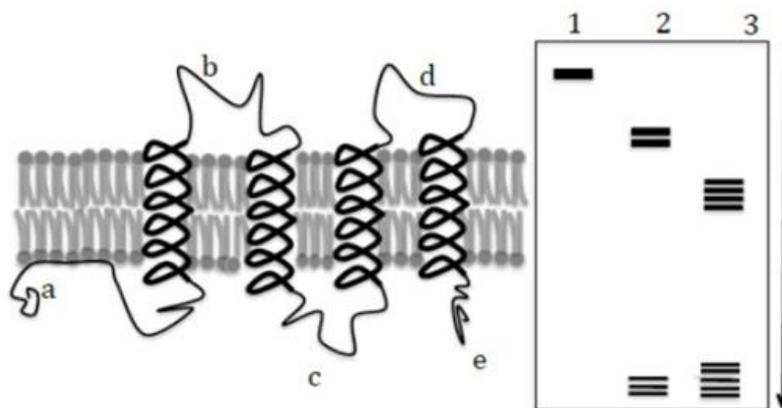
10) Гены у различных организмов разделены на интроны и экзоны. Какое из утверждений об экспрессии генов является правильным?

- A) Для синтеза белков используется информация только некоторых интронов
- B) Транскрипция каждого из экзонов индуцируется отдельным промотором
- C) Последовательности интронов удаляются в течении процессинга РНК, как результат сплайсинга пре-мРНК**
- D) Во время трансляции рибосомы перепрыгивают интронные части мРНК.

11) Человеческий гормон инсулин, содержащий две полипептидные цепи, синтезируется как препротейн (полипептидный предшественник) и модифицируется перед секрецией во внеклеточное пространство. Какое из утверждений правильно?

- A) Полипептидные цепи синтезируются на рибосомах, находящихся в цитозоле и модифицируются в аппарате Гольджи
- B) Полипептидные цепи синтезируются на рибосомах, находящихся на мембране эндоплазматической сети, и модифицируются в аппарате Гольджи**
- C) Одна полипептидная цепь синтезируется на рибосомах, находящихся в цитозоле, а другая - на рибосомах, находящихся на эндоплазматической сети; затем они модифицируются в цитозоле и аппарате Гольджи соответственно
- D) Полипептидные цепи синтезируются на рибосомах, находящихся в цитозоле и модифицируются в люмене лизосомы

12) Представьте, что вы исследуете мембранный белок, показанный на диаграмме ниже. Вы приготовили искусственные везикулы, содержащие этот белок только в мембране. Затем эти везикулы были обработаны протеазой, разрезающей белок близко к мембране (2) или же везикулы делали проницаемыми для протеазы для обработки протеазой (3). Полученные пептиды затем разделяли при помощи SDS-PAGE (гель-электрофореза в полиакриламидном геле в присутствии додецилсульфата натрия). Укажите верное утверждение?



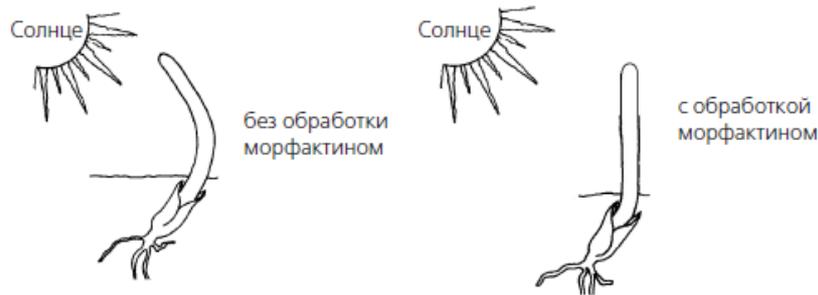
Мембранный белок (a, b, c, d, e: домены) и гель SDS-PAGE

(1 – необработанный контроль; 2 – пептиды, после расщепления протеазой; 3 – пептиды, после расщепления проницаемых везикул. Стрелка указывает направление движения белков при электрофорезе.)

- A) Большие фрагменты на полосе 3 являются гидрофильными
- B) Меньшие по размеру фрагменты на полосе 2 представляют собой домены белка, выступающие из мембраны**
- C) Домен a богат лейцином или изолейцином
- D) Домены a, c и e выступают в полость везикул

## БИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ (9 Б.):

13) На рисунках представлены результаты исследования влияния синтетического регулятора роста морфактина на растения.



А) Абсцизовой кислоты

В) Ауксина

С) Гиббереллина

Д) Цитокинина

14) Тебе нужны груши для мероприятия, которое состоится через три дня. Груши, купленные для этой цели еще не созрели. Каким способом можно ускорить процесс созревания?

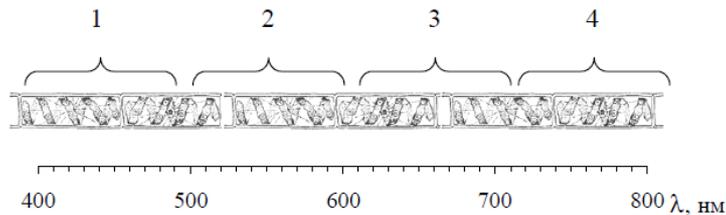
А) Положить груши в темное место

В) Положить груши в холодильник

С) Поставить груши на подоконник

Д) Положить груши в мешок из коричневой бумаги вместе со спелыми яблоками

15) Трихомы спирогиры помещали в среду, где некоторое время до этого без доступа воздуха инкубировали строго аэробные бактерии. Затем участок нити спирогиры освещали тонким лучом, пропущенным через призму для получения спектра (см. рисунок).



16) В каком участке нити будет наблюдаться максимальная концентрация бактерий?

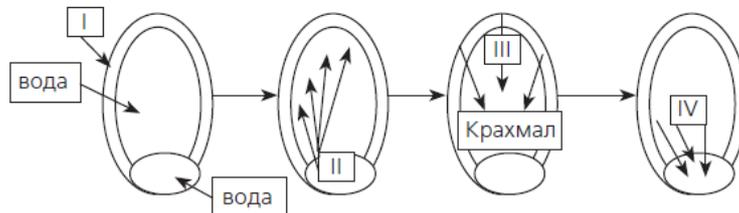
А) 1,3

В) 1,4

С) 2,3

Д) 2,4

17) На схеме ниже показаны этапы прорастания семян ячменя.



Выберите для II и III соответствующие термины.

А) II - ауксин, III - амилоза

В) II - гиббереллин, III - амилаза

С) II - амилоза, III - алейроновый слой

Д) II - амилаза, III - амилоза

18) Сравните pH цитозоля (1), стромы хлоропластов (2) и просвета тилакоидов (3) в клетках растений на свету:

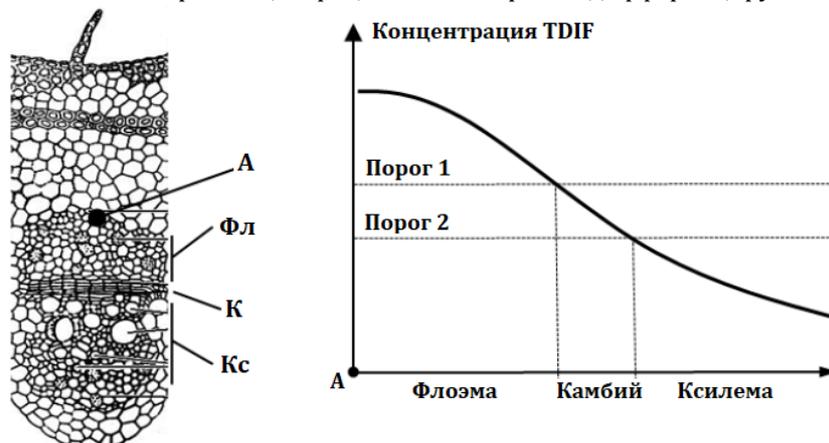
А) 1>2>3

В) 1>3>2

С) 2>1>3

Д) 2>3>1

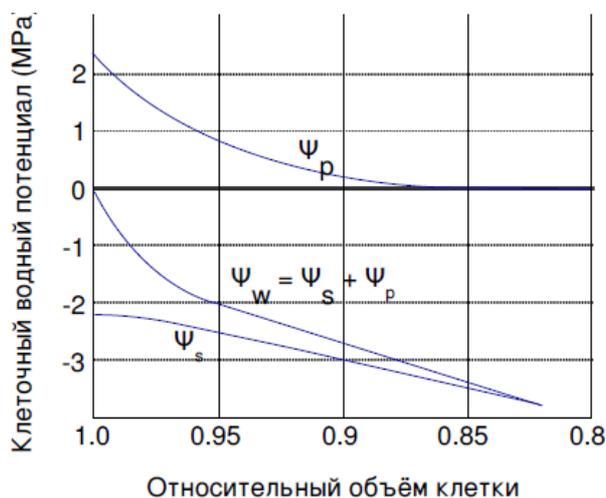
19) На схеме представлен фрагмент анатомического среза стебля растения. При дифференцировке проводящих тканей группа клеток протофлоэмы, обозначенных буквой А, под действием цитокининов начинает синтезировать короткий пептид TDIF, концентрация которого падает по мере удаления от точки А (см. график). Клетки оценивают концентрацию TDIF с помощью мембранного рецепторного белка PXY. Если она выше, чем пороговое значение 1 (порог 1), из прокамбия формируется флоэма. Если концентрация TDIF ниже порога 1, но выше порога 2, образуется камбий. При концентрациях ниже порога 2 дифференцируется ксилема.



Укажите неверное утверждение.

- А) При мутации со сдвигом рамки считывания в гене *PXY* у мутантов станет больше сосудов ксилемы (по сравнению с нормой).
- В) Экспериментальная обработка прокамбия на ранней стадии высокими концентрациями короткого пептида TDIF приведет к увеличению числа флоэмных элементов.
- С) Обработка прокамбия цитокинином вызовет увеличение ксилемной части сосудистого пучка и уменьшение числа флоэмных элементов.
- Д) У мутантов при снижении синтеза TDIF в два раза расположение камбия будет ближе к точке А, чем у нормальных растений.

20) Клеточные стенки обеспечивают гомеостаз объема растительных клеток, несмотря на то, что происходят весьма значительные ежедневные изменения водного потенциала в результате потери воды при транспирации. Клеточный водный потенциал ( $\psi_w$ ) растительной клетки состоит из осмотического потенциала ( $\psi_s$ ) и потенциала тургорного давления ( $\psi_p$ ). Относительный объем клетки коррелирует с её водным потенциалом, осмотическим потенциалом и потенциалом тургорного давления, как показано на рисунке ниже.



Укажите верное утверждение.

- А) Изменения водного потенциала растительных клеток, как правило, сопровождаются значительными изменениями тургорного давления и объема клетки.
- В) Потеря тургорного давления указывает на окончание плазмолиза клетки и уменьшение её объема приблизительно на 15%.
- С) При уменьшении объема клетки на 10%, наибольшее изменение водного потенциала клетки вызывается падением осмотического потенциала одновременно с небольшим изменением тургорного давления.
- Д) При регидратации увеличение клеточного объема прекращается тогда, когда клеточная стенка оказывает давление, равное тургорному и клеточный водный потенциал достигает нуля.

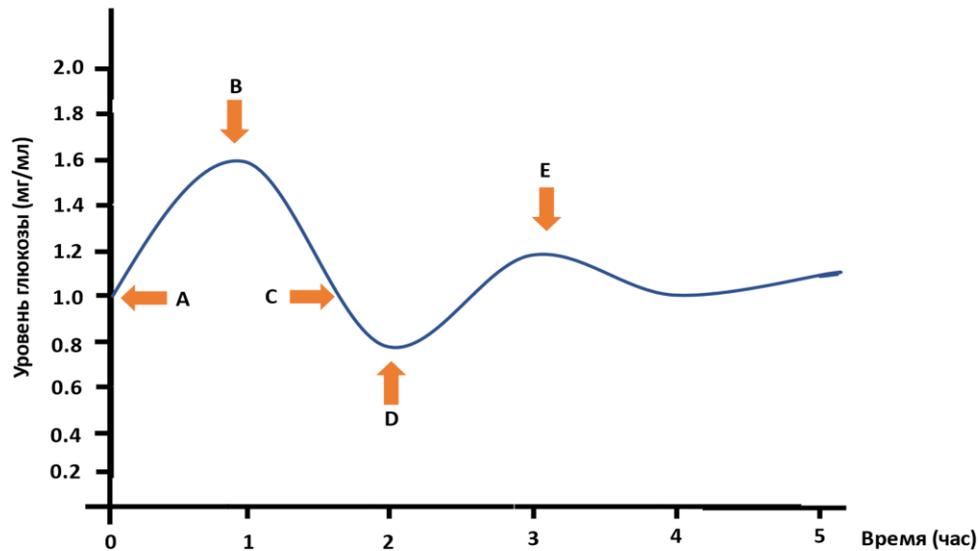


## БИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ (15 Б.):

**22)** Воспаление и повреждение поджелудочной железы могут вызвать повышение уровня сывороточной амилазы. Травма или заболевание какого из следующих органов может привести к аналогичным лабораторным результатам?

- A) Печень
- B) Толстая кишка
- C) Щитовидная железа
- D) Слюнная железа**
- E) Надпочечник

**23)** Уровень глюкозы в крови регулируется двумя антагонистическими гормонами, глюкагоном и инсулином. На следующем графике показаны колебания уровня глюкозы в крови человека за пятичасовой период.



На основании информации, представленной выше, и ваших знаний в области физиологии, какие из следующих утверждений являются подходящими?

- I. Гомеостатические механизмы поддерживают концентрацию глюкозы примерно 1 мг / мл.
- II. Глюкагон высвобождается в точках A и C.
- III. Человек принимает пищу в точке D.
- IV. Инсулин высвобождается в точках B и E.

- A) Только I
- B) Только I и II
- C) Только I и IV**
- D) Только I, II, и III
- E) Только II, III, и IV

**24)** В отделение неотложной помощи доставлен человек с тяжелой формой неизлечимого диабета I типа. После экстренной инъекции инсулина может произойти все следующие, КРОМЕ:

- A) Снижение почечного клиренса глюкозы
- B) Снижение калия в плазме
- C) Снижение pH в крови**
- D) Снижение скорости липолиза
- E) Снижение дыхания

**25)** К чему из перечисленного может привести повышение уровня паратиреоидного гормона в плазме?

- A) Увеличение количества активных остеобластов
- B) Увеличение поглощения ионов кальция костями
- C) Снижение синтеза витамина D
- D) Повышение реабсорбции ионов кальция почками**
- E) Снижение всасывания кальция в кишечнике

**26)** Снижение секреции кортизола приводит к:

- A) Снижению синтеза адреналина**
- В) Снижению синтеза АКТГ
- С) Повышению концентрации глюкозы в крови
- Д) Повышению артериального давления
- Е) Увеличению индекса массы тела

**27)** Айбек (45 лет) пробежал свой первый марафон в Токмоке, со временем 3 часа 43 минуты. Его усиленный бег на 40-ом километре привел к:

- A) Мышцы живота Айбека увеличили его внутрибрюшное давление, которое заставляет его внутренние органы подниматься вверх по диафрагме. Его внутрилегочное давление на 40-ом километре могло снизиться на целых 80 мм рт.ст. с начала марафона.**
- В) Мышцы живота Айбека снизили его внутрибрюшное давление, которое заставляет его внутренние органы подниматься вверх по диафрагме. Его внутрилегочное давление на 40-ом километре, возможно, увеличилось на 80 мм рт.ст. с начала марафона.
- С) Мышцы живота Айбека увеличили его внутрибрюшное давление, которое заставляет его внутренние органы подниматься вверх по диафрагме. Его внутрилегочное давление могло увеличиться на 80 мм рт. ст. с начала марафона.
- Д) Мышцы живота Айбека снизили его внутрибрюшное давление, которое заставляет его внутренние органы подниматься вверх по диафрагме. Его внутрилегочное давление могло снизиться на 80 мм рт. ст. с начала марафона.
- Е) Мышцы живота Айбека снизили его внутрибрюшное давление, которое заставляет его внутренние органы подниматься вверх по диафрагме. Его внутрилегочное давление не изменилось с начала марафона.

**28)** Какие из два мозговых центра участвуют при дыхании у млекопитающих?

- А) Продолговатый мозг и черная субстанция
- В) Черная субстанция и красное ядро
- С) Красное ядро и мост
- Д) Продолговатый мозг и красное ядро
- Е) Продолговатый мозг и мост**

**29)** После 12 недель беременности основным источником эстрогена и прогестерона для плода человека являются:

- А) Фолликула яичника
- В) Желтое тело
- С) Плацента**
- Д) Передний гипофиз
- Е) Задний гипофиз

**30)** Жир попадает в венозную систему из пищеварительной системы через:

- А) Печеночную артерию
- В) Печеночную вену
- С) Грудной проток**
- Д) Эпителиальные клетки, выстилающие двенадцатиперстную кишку
- Е) Печеночную портальную систему

**31)** Исследователи дали лекарство, снижающее уровень холестерина, 2335 человек и плацебо - 2081 человек. Большинство добровольцев были мужчинами с нормальным уровнем холестерина и без сердечных заболеваний. Через 5 лет 97 человек, получавших плацебо, перенесли сердечный приступ, по сравнению с 57 людьми, получившими это лекарство. Исследователи рекомендовали всем людям (даже тем, у кого нет высокого холестерина), чтобы предотвратить сердечные приступы, эти препараты, снижающие уровень холестерина. В дополнение к представленной информации, какую информацию ДОЛЖНЫ иметь исследователи, прежде чем поддержка рекомендации может быть обоснована?

- A) Были ли привычки питания двух групп похожими?**
- В) Как сердечный приступ влияет на уровень холестерина?
- С) Приводит ли сердечные приступы к смертельному исходу?
- Д) Какое химическое вещество входит в состав плацебо?
- Е) Если бы тест был повторен с точно равным количеством мужчин в каждой группе, были бы получены аналогичные результаты?

**32)** Какая из следующих ситуаций приведет к наибольшей степени насыщения гемоглобина  $O_2$ , если  $PO_2$  останется постоянным?

- A) Пониженный  $PCO_2$ , повышенная температура
- B) Повышенный уровень 2, 3-DPG
- C) Низкий pH
- D) Пониженный  $PCO_2$ , повышенная температура
- E) Повышенный  $PCO_2$ , пониженная температура

**33)** Одна из вне-эмбриональных мембран/структур производит белки, которые подавляют материнский иммунный ответ против плода. Эта мембрана/структура является:

- A) Аллантаоис
- B) Хорион
- C) Желточный мешок
- D) Амнион
- E) Трофобласт

**34)** Что из перечисленного включает нормальный физиологический ответ человека на СНИЖЕНИЕ артериального давления и объема крови?

- A) Снижение артериального давления в юктагломерулярном аппарате приводит к снижению фермента реннина
- B) Повышение уровня ангиотензина II, который сужает артериолы и снижает приток крови к капиллярам
- C) Альдостерон выделяется почками и увеличивает реабсорбцию натрия в дистальных канальцах
- D) Антидиуретический гормон снижается при уменьшении объема крови
- E) Увеличение предсердного натрийуретического фактора из стенок предсердий увеличивает высвобождение фермента реннина

**35)** Скорость клубочковой фильтрации увеличивается, если:

- A) Камень в почках закупоривает мочеточник
- B) Наблюдается эфферентное расширение артериол
- C) Концентрация белков плазмы снижается
- D) АТФ выделяется клетками плотного пятна
- E) Внеклеточный объем уменьшится

**36)** Что из перечисленного вызывает свертывание крови?

- A) Механическое или химическое повреждение эндотелия кровеносных сосудов
- B) Реакция лимфоцитов на патоген
- C) Превращение фибриногена в фибрин
- D) Фактор гемофилии XIII
- E) Высвобождение фактора свертывания I

## ЭКОЛОГИЯ (6 Б.):

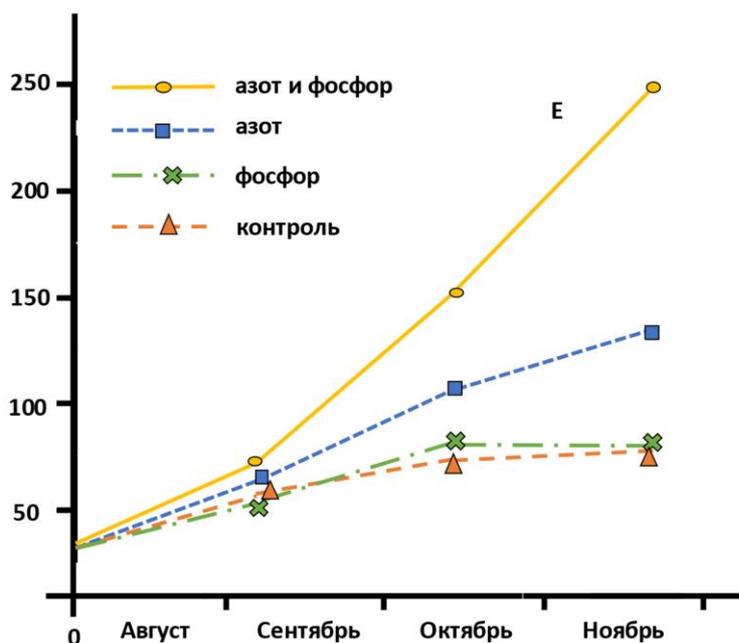
37) При встрече с хищником маленькие рыбки образуют косяки, похожие на шары, тем самым:

- A) Избегают хищника
- B) Привлекают меньше внимания
- C) Убегают быстрее
- D) Сбивают с толку хищника

38) Чистая первичная продуктивность в большинстве экосистем важна, потому что она представляет собой:

- A) Запасная химическая энергия, доступная гетеротрофам
- B) Общая солнечная энергия, преобразованная продуцентами в химическую энергию
- C) Энергия, используемая при дыхании гетеротрофами
- D) Энергия, доступная продуцентам
- E) Биомасса всех продуцентов

39) Фермеру было интересно проверить влияние различных удобрений на урожай пшеницы. Он разделил участок земли площадью четыре акра на четыре участка по один акр каждый. Он не добавил удобрений на участок №1, добавил только азот на участок №2, только фосфор на участок №3, и азот и фосфор на участок №4. Каждый месяц он оценивал биомассу каждого участка. График этих данных показан ниже.



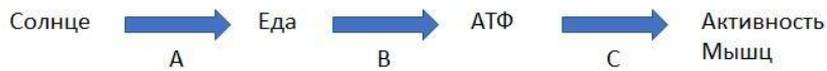
Какое из следующих утверждений подтверждается этими данными?

- A) Фосфор был первым лимитирующим питательным веществом, за ним следовал азот
- B) Азот был первым лимитирующим питательным веществом, за ним следовал фосфор
- C) Фосфор ограничивал, но азот не ограничивал урожай
- D) Азот лимитирующий, но фосфор не лимитирующий фактор
- E) Ни азот, ни фосфор не лимитирующие факторы

40) Групповая охота может благоприятно повлиять на способность животного добывать различные пищевые ресурсы и вероятность поимки в результате:

- A) Уменьшает шансы поймать добычу
- B) Снижает успех при соревновании с другими видами
- C) Повышает шанс поимки более крупной добычи
- D) Повышает шанс активной защиты жертвой
- E) Все вышеперечисленные

**41)** Поток энергии через экосистему включает в себя множество передач энергии. Схема ниже представляет собой упрощенную версию, которая суммирует передачу энергии, которая в конечном итоге поддерживает мышечную активность.



Процесс клеточного дыхания представлен:

- A) Только стрелкой А
- B) Только стрелкой В**
- C) Только стрелкой С
- D) Только стрелками В и С
- E) Только стрелками А, В, и С

**42)** Летом вы изучаете термально стратифицированное озеро. Какое из следующих утверждений приемлемо в отношении этой экосистемы?

- A) Концентрация  $H_2S$  будет максимальной на самом низком уровне озера**
- B) Уровень pH воды в озере будет постепенно снижаться от поверхности воды до отложений
- C) Концентрация кислорода будет самой высокой у поверхности воды
- D) Окисляющие бактерии будут использовать  $H_2S$  в качестве источника энергии
- E) Температура воды в озере будет постепенно понижаться от поверхности воды до отложений

## ГЕНЕТИКА И ЭВОЛЮЦИЯ (12 Б.):

Эммануэль Шарпантье и Дженнифер Даудна были удостоены Нобелевской премии в 2020 за их научное открытие в области генных технологий – редактирование генома системой CRISPR/Cas. Иногда завораживающие открытия получаются неожиданно, и CRISPR/Cas относится к таким внезапным изобретениям. Ученые Шарпантье и Даудна изучали иммунную систему бактерии *Streptococcus pyogenes* для получения новой формы антибиотиков. Но вместо этого они открыли молекулярный инструмент для точных надрезов генетического материала, чтобы легко менять жизненный код всех живых организмов.

CRISPR- это особые участки бактериальной ДНК, короткие палиндромные кластерные повторы. Между этими повторами располагаются отличающиеся друг от друга фрагменты ДНК, многие из которых соответствуют участкам геномов вирусов, паразитирующих на данной бактерии. При попадании вируса в бактериальную клетку он обнаруживается с помощью специализированных Cas-белков, связанных с CRISPR РНК или гидом. Если фрагмент вируса «записан» в CRISPR бактерии, эти белки разрезают вирусную ДНК и уничтожают ее, защищая клетку от инфекции.

С помощью механизма CRISPR/Cas стало возможным «программировать» белок Cas путем внедрения вместо цепочки вирусной ДНК в гид-последовательности, выбранную исследователем. Таким образом, белок разрезает именно эту часть ДНК.

**43)** Какие манипуляции возможны с помощью CRISPR/Cas после надреза ДНК интересующего организма?

- А) Внедрение мутаций в нужные гены
- В) Исправление мутаций в нужных генах
- С) Внедрение/удаление целых генов
- Д) все ответы верны**

**44)** Возможно ли с помощью CRISPR/Cas нацелиться сразу на несколько генов? Если да, как?

- А) Нет, это невозможно. Можно манипулировать только одним геном.
- В) Да, это возможно с помощью разных белков Cas, которые имеют разную аминокислотную последовательность.
- С) Да, это возможно с помощью нескольких РНК-гидов, которые будут направлять Cas к разным генам.**
- Д) Да, это возможно с помощью разных химикатов, используемых во время эксперимента.

**45)** Для лечения раковых заболеваний сейчас используют пересадку костного мозга из здорового донора пациенту. Гипотетически возможно ли с помощью CRISPR/Cas лечить раковые заболевания? Если да, как?

- А) Нет, это невозможно.
- В) Да, это возможно. Можно с помощью CRISPR/Cas исправить стволовые клетки самого пациента и ввести эти клетки больному. Таким образом отпадает необходимость поиска доноров и совместимость будет полная.**
- С) Да, это возможно. Можно с помощью CRISPR/Cas исправить мутации во всех клетках пациента.
- Д) Да, это возможно. Можно с помощью CRISPR/Cas внедрить мутации в раковые клетки пациента, которые будут компенсировать мутации, привлекая к онкологии.

**46)** Морган скрещивал Дрозофил двух известных генотипов, BbVv x bbvv, где В, дикий тип (серый цвет тела), доминирует над b (черный цвет тела) и V (крылья дикого типа) доминируют над v (недоразвитые крылья). Морган ожидал получить четыре фенотипа в соотношении 1:1:1:1.

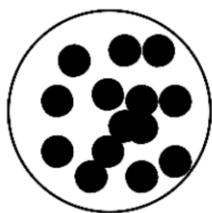
Однако он наблюдал:

- Дикий тип: 965;
- Черные с недоразвитыми крыльями: 944;
- Серые с недоразвитыми крыльями: 206;
- Черные с нормальными крыльями: 185.

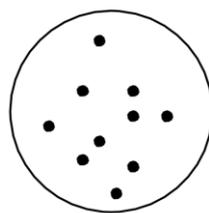
Эти результаты были объяснены сцеплением аллелей одновременно с генетической рекомбинацией (кроссинговером). В этом частном случае частота рекомбинации (определенная как соотношение количества рекомбинантов к общему количеству потомства) составляет:

- А) 0,080
- В) 0,108
- С) 0,170**
- Д) 0,205

47) Кровь группы АВО у человека может быть определена реакцией коагуляции с антителами анти-А и анти-В.



Положительная коагуляция



Отрицательная коагуляция

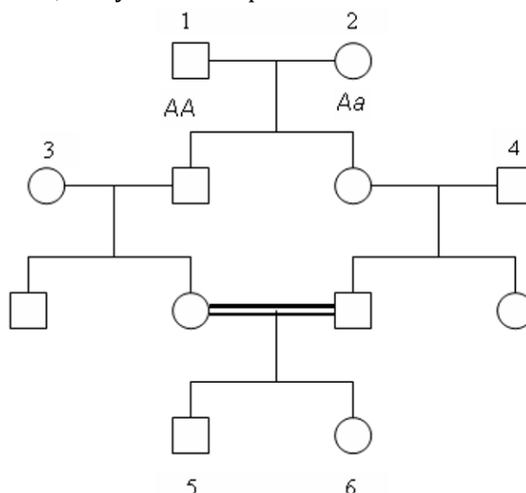
Коагуляционный тест крови человека показал результаты, приведенные ниже:

С анти-А и анти-В антителами	С анти-А антителами	С анти-В антителами	Без антител

Какое из следующих утверждений может быть сделано из выше изложенного?

- A) Кровь этого человека содержит антитела анти-В
- B) Родители этого человека должны быть А-типа и О-типа
- C) Этому человеку нельзя переливать кровь ни А-типа ни В-типа
- D) На поверхности красных кровяных телец этого человека присутствуют антигены В-типа
- E) Кровь этого человека можно переливать индивидуумам как В-типа, так и О-типа

48) Одно из генетических заболеваний относится к рецессивно-аутосомному типу. Особь 2 в представленной ниже родословной является носителем этого признака. Допустив, что особи 3 и 4 являются доминантными гомозиготами, какова вероятность того, что у особи 6 проявится это заболевание?



- A) 1/16
- B) 1/32
- C) 1/64
- D) 1/128

49) Что могут дети унаследовать только от матери? А. мутацию в X хромосоме

- B) Мутацию в Y хромосоме
- C) Мутацию в митохондриальном геноме
- D) Мутацию в импринтированном по материнской линии гене
- E) Мутацию в гипервариабельном регионе гена антитела

**50)** Наибольшее количество потомков с генотипом AabbCc может быть получено при скрещивании:

A) AabbCC x AaBbCc

**C) AABbcc x AabbCC**

B) aaBbCc x AABbCc

D) AabbCc x AaBBcc

**51)** Одна из лучших доступных последовательностей окаменелостей показывает, как лошади менялись медленно и тонкими шагами от маленьких кустарниковых предков к крупным, пасущимся травой современным лошадям. Было названо большое количество ископаемых видов, и часто бывает трудно определить личность ископаемой лошади, поскольку распространены переходные формы. Видовая концепция, наиболее применимая к этим организмам, была бы следующей.

A) Концепция биологического вида

B) Концепция экологических видов

**C) Концепция морфологического вида**

D) Концепция филогенетических видов

*После прочтения пункта ниже ответьте на следующие вопросы (52-54).*

В северной части Тихого океана две группы одного и того же вида косаток (*Orcinus orca*), судя по всему, образуют два разных вида в зависимости от того, что они едят. Одна группа питается рыбой, а другая - млекопитающими, такими как тюлени. Ученые могут определить, что они едят, по зубам, потому что у китов, которые питаются рыбой, значительно разный характер износа.

**52)** Какую из следующих процедур было бы нецелесообразно использовать при определении того, имело ли место такое видообразование?

A) Сравните зубы китов, живущих сегодня, с зубами китов в древних образцах

B) Сравните образцы ДНК рыбоядных и млекопитающих

C) Сравните содержимое желудка китов каждой из двух популяций

**D) Сравните телосложение китов каждой популяции**

**53)** Какое из нижеприведенных описаний описывает тип видообразования, которое происходит у этих китов?

**A) Симпатрическое видообразование**

B) Аллопатрическое видообразование

C) Географическое видообразование

D) Полиплоидное видообразование

**54)** Другая разница между этими двумя группами в том, как они охотятся. Киты, которые охотятся на рыбу, как правило, путешествуют в больших стручках (группах китов) и часто издают звуки. Однако киты, которые охотятся на тюленей, имеют тенденцию путешествовать в очень маленьких группах и издают звуки очень редко, вероятно, из-за отличной слуховой способности тюленей. Если бы эти различия приводили к видообразованию, разделение рассматривалось бы как

A) Изоляция среды обитания

B) Временная изоляция

**C) Поведенческая изоляция**

D) Механическая изоляция

## БИОСИСТЕМАТИКА (6 Б.):

*Прочитав нижеприведенные параграфы, ответьте на следующие вопросы (55-56).*

Текстильные фабрики часто выпускают краску и токсичные побочные продукты в реки и ручьи, которые затем могут окрашивать грунтовые воды. Было показано, что грибы, связанные с мангровыми деревьями, уменьшают как цвет, так и токсичность в окрашенных грунтовых водах.

**55)** Грибы используются как форма \_\_\_\_.

- A) Эндосимбиоза
- B) Бיוвосстановления**
- C) Фагоцитоза
- D) Миксотрофии

**56)** Предположим, что грибная обработка была добавлена в струйную воду, загрязненную с текстильной фабрики. Токсины в воде имеют тенденцию к снижению уровня pH, и ученые хотели бы изучить, как добавление грибной обработки влияет на уровень pH в речной воде. Уровень pH регистрируется каждый год в течение пяти лет. Результаты показали, что кислотность речной воды снизилась с pH 2,5 в первый год до pH 5,9 на пятый год. Ученые пришли к выводу, что

- A) Грибная обработка мало повлияла на детоксикацию воды в ручье
- B) Грибная обработка оказала положительное влияние на детоксикацию речной воды**
- C) Грибная обработка полностью детоксицировала речную воду
- D) Не было достаточно доказательств для определения воздействия грибковой обработки на токсичную речную воду

*После прочтения нижеследующего заявления ответьте на следующие вопросы (57-58).*

Лист с более высокой плотностью устьиц может поглощать больше CO<sub>2</sub> и выделять больше воды, чем лист с более низкой плотностью устьиц.

**57)** Рассмотрим два типа растений:

1. Растения, произрастающие в засушливых (сухих) условиях.
2. Растения, произрастающие во влажной (например, в водно-болотных угодьях) среде.

Какое растение, по вашему мнению, будет иметь меньше устьиц, и почему?

- A) Первый тип, потому что растениям, живущим в засушливой среде, необходимо выбрасывать как можно больше воды
- B) Первый тип, потому что растения в засушливой среде должны сохранять как можно больше воды**
- C) Второй тип, потому что растения во влажной среде должны сохранять как можно больше воды
- D) Второй тип, потому что растениям во влажной среде необходимо высвободить как можно больше воды

**58)** Устьицы, обнаруженные на ископаемых растениях, могут быть надежным способом измерения уровня углекислого газа в прошлом. Обычно ископаемые растения с высокой плотностью устьиц указывают на \_\_\_\_\_ уровень углекислого газа, а ископаемые растения с небольшим количеством устьиц указывают на \_\_\_\_\_ уровень углекислого газа.

- A) Низкий; высокий**
- B) Высокий; высокий
- C) Низкий; низкий
- D) Высокий; низкий

**Прочитав нижеприведенные параграфы, ответьте на следующие вопросы (59-60).**

Кораллы принадлежат к типу Кишечнополостные. Сами рифы состоят из миллионов полипов, каждый из которых секретирует скелет карбоната кальция, который становится частью структуры рифа. У кораллов, прикрепленных к рифу во взрослом состоянии, есть личинки, свободно плавающие, которые развиваются в новые полипы.

На самом деле кораллы бесцветны. Яркие цвета, которые видны на рифе, исходят от зооксантелл (микроскопических водорослей), которые живут в тканях их тела. Зооксантеллы и кораллы имеют симбиотическую связь, в которой кораллы обеспечивают кораллы углекислым газом и минеральными питательными веществами (высвобождаемыми в виде отходов от переваривания кораллов), которые попадают в зооксантеллы. Зооксантеллы осуществляют фотосинтез. При фотосинтезе кораллы получают биогенные вещества (в виде сахаров), а также выделяют кислород. Эта связь дополняет энергию от хищничества и позволяет кораллам выживать в чистой тропической воде, несмотря на то, что уровень биогенных веществ в этих районах очень низок.

**59)** Какое преимущество свободно плавающие личинки дают рифо-строительным кораллам?

- A) Обеспечивают рифо-строительным кораллам, защиту от рыб и других хищников
- B) Позволяют рифо-строительным кораллам, создавать колонии в глубоководных районах океана
- C) Повышают выживаемость, так как у коралловых личинок есть экзоскелет хитина
- D) Позволяют рифо-строительным кораллам, расширять свои популяции в новых местах обитания

**60)** Кораллы дополняют энергию, которую они получают от зооксантелл, захватывая добычу с помощью \_\_\_\_.

- A) Амебоцитов
- B) Стрекательных клеток
- C) Хоаноцитов
- D) Остеоцитов

## ЧАСТЬ-Б (60 Б.)

### КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ (2 ЗАДАНИЯ, 12 Б.):

#### ЗАДАНИЕ 1. (6 Б.)

Вы стали жертвой рыбного мошенничества?

При покупке лосося, возможно, вы предпочитаете более дорогостоящего тихоокеанского лосося (вид *Oncorhynchus*), выловленного диким способом, чем выращенного на фермах атлантического лосося (лосось *Salmo salar*). Но исследования показывают, что примерно в 40% случаев вы не получаете ту рыбу, за которую заплатили! Вам продали кусок лосося, помеченный как лосось-кохот (*Oncorhynchus kisutch*). Чтобы проверить, правильно ли была маркирована ваша рыба, вы сравниваете короткую последовательность ДНК из вашего образца с известными последовательностями из одного и того же гена для трех видов лосося. Последовательности выглядят следующим образом:

Образец с надписью *O. kisutch* (лосось-кохота) 5' -CGGCACCGCCCTAAGTCTCT- 3'

#### Известные последовательности

*O. kisutch* (лосось-кохота) 5' -AGGCACCGCCCTAAGTCTAC- 3'

*O. keta* (лосось-кета) 5' -AGGCACCGCCCTGAGCCTAC- 3'

*Salmo salar* (атлантический лосось) 5' -CGGCACCGCCCTAAGTCTCT- 3'

Данные из международного штрих-кода жизни.

1.1.) (2 б.) Округлите нуклеотидные основания в известных последовательностях указанных выше, которые не совпадают с последовательностью из вашего образца рыбы.

	Sample labeled as <i>O. kisutch</i> (coho salmon)	5' -CGGCACCGCCCTAAGTCTCT- 3'
Standard sequences	Sequence for <i>O. kisutch</i> (coho salmon)	5' -AGGCACCGCCCTAAGTCTAC- 3'
	Sequence for <i>O. keta</i> (chum salmon)	5' -AGGCACCGCCCTGAGCCTAC- 3'
	Sequence for <i>Salmo salar</i> (Atlantic salmon)	5' -CGGCACCGCCCTAAGTCTCT- 3'

1.2.) (1,5 б.) Сколько нуклеотидных оснований отличаются между (a) *O. kisutch* и вашим образцом рыбы? (b) *O. keta* и образцом? (c) *S. salar* и образцом?

(a) 3 (b) 5 (c) 0

1.3.) (1,5 б.) Для каждой известной последовательности, какой процент ее нуклеотидных оснований идентичен вашему образцу?

(a) *O. kisutch*:  $17/20 = 85\%$  идентичный образцу

(b) *O. keta*:  $15/20 = 75\%$  идентичный образцу

(c) *S. salar*:  $20/20 = 100\%$  идентичный образцу

1.4.) (1 б.) На основании одних только этих данных, укажите гипотезу видовой принадлежности вашего образца. Какие обоснования?

**Гипотеза:** Мой образец рыбы - *Salmo salar* (атлантический лосось), а не *O. kisutch*, как он был обозначен. **Причина:** Последовательность ДНК образца соответствует стандартной последовательности *S. salar*, но не стандартной последовательности *O. kisutch* или *O. keta*. ДНК особей одного и того же вида будет иметь более похожую ДНК, чем ДНК особей разных видов. Поэтому, судя по всему, образцом является *S. salar*, основываясь только на этих данных.

## ЗАДАНИЕ 2. (6 Б.)

В таблице ниже заполните данные нуклеотидных оснований по ДНК морских ежей и лосося.

Источник ДНК	% нуклеотидных оснований			
	Аденин	Гуанин	Цитозин	Тимин
Морской ёж	32.8	17.7	17.3	32.1
Лосось	29.7	20.8	20.4	29.1
Пшеница	28.1	21.8	22.7	
<i>E. coli</i>	24.7	26.0		
Человек	30.4			30.1
Бык	29.0			
Среднее знач. %				

**2.1.) (1 б.)** Объясните, как данные по морским ежам и лососям демонстрируют оба правила Чаргафа.

ДНК каждого вида имеет немного разный процент от заданных нуклеотидных оснований. Например, процент А составляет 32,8% для морского ежа и 29,7% для ДНК лосося. Это иллюстрирует правило Чаргафа о том, что ДНК различных видов варьирует по своему составу нуклеотидных оснований. Другое правило Чаргафа гласит, что у любого вида процент А примерно равен проценту Т, а процент Ц примерно равен проценту Г. Например, у морского ежа по 32% А и Т, а у Г и Ц - 17%.

**2.2.) (4 б.)** Используя правила Чаргафа, заполните таблицу своими предсказаниями об отсутствующих процентах нуклеотидных оснований, начиная с генома пшеницы и проходя через *E. coli*, человека и быка. Покажите, как вы пришли к своим ответам.

Источник ДНК	% нуклеотидных оснований			
	Аденин	Гуанин	Цитозин	Тимин
Морской ёж	32.8	17.7	17.3	32.1
Лосось	29.7	20.8	20.4	29.1
Пшеница	28.1	21.8	22.7	28.1 (or 27.4*)
<i>E. coli</i>	24.7	26.0	26.0	24.7
Человек	30.4	19.8	19.8	30.1
Бык	29.0	21.0	21.0	29.0
Среднее знач. %	29.1	21.2	21.2	28.9 (or 28.7*)

\* Для пшеницы: Предполагаемый %Т равен 28.1, если ученик вычислит  $T = A = 28.1$ . Прогноз %Т равен 27.4, если ученик вычисляет  $T = 100\% - (A + G + C) = 100\% - 72.6\% = 27.4\%$ . (И то, и другое верно).

Для *E. coli*:  $G = C = 26.0$ ;  $T = A = 24.7$ .

Для человека:  $C + G = 100\% - (A + T) = 100\% - 60.5\% = 39.5\%$ ; равномерно распределены между Ц и Г составляет 19.75% каждый, округленный до 19.8%.

Для быка:  $T = A = 29.0\%$ ;  $C + G = 100\% - (A + T) = 100\% - 58.0\% = 42.0\%$ ; деление равномерно между Ц и Г составляет 21.0% каждый.

**2.3.) (1 б.)** Если правило Чаргафа действует, то гипотетически мы могли бы экстраполировать это на комбинированную ДНК всех видов на Земле (например, одного огромного земного генома). Чтобы проверить, подтверждают ли данные в таблице эту гипотезу, рассчитайте средний процент для каждой нуклеотидных оснований в заполненной вами таблице, усреднив значения в каждом столбце. Действует ли правило эквивалентности Чаргафа?

Среднее значение для А = 29.1, среднее для Г = 21.2, среднее для Ц = 21.2, и среднее для Т = 28.9 (или 28.7\*). Да, средняя процентная доля каждой базы для всех видов все еще показывает соотношение эквивалентности А-Т и Ц-Г Чаргафа.

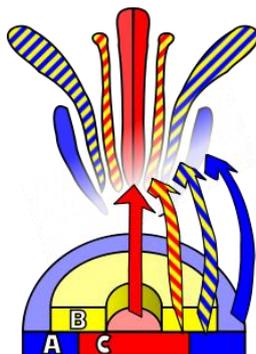
\* Предполагаемый %Т для пшеницы равен 28.1, если ученик вычисляет  $T = A = 28.1$ . Прогноз %Т для пшеницы составляет 27.4, если ученик вычисляет  $T = 100\% - (A + Г + Ц) = 100\% - 72.6\% = 27.4\%$ . Ответы для общей и средней величины Т также могут отличаться, как показано на рисунке, в зависимости от того, как Т был рассчитан для пшеницы.

## БИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ (1 ЗАДАНИЕ, 9 Б.)

**Развитие цветка** — это процесс, посредством которого цветковые растения запускают каскад экспрессии генов в меристеме, который приводит к образованию органа полового размножения — цветка. Для объяснения механизма роста и развития индивидуальных органов цветка была придумана модель **АВС**, которая пытается описать биологическую основу процесса с точки зрения молекулярной генетики и биологии развития.

**АВС-модель** развития цветка впервые была сформулирована Джорджем Хоуном и Крисом Самерсвиллем в 1988 году. Сначала она использовалась как модель для объяснения собирания множества генетических закономерностей и механизмов, выявленных при образовании цветка у подкласса Розиды на примере *Arabidopsis thaliana*, и у астерид на примере *Antirrhinum majus*. Оба вида имеют по четыре мутовки (чашелистики, лепестки, тычинки и пестики), образование которых определяется определённой экспрессией ряда гомеозисных генов (**АВС**) в каждой из этих мутовок. Мутации в этих гомеозисных генах (**АВС**) вызывают различные изменения в структуре цветка.

Схема, приведенная ниже, иллюстрирует **АВС** модель на примере Арабидопсиса. Гены класса **А** (синий) влияют на чашелистики и лепестки, гены класса **В** (жёлтый) влияют на развитие лепестков и тычинок, гены класса **С** (красный) влияют на тычинки и пестики.



В таблице ниже представлены диаграммы и фотографии диких и мутантных растений по генам **АВС**, расположенные в случайном порядке.

Диаграмма (продольное сечение)	1	2	3	4
Диаграмма (поперечное сечение)	I	II	III	IV
Фотография	W	X	Y	Z

**1) (9 б.)** Используя приведенную выше таблицу, определите порядок диаграмм продольного сечения (1, 2, 3 и 4), диаграмм поперечного сечения (I, II, III и IV) и фотографий (W, X, Y и Z) для каждого из четырех предложенных растений (дикого типа и мутантов):

Растение:	Диаграмма (продольное сечение): (1/2/3/4)	Диаграмма (поперечное сечение): (I/II/III/IV)	Фотография: (W/X/Y/Z)
Дикий тип	3	II	Z
Мутации в генах А	2	I	X
Мутации в генах В	1	IV	W
Мутации в генах С	4	III	Y

# БИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ (3 ЗАДАНИЯ, 15 Б.):

## ЗАДАНИЕ 1. (3 Б.)

Три человека находятся в биологической лаборатории в школе. Учитель, студент и школьник. Школьник - участник олимпиады по биологии. Эти трое проводят эксперимент. Студент поспешив задевает колбочку с нейротоксическим веществом, которое разливается на пол. Через 30 секунд у троих начинает болеть голова и ухудшается зрение. У каждого из них происходит одно из нарушений, показанных на рисунке 3.

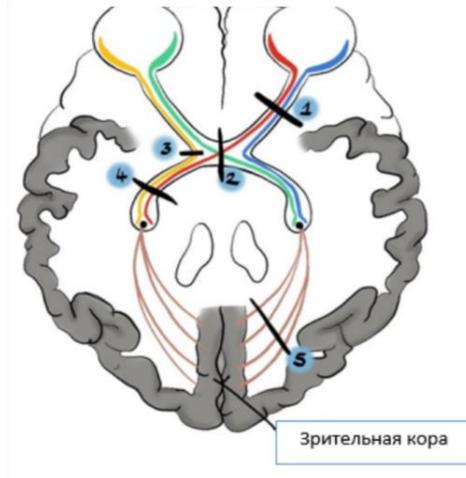


Рисунок 3

**1.1.) (2 б.)** Студент, выйдя из лаборатории, стал рассматривать окружение и видит близстоящий частный дом. Внизу сначала приведен обычный вид, рядом как его видит студент. Где идет поражение у студента? Поставьте номер из рисунка 3.



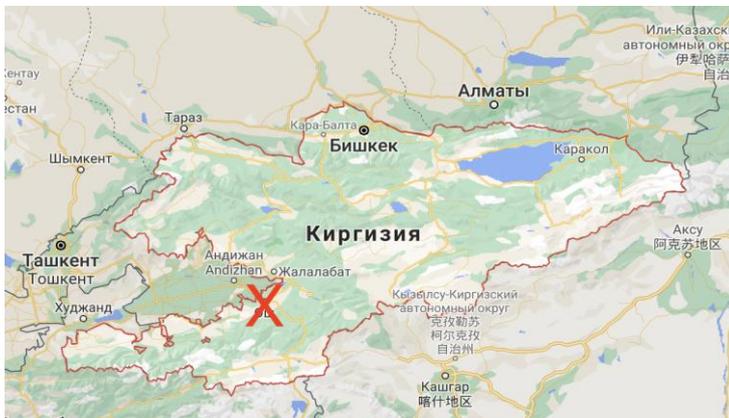
Полная картина



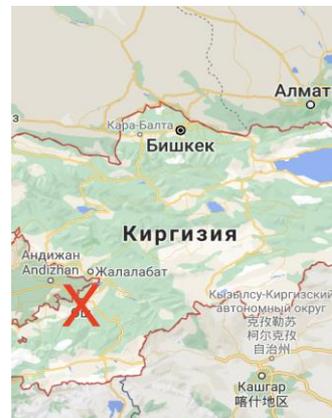
Как видит

Ответ: 1 и 3

**1.2.) (1 б.)** Школьник, выйдя из лаборатории, в коридоре посмотрел на карту. Внизу дана полная картина, и как видит школьник. Где идет поражение у школьника? Поставьте номер из рисунка 3.



Полная картина



Как видит школьник

Ответ: 2

## ЗАДАНИЕ 2. (6 Б.)

Какую роль играют гормоны в формировании мужского или женского организма млекопитающего?

В 1940-х годах французский физиолог Альфред Жост задался вопросом, требуется ли развитие эмбрионов млекопитающих как женских, так и мужских в соответствии с их хромосомным набором инструкций в виде гормонов, вырабатываемых гонадами. Работая с эмбрионами кроликов, все еще находящихся в матке матери на этапе, предшествующем обнаружению половых различий, Жост хирургическим путем удаляет часть каждого эмбриона, которая будет формировать яичники или яички. При рождении кроликов он отмечал их хромосомный пол и то, были ли их гениталии мужскими или женскими. В таблице ниже есть данные которых собрал Жост.

Набор хромосом	Внешний вид гениталий	
	Без операции	Удалён эмбриональный гонад
XУ (Самец)	Самец	Самка
XX (Самка)	Самка	Самка

**2.1.) (2 б.)** Этот эксперимент является примером исследовательского подхода, при котором ученые делают вывод о том, как что-то работает нормально, основываясь на том, что происходит, когда нормальный процесс блокируется.

**2.1.1.) (1 б.)** Какой нормальный процесс был заблокирован в эксперименте Жоста?

Обычным процессом, который блокировался, был сигнал от гонад к структурам, формирующим гениталии.

**2.1.2.) (1 б.)** На основании полученных результатов, какой вывод можно сделать о роли гонад в контроле за развитием гениталий млекопитающих?

Развитие мужских половых органов требует определенного сигнала от мужских гонад. При отсутствии этого сигнала все эмбрионы развиваются как самки, независимо от того, являются ли они генетически самцами (XУ) или самками (XX).

**2.2.) (1 б.)** Данные, полученные в эксперименте Жоста, могут быть объяснены, если какой-либо аспект операции, помимо удаления гонад, вызвал развитие женских половых органов. Если бы вы повторили эксперимент Жоста, как вы могли бы проверить обоснованность такого объяснения?

Надо сделать фиктивную операцию. Например, вскрыть эмбрион, но не удалить гонады, или удалить гонады и немедленно поместить их обратно в эмбрион.

**2.3.) (1 б.)** Какой результат получил бы Жост, если бы развитие женских половых органов также требовало сигнала от гонады?

Результат операции был бы одинаковым для обоих полов - отсутствие половой дифференциации в гениталиях.

**2.4.) (2 б.)** Разработайте другой эксперимент, чтобы определить, является ли сигнал, который контролирует развитие самцов, гормоном. Убедитесь, что вы определили свою гипотезу, прогноз, план сбора данных и контроль.

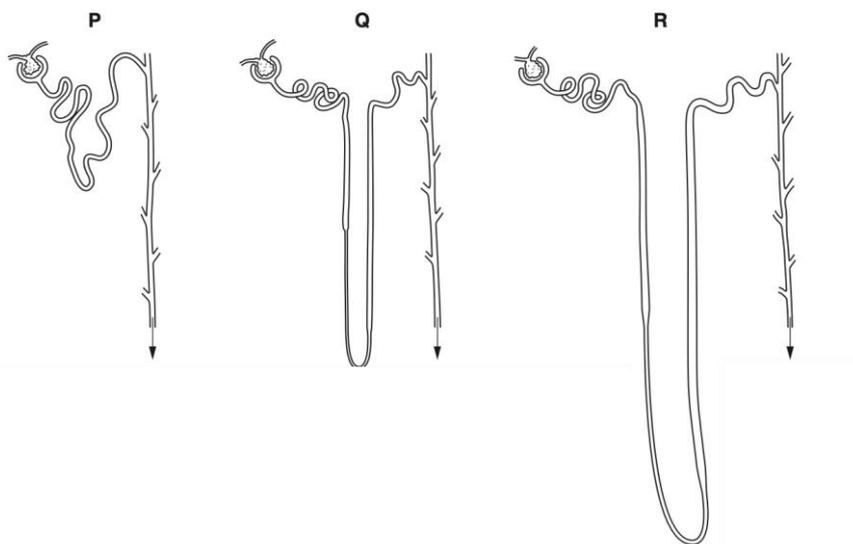
**Гипотеза:** Сигнал, который контролирует развитие мужчины - это гормон тестостерон.

**План сбора данных:** Хирургически удалить предвестники гонады в эмбрионах кролика. Имплантировать источник тестостерона (экспериментальная группа) или тот же материал или ткань без источника тестостерона (контрольная группа). При рождении кроликов обратите внимание на внешний вид генитальных структур у кроликов мужского пола (XУ).

**Прогнозирование:** Кролики XУ в экспериментальной группе будут иметь мужские гениталии, в то время как кролики XX в контрольной группе будут иметь женские гениталии.

### ЗАДАНИЕ 3. (6 Б.)

На рисунке показаны диаграммы нефронов из почек трех разных млекопитающих - P, Q и R. Все они нарисованы в одной шкале.



**3.1.) (1 б.)** Укажите связь между длиной петли Генле и водным потенциалом мочи трех млекопитающих. Чем длиннее петля Генле, тем ниже потенциал воды в моче.

**3.2.) (1 б.)** Нефрон верблюда похож на нефрон млекопитающего R. Предложите, почему верблюд должен вырабатывать мочу с очень низким потенциалом воды.

1-сухая окружающая среда; 2-необходимость сбережения воды

**3.3.) (4 б.)** Эпителиальные клетки проксимального извилистого канальца адаптированы для проведения селективной реабсорбции. В таблице ниже перечислены три признака эпителиальных клеток проксимального изогнутого канальца. Для каждого признака объясните, как он помогает процессу селективной реабсорбции.

Признак	Пояснение
Микроворсинки	1-большая площадь поверхности; 2-для поглощения, Na <sup>+</sup> / глюкозы / аминокислот.
Много митохондрий	3-обеспечивают, энергию / АТФ ; производят энергию; 4-для, Na <sup>+</sup> / K <sup>+</sup> , насосов; ИЛИ для активной транспортировки, Na <sup>+</sup> / K <sup>+</sup>
Плотные соединения между клетками	5-удерживает соседние клетки вместе; 6-жидкость не может проходить между клетками / вещества должны проходить через клетки

## ЭКОЛОГИЯ (1 ЗАДАНИЕ, 6 Б.):

### ЗАДАНИЕ 1. (6 Б.)

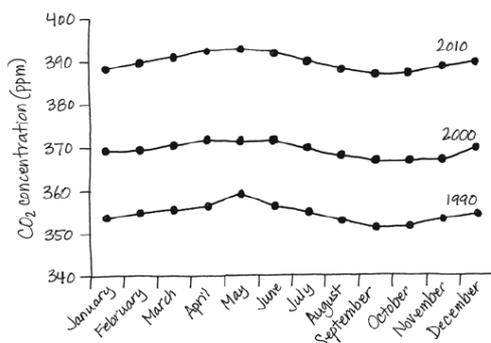
Как менялся рост концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере с течением времени?

Данные в таблице ниже представляют собой средние концентрации CO<sub>2</sub> (в части на миллион, или ppm) на мониторинговой станции Мауна-Лоа за каждый месяц в 1990, 2000 и 2010 годах.

Месяц	1990	2000	2010
Январь	354.88	369.50	388.45
Февраль	354.88	369.50	389.82
Март	355.65	370.56	391.08
Апрель	356.27	371.82	392.46
Май	359.29	371.51	392.95
Июнь	356.32	371.71	392.06
Июль	354.88	369.85	390.13
Август	352.89	368.20	388.15
Сентябрь	351.28	366.91	386.80
Октябрь	351.59	366.91	387.18
Ноябрь	353.05	366.99	388.59
Декабрь	354.27	369.67	389.68

**1.1.) (3 б.)** Поместите данные за каждый из трех лет на одном графике (создав три кривые). Выберите тип графика, который подходит для этих данных, и выберите шкалу вертикальной оси, которая позволит вам четко видеть закономерности изменения концентрации CO<sub>2</sub>, как в течение каждого года, так и от десятилетия к десятилетию.

Одним из способов построения графика данных является построение привязки точек за каждый год на линейном графике, используя одну и ту же горизонтальную ось за все три года. Так как изменения в течение года невелики, студенты должны будут выбрать подходящую шкалу для концентрации CO<sub>2</sub>. График должен выглядеть аналогично этому:



**1.2.) (1 б.)** Какова закономерность изменения концентрации CO<sub>2</sub> за каждый десятилетний период? Почему такая закономерность может возникнуть?

В течение каждого года концентрация CO<sub>2</sub> является самой высокой в апреле-мае и самой низкой в сентябре-октябре. Такая цикличность происходит потому, что новые растения, рост которых начинается весной, удаляют CO<sub>2</sub> из атмосферы посредством фотосинтеза, снижая концентрацию CO<sub>2</sub>. Это снижение продолжается до осени, когда листья погибают, фотосинтез снижается, а разложение листьев возвращает CO<sub>2</sub> в атмосферу, повышая концентрацию CO<sub>2</sub>.

**1.3.) (1 б.)** Измерения, сделанные в Мауна-Лоа, представляют собой среднюю концентрацию CO<sub>2</sub> в атмосфере Северного полушария. Предположим, что можно измерить концентрации CO<sub>2</sub> в аналогичных условиях в Южном полушарии. Какую картину вы ожидаете увидеть в этих измерениях в течение года? Объясни.

В Южном полушарии концентрация CO<sub>2</sub> будет наименьшей в апреле-мае и наибольшей в сентябре-октябре, что отражает тот факт, что в Южном полушарии по сравнению с Северным полушарием сезоны меняются на противоположные.

**1.4.) (1 б.)** В дополнение к изменениям, происходящим в течение каждого года, какие изменения в концентрации CO<sub>2</sub> произошли в период с 1990 по 2010 год? Рассчитайте среднюю концентрацию CO<sub>2</sub> за 12 месяцев каждого года. На какую процентную величину этот средний показатель изменился в период с 1990 по 2000 год и с 1990 по 2010 год?

Концентрация CO<sub>2</sub> увеличилась в период с 1990 по 2010 год. Средняя концентрация CO<sub>2</sub> составляла 354,5 ppm в 1990 году, 369,4 ppm в 2000 году и 389,8 ppm в 2010 году. Среднее значение возросло на  $(369,4 - 354,5)/354,5 = 0,042$  или 4,2% в период 1990-2000 годов и на  $(389,8 - 354,5)/354,5 = 0,10$  или 10% в период 1990-2010 годов.

# ГЕНЕТИКА И ЭВОЛЮЦИЯ (2 ЗАДАНИЯ, 12 Б.):

## ЗАДАНИЕ 1. (6 Б.)

### Происходит ли эволюция в популяции сои?

Одним из способов проверить, происходит ли эволюция в популяции, является сравнение частот генотипа, наблюдаемого в локусе, с частотами, ожидаемыми для не эволюционирующей популяции, на основе уравнения Харди-Вайнберга.

Студенты высаживали семена сои, а затем подсчитывали количество саженцев каждого генотипа на 7-й день и снова на 21-й день. Саженцев каждого генотипа можно было отличить визуально, так как аллели  $C^G$  и  $C^Y$  показывают неполное доминирование: Саженцы  $C^G C^G$  имеют зеленые листья, саженцы  $C^G C^Y$  - зелено-желтые, а саженцы  $C^Y C^Y$  - желтые.

Время (дни)	Количество саженцев			
	Зеленые ( $C^G C^G$ )	Зелено-желтые ( $C^G C^Y$ )	Желтые ( $C^Y C^Y$ )	Общее
7	49	111	56	216
21	47	106	20	173

**1.1.) (1 б.)** Используйте частоты генотипа, наблюдаемые по данным 7-го дня, для вычисления частот аллели  $C^G$  (p) и аллели  $C^Y$  (q).

У каждого человека есть две аллели, поэтому общее количество аллелей на 7-й день - 432. Для вычисления частоты аллелей  $C^G$  обратите внимание, что каждая из 49 особей генотипа  $C^G C^G$  имеет по две  $C^G$  аллели, а каждая из 111 особей генотипа  $C^G C^Y$  имеет по одной  $C^G$  аллели. У 56 особей генотипа  $C^Y C^Y$  отсутствует аллель  $C^G$ . Таким образом, частота аллелей  $C^G$  (p) равна:

$$p = \frac{(2 \times 49) + (1 \times 111) + (0 \times 56)}{432} = 0.484$$

Используя  $p = 0.484$ , мы вычислим, что  $q = 1 - p = 0.516$ .

**1.2.) (1 б.)** Далее, используйте уравнение Харди-Вайнберга ( $p^2 + 2pq + q^2 = 1$ ) для расчета ожидаемых частот генотипов  $C^G C^G$ ,  $C^G C^Y$  и  $C^Y C^Y$  7-го дня для популяции, находящейся в равновесии Харди-Вайнберга.

Подключая значения p и q из вопроса 1 в уравнение Харди-Вайнберга, мы находим, что ожидаемые частоты генотипов  $C^G C^G$ ,  $C^G C^Y$  и  $C^Y C^Y$  равны, соответственно,  $0.484^2 = 0.234$ ;  $(2 \times 0.484 \times 0.516) = 0.499$ , и  $0.516^2 = 0.266$ .

### 1.3.) (1 б.)

**1.3.1) (0,5 б.)** Рассчитайте наблюдаемые частоты генотипов  $C^G C^G$ ,  $C^G C^Y$  и  $C^Y C^Y$  на 7-й день.

На 7-й день наблюдается генотип частоты  $C^G C^G = 49/216 = 0.227$ , а частота  $C^G C^Y = 111/216 = 0.514$  и частота  $C^Y C^Y = 56/216 = 0.259$ .

**1.3.2) (0,5 б.)** Сравните эти частоты с ожидаемыми частотами, рассчитанными в вопросе 2. Является ли популяция саженцев в равновесии Харди-Вайнберга на 7-й день, или происходит эволюция? Объясните свои рассуждения и определите, какие генотипы, если таковые имеются, выглядят выбранными за или против. Эти частоты близки к тем, которые ожидаются для населения в равновесии Харди-Вайнберга, как рассчитывается в вопросе 2, предполагая, что эволюция не происходит.

### 1.4.) (1 б.)

**1.4.1) (0,5 б.)** Рассчитайте наблюдаемые частоты генотипов  $C^G C^G$ ,  $C^G C^Y$  и  $C^Y C^Y$  на 21-й день.

На 21-й день наблюдается генотип частоты  $C^G C^G = 47/173 = 0,272$ , а частота  $C^G C^Y = 106/173 = 0,613$  и частота  $C^Y C^Y = 20/173 = 0,116$ .

**1.4.2) (0,5 б.)** Сравните эти частоты с ожидаемыми частотами, рассчитанными в вопросе 2, и с наблюдаемыми частотами на день 7. Является ли популяция саженцев в равновесии Харди-Вайнберга на 21-й день, или эволюция происходит? Объясните свои рассуждения и определите, какие генотипы, если таковые имеются, выглядят выбранными за или против.

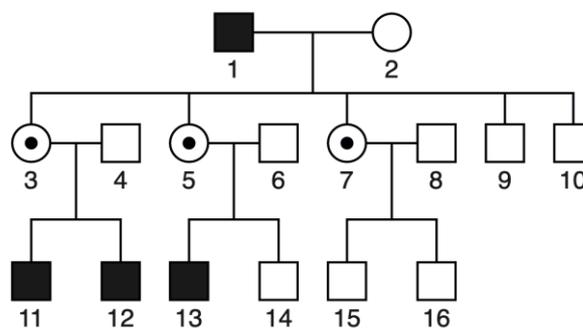
Эти результаты отличаются от ожидаемых для популяции в равновесии Харди-Вайнберга, как рассчитывается в вопросе 2, что позволяет предположить, что происходит эволюция. Сравнение этих результатов с наблюдаемыми частотами в день 7 предполагает, что генотип  $C^Y C^Y$  выбирается против: Из 56 человек этого генотипа живых на день 7, только 20 (36%) выжили в день 21. Напротив, 96% генотипа  $C^G C^G$  и 95% генотипа  $C^G C^Y$  выжили с 7 по 21-й день.

**1.5.) (2 б.)** Гомозиготные особи  $C^Y C^Y$  не могут производить хлорофилл. Способность к фотосинтезу становится все более критичной по мере того, как саженцы стареют и начинают расходовать запасы пищи, которая хранилась в семени, из которого они появились. Разработайте гипотезу, объясняющую данные за 7-й и 21-й день. Основываясь на этой гипотезе, предскажите, как частота аллелей  $C^G$  и  $C^Y$  изменится после 21-го дня. **(2 б.)**

Когда популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга, ее аллель и частоты генотипа не меняются со временем; таким образом, если популяция сои находится в равновесии Харди-Вайнберга, ее аллель и частоты генотипа не должны меняться между 7 и 21 днями. В день 7 в этом эксперименте, не оказалось, что гомозиготных  $C^Y C^Y$  лица были выбраны против, скорее всего, потому, что они не израсходовали запас продуктов питания, хранящихся в семени. Тем не менее, на 21-й день, казалось, что  $C^Y C^Y$  лиц были выбраны против, вероятно, потому что к тому времени они исчерпали запасы пищи, хранящейся в семени, и, следовательно, многие из них не выжили. Основываясь на этой гипотезе, мы бы предсказали, что после 21 дня частота наблюдения аллеля  $C^Y$  будет уменьшаться, в то время как частота наблюдения аллеля  $C^G$  будет увеличиваться.

## ЗАДАНИЕ 2. (6 Б.)

Альбицизм - это состояние, возникающее в результате нарушения биосинтетического пути с участием фермента тирозиназы. По оценкам, 1 из 17 000 человек в мире имеет альбицизм. Одной из причин альбицизма является рецессивная мутация в гене  $TYR$ , кодирующая фермент тирозиназа. Особи с такой формой альбицизма являются гомозиготными рецессивными. Рецессивная мутация в другом гене вызывает тип альбицизма, который в основном поражает глаза (глазной альбицизм). Человек с этим заболеванием имеет пониженную четкость зрения и непроизвольные движения глаз. На рисунке показана закономерность наследования глазного альбицизма в одной семье. Эта закономерность указывает на наследование, связанное с полом.



Ключ: ○ = нормальная женщина  
 ● = женщина носитель  
 □ = нормальная мужчина  
 ■ = мужчина с глазным альбицизмом

**2.1.) (1,5 б.)** Объясните, почему рисунок поддерживает наследование глазного альбицизма по половому признаку.

Три из этих:

- 1 больше самцов / меньше самок, имеют глазной альбицизм;
- 2 самца с (одной копией) рецессивной аллелью имеют окулярный альбицизм / самки с (одной копией) рецессивной аллелью являются носителями;
- 3 самца (с окулярным альбицизмом) получают рецессивную аллель от матерей;
- 4 отца не могут передать окулярный альбицизм своим сыновьям;
- 5 (потому что) самцы передают Y-хромосому сыновьям;
- 6 самцов с окулярным альбицизмом передают рецессивную аллель дочерям;

**2.2.) (2,5 б.)** Нарисуйте генетическую диаграмму, показывающую, как особи 1 и 2 не могут иметь детей с глазным альбицизмом.

Символы:

- обычная аллель = A; OA1 аллель = a;
- родительские генотипы:  $X^a Y$  x  $X^A X^A$
- гаметы:  $X^a Y$  и (все)  $X^A$ ;
- генотипы потомства:  $X^A X^a$   $X^A Y$ ;
- фенотипы потомства: нормальный / носитель, женщина нормальный мужчина;

**2.3.) (1 б.)** Глазной альбинизм может быть вызван мутацией удаления нуклеотидного основания. В результате этой мутации образуется нефункциональный белок. Объясните, как мутация удаления основания может привести к нефункциональному белку.

*Любые два из этих:*

1 смещение цепочки / каждый триплет с участка удаления изменен;

2 первичная структура / третичная структура / 3D форма, изменяется или (белок) складывается неправильно;

3 (белок) изменен, участок связывания / активный участок;

4 преждевременный STOP-кодон приводит к неполноценному белку;

**2.4.) (1 б.)** Глазной альбинизм - это непрогрессивное расстройство, и четкость зрения остается стабильной на протяжении всей жизни. У женщины есть семейная история глазного альбинизма, но у нее нет никаких симптомов. Есть тест, чтобы выяснить, есть ли у нее мутантный аллель. Предложите одну причину для прохождения этого теста и одну причину против прохождения этого теста.

*Любой из*

За: 1 решение о том, иметь ли детей; 2 более раннее лечение, если ребенок родился с глазным альбинизмом;

*Любой из*

Против: 3 тест может быть дорогостоящим; 4 состояние, мягкое / не угрожающее жизни; 5 не излечим;

# БИОСИСТЕМАТИКА (1 ЗАДАНИЕ, 6 Б.):

## ЗАДАНИЕ 1. (6 Б.)

### Какие бактерии наиболее тесно связаны с митохондриями?

Последовательности генов, кодирующие рРНК митохондрий пшеницы и пяти бактерий, были выровнены и сравнены. Приведенная ниже таблица данных, названная *матрицей сравнения*, суммирует сравнение 617 позиций нуклеотидов из последовательностей генов. Каждое значение в таблице - это процент 617 позиций нуклеотидов, для которых пара организмов имеет одно и то же нуклеотидное основание. Из этой матрицы сравнения исключены любые положения, которые были идентичны во всех шести последовательностях генов, кодирующих рРНК.

	Пшеничная митохондрия	<i>A. tumefaciens</i>	<i>C. testosteroni</i>	<i>E. coli</i>	<i>M. capricolum</i>	<i>A. nidulans</i>
Пшеничная митохондрия	-	48	38	35	34	34
<i>A. tumefaciens</i>		-	55	57	52	53
<i>C. testosteroni</i>			-	61	52	52
<i>E. coli</i>				-	48	52
<i>M. capricolum</i>					-	50
<i>A. nidulans</i>						-

### 1.1.) (2 б.)

**1.1.1) (0,5 б.)** Найдите ячейку, которая представляет собой сопоставление *C. testosteroni* и *E. coli*. Какое значение дается в этой ячейке?

Значение клетки, которая представляет собой сравнение *C. testosteroni* и *E. coli*, равно **61**.

**1.1.2) (0,5 б.)** Что это значение означает о сопоставимых последовательностях генов в этих двух организмах?

Это означает, что *C. testosteroni* и *E. coli* идентичны на 61% из 617 позиций нуклеотидов в гене рРНК, которые сравниваются в матрице.

**1.1.3) (0,5 б.)** Объясните, почему некоторые клетки имеют тире, а не значение.

Нет необходимости проводить сравнения, представленные тире, поскольку они бы связывали вид с самим собой, что не имеет смысла.

**1.1.4) (0,5 б.)** Почему некоторые клетки закрашены серым цветом, не имея значения? (2б.)

Серые ячейки в нижней левой половине матрицы дублировали бы сравнения - и, таким образом, числа - из верхней правой половины.

**1.2.) (0,5 б.)** Почему исследователи выбрали для включения в матрицу сравнения митохондрии одного растения, и пять видов бактерий?

Исследователи хотели сравнить ген, который кодирует молекулу мелкой субъединицы рРНК в митохондриях растений, с тем же геном в целом ряде видов бактерий, чтобы определить, какая бактерия наиболее тесно связана с предками митохондрий.

### 1.3.) (1 б.)

**1.3.1.) (0,5 б.)** Какая бактерия имеет ген, кодирующий рРНК, который больше всего похож на ген митохондрий пшеницы?

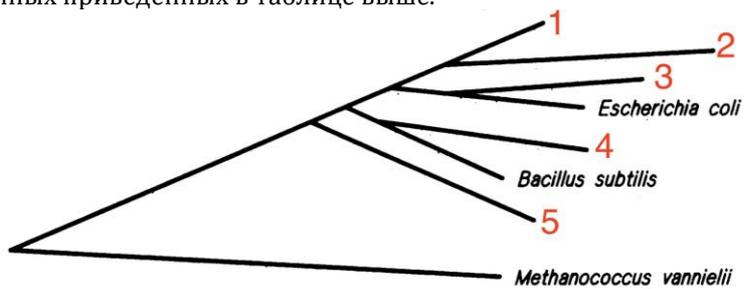
*Agrobacterium tumefaciens* идентичны митохондриям пшеницы при 48% из 617 позиций нуклеотидов по сравнению с матрицей.

**1.3.2) (0,5 б.)** Какое значение имеет это сходство?

Это говорит о том, что *Agrobacterium tumefaciens* более тесно связаны с предком митохондрий, чем другие

бактериальные таксоны, представленные в матрице сравнения.

**1.4.) (2,5 б.)** Ниже представлено филогенетическое дерево на основе данных приведенных в таблице выше. Эволюционные расстояния между организмами отражаются в длине ветвей дерева. Заполните филогенетическое дерево на основе данных приведенных в таблице выше.



# ЧАСТЬ-В (110 Б.) ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

## КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ (3 ЗАДАНИЯ, 20 Б.)

Многие грибы являются разлагателями, которые осуществляют внеклеточное пищеварение. Для этого они выделяют ряд ферментов. Группа студентов сделала раствор ферментного экстракта из гриба. Экстракт содержал фермент амилазу. Они захотели узнать концентрацию амилазы в экстракте.

Им было обеспечено:

- 0,5 г дм<sup>-3</sup> исходный раствор амилазы
- Крахмальные агаровые пластины с отверстиями, в которые могут быть помещены ферментные растворы. Крахмальные агаровые пластины это чашки Петри, содержащие агар, смешанный с крахмалом.

На рисунке 1 показано, как ученики использовали чашки для определения концентрации амилазы.

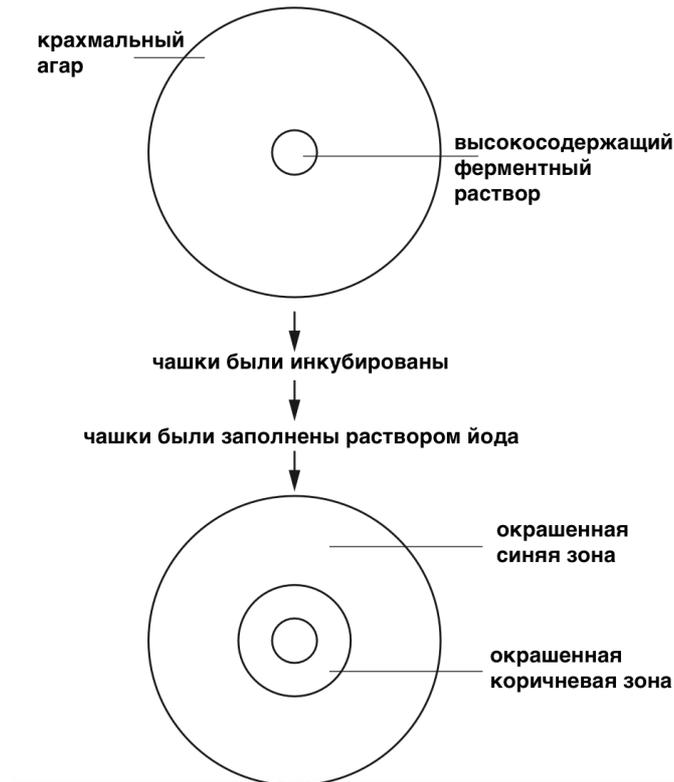


Рисунок 1

**1) (8 б.)** Опишите, как учащиеся могли использовать метод, описанный на рис.1, чтобы узнать концентрацию фермента амилазы в их экстракте. Ваш метод должен быть достаточно подробным, чтобы его мог использовать другой человек.

Любые 8 из:

Независимая переменная

1- см. метод разбавления 0,5 г дм<sup>-3</sup> раствора амилазы/запаса амилазы

и

дать как минимум 5 разбавлений

2- см. концентрацию от 0,5 г дм<sup>-3</sup> вниз при правильных единицах

3- использование контроля на примере

Зависимая переменная

4- ссылка на подходящий метод измерения диаметров/ширины/радиуса/области коричневых зон

5- ссылка на испытание (грибкового) экстракта/грибкового амилазы/грибкового фермента

6- построить калибровочную кривую известных концентраций и использовать ее для определения концентрации экстракта;

### Стандартизация переменных (макс. 3)

- 7- ссылка на соответствующий заявленный объем/объем амилазы (в каждой скважине);
- 8- оставить (все тарелки) на один и тот же период времени;
- 9- способ поддержания той же/постоянной/оптимальной/определенной температуры;
- 10- использовать буфер для поддержания pH агара на том же уровне;
- 11- та же концентрация крахмала (в агаровых пластинах);
- 12- та же глубина/объем агара в чашке Петри;
- 13- крышка для предотвращения загрязнения / испарения;

### Безопасность

- 14- относительно исследований/опасностей, связанных с низким риском, и надлежащих мер предосторожности;

### Достоверность

- 15- см. минимум три реплики и вычислите среднее значение или определите/уничтожьте/удалите аномалии;

**2) (3 б.)** Существуют различные типы ферментов амилазы. Они по-разному гидролизуют крахмал.

Два таких фермента:

- $\beta$ -амилаза гидролизует каждую вторую  $\alpha$ -1,4 гликозидную связь в молекулах крахмала
- $\gamma$ -амилаза гидролизует все  $\alpha$ -1,6 гликозидные связи и все  $\alpha$ -1,4 гликозидные связи в молекулах крахмала.

В ходе второго исследования студентам были предоставлены два стакана, А и В. Один из них содержал  $\beta$ -амилазу, а другой -  $\gamma$ -амилазу. Они использовали эти растворы для гидролиза 25 см<sup>3</sup> образцов крахмального раствора 0,5 г дм<sup>-3</sup>. Предложите и объясните, каким образом учащиеся могли идентифицировать, в каких стаканах содержится  $\beta$ -амилаза, а в каких -  $\gamma$ -амилаза.

Использовать (глюкозный) биосенсор/глюкозный щуп или тест-полоску/наименованную тест-полоску, (потому что)  $\gamma$ -амилаза будет производить только глюкозу/ $\beta$ -амилаза будет производить мальтозу (в основном)

**3) (9 б.)** Человек вырабатывает фермент  $\alpha$ -амилазу в своих слюнных железах. Может быть много копий гена, кодирующего  $\alpha$ -амилазу на хромосоме 1. Концентрация  $\alpha$ -амилазы в слюне положительно коррелирует с количеством копий этого гена.

В третьем исследовании студенты получили слюну от шести человек, от А до F. Равные объемы слюны были добавлены в колодцы в агаровых пластинках, аналогичные показанным на рис.1. Пластинки инкубировали в течение одного и того же времени, и для каждой пробы слюны была рассчитана площадь коричневой зоны. В таблице 1.1 приведены результаты этого исследования.

Таблица 1.1

Экстракт фермента	Коричневая зона /mm <sup>2</sup>					
	Чашка 1	Чашка 2	Чашка 3	Чашка 4	Чашка 5	Чашка 6
<b>A</b>	3632	3848	3632	3632	3632	3848
<b>B</b>	2827	2827	2642	2463	1963	2827
<b>C</b>	2124	1963	1963	2124	1963	2124
<b>D</b>	1385	1257	1809	1257	1257	1385
<b>E</b>	656	707	707	656	707	656
<b>F</b>	298	298	314	314	298	298

**3.1.) (2 б.)** В таблице 1.1 выделите два результата, которые могут быть аномальными. Покажите свои ответы, обведя эти два значения кружочком.

1963 - экстракт В, чашка 5; 1809 - экстракт D, чашка 3;

**3.2.) (2 б.)** Укажите, как студенты должны справляться с этими аномалиями.

Отвергнуть / исключить / игнорировать / пропустить (затронутые данные из расчетов)

**3.3.) (2 б.)** Студенты решили рассчитать стандартные отклонения своих результатов по формуле:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

*Ключ к символам*

$s$  = стандартное отклонение  $x$  = результат  $\bar{x}$  = среднее значение  $\Sigma$  = сумма  $n$  = количество образцов

Используйте таблицу 1.2 и приведенную выше формулу для расчета стандартного отклонения результатов для лица F.

**Таблица 1.2**

чашка	$x$	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	298		
2	298		
3	314		
4	314		
5	298		
6	298		
$\Sigma$			
$\bar{x}$			

**Ответ:**  $\sqrt{68.4} = 8, 8.26, 8.27, 8.3$

**3.4.) (3 б.)** Предложите объяснение результатов, приведенных в таблице 1.1.

*Любой 3 из этих:*

1- чем больше/ коричневая область, тем больше амилазы/больше активность ферментов

ИЛИ чем больше/ коричневая область, тем больше копий генов;

2- (человек или экстракт) А имеет самую высокую концентрацию амилазы/(человек или экстракт) F имеет самую низкую концентрацию амилазы;

3- (человек) А имеет наибольшее количество копий генов/(человек) F имеет наименьшее количество копий генов;

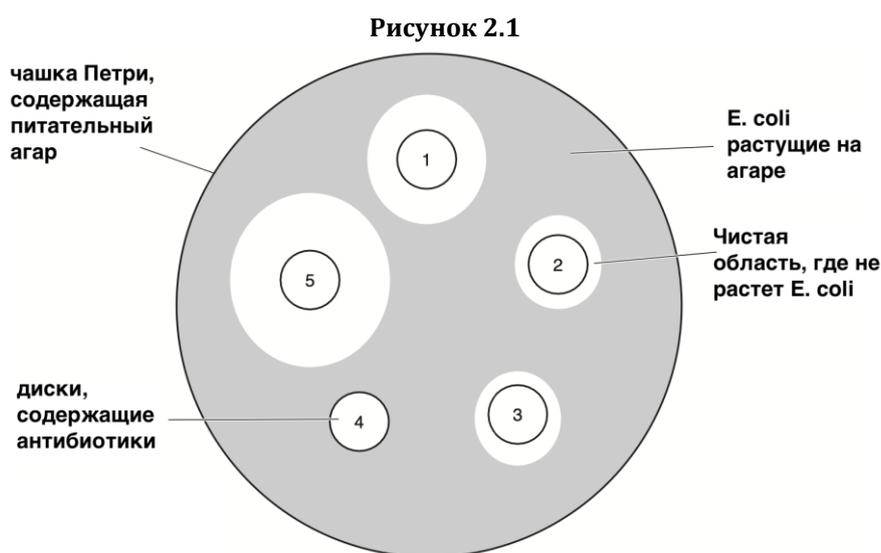
4- см. генетическую вариацию в популяции (для производства амилазы);

## МИКРОБИОЛОГИЯ (4 ЗАДАНИЯ, 15 Б.)

Устойчивость к антибиотикам в популяции бактерий обусловлена давлением селекции. Это может быть связано с использованием антибиотиков пациентами. Было проведено исследование взаимосвязи между использованием антибиотиков и наличием устойчивых популяций кишечной палочки (*E. coli*) в человеческих сообществах.

- В исследовании принимали участие более 30000 пациентов.
- В исследовании принимали участие только пациенты крупных медицинских клиник.
- В качестве оценки использования антибиотиков использовалось количество выписанных каждой клиникой рецептов.
- В качестве возможного источника антибиотикоустойчивой *E. coli* использовалась моча пациентов клиник.
- Антибиотикоустойчивость *E. coli* в образцах мочи измерялась методом диффузии диска.

Метод диффузии дисков измеряет чувствительность бактерий к антибиотикам. Популяция бактерий с низкой чувствительностью к антибиотикам устойчива к этому антибиотику. В методе диффузии диска чашка Петри заполнена питательным агаром, а образцы мочи, содержащие *E. coli*, равномерно распределены по агару. Диски, содержащие различные антибиотики, помещаются поверх агара. На чашку Петри накладывается крышка, и чашка инкубируется на ночь. На рис. 2.1 показан пример чашки Петри из исследования после инкубации.



Ключ:

- 1 = Цефалоспорин
- 2 = Триметоприм
- 3 = Ко-амоксиклав
- 4 = Ампициллин
- 5 = Хинолон

### 1) (4 б)

**1.1.) (2 б.)** Предложите две переменные, которые необходимо стандартизировать при использовании метода диффузии дисков в данном исследовании.

Любые 2 из:

- 1- объем мочи ;
- 2- объем / концентрация / состав / pH, агара ;
- 3- концентрация / объем, антибиотиков ;
- 4- (инкубационная) температура ;
- 5- время инкубации ;
- 6- размер / диаметр / площадь / интервал / тип / источник, диски ;

**1.2.) (2 б.)** Опишите, как бы вы определили чувствительность *E. coli* к каждому антибиотику.

- 1) измерьте, диаметр / радиус / площадь, чистую зону вокруг антибиотического диска (с линейкой / штангенциркулем / сеткой) ;
- 2) идея о том что, больше / шире, чистая зона более чувствительна / менее устойчивы, бактерии к данным антибиотики / или идея об отсутствии чистой зоны означает, бактерии, устойчивы к / не пострадали / не убиты / не чувствительны к, (данному) антибиотику;

**2) (4 б.)** В таблице 2.1 приведены результаты этого исследования.

**Таблица 2.1**

Антибиотики	Использование антибиотиков / Рецепты на тысячу пациентов в год		Устойчивость <i>E. coli</i> в процентах	
	Среднее значение ( $\bar{x}$ )	Стандартное отклонение (s)	Среднее значение ( $\bar{x}$ )	Стандартное отклонение (s)
Цефалоспорин	107.0	83.0	6.5	3.5
Триметоприм	62.6	25.6	26.3	5.8
Ко-амоксиклав	75.5	43.9	8.4	5.7
Ампициллин	351.9	171.1	53.2	7.2
Хинолон	33.6	18.3	2.2	1.9

**2.1.) (2 б.)** Прокомментируйте стандартные отклонения при использовании антибиотиков, как показано в таблице 2.1.

Любые 2 из:

- 1- мысль о том, что она показывает большой разброс данных (вокруг среднего знач.) / разницу в данных / отклонение от среднего знач. / изменение от среднего знач.;
- 2- данные не являются (очень) надежными / достоверными / непротиворечивыми;
- 3- стандартное отклонение увеличивается по мере увеличения среднего знач. / положительная корреляция между стандартным отклонением и средним значением

**2.2.) (2 б.)** Предложите две причины, по которым количество выписанных рецептов на антибиотики может не дать точного показателя использования антибиотиков пациентами.

Любые 2 мысли о том, что:

- 1- пациенты не могут принимать предписанные антибиотики;
- 2- пациента не могут завершить курс антибиотиков;
- 3- дозы (по рецепту) могут отличаться;
- 4- антибиотики также назначаются стоматологами / больницами / другими практикующими врачами;
- 5- пациенты могут купить антибиотики (без рецепта);
- 6- данные взяты только из крупных клиник;
- 7- пациентам могут быть назначены антибиотики, кроме указанных в таблице / более одного антибиотика;

**3) (4 б.)** Количество выписанных рецептов на антибиотики в разных клиниках значительно варьировалось. Исследователи хотели выяснить, существует ли корреляция между количеством рецептов на каждый из пяти антибиотиков, выписанных клиникой, и процентом образцов мочи, содержащих устойчивую *E.coli*. Для этого анализа использовался ранговый корреляционный тест Спирмена. Результаты этого анализа приведены в таблице 2.2.

**Таблица 2.2**

Антибиотики	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена ( $r_s$ )
Цефалоспорин	0.30
Триметоприм	0.62
Ко-амоксиклав	0.23
Ампициллин	0.71
Хинолон	0.44

В таблице 2.3 приведены критические значения для  $r_s$  на пяти уровнях значимости данных, собранных в данном исследовании.

**Таблица 2.3**

Степень значимости ( $p$ )	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01
Критическое значение $r_s$	0.240	0.306	0.362	0.425	0.467

**3.1.) (1 б.)** Предположите, почему в этом исследовании использовался ранговый корреляционный тест Спирмена.

Любой 1 из:

- 1- данные, могут быть / есть, нелинейные / перекошенные ;
- 2- данные, не/не могут быть, нормально распределены;
- 3- данные являются порядковыми / прерывистыми / не непрерывными / дискретными;
- 4- рассеяния, график / диаграмма, показывает / может показать, что существует связь;
- 5- отборы данных независимые;
- 6- ссылка на случайный отбор;

**3.2.) (1 б.)** Составьте нулевую гипотезу (null hypothesis) для рангового корреляционного теста Спирмена для данного исследования.

Отсутствует (значительная) корреляция между использованием антибиотиков / (количеством) рецептов и, процентом проб мочи, содержащих устойчивую *E. coli* / наличием устойчивых штаммов *E. coli* в моче (у пациентов)

**3.3.) (2 б.)** С помощью табл. 2.2 и 2.3 определить, какие антибиотики показали статистически значимую корреляцию между количеством выписанных рецептов и наличием устойчивых штаммов кишечной палочки в образцах мочи. Назовите причину вашего ответа.

Антибиотики: два из: ампициллин, триметоприм, хинолон;

Причина: вычисленное значение /  $r_s$ , больше, чем, критическое / табличное значение ( $r_s$  при  $p = 0,05$  / 0,362) или критическое значение, при  $p = 0,05$  / 5% значение / 0,362 ;

**4) (3 б.)** Как показано на рис. 2.2, процент пациентов с устойчивостью к ампициллину *E. coli* инфекцией варьируется в зависимости от возраста и пола.

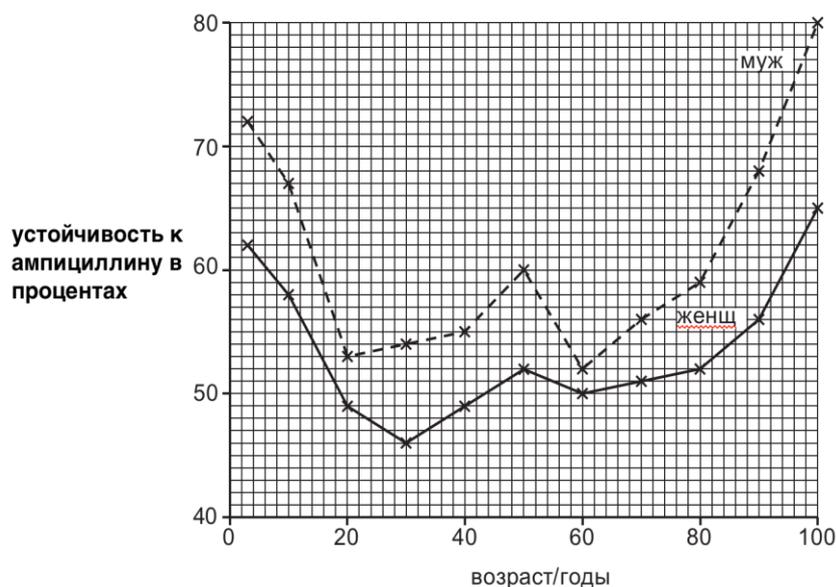


Рисунок 2.2

Опишите и объясните тенденции, демонстрируемые этими данными.

Описание макс. 2

процент (ампициллин-)стойкости / (ампициллин-)стойкости *E. coli*

- 1- выше у мужчин, чем у женщин (того же возраста / всех возрастов);
- 2- изначально высокий, (очень) в молодых / 3-летний / до 15 лет
- 3- уменьшается (круто), в молодых / до (около) 20 ;
- 4- устойчивость, более или менее колеблется / меняется мало / идет вверх и вниз, от 20 / 30 до 60 / 80 лет
- 5- резко возрастает с (около) 80 или возрастает примерно с 60-80/старости;
- 6- наибольший в 100 лет (в обоих) ;

Объяснение (должно быть связано с использованием антибиотиков) макс. 2

- 7- антибиотик / ампициллин, применение выше в, молодых / старых
- 8- идея: людям в возрасте от 20 до 60 / 80 прописываются, различные антибиотики / антибиотики, кроме ампициллина;
- 9- мужчин, могут быть менее склонны к полному курсу антибиотиков / могут принимать больше антибиотиков;
- 10- идея: молодые / старые, имеют большой контакт с, больницами / медицинскими центрами, и, следовательно, большее воздействие, ампициллина / антибиотикоустойчивых *E. coli*;

## ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ (1 ЗАДАНИЯ, 20 Б.)

Скорость, с которой электрический импульс проходит по нерву, может быть определена путем проведения теста на скорость нервной проводимости (СНП). Поверхностные электроды располагаются на коже над нервами в различных местах. Они производят очень мягкий электрический заряд, который стимулирует нерв. Полученная электрическая активность в нерве измеряется регистрирующим электродом. Расстояние между электродами и время, необходимое для прохождения электрических импульсов между ними, используются для определения скорости нервной проводимости. На рис. 2.1 показано, как измеряется СНП в локтевом нерве предплечья человека.



Рисунок 2.1

Исследование по измерению СНП в локтевом нерве у женщин разного возраста было проведено на 394 людях.

**1) (6 б.)** Предложите три переменных, которые следовало бы стандартизировать исследователям. В таблице 2.1 приведены результаты этого исследования.

Таблица 2.1

Возрастная категория/лет	Средняя скорость проводимости $\pm S_M$	Доверительные пределы	
		Нижний предел	Верхний предел
30–39	54.3 $\pm$ 1.200	51.90	56.70
40–49	54.7 $\pm$ 0.645	53.41	55.99
50–59	52.4 $\pm$ 0.600	51.20	53.60
60–69	52.2 $\pm$ 0.675		
70–79	49.0 $\pm$ 1.075	46.85	51.15

$S_M$  = стандартное отклонение

Любой 3 из них:

Вариации в добровольцах:

1- масса/вес тела ;

2- ссылка на употребление наркотиков, например, медикаментов/самопричин;

3- употребление алкоголя

4- состояние курения ;

5- ссылка на этническую принадлежность ;

6- волонтеры имеют одинаковые "руки";

7- нет медицинского/названного медицинского состояния, влияющего на нервную проводимость;

Вариации в способе применения теста в одна и та же рука протестирована:

9- представление о том, что волонтер не будет двигаться (во время теста);

10- электрический заряд/кулумбы/разность потенциалов/напряжение;

11- одинаковое количество добровольцев в каждой возрастной категории;

**2) (2 б.)** Предел достоверности = среднее значение  $\pm 2 S_M$ .

Используйте эту формулу для вычисления недостающих доверительных пределов. Используйте пробел внизу для любой работы и введите свои ответы в Таблице 2.1. Один из выводов из этих данных состоит в том, что средняя скорость проводимости в локтевом нерве значительно варьируется с возрастом.

**Таблица 2.1**

Возрастная категория/лет	Средняя скорость проводимости $\pm S_M$	Доверительные пределы	
		Нижний предел	Верхний предел
30–39	54.3 $\pm$ 1.200	51.90	56.70
40–49	54.7 $\pm$ 0.645	53.41	55.99
50–59	52.4 $\pm$ 0.600	51.20	53.60
60–69	52.2 $\pm$ 0.675	50.85	53.55
70–79	49.0 $\pm$ 1.075	46.85	51.15

**3) (10 б.)**

**3.1.) (6 б.)** Определите две возрастные категории, которые, по всей видимости, подтверждают этот вывод, и дайте причину вашего выбора.

**Возрастные категории:**

30–39 и 70–79

или 40–49 и 70–79

или 50–59 и 70–79 ;

**Причина:** нет пересечения (доверия) пределы/ $S_M$

**3.2) (2 б.)** Укажите, какой статистический тест можно было бы использовать для подтверждения этого вывода и для обоснования вашего выбора.

**Тест:** t-тест

**Причина:** сравнительный (два) сред знач. /нормальное распределение/непрерывные данные

**3.3.) (2 б.)** Составьте нулевую гипотезу (null hypothesis) для этого теста.

Нет существенной разницы между (средними) скоростями проведения/СНП (из образцов) различных возрастных групп

**4) (2 б.)** Назовите одну причину, по которой результаты исследования были признаны достоверными.

Большой размер образца / количество протестированных людей

# АНАТОМИЯ ЖИВОТНЫХ, БИОСИСТЕМАТИКА И ЭКОЛОГИЯ (9 ЗАДАНИЙ, 55 Б.)

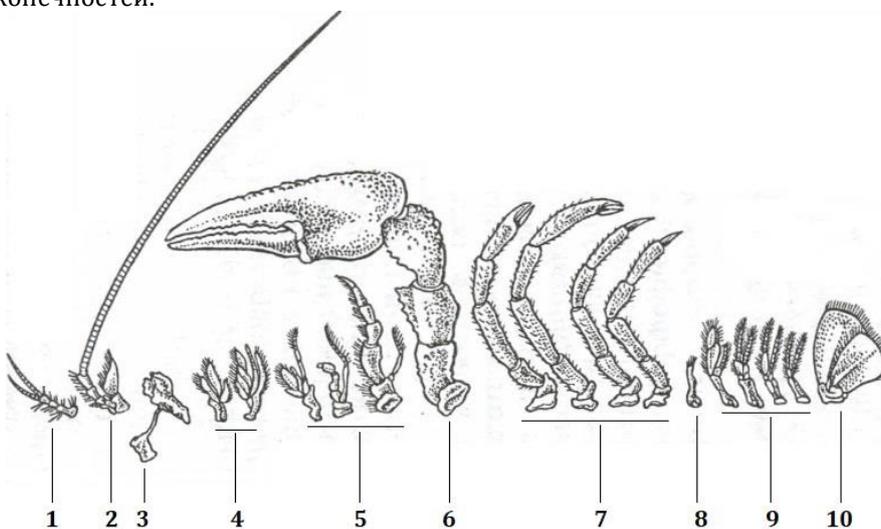
## 4-РАЗДЕЛ (АНАТОМИЯ ЖИВОТНЫХ, БИОСИСТЕМАТИКА И ЭКОЛОГИЯ) ПРАКТИЧЕСКОГО ТУРА АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ОЛИМПИАДЫ ПО БИОЛОГИИ БУДЕТ ПОСВЯЩЕН РЕЧНЫМ РАКАМ ИЗ РОДА *ASTACUS*.

**Речные раки** — типичные представители высших ракообразных. Они обитают в чистых пресных водоемах, активны в ночное время, днем прячутся под водой в норах, под корягами и др. Большую часть их рациона составляет растительная пища, но также едят моллюсков, червяков, другую мелкую живность, а также падаль более крупных животных. Таким образом речные раки всеядны. На картинке ниже приведена типичная структура речного рака:



### 4.1.) АНАТОМИЯ ЖИВОТНЫХ (3 ЗАДАНИЯ, 20 Б.):

**4.1.1.) (10 б.) Наружное строение речного рака:** Ниже представлена картинка и таблица. На картинке показаны конечности (1-10) речного рака, а в таблице в произвольном порядке показаны названия (I-X) и функции (А-Л) этих конечностей.



Название конечности:		Функция конечности:	
I	Антенна	А	Защита и нападение.
II	Антеннула	Б	Проведение спермы при спаривании.
III	Уроподы	В	Плавание головой вперед.
IV	Переоподы 1	Г	Плавание задом наперед.
V	Переоподы 2-5	Д	Участвуют в захвате пищи.
VI	Плеоподы	Ж	Под мандибулой участвуют в измельчении пищи.
VII	Гоноподы	З	Орган осязания.
VIII	Максиллоподы	И	Участвуют в измельчении пищи.
IX	Мандибула	К	Орган обоняния, осязания, равновесия и слуха.
X	Максилла	Л	Служат для передвижения.

Изучите рисунок и выберите правильное название (I-X) и функцию (А-Л) для каждой конечности (1-10):

Конечность:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Название конечности:	II	I	IX	X	VIII	IV	V	VII	VI	III
Функция конечности:	К	З	И	Ж	Д	А	Л	Б	В	Г



**Шаг 2:** *Матрица расстояний* была рассчитана (и введена в таблицу ниже) на основе матрицы признаков, представленной в таблице выше. *Эволюционное расстояние* между двумя образцами определяется как количество различий в признаках, на котором два образца показывают разные состояния признаков (один присутствует - 1, а другой отсутствует - 0).

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>A</b>	0			
<b>B</b>	2	0		
<b>C</b>	5	3	0	
<b>D</b>	8	6	3	0

**Шаг 3:** Пара кластеров с наименьшим расстоянием - это пара A и B, которая, таким образом, объединяется в кластер более высокого порядка (A,B). *Относительный возраст* вновь сформированного кластера рассчитывается как половина расстояния между двумя исходными кластерами. В этом случае относительный возраст нового кластера равен 1.

Затем создается новая матрица всех расстояний путем вычисления расстояния между кластерами как среднего расстояния между всеми таксонами из одного кластера до всех таксонов другого кластера. Расстояние (d) между кластером A и кластером (C,D), например, вычисляется как среднее значение между d (A, C) и d (A, D).

	<b>(A,B)</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>(A,B)</b>	0		
<b>C</b>	4	0	
<b>D</b>	7	3	0

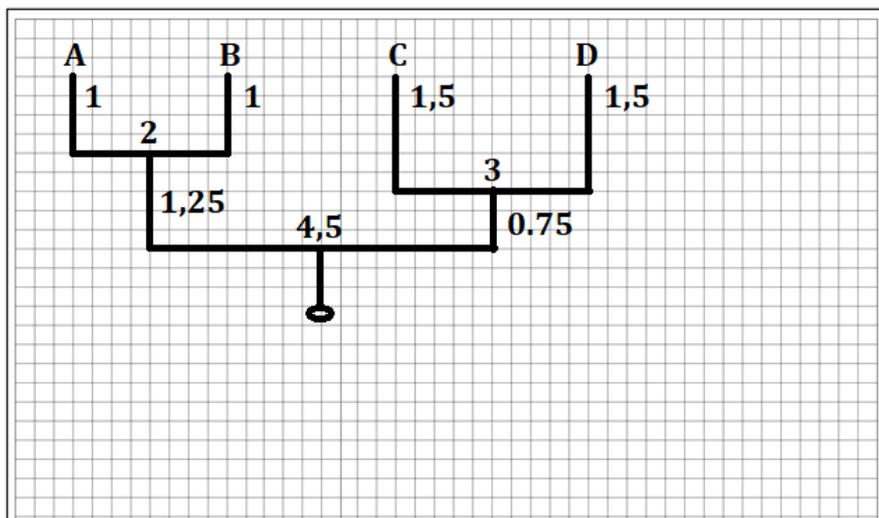
**Шаг 4:** Пара кластеров с наименьшим расстоянием теперь является парой C и D, которая, таким образом, объединяется в кластер более высокого уровня (C,D) с относительным возрастом 1,5.

Опять же, новая матрица строится путем вычисления всех расстояний, как указано выше: Расстояние d ((A, B), (C, D)) определяется как среднее между d (A, C), d (A, D), d (B, C) и d (B, D).

	<b>(A, B)</b>	<b>(C,D)</b>
<b>(A, B)</b>	0	
<b>(C,D)</b>	4.5	0

**Шаг 5.** На последнем шаге два оставшихся таксона (A,B) и (C,D) объединяются в новый кластер ((A,B), (C,D)), и относительный возраст этого кластера равен 2,25.

**Шаг 6.** Построение филогенетического дерева (дендрограммы) по результатам UPGMA. Указываем относительную длину каждой ветви, написав рядом с ней правильные цифры и пишем названия кластеров. (Периметр каждого квадрата равен 1 эволюционному расстоянию).



### 4.2.1.) (10 б.) Составление таблиц UPGMA:

**Шаг 1:** В Таблице 1, ниже, показана матрица признаков для четырех таксонов А, В, С и D. Признаки трех таксонов (А, В и С) уже заполнены, а четвертый таксон (D) - это речной рак, и вы должны заполнить таблицу, введя 0 (для отсутствующих признаков) или 1 (для присутствующих признаков).

Таблица 1:

Признаки:		Таксоны:			
		A	B	C	D
Тело:	Голова, грудь, брюшко	1	0	1	0
	Головогрудь, брюшко	0	1	0	1
Конечности:	3 пары ходильных ног	1	0	1	0
	4 пары ходильных ног	0	1	0	0
	5 пар ходильных ног	0	0	0	1
Усики:	Нет усиков	0	1	0	0
	1 пара усиков	1	0	1	0
	2 пары усиков	0	0	0	1
Крылья:	1 пара крыльев	0	0	1	0
	Чешуйчатые крылья	1	0	0	0
	Перепончатые крылья	0	0	1	0

**Шаг 2:** Вычислите матрицу расстояний в Таблице 2 на основе матрицы признаков, представленной в Таблице 1. Эволюционное расстояние между двумя таксонами определяется как количество различий в таксонах, на котором два таксона показывают разные состояния признаков (один присутствует - 1, а другой отсутствует - 0). Затем заполните таблицы 3-4, используя метод UPGMA.

Таблица 2:

	A	B	C	D
A	0			
B	7	0		
C	3	8	0	
D	7	4	8	0

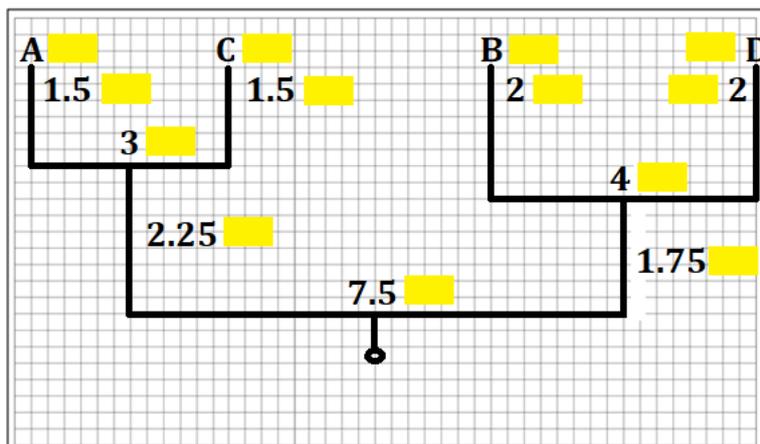
Таблица 3:

	(A,C)	B	D
(A,C)	0		
B	7,5	0	
D	7,5	4	0

Таблица 4:

	(A,C)	(B,D)
(A,C)	0	
(B,D)	7,5	0

**4.2.2.) (11 б.) Построение филогенетического дерева:** Постройте филогенетическое дерево (дендрограмму) на основе результатов UPGMA. Укажите относительную длину каждой ветви, написав рядом с ней правильные цифры. Обязательно укажите названия кластеров. (Периметр каждого квадрата равен 1 эволюционному расстоянию).



**4.2.3.) (4 б.) Анализ результатов UPGMA и филогенетического дерева:** Проанализируйте ваши результаты UPGMA и построенную вами филогенетическое дерево. Определите самые подходящие классы и отряды для каждого таксона (А, В, С и D).

	Таксоны:			
	А	В	С	Д
Класс:	Насекомые	Паукообразные	Насекомые	Ракообразные
Отряд:	Чешуекрылые (Бабочки)	Пауки	Двукрылые	Декаподы (Десятиногие)

### 4.3.) ЭКОЛОГИЯ (10 Б):

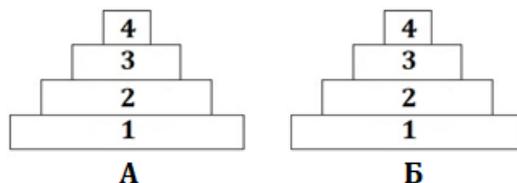
Речные раки водятся практически по всей Евразии. В Кыргызстане два наших вида раков широко распространены и имеют довольно важное промысловое значение - широкопалые (*Astacus astacus*) и узкопалые (*Astacus leptodactylus*).

Широкопалый и узкопалый раки обычно совместно не встречаются, и их ареалы не перекрывают друг друга. В прошлом веке узкопалый рак начал расселяться вверх по бассейнам, вытесняя широкопалого. Известны многочисленные случаи посадок раколовами узкопалого рака в озера, населенные широкопалым.

Оба вида сходны по своей биологии. Они живут в воде со сравнительно высоким содержанием кислорода и минеральных солей. Узкопалый рак несколько более плодовит и более вынослив по отношению к химизму воды и ее кислородному режиму. Однако это еще не объясняет, каким образом он неизменно вытесняет широкопалого. Не удалось получить ответ на этот вопрос и при совместном содержании обоих видов в бассейнах. Время от времени раки дрались, но драки между особями разных видов происходили не чаще, чем между особями одного вида.

**4.3.1.) (2 б.) Определение пирамиды биомассы:** Речные раки питаются растительной пищей (широкопалые до 40%, узкопалые до 90%), а также мёртвыми (падалью: широкопалые до 60%, узкопалые до 8%) и живыми животными (узкопалые до 2%). Активны в сумерки и ночью (днем раки скрываются под камнями или в норах, вырытых на дне либо у берегов под корнями деревьев). Запах пищи раки чувствуют на большом расстоянии, особенно если трупы лягушек, рыб и других животных начали разлагаться.

Ниже представлены пирамиды биомассы пастбищных (А) и детритных (Б) пищевых цепей.



Используя приведенную выше информацию о рационе двух речных раков, найдите наиболее подходящую пирамиду биомассы для каждого из них и запишите, в каком уровне пирамиды биомассы они находятся. Введите ответы в таблицу.

Раки:	Пирамида биомассы (А/Б)	Уровни пирамиды биомассы (1/2/3/4)
Широкопалый речной рак	Б	2
Узкопалый речной рак	А	2

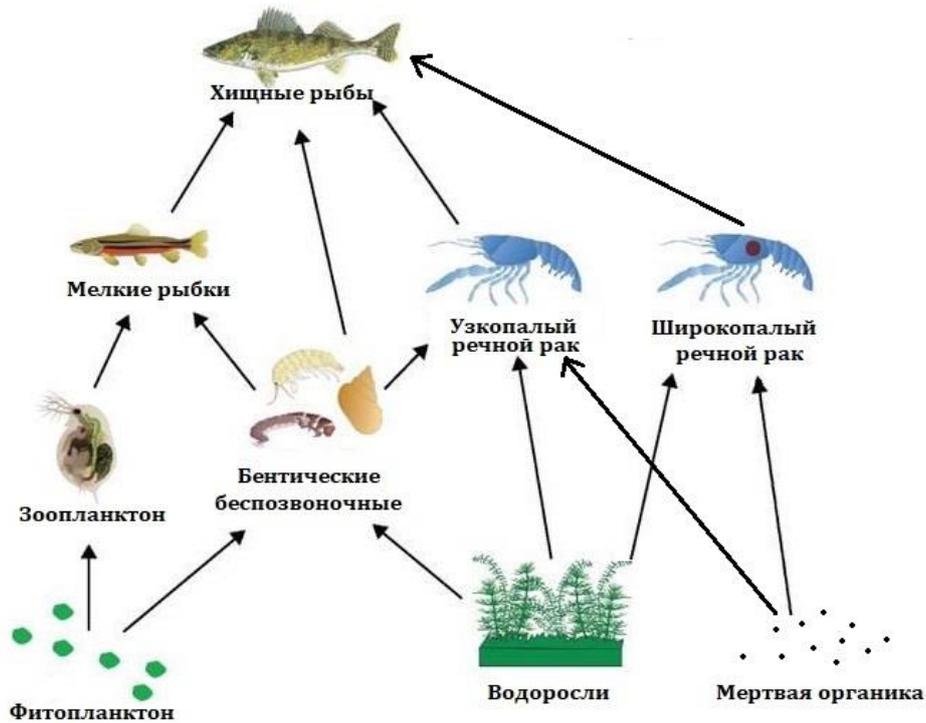
**4.3.2.) (5 б.) Определение количества особей:** Для оценки численности двух (широкопалых и узкопалых) речных раков на изолированном участке, карцинологи Кыргызстана провели исследование с использованием метода мечения и повторных отловов. В таблице ниже представлены результаты исследования:

Раки:	Отлов + мечение:	Повторный отлов:		
		Общее:	Меченые:	Немеченые:
Широкопалый речной рак:	4	5	1	4
Узкопалый речной рак:	30	33	6	27

Используя приведенную выше таблицу, рассчитайте общее количество каждого из речных раков в этом участке:

Раки:	Общее количество:
Широкопалый речной рак:	20
Узкопалый речной рак:	165

**4.3.3.) (3 б.) Типы взаимоотношений между организмами:** Ниже представлена пищевая цепочка, на которой показано расположение речных раков (широкопалых и узкопалых) в этой пищевой цепочке.



Изучите пищевую цепочку и запишите типы взаимоотношений между организмами, перечисленными в таблице.

Организмы:	Типы взаимоотношений между организмами:
Широкопалый речной рак – Узкопалый речной рак	Конкуренция
Узкопалый речной рак – Бентические беспозвоночные	Хищничество
Широкопалый речной рак – Мелкие рыбки	Нейтрализм