

Всесибирская олимпиада по биологии 2017-18. Заключительный этап

4 марта 2018

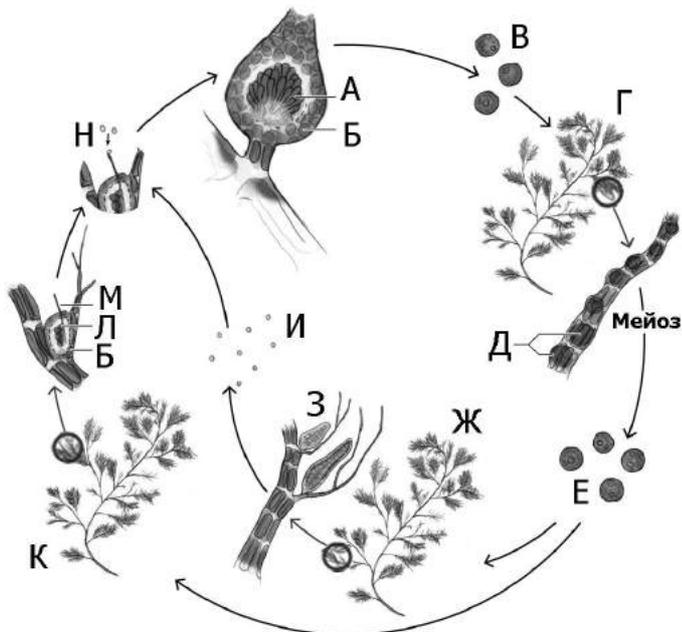
11 класс

Время выполнения задания – 4 часа.

Часть 1. Задания по рисункам и на сопоставление

1. Жизненный цикл (12 баллов)

У многих красных водорослей в жизненном цикле имеется гаметофит и два различных спорофита (**карпоспорофит** и **тетраспорофит**). Карпоспорофит развивается на женском гаметофите. Мейоз происходит перед образованием тетраспор.



Рассмотрите жизненный цикл красной водоросли полисифонии (*Polysiphonia*), сопоставьте буквы со стадиями данного жизненного цикла и с элементами их строения, а также укажите их плоидность (1n или 2n). Используйте следующие подсказки:

- гаметофит прорастает из тетраспоры
- трихогина - это вытянутая часть женского гаметангия

Стадии жизненного цикла и элементы их строения:

♂ гаметофит	Сперматангий
♀ гаметофит	Перикарп
Карпоспорофит	Трихогина
Тетраспорофит	Карпоспора
Тетраспорангий	Тетраспора
Карпогон (♀ гаметангий)	Оплодотворение
Спермаций (♂ гамета)	

2. Плоды и кулинария (12 баллов)

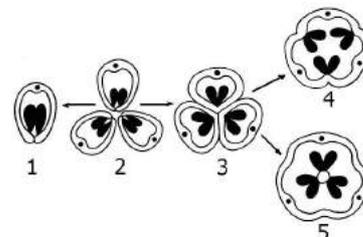
На рисунке изображены типы **гинецея** — совокупности плодолистиков цветка.

Если плодолистиков в цветке расположены свободно, подобный гинецей и плод, который из него развивается, называют **апокарпными** (1-2).

Если плодолистиков срастаются, гинецей цветка **ценокарпный** (3-5).

Ценокарпный гинецей в зависимости от типа сращения плодолистиков и расположения семязачатков подразделяется на 3 основных типа:

синкарпный (3), **паракарпный** (4) и **лизикарпный** (5).



Сопоставьте изображения плодов растений (А-Г), широко применяемых в кулинарии, с типами их гинецея (1-5) и впишите их названия, соблюдая принятую на иллюстрации нумерацию.

			Кулинарные названия: Ваниль Гуава Звездчатый анис Кардамон Маракуйя Черный перец

3. Классы членистоногих (16 баллов). Заполните таблицу.

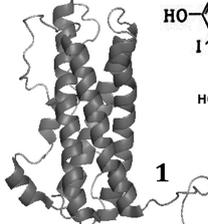
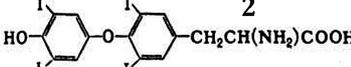
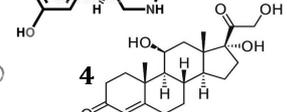
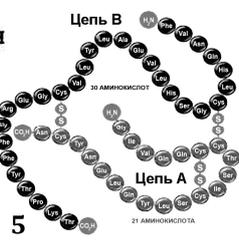
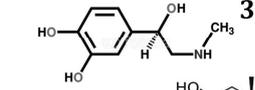
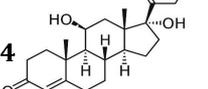
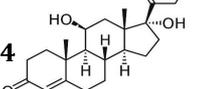
Класс	Класс Ракообразные (высшие раки)		
Отделы тела	Головогрудь, брюшко		
Количество ПАР ног	5		
Количество ПАР усиков		1	
Тип(ы) глаз и их количество	Фасеточные – 2 шт		Простые – от 4 до 16 штук, обычно 8
Органы дыхательной системы		Трахеи	
Органы выделительной системы			Мальпигиевы сосуды, коксальные железы (у водных)
Организмы			

В последних строчках таблицы распределите по классам следующие организмы:

Бокоплав Верблюдка Мокрица Ногохвостка Сенокосец Телефон

4. Гормоны (10 баллов)

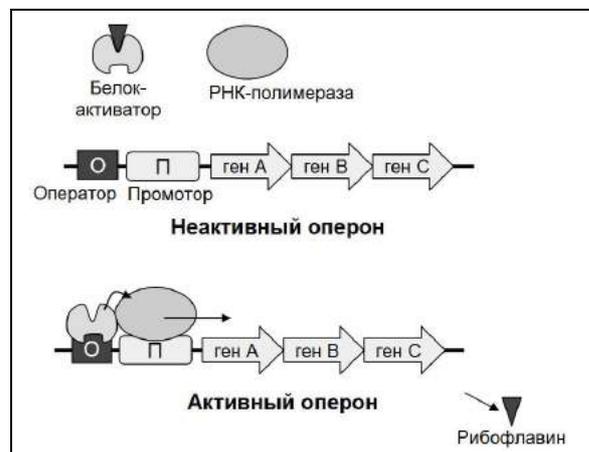
Сопоставьте приведенные формулы (1–5) с названиями гормонов и группой, к которой они относятся по химическому строению (А, Б или С).

<p>Три группы гормонов по химическому строению:</p> <p>А – амины (производные аминокислот)</p> <p>Б – пептиды и небольшие белки</p> <p>С – стероиды</p>					<p>Гормоны:</p> <p>Адреналин</p> <p>Инсулин</p> <p>Кортизол</p> <p>Пролактин</p> <p>Тироксин</p>
					

Номер рисунка	1	2	3	4	5
Название гормона					
Химический класс (буква)					

5. Регуляция оперона бактерии (15 баллов)

Гены А, В и С кодируют ферменты синтеза рибофлавина. Количество этих ферментов в клетке бактерии регулируется на уровне транскрипции оперона, содержащего эти гены. Регуляция осуществляется белком-активатором: он узнает свою мишень в ДНК (специальную последовательность – оператор) и помогает РНК-полимеразе связаться с промотором. Без активатора транскрипция не начнется. Если же в клетке рибофлавина достаточно, он связывается с белком-активатором и последний уходит с ДНК. (см.схему) Рассмотрите следующие **мутации** в рибофлавиновом опероне и в гене белка-активатора и запишите в бланк ответов, как будет осуществляться транскрипция этого оперона у бактерии с соответствующей мутацией.



Мутации:

1	Вставка 35 нуклеотидов между промотором и оператором
2	Вставка 35 нуклеотидов между промотором и геном А
3	Мутация в гене белка-активатора, приводящая к нарушению связывания рибофлавина
4	Мутация в гене белка-активатора, нарушающая его связывание с оператором
5	Замена одного нуклеотида, приводящая к появлению СТОП-кодона в середине гена В.

Вопрос 1. Будет ли осуществляться транскрипция этого оперона у бактерии с соответствующей мутацией 1) на среде без рибофлавина; 2) на среде с рибофлавином. Впишите «ДА» или «НЕТ» в бланк ответов. Если будут особенности в работе оперона, укажите их.

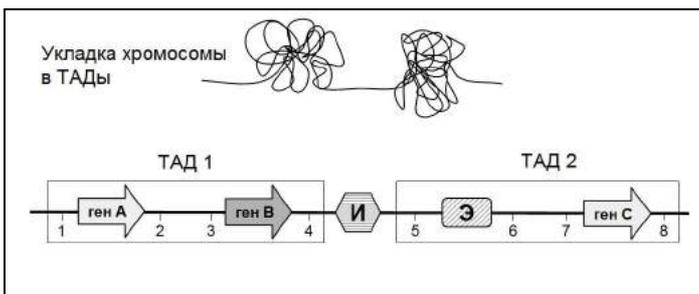
Вопрос 2. Триптофановый оперон той же бактерии регулируется по другому принципу: без регулятора активен, но выключается, когда белок-репрессор связывается с ДНК в области промотора. Промотор какого из оперонов, триптофанового или рибофлавинового, обладает большим сродством к РНК-полимеразе? Кратко поясните.

6. Регуляция работы генов эукариот (20 баллов)

В некотором многоклеточном организме работа генов регулируется с помощью специальных последовательностей, а его хромосомы уложены в виде обособленных друг от друга компактных участков — топологически ассоциированных доменов (ТАДов, см. рис.)

Механизм регуляции можно описать следующими правилами:

- Неактивный ген делает неактивными соседние гены.
- Эхансер (Э) усиливает активность генов и включает неактивные.
- Все это работает в пределах одного ТАДа.
- Инсулятор (И) формирует границу между ТАДами.



На схеме — область хромосомы с генами А-С, уложенная в два ТАДа.

Задание 1. Заполните пустые ячейки таблицы в бланке ответов: какие гены не активны (Н), какие активно работают (А), в норме и при соответствующих хромосомных перестройках. Для случая 5 вы должны сами придумать перестройку, которая объясняла бы такие изменения в работе генов.

№	Хромосомная перестройка	Ген А	Ген В	Ген С
1	Норма		Н	А
2	Делеция участка 4-5			
3	Делеция участка 4-6			
4	Дупликация участка 3-6			
5		А	Н	Н

Задание 2. Нарисуйте, как будет выглядеть этот район после перестроек № 4 и 5 (название перестройки 5 впишите). Отметьте на рисунках номера исходных участков, гены и все важные для понимания работы генов элементы.

Задание 3. Известно, что дупликация № 4 вызывает рак. Исходя из этого, предположите, какую функцию выполняет ген В.

7. Нокадаун генов (8 баллов)

Нокадаун гена (англ. Gene knockdown) — методика, позволяющая снизить экспрессию гена при помощи короткого олигонуклеотида, комплементарного соответствующей мРНК. Сопоставьте наблюдаемый фенотип клеточной линии (1-8) и ген, подвергшийся нокадауну.

Фенотип клеток после нокадауна:		Гены:
1. Клетка теряет форму, становится округлой	5. Нарушение прохождения клеточного цикла 6. Клетка «не замечает» повреждений ДНК (не идет их репарация) 7. Нарушение синтеза липидов 8. Агрегация белков с измененной конформацией	Лигаза Шаперон Актин Цитохром С Циклин Р53 Рибосомный белок Ацилпереносящий белок
2. Нарушение репликации ДНК		
3. Недостаточное количество АТФ		
4. Нарушение синтеза белков		

8. Инфекционные заболевания (20 баллов)

Установите соответствие между названием заболевания и его возбудителем. Если есть переносчик болезни, напишите, к какому классу животных он относится (если переносчика не существует, пишите слово НЕТ)

Возбудители:

А. Чумная палочка	Г. Кошачья двуустка	Ж. Герпесвирус человека 3 типа	И. Ришта
Б. Дизентерийная амеба	Д. Лямблия	З. Малярийный плазмодий	К. Палочка Коха
В. Широкий лентец	Е. Трипаносома		

Заболевание	Возбудитель	Класс переносчика (если он есть)	Заболевание	Возбудитель	Класс переносчика (если он есть)
Малярия			Дифиллоботриоз		
Бубонная чума			Туберкулез		
Сонная болезнь			Дранункулез		
Ветряная оспа			Лямблиоз		
Дизентерия			Описторхоз		

Часть 2. Задачи.

1. Задача по генетике (9 баллов)

Изучая один из малых народов, генетики обнаружили, что у него часто встречаются седые волосы из-за раннего поседения. Чтобы установить, как наследуется этот признак, были собраны данные по многим семьям. Результаты представлены в таблице. (Среди потомков включались только те, для кого возраст раннего поседения миновал).

Тип поседения у родителей	Потомки		
	Число семей	Раннее	Нормальное
Раннее × Раннее	52	98	19
Раннее × Нормальное	45	72	33
Нормальное × Нормальное	71	0	128

Вопрос 1. Как наследуется признак? Запишите генотипы родителей для каждого типа семей. Объясните отклонение частот классов в потомстве от ожидаемых по Менделю.

Вопрос 2. Считая, что изученные семьи являются случайной выборкой из популяции, определите приблизительную частоту аллеля раннего поседения в поколении потомков.

2. Синдром Мартина-Белла (17 баллов)

Синдром Мартина-Белла (синдром ломкой X-хромосомы) – одно из заболеваний, связанное с особым типом мутаций – экспансией повторов длиной 3 нуклеотида. Увеличение числа таких повторов в некоторых генах происходит из-за ошибок репликации ДНК и обычно нарастает в поколениях.

Данный синдром – следствие увеличения числа повторов тройки ЦГГ в промоторе гена FMR1. Это меняет функционирование гена: сначала происходит уменьшение экспрессии белка FMR1 (состояние премутации), а затем и полное прекращение транскрипции гена (из-за метилирования промотора). О функции этого белка известно, что он участвует в работе рибосом и особенно активен в клетках мозга. Снижение количества белка приводит к развитию различных нарушений интеллекта вплоть до умственной отсталости. Ген FMR1 находится в X-хромосоме.

В таблице приведено влияние количества ЦГГ повторов на тяжесть заболевания.

Количество повторов	Проявление	Статус заболевания
Менее 40	Нет	Норма
40-60	Не проявляется, но у потомков обычно наблюдается увеличение числа повторов	«Серая зона», т.е. риск для детей
60-200	Видимых поражений центральной нервной системы нет, но с возрастом возможно появление двигательных и координационных расстройств	Премутация
Более 200	Синдром Мартина-Белла	Мутация

На электрофореze представлен анализ фрагментов, полученных с помощью ПЦР (полимеразной цепной реакции) района гена FMR1, содержащего повторы участка длиной в 3 п.н. (ЦГГ) для 5 пациентов.

Пациент 1	Пациент 2	Пациент 3	Пациент 4	Пациент 5	Длина участка с повторами (п.н.)
			=====		750
				=====	450
=====					150
	=====				120
=====	=====			=====	90
		=====			60

1) Попробуйте сформулировать заключение медицинского генетика, относительно прогноза развития заболевания у данных пациентов **и их детей**. Предположите, какой пол у каждого пациента, обоснуйте свой ответ.

Ответ оформите в виде таблицы (нарисуйте ее сами по такому образцу:)

	Пол (и обоснование)	Прогноз наличия заболевания у пациента и его детей
Пациент № ...		

2) Почему у женщин гетерозигот заболевание может проявляться, хотя вторая «нормальная» копия гена должна производить достаточное количество белка FMR1?

3. Мутации и генетический код (7 баллов)

Гидроксиламин – химический мутаген, который взаимодействует в ДНК с цитозином (Ц), превращая его в тимин (Т). Этот мутаген очень специфичен и никаких других замен, кроме Ц → Т не дает.

Студенту поставили задачу получить у бактерии мутации, превращающие СТОП-кодона некоторых ее генов в кодоны аминокислот. Для решения этой задачи он взял гидроксиламин как единственный мутаген, имевшийся в то время в лаборатории и обработал им бактерий.

Получит ли он желаемый результат? Свой ответ объясните.

Для справки: в генетическом коде есть три СТОП-кодона: УАА, УАГ и УГА.

4. Потенциал действия (18 баллов)

Если подействовать раздражителем на нервную клетку, изменяется ее мембранный потенциал (МП), клетка возбуждается. Потенциал действия (ПД) возникает в результате повышения проницаемости мембраны для ионов Na^+ и входом их в клетку. Происходит деполяризация мембраны. При определенной величине потенциала процесс переноса Na^+ прекращается, повышается проницаемость для ионов K^+ и калий выходит из клетки. Эта фаза реполяризации приводит к восстановлению исходного мембранного потенциала.

Ионы натрия входят в клетку через специальные каналы.

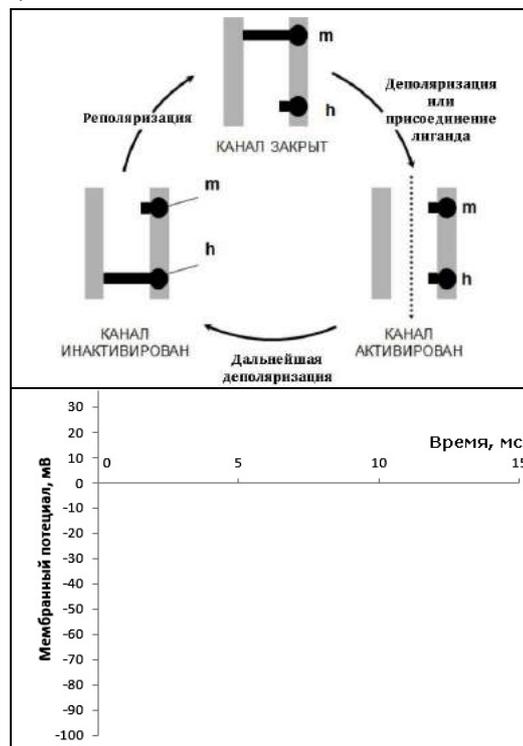
В зависимости напряжения на мембране Na^+ канал может находиться в трёх разных состояниях (см. рис.)

- 1) Неактивное, при потенциале покоя, закрыта m-створка (активационные ворота), открыта h-створка (инактивационные ворота).
- 2) Активное, при деполяризации мембраны, открыты и m- и h-створки.
- 3) Инактивированное, при длительной деполяризации, больше 2 мс; закрыта h-створка, m-створка открыта.

Задание.

1. Нарисуйте график 1 изменения МП во времени при потенциале действия в нервной клетке. Укажите фазы ПД.
2. Как изменится ПД нервной клетки при действии **тетродотоксина** – яда, который блокирует m-створку в закрытом состоянии? Нарисуйте график 2 для этого случая. Ответ объясните.
3. Как изменится ПД нервной клетки при действии **вератридина** – яда, который блокирует h-створку в открытом состоянии? Покажите это на графике 3. Ответ объясните.

Перенесите на бланк ответа оси координат и нарисуйте на одном поле графики для вопросов 1-3.



5. Клеточный цикл (18 баллов)

В лаборатории изучали протекание клеточного цикла в культуре клеток X. Для этого использовали методы микроскопирования и радиоавтографии.

Наиболее просто было определить длительность **митоза** – наблюдения клеток под микроскопом показали, что он продолжается 2 часа.

Для определения продолжительности других периодов клеточного цикла к культуре (клетки которой находились на разных стадиях клеточного цикла), добавили нуклеотид, содержащий радиоактивную метку (^3H).

Вопрос 1. Какой нуклеотид использовали в эксперименте и почему?

Через небольшой промежуток времени метку, которая не успела включиться в ДНК, удалили, чтобы предотвратить дальнейшее поглощение клетками меченого нуклеотида.

Вопрос 2. В каком периоде клеточного цикла находились клетки, включившие меченый нуклеотид?

Затем через определенные промежутки времени отбирали из культуры пробы, клетки окрашивали и радиоавтографировали.

Через 2 часа после удаления из среды меченого нуклеотида метка обнаружилась в 30% клеток, и среди них не было делящихся.

Вопрос 3. Какой вывод относительно протяженности какого-либо периода клеточного цикла можно сделать, зная процент меченых клеток?

Вопрос 4. Почему в делящихся клетках нет метки?

Через 4 часа после удаления из среды меченого нуклеотида метка появилась в делящихся клетках.

Вопрос 5. Продолжительность какого периода клеточного цикла определяет результат этого эксперимента? Почему?

Продолжая отбирать из культуры пробы клеток, обнаружили, что меченые **делящиеся** клетки в какой-то момент совершенно исчезают, а потом появляются вновь. Промежуток между двумя последовательными пиками включения метки составлял 20 часов.

Вопрос 6. Какому периоду соответствует это время? Объясните происхождение этих новых делящихся клеток с меткой.

Вопрос 7. Подведите итоги этого эксперимента: нарисуйте схему всех стадий клеточного цикла. Рассчитайте продолжительность этих стадий, исходя из данных эксперимента, (приведите ход расчетов) и подпишите их на вашей схеме.

6. Червяги (18 баллов)

Карл Линней в знаменитой “Системе природы” отнёс настоящую червягу *Caecilia tentaculata* к змеям из-за схожего внешнего вида.

На рисунке – вид животного и череп, сбоку и сзади.

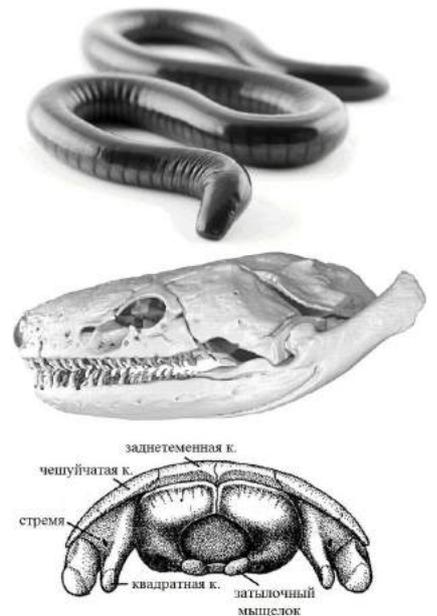
Какие анатомические и физиологические аргументы (в XVIII веке другие применить было бы невозможно) можно было бы привести во времена Линнея, чтобы:

А. отличить червяг от змей, не указывая при этом на принадлежность к амфибиям (аргументы группы А);

Б. верно определить родство червяг с другими амфибиями (аргументы группы Б)?

Приведите до 10 аргументов (из них не менее трех группы Б). Для каждого аргумента отметьте его группу. Ответ оформите в виде таблицы с такими столбцами:

№	Группа (А или Б)	Аргумент
---	------------------	----------



Желаем успехов в выполнении заданий!