



# Всесибирская олимпиада по биологии 2018-19.

Заключительный этап. 10 марта 2019

**11 класс**      **Ответы на задания.**

## Часть 1. Задания по рисункам и на сопоставление

1. **Цветы на 8 марта.** (30 баллов). Подберите к каждой диаграмме цветка соответствующую формулу (А-К).

					А	$*C_{(5)} L_5 T_{5+5} П_{(5)}$
Тюльпан	Ромашка аптечная	Клевер	Акация серебристая	Левкой	Б	$\uparrow C_{4+1} L_{2+(2)} T_{\infty} П_3$
					В	$\uparrow C_{(5)} L_{1+2+(2)} T_{(9)+1} П_1$
Черемуха	Петуния	Кувшинка	Дельфиниум	Гвоздика садовая	Г	$*C_4 L_{\infty} T_{\infty} П_{(\infty)}$
					Д	$*C_4 L_4 T_{2+4} П_{(2)}$
					Е	$*C_{(4)} L_4 T_{\infty} П_1$
					Ж	$*C_5 L_{(5)} T_5 П_{(2)}$
					З	$*C_{(5)} L_{(5)} T_{(5)} П_{(2)}$
					И	$*O_{3+3} T_{3+3} П_1$
					К	$*C_5 L_5 T_{\infty} П_1$

Определите семейство, к которому это растение относится. Выберите названия семейств из списка:

Бобовые	Крестоцветные	Лютиковые	Пасленовые
Бурачниковые	Кувшинковые	Магнолиевые	Розоцветные
Гвоздичные	Лилейные	Норичниковые	Сложноцветные

Установите соответствие между растениями и фактами о них (1-10).

1. Для этих растений характерен симбиоз с азотфиксирующими бактериями.	6. Название этого цветка в переводе с латинского означает «табак».
2. Ветки этого растения часто дарят на 8 Марта.	7. Используется для отпугивания колорадского жука в посадках картофеля.
3. Наиболее ценным веществом в его составе является хамазулен (один из азуленов), обладающий противовоспалительным, седативным и местноанестезирующим свойствами.	8. Одни из самых древних цветковых растений на планете.
4. Так называется пряность, которая к цветку не имеет никакого отношения.	9. Из-за формы цветка в России его называли «шпорник».
5. Кристаллы боевого отравляющего вещества из группы лакриматоров – хлорацетофенона – имеют приятный запах этого цветка.	10. Родиной этих цветов является Турция.

Впишите в таблицу в бланке ответов семейство, формулу цветка (букву) и номер относящегося к этому цветку факта.

### Ответ

1. **Цветы на 8 марта. 11 класс** (30 баллов). **По 1 б за клеточку**

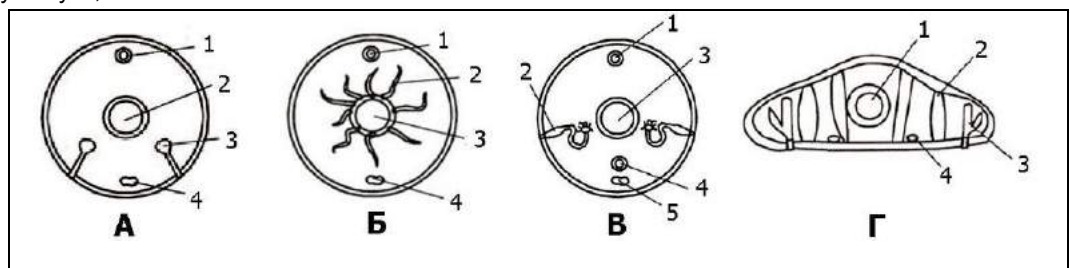
Растение	Семейство	Формула	Факт	Растение	Семейство	Формула	Факт
Тюльпан	Лилейные	И	10	Черемуха	Розоцветные	К	5
Ромашка	Сложноцветные	З	3	Петуния	Пасленовые	Ж	6
Клевер	Бобовые	В	1	Кувшинка	Кувшинковые	Г	8
Акация серебристая	Бобовые	Е	2	Дельфиниум	Лютиковые	Б	9
Левкой	Крестоцветные	Д	7	Гвоздика садовая	Гвоздичные	А	4

2. **Системы органов беспозвоночных.** (21 балл)

На рисунках А–Г представлены схемы поперечных срезов беспозвоночных животных, относящихся к систематическим группам: **Плоские черви**, **Кольчатые черви**, **Ракообразные**, **Насекомые**. Установите соответствие между рисунками и названиями систематических групп (впишите в таблицу название группы).

Определите, какими **цифрами** обозначены на рисунках системы органов, указанные в таблице. Если такая система у этой группы отсутствует, так и напишите.

Если ей на рисунке соответствует более одной цифры, пишите обе (могут быть и лишние цифры, не относящиеся к приведенным системам)

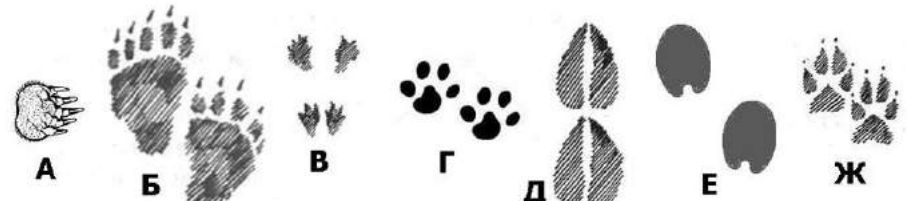


**Ответ**

**2. Системы органов беспозвоночных. 11 класс (21 балл) По 1 б за названия, каждую цифру и «отсутствует» у плоских червей.**

Рисунок →	А	Б	В	Г
Систематическая группа (впишите название) →	Ракообразные	Насекомые	Кольчат черви	Плоские черви
Системы органов ↓ (впишите цифры)				
Нервная	4	4	5	4
Пищеварительная	2	3	3	1
Кровеносная	1	1	1, 4	отсутствует
Выделительная	3	2	2	3

**3. Следы. (24 балла)**

<p>1. Определите, кому принадлежат следы, представленные на рисунке, и к каким отрядам относятся эти животные.</p>	
--	--

2. Определите тип хождения каждого животного и впишите в таблицу соответствующую букву.  
 С – стопоходящие. Виды, которые опираются на всю стопу  
 П – пальцеходящие. Опираются не на всю стопу, а только на пальцы.  
 Ф – фалангоходящие. Опираются только на последнюю фалангу среднего пальца
3. Предположите, какие животные самые быстрые в беге (Б), какие – быстрые и при этом маневренные (БМ), а какие передвигаются на большие расстояния медленно (М). Объясните, как связаны с типом хождения скорость движения и маневренность.

**Ответ**

**3. Следы 11 класс (24 баллов). 21 балл за таблицу и 3 балла за ответ на вопрос 3.**

Следы	Животное	Отряд	Тип хождения (С, П или Ф)	Быстрота (Б, БМ или М)
А	Крот	Насекомоядные	С	М
Б	Медведь	Хищные	С	М
В	Белка	Грызуны	С	М
Г	Рысь	Хищные	П	БМ
Д	Олень	Парнокопытные	Ф	Б
Е	Лошадь	Непарнокопытные	Ф	Б
Ж	Волк	Хищные	П	БМ
<b>Балл за столбик</b>	<b>7 б.</b>	<b>7 б.</b>	<b>3,5 б.</b>	<b>3,5 б.</b>

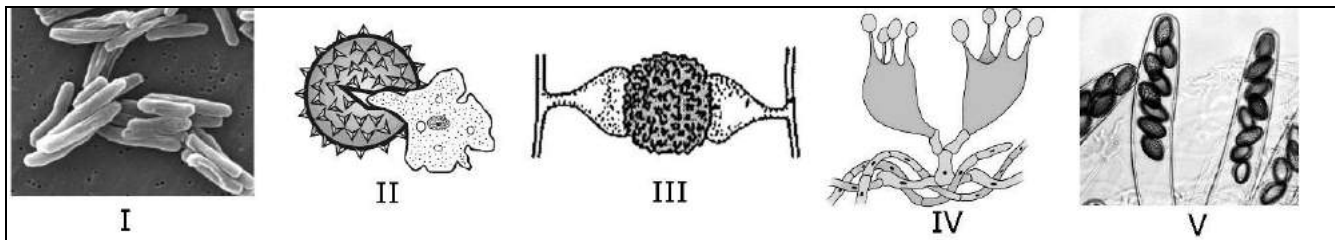
Ответьте на вопрос 3 задачи:

<p><b>3. Объясните, как связаны с типом хождения скорость движения и маневренность. – 3 балла</b></p> <p>Стопа – большая площадь поверхности                  Пальцы – уменьшение площади, но пальцы позволяют управлять постановкой стопы,                  Фаланги – площадь еще меньше, роговое покрытие для защиты, но почти не управляют.</p>
--

**4. Такие разные «грибы».** (15 баллов)

Группы организмов, которые раньше относили к царству Грибы (что отражено в их названии «-мицеты»), как оказалось, по своему происхождению могут быть далеко не родственными.

Установите соответствия между группами «-мицетов», приведенными в таблице, изображениями их структур (I-V), некоторыми характеристиками (1-5) и представителями этих «классов грибов» (А-Д)



Характеристики	Представители
1. Первый антибиотик был получен из представителя именно этой группы. 2. Мицелий не имеет септ (неклеточный), подвижные стадии отсутствуют. 3. Не имеют клеточного ядра. 4. Тело представлено плазмодием, способным к передвижению. 5. Клетки гиф в течение большей части жизненного цикла содержат два ядра.	А. Спорынья Б. Возбудитель туберкулёза человека В. Головнёвые грибы Г. Ликогала древесинная (волчье вымя) Д. Мукор

Заполните таблицу в бланке ответов

**Ответ**

**4. Такие разные «грибы».** 9-10 кл и 11 кл (15 баллов) **По 1 б за клеточку.**

Название группы	Изображение (латинская цифра)	Утверждение (арабская цифра)	Представитель (буква)
Аскомицеты	V	1	А
Базидиомицеты	IV	5	В
Миксомицеты	II	4	Г
Актиномицеты	I	3	Б
Зигомицеты	III	2	Д

**5. Типы питания.** (18 баллов)

Все организмы делятся на группы по типу питания. Наиболее важны для классификации источник энергии, донор электронов для энергетических процессов и источник углерода.

Используя приведенные ниже термины, установите соответствие между организмами и типами питания.

**Типы питания:** А – Автотрофы    Л – Литотрофы    Ф – Фототрофы  
 Г – Гетеротрофы    О – Органотрофы    Х – Хемотрофы

Впишите в таблицу в бланке ответов эти термины (буквы) напротив соответствующего им типа питания в столбик под тем организмом, который данный тип питания использует. В каждом столбике должно быть по три буквы.

**Ответ**

**5. Типы питания 9-10 кл и 11 кл** (18 баллов). Впишите в таблицу буквы (обозначения терминов) напротив соответствующего им типа питания в столбик под тем организмом, который данный тип питания использует. В каждом столбике должно быть по три буквы

Характеристика	Организмы →	Улотрикс	Человек	Нитрифицирующая бактерия	Метанообразующая бактерия	Баллы по строкам
Источник энергии	Солнечный свет	Ф				Ф
	Энергия химических связей		Х	Х	Х	Х
Донор электронов	Неорганические вещества	Л		Л	Л	Л
	Органические вещества		О			О
Источник углерода	Углекислый газ	А		А		А
	Органические вещества		Г		Г	Г
		3 б	3 б	3 б	3 б	6 б

**Система оценки:**

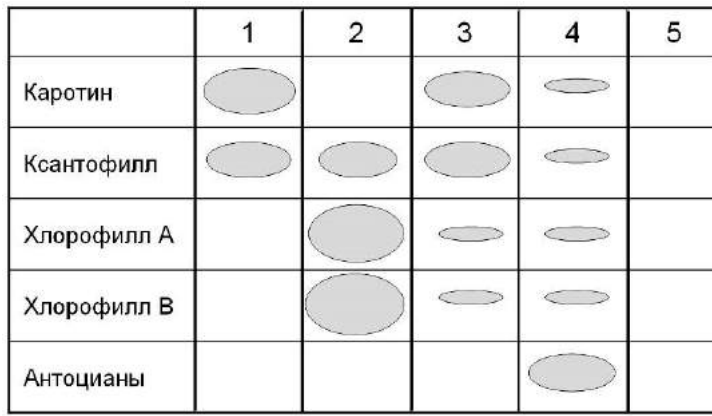
Правильные буквы в каждой строчке (то, что вынесено в последний столбец) – 6 баллов (по 1б за строку)

Верное расположение букв в столбцах (баллы под ними) – по 3 б за столбец

**6. Пигменты.** (25 баллов)

На рисунке приведены хроматограммы пигментов из различных частей травянистых растений. Хроматограмма позволяет увидеть, какие пигменты и в каком количестве есть в данной структуре: площадь пятна пропорциональна количеству пигмента на единицу объема.

- Напишите, какой цвет обычно имеет каждый из пигментов, представленных на хроматограмме.
- По составу и количеству пигментов определите, какие части растений были в образцах 1-5.
- Какую окраску имеют эти части растений?
- Обоснуйте свой выбор.



— Линия старта

**Ответ**

**6. Пигменты. 9-10 кл и 11 кл (25 баллов).** а) Какой цвет имеют эти пигменты? ? **5 баллов – по 1 б за клеточку**

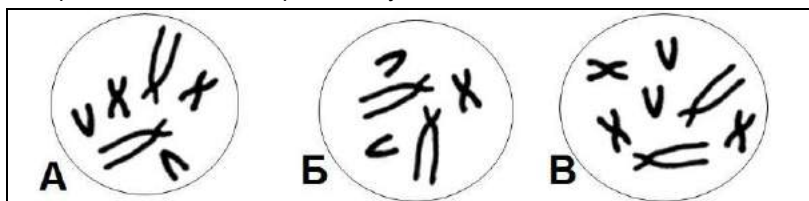
Пигмент	Каротин	Ксантофилл	Хлорофилл А	Хлорофилл В	Антоциан
Цвет	оранжевый	желтый	сине-зеленый	желто-зеленый	Обычно синий или розовый

Ответьте на вопросы б – г, заполнив таблицу **Всего за эту табл – 20 баллов**

Номер образца →	1	2	3	4	5
<b>б) Часть растения</b> <b>5 баллов</b>	венчики, генеративная часть цветка, зрелые плоды	зеленые листья и стебли, завязи и незрелые плоды	желтые листья, зреющие плоды, корнеплоды	красные листья, плоды, корнеплоды, запасающие органы, например, луковицы и клубнелуковицы	подземные органы: корни или запасающие части побега, например, клубень картофеля
<b>в) Окраска</b> <b>5 баллов</b>	Желто-оранжевый	зеленый	Желт-оранжевый	Красно-лиловый	Бесцветный или темный
<b>г) Обоснуйте ваш выбор</b> <b>10 баллов (по 2 за клеточку)</b>	нет хлорофилла	много хлорофилла, ксантофилл маскируется	хлорофилла мало, много ксантофилла, скорее всего в конце вегетации	хлорофилла мало, каротиноидов мало, много антоцианов	пигментов нет, окраска за счет пробки

**7. Хромосомы.** (25 баллов)

Вы изучаете некоторый вид насекомых с небольшим числом хромосом. У одной из особей, которая показалась вам странной на вид, вы взяли образцы разных тканей и обнаружили в некоторых из них измененное число хромосом. Ткани с нормальным числом хромосом у этой особи также имелись, и их было большинство.



Ответьте на вопросы:

- Как называются особи, у которых есть клеточные клоны с отличающимся кариотипом (или генотипом)?
- Какой буквой на рисунке обозначен кариотип в нормальных клетках и какими буквами – с аномальным числом? Ответ поясните. Сколько хромосом в нормальном кариотипе этого вида и в измененных клетках?

- 3) Вы предполагаете, что к появлению клеточных клонов с измененным числом хромосом привела единственная ошибка в процессе развития этой особи. Что это была за ошибка – в каком процессе и на какой его стадии? Нарисуйте схему, показывающую, как протекает этот процесс в норме у данного вида,
- 4) Нарисуйте еще одну схему, показывающую, как произошла ошибка, и поясните, как она могла привести к наблюдаемому результату.
- 5) Почему некоторые видимые признаки этой особи отличались от нормальных?

### Ответ

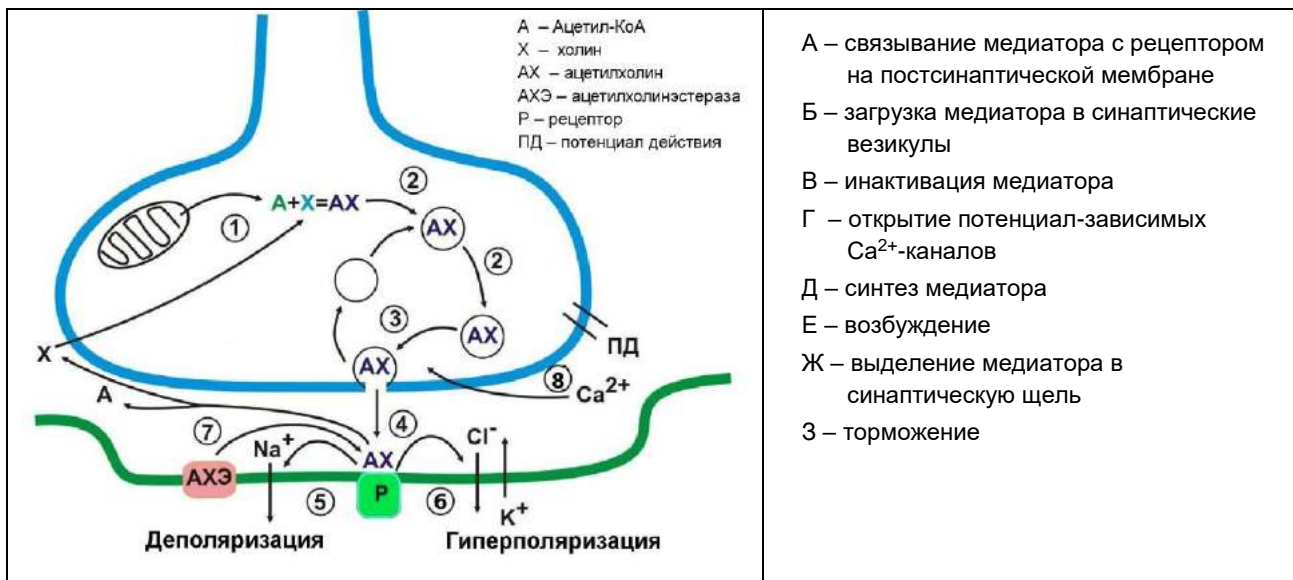
**7. Хромосомы. 11 кл (25 баллов).** Запишите ответы на вопросы 1-5 в соответствующие ячейки таблицы. Для вопросов 3 и 4 должны быть рисунки с пояснениями.

<p>1) Мозаики 2 балла</p>	<p>2) А-нормальная, т. к. содержит пары гомологичных хромосом; (2 балла) Число хромосом: 6 – норма, 5 и 7 – измененное, может быть указано, какая именно хромосома лишняя /не хватает (средний метацентрик). (2 балла)</p>	
<p><b>3) нормальный процесс (рисунок с пояснениями)</b> Должна быть нарисована метафаза или анафаза <b>митоза</b> для клетки этого организма (<math>2n=6</math>). 5 баллов. За ответ «мейоз» ставилось 0 баллов. Также баллы снижались за неверное число хромосом.</p>	<p><b>4) процесс с ошибкой (рисунок с пояснениями)</b> Рисунок <b>митоза</b> с нерасхождением хроматид одной хромосомы в анафазе (желательно, чтобы была соблюдена форма и размер хромосом и показан нерасходящимся именно средний метацентрик). И объяснение, что происходит. 6 баллов. Плюс 2 балла за термины «моносомия», «трисомия», «анеуплоидия».</p>	
<p><b>5) Почему некоторые видимые признаки этой особи отличались от нормальных?</b> Общий ответ – в мутантных клонах нарушена <u>доза генов</u>. А значит – относительное количество белков, кодируемых генами лишней /отсутствующей хромосомы. В <b>моносомном</b> клоне проявятся все <u>рецессивные гены</u> этой хромосомы. В <b>трисомном</b> клоне копий генов этой хромосомы будет по <u>три</u>, что тоже плохо для многих признаков (Избыток копий гена также вреден для некоторых белков (и определяемых ими признаков), так как для многих белков важно их точное количество относительно других. Например, для белков, работающих в комплексе с другими белками, а также для регуляторных белков. Вредность избытка копий видна на известных трисомиях (тот же синдром Дауна). 6 баллов</p>		

### 8. Синаптическая передача. (8 баллов)

Ацетилхолин – медиатор синаптической передачи возбуждения от нейрона к нейрону или от нейрона к волокну скелетной мышцы. На рисунке ниже представлена схема функционирования ацетилхолинового рецептора.

Установите соответствие между номерами 1–8 на рисунке и событиями А–З, относящимися к синаптической передаче.



**Ответ**

9. Синаптическая передача. 9-10 кл и 11 кл. (8 баллов). Установите соответствие (впишите буквы)

Номер на рисунке	1	2	3	4	5	6	7	8
Событие	Д	Б	Ж	А	Е	З	В	Г

9. Переключатель. (24 балла)

Нуклеотиды РНК образуют водородные связи друг с другом, формируя вторичные структуры – шпильки. В свою очередь, шпильки РНК могут укладываться в трехмерную структуру, способную специфически связывать молекулу определенного вещества (лиганд). Связывание лиганда стабилизирует данную конформацию РНК.

У прокариот трансляция мРНК некоторых генов регулируется участком самой мРНК, который может принимать альтернативные вторичные структуры в зависимости от наличия в среде лиганда. Такой участок называют **рибопереключателем**.

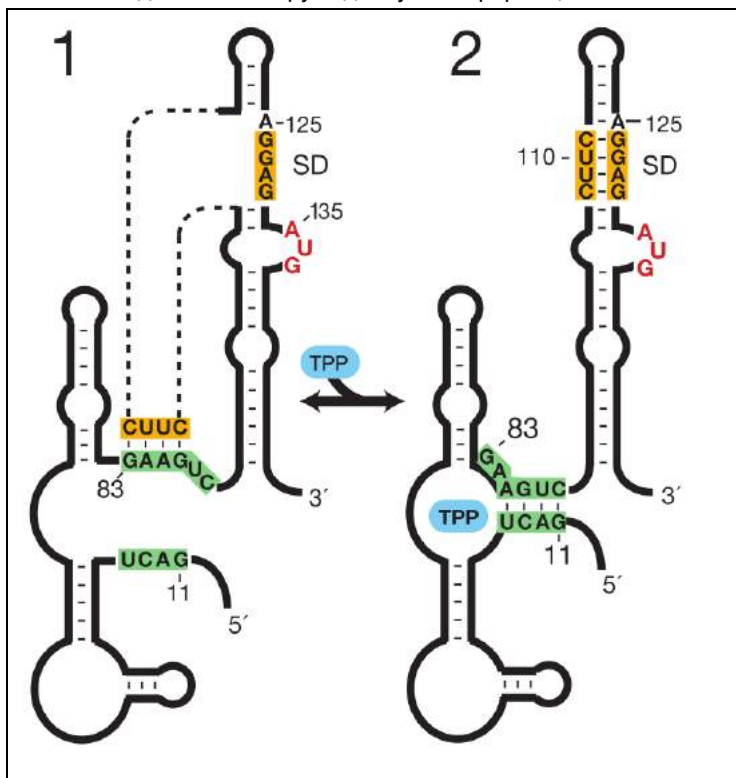
На рисунке – схема рибопереключателя мРНК фермента, отвечающего за биосинтез тиамин-пирофосфата (ТРП) в состояниях 1 и 2. Некоторые нуклеотиды пронумерованы для удобства.

SD — последовательность Шайна-Дальгарно, которая узнается рибосомой: она комплементарна участку 16S рРНК, что позволяет расположить стартовый кодон AUG напротив первой аминоксил-тРНК.

Ответьте на вопросы:

**Вопрос 1.** На каком конце мРНК находится участок-рибопереключатель? (5' или 3')  
Аргументируйте.

**Вопрос 2.** Напишите в направлении 5'-3' последовательность рибосомной РНК, узнающую последовательность Шайна-Дальгарно.



**Вопрос 3.** Для изучения механизмов работы таких рибопереключателей используют мутации. Некоторые из них влияют на работу мРНК, другие — нет. Заполните таблицу, записав ДА или НЕТ. В последнем столбце напишите пояснения. Если места для пояснений не хватило, их можно дописать ниже, указав номер вопроса.

**Ответ**

Ответ на вопрос 1. 2 балла.

Рибопереключатель влияет на инициацию трансляции, трансляция идет с 5'-конца мРНК, а значит рибопереключатель находится в самом начале (перед) кодирующей области, т.е. на **5'-конце**

Ответ на вопрос 2 2 балла

5' ...CUCC (U)... 3'

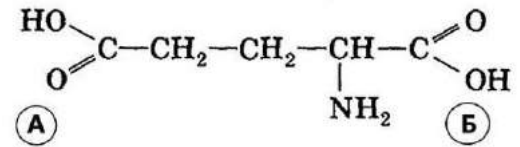
Ответ на вопрос 3. – 20 баллов за таблицу с верными объяснениями.

№	Позиция, затронутая мутацией	Было	Стало	Идет ли трансляция в среде		Пояснения
				без TRP	где TRP есть	
1	Нет мутаций	–	–	ДА	НЕТ	Норма. Трансляция идет, когда TRP нет
2	Одновременно 13-14 и 85-86	CU и AG	GA и UC	НЕТ	НЕТ	Данная замена не приведет к потере возможности формировать структуры 2, но не позволит формировать структуру 1 с открытой SD
3	Одновременно 108-111	CUUC	AACA	ДА	ДА	SD будет всегда свободна, потому что 108-111 не будет с ней связана
4	135-136	AU	UA	НЕТ	НЕТ	Нарушение последовательности стартового кодона — трансляция не начинается
5	11 и 88	G и C	C и G	ДА	НЕТ	Ничего по сути не поменяется по сравнению с нормой

### 10. Глутаминовая кислота. (22 балла)

Глутаминовая кислота – одна из протеиногенных аминокислот. Кроме того, у нее есть и другие важные функции в нашем организме.

Рассмотрите формулу, представленную на рисунке, и ответьте на следующие вопросы, заполнив таблицу в бланке ответов.



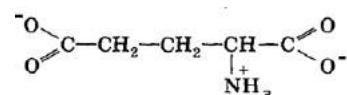
Глутаминовая кислота

- 1) Какая из её карбоксильных групп (отмеченная буквой А или Б) принимает участие в образовании пептидной связи в составе белков?
- 2) Какая из карбоксильных групп (отмеченная буквой А или Б) удаляется глутаматдекарбоксилазой для получения гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК)?
- 3) К какой общей функциональной группе веществ в организме относятся глутаминовая кислота и ГАМК?
- 4) Некоторые группы аминокислот способны при физиологических значениях pH среды отдавать или присоединять протон, приобретая заряд. Запишите формулу глутаминовой кислоты в ионизированной форме.
- 5) Известно, что два триплета генетического кода из четверки ГАУ, ГАЦ, ГАА, ГАГ кодируют глутаминовую кислоту, при этом ГАУ кодирует вторую «кислую» аминокислоту. На основании закономерностей генетического кода предположите, какие два триплета кодируют глутаминовую кислоту. Почему?
- 6) Как называется вторая «кислая» аминокислота из предыдущего вопроса?
- 7) В нашем организме широко распространены реакции трансаминирования, открытые советскими учеными А. Е. Браунштейном и М. Г. Крицман. В ходе этой реакции аминогруппа аминокислоты переносится на место кетогруппы кетокислоты, в результате чего вступившая в реакцию аминокислота становится кетокислотой, а кетокислота – аминокислотой.  
Нарисуйте формулу кетокислоты, которая получится, если глутаминовая кислота вступит в такую реакцию.
- 8) Предположите, как происходит в организме человека реакция окисления получившейся кетокислоты, если известно, что в результате этого происходит декарбоксилирование и присоединение кофермента А. Какое соединение выступает окислителем в этой реакции?

Ответ

### 10. Глутаминовая кислота. 11 класс (22 балла)

1	Б – 1 балл	3	медиаторы (нейромедиаторы, нейротрансмиттеры) – 2 балла
2	Б – 2 балла	4	Запишите формулу глутаминовой кислоты в ионизированной форме 3 балла



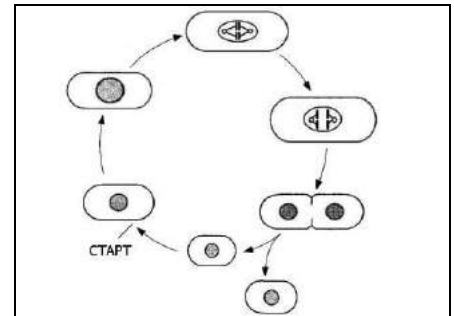
5	Как правило, в третьей позиции при кодировании одной аминокислоты находятся либо пурины (А, Г), либо пиримидины (У, Ц). Известно, что кодон с пиримидином ГАУ кодирует не глутаминовую кислоту, значит её кодируют кодоны с пуринами ( <b>ГАА, ГАГ</b> ). <span style="float: right;"><b>5 баллов</b></span>
6	Вторая "кислая" аминокислота называется <u>аспарагиновой кислотой</u> (или аспаратом) – <b>2 балла</b>
7	$\text{HO}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ <span style="float: right;"><b>2 балла</b></span>
8	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{COO}^- \end{array}</math> <p><b>α-кетоглутарат</b></p> </div> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\begin{array}{c} \text{CoA-SH} \\ \text{NAD}^+ \end{array}</math> <math display="block">\xrightarrow{\hspace{1cm}}</math> <math display="block">\begin{array}{c} \text{CO}_2 \\ \text{NADH} + \text{H}^+ \end{array}</math> </div> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{SCoA} \end{array}</math> <p><b>сукцинил-СоА</b></p> </div> </div> <p>Получившееся кетокислота (альфа-кетоглутарат) окисляется в цикле Кребса альфа-кетоглутаратдегидрогеназным комплексом, подобному пируватдегидрогеназному. Кетогруппа окисляется и в конечном счете образует тиоэфир с коферментом А. Карбоксильная группа же при ней удаляется.</p> <p><b>5 баллов</b></p>

**11. Клеточный цикл (30 баллов)**

Непочкующиеся дрожжи *Schizosaccharomyces pombe* имеют клетки цилиндрической формы и растут только в длину. Цитокинез происходит путем формирования межклеточной перегородки, как у растений.

Митоз у них закрытого типа – веретено деления образуется внутри ядра и расхождение хромосом происходит без разборки ядерной оболочки.

Цикл представлен на рисунке. СТАРТ – точка контроля, в которой клетка принимает решение о делении.



Для изучения клеточного цикла получали термочувствительные мутации дрожжей. Клетки с такими мутациями при 20°C имеют нормальный клеточный цикл, однако при повышении температуры до 35-37°C проявляют различные нарушения.

**Вопрос 1.** Какие сбои происходят в клетках при повышении температуры?

**Вопрос 2.** Несколько таких мутаций и их эффекты перечислены в таблице (для простоты названия мутаций заменены номерами). Какие нарушения клеточного цикла происходят при описанных мутациях?

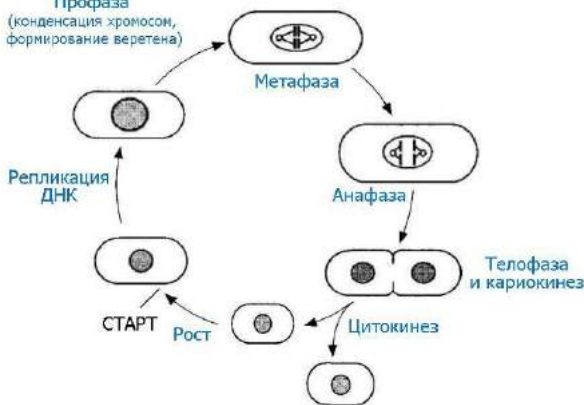
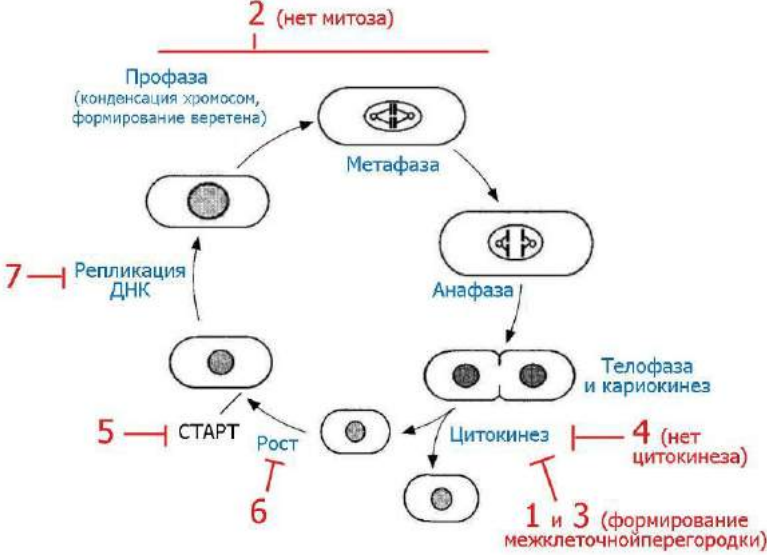
Мутация	Эффект (фенотип)
1	Удлиненные многоядерные клетки, между ядрами собираются частичные перегородки в виде скопления везикул
2	Клетки удлиненные с удлиненным единичным ядром
3	В удлиненных двуядерных клетках формируется множество межклеточных перегородок
4	Удлиненные клетки с 4-16 ядрами
5	Клетки увеличиваются в размере, но не делятся, ядра нормальные, единичные
6	Клетки делятся с нормальной частотой, но при уменьшенном размере
7	Отличия от дикого типа показаны на графике. <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> </div>

**Вопрос 3.** На схеме клеточного цикла в бланке ответов подпишите основные стадии и события.

**Вопрос 4.** Покажите на той же схеме, на каких этапах клеточного цикла функционируют продукты этих генов: поставьте номера мутаций в нужных местах, показав стрелками, на какой процесс/стадию они влияют.



Ответ на задание «Клеточный цикл».

<p><b>Вопрос 1.</b> <b>2 балла</b></p>	<p>Ухудшается фолдинг белков. У мутантов, вероятно, белки с нарушенной структурой, которая позволяет сохранять правильную форму (и значит функцию) только при низкой температуре</p>
<p><b>Вопрос 2</b> <b>14 баллов</b></p>	
<p><b>Мутация</b></p>	<p><b>Какие нарушения клеточного цикла происходят при этой мутации?</b></p>
<p>1</p>	<p>Нарушено формирование межклеточной перегородки (не происходит слияние везикул)</p>
<p>2</p>	<p>Нет митоза (кариокинеза)</p>
<p>3</p>	<p>Нарушено формирование межклеточной перегородки</p>
<p>4</p>	<p>Нет цитокинеза, клеточная перегородка совсем не формируется (даже не иницируется)</p>
<p>5</p>	<p>Рост нормальный, но отсутствует СТАРТ (нет перехода в S-фазу и вступления в цикл)</p>
<p>6</p>	<p>Отсутствует рост, но есть СТАРТ (нарушен контроль за переходом к S-фазе после достижения клеткой определенных размеров)</p>
<p>7</p>	<p>Нет репликации</p>
<p><b>Вопрос 3</b> <b>7 баллов</b></p>	 <p>Могут быть использованы другие слова – например, вместо «кариокинез» написано «деление ядра» или просто «телофаза». Или могут быть обозначены G1, S и G2.</p> <p>Если название фазы верное, но неправильно описаны события, в ней происходящие, балл снимается.</p>
<p><b>Вопрос 4</b> <b>7 баллов</b></p>	 <p>Важен правильный порядок функционирования продуктов генов по ходу клеточного цикла дрожжей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>6 (стадия роста),</li> <li>5 (прохождение точки старта),</li> <li>2 (кариокинез),</li> <li>4 (не начинается цитокинез) – может быть показана раньше, чем в нашем примере, на стадии телофазы.</li> <li>3 (правильный цитокинез) и 1 (слияние везикул).</li> </ul> <p>Мутация 2 может быть помещена на любой стадии митоза (важно, что до деления ядра)</p>

## Часть 2. Задачи.

### 1. Инопланетный код. (20 баллов)

Вам в руки попал экземпляр инопланетного существа. Имея в распоряжении весь арсенал методов XXI века, вы легко можете исследовать его строение на молекулярном уровне. Первым делом вы решили проверить, совпадает ли с земным его генетический код.

Оказалось, что инопланетянин тоже состоит из белков и нуклеиновых кислот, но другого состава. Его белки построены всего из 8 аминокислот (будем называть их просто по номерам), а генетический материал – из нуклеиновой кислоты, содержащей только три нуклеотида – назовем их K, N и D.

Чтобы определить длину кодона, вы использовали мутации сдвига рамки считывания. Вставки одного или трех нуклеотидов приводили к полной потере функции белков, а вставка двух нуклеотидов влияла на их функцию слабо.

Далее вы синтезировали различные последовательности нуклеиновой кислоты и проверили, какой белок по ним синтезировался. (Все последовательности «читались» слева направо). Результаты показаны в таблице.

Матрица	Какие аминокислоты включались в белок
$K_n = KKKKKKKKKK$	1
$N_n = NNNNNNNNNN$	2
$D_n = DDDDDDDDDD$	3
$(KN)_n = KNKNKNKNKN$	4 и 5
$(KD)_n = KDKDKDKDKD$	6 и 7
$(ND)_n = NDNDNDNDND$	8
$(KND)_n = KNDKNDKNDKND$	6, 7 и 8 – опечатка. Должно быть: 6, 4, 8

В следующем эксперименте вы проверили несколько мутаций и обнаружили, что замена одного нуклеотида приводит к превращению кодона аминокислоты 6 в кодон аминокислоты 5.

Также единственная замена превращала кодон аминокислоты 8 в кодон аминокислоты 7.

#### Задание.

Постройте таблицу генетического кода инопланетянина. Определите, сколько нуклеотидов кодирует одну аминокислоту. Является ли этот код вырожденным (избыточным)? Объясните, как вы строили таблицу.

#### Ответ

В задании, к сожалению, **оказалась опечатка**: в последней строке таблицы должно стоять 6, 4, 8. Но, тем не менее, даже с этой опечаткой задача имеет единственное решение.

#### **Код дуплетный.**

Это следует во-первых из экспериментов со сдвигом рамки считывания (вставки 1- 2-3 нуклеотидов) и во-вторых, что 3 нуклеотидов достаточно, чтобы закодировать 8 ак ( $3^2 = 9$ )

**Невырожденный (неизбыточный):** Дуплетного кода как раз достаточно для кодирования 8 а.к. плюс СТОП-кодон.

Построение таблицы кода.

#### Ход рассуждений:

KK – 1, NN – 2, DD – 3 – это очевидно из первых трех последовательностей (из одного нуклеотида)

Из посл-тей из двух нуклеотидов заключаем, что

KN и NK – аминокислоты 4 и 5 (какой кодон кодирует какую неизвестно)

KD DK – аминокислоты 6 и 7 (какой кодон кодирует какую неизвестно)

ND либо DN – 8 ак (многие делали ошибочный вывод, что оба кодона кодируют ак 8, но тогда не остается кодона на СТОП – а он должен быть, поэтому только один кодон будет кодоном 8-ой ак, а другой по принципу исключения – СТОП-кодоном.

Из последней строки (посл-ть  $(KND)_n$ ) ясно, что именно ND – а.к.8. Значит, DN – СТОП.

#### Дальше привлекаем данные по мутациям.

Единственная замена превращала кодон аминокислоты 8 в кодон аминокислоты 7. Это возможно только если ND – KD, значит, ак.7 – это KD, а не DK. Отсюда получаем, что DK – 6.

Единственная замена превращает кодон аминокислоты 6 в кодон аминокислоты 5 – DK – NK. Значит, NK – это 5, а KN – 4.

Таким образом, мы полностью расшифровали код.

Итоговая таблица кода:

	К	N	D
К	1	4	7
N	5	2	8
D	6	стоп	3

Полный балл давался за верную таблицу с объяснением хода решения. Наиболее частая ошибка – когда таблица приводится без пояснений, как она получена. Также в большинстве работ отсутствовал СТОП-кодон.

## 2. Ночное зрение. (25 баллов)

У человека встречается наследственный дефект ночного зрения - гемералопия (ночная, или куриная, слепота) – неспособность видеть в сумерках. Один из механизмов развития этой патологии состоит в нарушении восстановления **родопсина** – пигмента, необходимого для зрения в темноте. При свете родопсин частично разрушается, а с наступлением темноты и при достаточном количестве витамина А начинается его восстановление. Для этого процесса важен нормальный транспорт витамина А в клетки, который осуществляет специальный трансмембранный белок Т, кодируемый геном Т. Другой ген, В, кодирует фермент, синтезирующий родопсин (как раз для работы этого фермента и нужен витамин А как кофермент).

### Ответы на вопросы – голубым в тексте.

- 1) Существует мутация в гене белка Т, которая нарушает основную функцию этого белка: способность переносить в клетки витамин А. Предположите, какими будут отношения доминирования этой мутации с нормальным аллелем и почему.

У гетерозигот функционального транспортного белка будет половина от нормы.

Это может приводить как к неполному, так и к полному доминированию – зависит от того, регулирует ли клетка количество транспортных белков в мембране, и насколько критично количество витамина А для синтеза родопсина.

Ответ, что мутация будет доминировать над нормой, неверен (непонимание, что нормальный белок тоже останется).

- 2) Белки имеют много функциональных центров и участков – для узнавания молекул, с которыми они взаимодействуют и выполнения этапов своей работы. Каждая мутация нарушает, как правило, только один из таких участков.

Какие функциональные центры должны быть у белка Т и как мутации в этих центрах могут нарушить функцию белка? Нарисуйте схематично структуру белка Т и обозначьте на рисунке его функциональные центры.

Для транспортного белка, локализованного в мембране –

- мутация в трансмембранном домене – не будет встраиваться в мембрану.
- В домене узнавания витамина А.
- Если требуется энергия на перенос, то в домене связывания АТФ.
- В домене транслокации.

- 3) Тот же вопрос для фермента В – покажите на рисунке его возможные функциональные центры и объясните, как мутации в них нарушат функцию этого белка.

Для фермента –

- в активном центре,
- в домене связывания кофактора,
- в домене связывания АТФ.

- 4) Каким будет тип взаимодействия генов Т и В в наследовании гемералопии? Поясните, почему.

Комплементарное, так как при наличии витамина А, но не синтезирующемся родопсине, будет развиваться заболевание, а при отсутствии витамина А не будет работать фермент синтеза родопсина.

- 5) Может ли у двух людей больных гемералопией родиться здоровый ребенок? Если да, запишите генотипы родителей и ребенка. Если нет, объясните почему.

Возможно, если ***tt BB*** x ***TT bb***.

Также частично принимался ответ, что если они оба из-за одного гена, то здорового ребенка быть не может.

- 6) Если вы знаете, что частота мутантного аллеля ***t*** в популяции составляет 10%, а мутантного аллеля ***b*** – 20%, то оцените вероятность такой ситуации, как в вопросе 5 (встречи таких людей и появления у них здорового ребенка).

Человек с ***tt BB*** – частота  $0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 0,0064$ ,

***TT bb*** – частота  $0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,2 \cdot 0,2 = 0,0324$ .

Вероятность встречи таких товарищей тоже перемножается –  $0,0064 \cdot 0,0324 = 0,00021$ .

Здоровый ребенок появится в 9/16 случаев, то есть 0,00012.

Принимаем ответ без расчетов в виде  $0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,2 \cdot 0,2 \cdot 9/16$ .

### 3. Синаптическая передача и ее блокада. (23 балла)

Существует ряд природных веществ, а также синтетических соединений, созданных человеком, способных блокировать синаптическую передачу.

Вопрос 1. Какую роль играют вещества-блокаторы для организмов, которые их синтезируют?

Ответ: защита от поедания (у растений); обездвиживание жертвы (животные-охотники: пауки, змеи).

Вопрос 2. Рассмотрите рисунок к заданию 9 из части 1. Предложите как можно больше разных способов заблокировать передачу нервного сигнала в подобном синапсе. При ответе пронумеруйте эти способы и для каждого укажите **места приложения** блокирующих веществ и **механизмы их действия**. (Названия веществ не обязательны).

Ответ

1. **Блокада фермента ацетилхолинэстеразы**, разрушающей ацетилхолин и освобождающей рецептор для нового взаимодействия с медиатором. После взаимодействия рецептора с ацетилхолином конформация рецептора меняется, канал открывается и ионы натрия входят в клетку. Но если не разрушить медиатор, он будет постоянно связан с рецептором, и канал перейдет в застойное состояние. (Именно так работают известные препараты для уничтожения вредных насекомых (хлорофос, дихлофос и т.п.)).

2. **Блокада рецептора постсинаптической мембраны.**

Возможны два варианта. В первом случае блокатор очень похож на ацетилхолин, связывается с рецептором, открывает канал, но разрушить этот блокатор нечем, поэтому всё сводится к варианту ответа 1.

Во втором случае блокатор способен связаться с рецептором, но по структуре он отличается от ацетилхолина, и открыть канал невозможно.

3. **Блокада кальциевых каналов** в пресинаптическом окончании препятствует слиянию пузырьков с мембраной и экзоцитозу медиатора в синаптическую щель.

4. **Блокада или расщепление любого белка из комплекса**, отвечающего за слияние пузырьков с мембраной и экзоцитоз медиатора (в присутствии ионов кальция).

5. **Блокада фермента, отвечающего за синтез ацетилхолина.** Эффект не быстрый, но основательный.