

# Московская олимпиада школьников. Генетика. 11 класс. Отборочный этап, 2022/23

10:00—23:59 19 фев 2023 г.

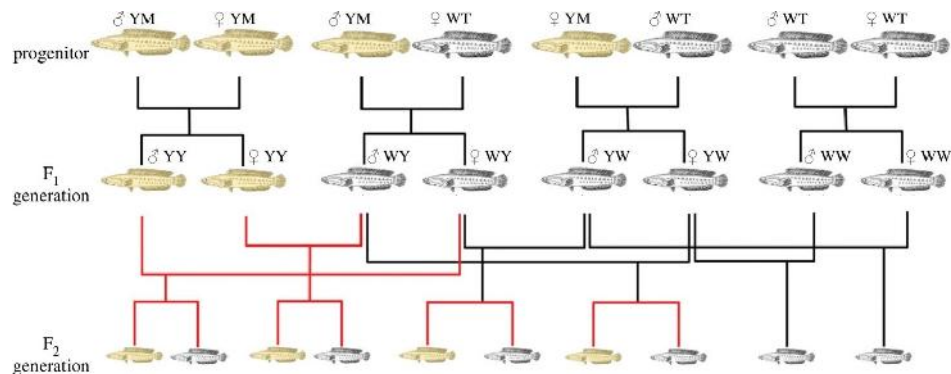
## Часть 1

Выбор одного варианта ответа

№ 1

1 балл

При изучении биологии змееголовов (*Channa argus*) - промыслового на Дальнем Востоке вида рыб – была обнаружена новая морфа рыб, обладающих светлой окраской из-за полного отсутствия меланина. Для исследования механизмов наследования такой окраски учёные провели ряд скрещиваний, которые изображены ниже. Какие законы лучше всего описывают наследование окраски у змееголовов?



- законы Менделя
- закон Харди-Вайнберга
- теория Моргана
- закономерности цитоплазматической наследственности

№ 2

---

1 балл

Какое расщепление по окраске будет наблюдаться в третьем поколении от скрещивания двух гетерозиготных змеголовов при условии полностью свободных скрещиваний среди потомков первого поколения и отсутствия ассортативности?

1 : 1

2 : 1

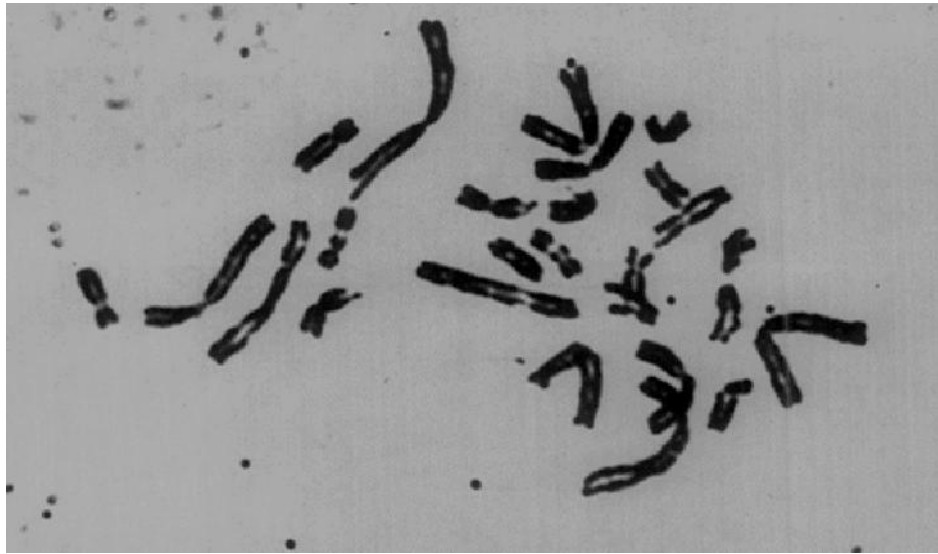
3 : 1

15 : 1

№ 3

1 балл

На фото представлен кариотип соматической клетки определённого позвоночного животного. Сколько хромосом можно будет наблюдать в сперматозоиде этого же вида?



13

26

39

52

**№ 4**

---

1 балл

Сколько генотипов можно наблюдать в потомстве второго поколения от скрещивания двух гомозигот по разным аллелям при условии наличия шести аллелей анализируемого гена в популяции?

2

3

4

5

**№ 5**

1 балл

Согласно одному исследованию, к появлению изображённой на рисунке формы плода томата, может приводить гомозиготный генотип по рецессивному аллелю любого из двух генов, находящихся на разных хромосомах. Скрестили представителей двух разных сортов томатов с указанной формой плодов. У каждого из сортов специфическая форма была обеспечена рецессивным гомозиготным состоянием по одному гену, в то время как по другому гену был доминантный гомозиготный генотип. Какова будет доля томатов с изображённой формой плодов в третьем поколении от такого скрещивания?



$\frac{1}{16}$

$\frac{3}{16}$

$\frac{1}{4}$

$\frac{7}{16}$

## № 6

1 балл

Синдром Патау – это трисомия по 13 хромосоме. Такая мутация может возникнуть в ходе нерасхождения хромосом при мейозе. Если в гипотетической популяции вероятность нерасхождения 13 пары хромосом в первом делении мейоза составляет 0,09, а нерасхождения во втором делении мейоза не происходит, то чему будет равна частота встречаемости гамет с лишней копией 13 хромосомы в этой популяции? Выберите самый близкий ответ. Учтите, что гаметы, не содержащие 13 хромосомы, нежизнеспособны.

4,5%

4,7%

8,2%

9,0%

## № 7

1 балл

На 4 хромосоме человека находятся гены трёх разных гликофоринов: А, В и Е. В результате какого процесса, скорее всего, образовались современные гены гликофоринов человека?

дупликации

делеции

инсерции

инверсии

## № 8

---

1 балл

Какая мутация в белок-кодирующем регионе оказывает наиболее драматическое влияние на последовательность белка?

миссенс-мутация

нонсенс-мутация

выпадение триплета

вставка триплета

## № 9

1 балл

Какое свойство генетического кода позволяет биотехнологам производить человеческие белки в клетках бактерий?

вырожденность

однозначность

универсальность

помехоустойчивость

## № 10

---

1 балл

Что из перечисленного НЕ является необходимой стадией репликации ДНК?

- разрушение водородных связей между комплементарными участками
- удлинение 3'-конца молекул ДНК
- удлинение 3'-конца молекул РНК
- удлинение 5'-конца молекул ДНК

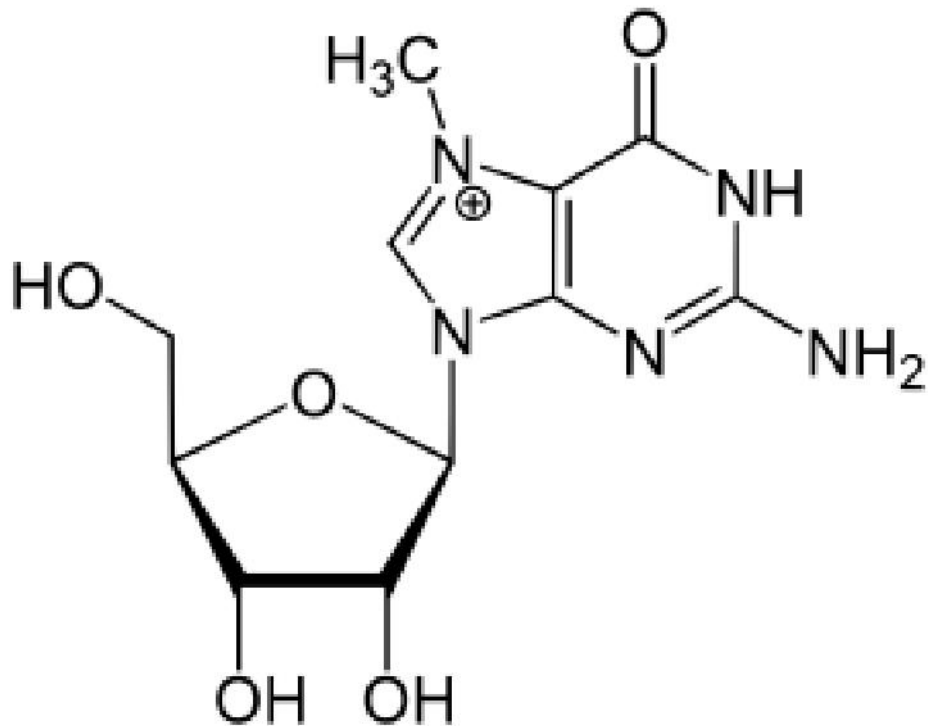
## Часть 2

Выбор от одного до пяти верных вариантов ответа



2 балла

Выберите верные утверждения о представленной формуле



- является нуклеозидом
- содержит пурин
- содержит пиримидин
- содержит рибозу
- содержит дезоксирибозу

## № 2

---

2 балла

Выберите примеры комбинативной изменчивости

- появление темноглазого светловолосого внука у гомозиготной светлоглазой светловолосой бабушки и гомозиготного темноглазого темноволосого дедушки
- появление светлоглазого сына у гомозиготных темноглазых родителей
- увеличение гематокрита у ребёнка родителей с нормальным гематокритом после переезда семьи в горную местность
- появление ребёнка с первой группой крови по системе АВ0 от родителей с четвёртой и третьей группами (учтите, что генотипы родителей не позволяют объяснить данный пример Бомбейским феноменом)
- появление кошки черепаховой окраски у рыжего кота и чёрной кошки

## № 3

---

2 балла

Выберите молекулы, для которых выполняется правило Чаргаффа

- ДНК хромосом человека
- плазмидная ДНК бактерий
- мРНК
- тРНК
- рРНК

#### № 4

---

2 балла

Какие структуры обязательно должны присутствовать у бактерии, которая является донором для конъюгации?

- F-плазмида
- F-пили
- несколько жгутиков
- гены резистентности к антибиотикам
- слизистый чехол

#### № 5

---

2 балла

Какие процессы могут привести к изменению частот аллелей в популяции при переходе от поколения к поколению?

- ассортативность скрещиваний
- миграции
- естественный отбор
- половой отбор
- дрейф генов

### Часть 3

Оцените верность суждений

10 баллов

Выберите верные суждения

- В ядрах клеток человека более одного ядрышкового организатора.
- Белковые субъединицы эукариотических РНК-полимераз содержат в своей последовательности сигнал ядерного импорта.
- В норме кроссинговер в жизненном цикле нейроспоры происходит при образовании спор.
- Молекулы рРНК в клетках эукариот синтезируются нематрично.
- Число пуриновых оснований равно числу пиримидиновых оснований в любой транспортной РНК.
- Энергия нуклеозидтрифосфатов тратится только на стадиях инициации и элонгации трансляции, но не тратится во время терминации трансляции.
- В соматических клетках некоторых видов животных в норме содержится меньше двух половых хромосом.
- У многоклеточных животных НЕ встречается геномный тип определения пола.
- Доминантное заболевание, сцепленное с Z-хромосомой, в популяции птиц встречается у самцов чаще, чем у самок.
- В основе кроссинговера лежит процесс рекомбинации между гомологичными хроматидами.

## Часть 4

Решите задачи

14 баллов

Вирулентность (способность заражать организм хозяина) у гриба *Nectria haematococca* определяется наличием доминантного аллеля **P** гена **Pda**, локализованного на так называемой В-хромосоме — короткой хромосоме с небольшим числом генов, для которой характерна количественная нестабильность — могут возникать как штаммы с дополнительными копиями этой хромосомы, так и вовсе без неё. Лишенные аллеля вирулентности грибы способны питаться только сапротрофически.

Большую часть жизненного цикла гриб пребывает в гаплоидном состоянии, и только во время полового процесса появляется дикариотический мицелий. После кариогамии происходит мейоз с образованием аскоспор.

В мейоз вступила диплоидная клетка с дополнительными двумя В-хромосомами, образовавшаяся при слиянии двух чистых линий: вирулентного штамма и сапротрофного. Известно, что при мейозе с вероятностью 0,06 происходит нерасхождение по одной из пар В-хромосом в первом делении мейоза. Нерасхождения во втором делении или сразу по двум парам В-хромосом не случаются.

Найдите частоты фенотипов в потомстве:

Вирулентные

Сапротрофы

На этой же хромосоме на расстоянии 20 сантиморганид расположен ген красного пигмента **Red**, аллели которого взаимодействуют по принципу полного доминирования (красный фенотип доминантный).

Найдите частоты фенотипов в потомстве диплоидной клетки с дополнительными двумя В-хромосомами, образовавшейся в результате слияния двух чистых линий — красного вирулентного штамма и коричневого сапротрофного, учитывая возможность кроссинговера, но не учитывая нерасхождение хромосом.

Красные вирулентные

Красные сапротрофы

Коричневые вирулентные

Коричневые сапротрофы

Ответ дайте в десятичных дробях!

№ 2

19 баллов

Система групп крови **MNS** основана на двух генах (**гликофорин А** и **гликофорин В**), расположенных рядом на **4** хромосоме и наследуемых сцепленно. Аллели **гликофорина А**  $M$  и  $N$  приводят к образованию на поверхности эритроцитов специфических антигенов и распространены в популяции, но редко встречается "нулевой" аллель  $O$ , не отвечающий за синтез антигенов. Аллели взаимодействуют по принципу кодоминирования. Аналогичная ситуация характерна для аллелей  $S$ ,  $s$  и нулевого  $O$  гена **гликофорина В**. Если у человека отсутствует какой-то антиген на поверхности эритроцитов, то в плазму крови секретируются антитела к этому антигену (например, при генотипе  $MMSS$  в плазме будут анти- $N$  и анти- $s$ ).

Сопоставьте группы крови: в левом столбце доноры плазмы, а в правом — реципиенты.

$O$	$O$
$M$	$M$
$N$	$N$
$MN$	$MN$

Сопоставьте группы крови: в левом столбце доноры эритроцитов, а в правом — реципиенты.

$O$	$O$
$S$	$S$
$s$	$s$
$Ss$	$Ss$

Мужчина  $\frac{MS}{NO}$  и женщина  $\frac{MO}{Ns}$  вступают в брак. С какой вероятностью у них родится ребенок с меньшим числом типов антител в плазме крови, чем у любого из родителей?

Число или дробь

Может ли хоть какой-то ребенок от этих родителей быть реципиентом плазмы крови хотя бы от одного из родителей?

да, от обоих

да, от матери

да, от отца

нет

Может ли хоть какой-то ребенок от этих родителей быть реципиентом эритроцитарной массы хотя бы от одного из родителей?

да, от обоих

да, от матери

да, от отца

нет

В некоторой популяции, где НЕ встречаются «дефектные» аллели ни одного из гликофиринов, группа с наибольшим количеством антигенов на эритроците свойственна 20 процентам населения. При этом группа крови  $M$  характерна для 16 процентов населения, а группа  $S$  — для 49 процентов. Найдите частоты всех гаплотипов.

$P(MS)$

Число или дробь

$P(Ms)$

Число или дробь

$P(NS)$

Число или дробь

$P(Ns)$

Число или дробь

№ 3

21 балл

На планете Тель'Тирр растут цветы лунного пыльника. Окраска цветка определяется двумя генами **A** и **B** по принципу кумулятивной полимерии и варьирует от белой до темно-синей. При этом цветки отличаются большим разнообразием форм лепестков, определяемых взаимодействием генов **B** и **C** по принципу комплементарности: простые лепестки — рецессивные гомозиготы, лопастные — при наличии только **B**, ажурные — при наличии только **C**, нитевидные — при доминантных **B** и **C**. И по гену **B**, и по гену **C** относительно формы лепестков наблюдается полное доминирование.

Запишите доли по фенотипам при скрещивании двух тригетерозигот **AaBbCc**

	Белые	Светло-голубые	Голубые	Синие	Темно-синие
Простые	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Лопастные	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ажурные	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Нитевидные	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Известно, что в некоторой популяции частота темно-синих цветков равняется 0,02, а частота белых цветков — 0,09. Найти частоты доминантных аллелей **A** и **B**, если частота доминантного аллеля **B** меньше частоты доминантного аллеля **A**.

$P(A) =$

$P(B) =$

Найдите частоту нитевидных цветов, если  $P(C) = 0,45$ :



**№ 4**

7 баллов

Вы исследуете некий участок генома бактериофага. Сначала Вы произвели точечные мутации и получили из дикого типа мутантов по локусам **A, B, C, D, E, F, G**. Известно, что все локусы расположены в одном районе и соседствуют друг с другом. Затем Вы произвели 7 различных делеций в этом районе и получили из дикого типа 7 мутантов: **α, β, γ, δ, μ, τ, ω**. Делеции разные по размеру и могут включать в себя более одной точечной мутации.

Мутанты были попарно скрещены. Результаты представлены в таблице, где "+" означает появление рекомбинантов дикого типа, а "-" их отсутствие.

Делеция	Точечный мутант						
	A	B	C	D	E	F	G
<b>α</b>	+	+	-	+	-	-	+
<b>β</b>	+	-	-	+	-	-	-
<b>γ</b>	+	-	-	+	-	-	+
<b>δ</b>	+	-	-	-	-	-	-
<b>μ</b>	+	+	+	+	-	+	+
<b>τ</b>	+	+	-	+	-	+	+
<b>ω</b>	-	-	-	-	-	-	-

Постройте карту изученного района генома бактериофага.

A	1
B	2
C	3
D	4
E	5
F	6
G	7

№ 5

9 баллов

Некий гипотетический оперон ответствен за синтез вещества тельтирромицина. Известно, что экспрессия этого оперона регулируется самим тельтирромицином. Также вы знаете, что 4 геномных локуса (A, B, C, D) как-то связаны с работой оперона: либо регулируют экспрессию оперона, либо сами входят в его состав.

Как показатель экспрессии оперона вы измеряете у разных штаммов бактерий активность ферментов тельмутазы и тиррсинтазы. Для анализа вы используете дикий тип, мутантные штаммы, у которых какой-либо из локусов A, B, C, D удалён, а также штамм, диплоидный по всем изучаемым локусам. Данные об активностях тельмутазы и тиррсинтазы представлены в таблице.

Гаплоиды	A	B	C	D	Тельмутаза		Тиррсинтаза	
1	+	+	+	+	50	10	50	10
2	-	+	+	+	50	50	50	50
3	+	-	+	+	0	0	50	10
4	+	+	-	+	50	10	0	0
5	+	+	+	-	50	50	50	50
Диплоид	-/+	+/-	-/+	+/-	50	50	50	10

Примечание: в диплоиде запись перед чертой "/" относится к геномной копии, а запись после черты — к плазмидной.

Изучаемый оперон является:

- анаболитным индуцибельным
- анаболитным репрессибельным
- катаболитным индуцибельным
- катаболитным репрессибельным

Соотнесите геномные локусы и их функции:

A	оператор
B	локус белка-регулятора
C	локус тельмутазы
D	локус тиррсинтазы

Чтобы доказать свою гипотезу, вы дополнительно измерили активности ферментов ещё у двоих диплоидных по изучаемому локусу штаммов. Какие числа вы получили? Заполните таблицу. Не забывайте про эффект дозы генов!

Диплоиды	A	B	C	D	Тельмутаза		Тиррсинтаза	
1	-/+	+/+	+/-	+/+	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	+/+	+/+	+/-	-/+	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>