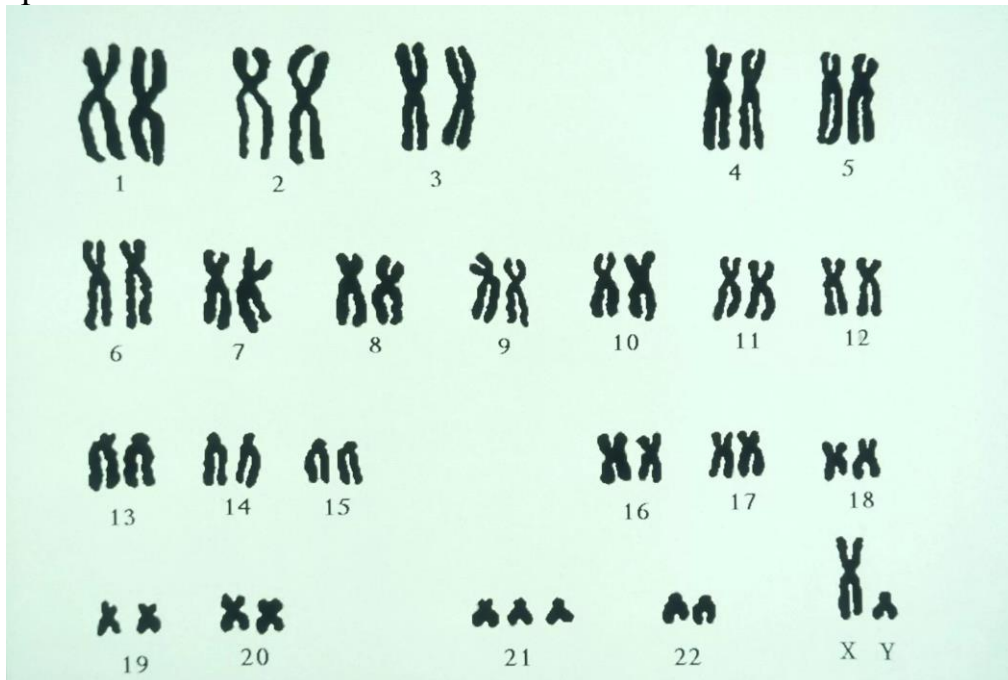


МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО ГЕНЕТИКЕ. 2019–2020 уч. г.  
10 - 11 КЛАСС

Часть 1 (10 баллов)

Вам предлагаются тестовые задания с выбором **ОДНОГО ПРАВИЛЬНОГО** варианта ответа из четырех. Индекс верного ответа укажите в матрице знаком «X».

1. Кариотипом называется совокупность всех хромосом определённого организма. На рисунке представлен кариотип человека. Под номером 21 изображена:



- а) триада сестринских хроматид;
- б) пара гомологичных хромосом;
- в) трисомия по определённой аутосоме;
- г) куски одной хромосомы, разделившиеся в процессе приготовления препарата для микрофотографирования.

2. Какое расщепление по фенотипу будет получено от дигибридного скрещивания  $Aabb \times AaBb$  при условии полного доминирования?

- а) 1:1:1:1;
- б) 9:3:3:1;
- в) 3:1:1:1;
- г) 3:3:1:1.





3. Имеются три разных независимо полученных сорта гороха (№1, № 2 и №3). Растения сортов №1 и №2 имеют карликовый рост и белые цветки. Растения сорта №3 имеют нормальный рост и пурпурные цветки. Каждый сорт представляет собой чистую линию.

При скрещивании растений сорта №1 и №3 все потомки имеют нормальный рост и пурпурные цветки. Во втором поколении наблюдается расщепление в соотношении 9:3:3:1 на растения нормального роста с пурпурными цветками, нормального роста с белыми цветками, карликовые с пурпурными цветками и карликовые с белыми цветками соответственно.

При скрещивании растений сорта №2 и №3 получается точно такой же результат, как и при скрещивании №1 и №3

При скрещивании между собой сортов №1 и №2 получается потомство карликового роста с пурпурными цветками.

**Выберите доминантные признаки:**

			
а) нормальный рост, пурпурные цветки;	б) нормальный рост, белые цветки;	в) карликовый рост, пурпурные цветки;	г) карликовый рост, белые цветки.

4. Как называется механизм определения пола, характерный для птиц:

- а) прогамный (пол определяется до оплодотворения);
- б) хромосомный;
- в) эпигамный (пол определяется спустя какое-то после оплодотворения);
- г) геномный.

5. Выберите верное утверждение:

- а) в ходе гаметогенеза человека происходят только мейотические деления;
- б) гены, находящиеся в одной хромосоме, после гаметогенеза всегда попадают в одну гамету;
- в) доля кроссоверных гамет прямо пропорциональна расстоянию между генами, находящимися в одной группе сцепления;
- г) в ходе митоза кроссинговер невозможен ни у каких живых организмов.

6. Женщина, обладающая второй группой крови, выходит замуж за мужчину-дальтоника с третьей группой крови. Первым ребёнком этой семьи является здоровый мальчик с первой группой крови. Также известно, что по линии матери ни у кого из родственников не встречался дальтонизм. Какова вероятность рождения у них здоровой девочки с первой группой крови:

- а) 0%;
- б) 12,5%;
- в) 25%;
- г) 50%.

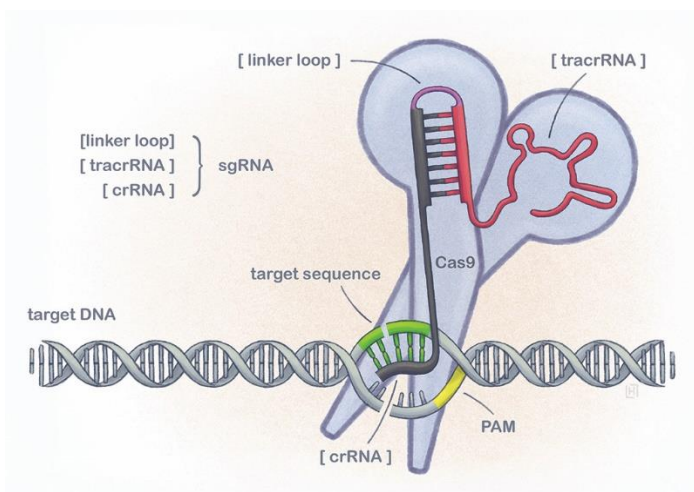
7. Рестриктаза – фермент, позволяющий разрезать ДНК в определенных местах. Каждая рестриктаза узнает свой специфический сайт (короткую последовательность ДНК из 4-10 пар нуклеотидов) – и вносит там разрыв. Обработанную рестриктазами молекулу ДНК можно анализировать в специальном геле, где под действием электрического тока происходит разделение получаемых фрагментов ДНК по размерам В плазмиде (кольцевая ДНК) *Pet101* встречается 3 сайта рестриктазы *BamHI* и 2 сайта рестриктазы *HindIII*. На сколько фрагментов разрежет эту плазмиду рестриктаза *HindIII*:

- а) 5;
- б) 3;
- в) 4;
- г) 2.

8. Линейная молекула ДНК имеет в своей последовательности два сайта узнавания для рестриктазы А и три сайта для рестриктазы В. На сколько фрагментов будет разделена молекула ДНК после совместной обработки рестриктазами А и В?

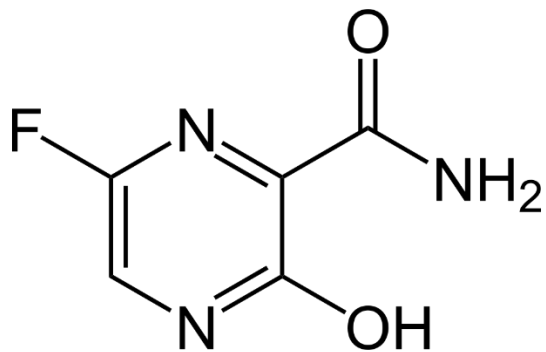
- а) 2;
- б) 5;
- в) 6;
- г) 7.

9. Очень популярным инструментом, применяемым для редактирования генома, является нуклеаза Cas9. Схематический механизм работы этого фермента показан на рисунке. Исходя из собственных знаний и рисунка ответьте, какая химическая связь разрушается белком Cas9:



- а) фосфодиэфирная;
- б) N-гликозидная;
- в) амидная;
- г) O-гликозидная.

10. Препарат «Фавипиравир» был первым официально зарегистрированным в России препаратом, эффективным при лечении новой коронавирусной инфекции. Действующее вещество данного препарата, формула которого представлена ниже, ингибирует определённый фермент, важный для размножения вируса, и отсутствующий в клетках человека. Какой это фермент:

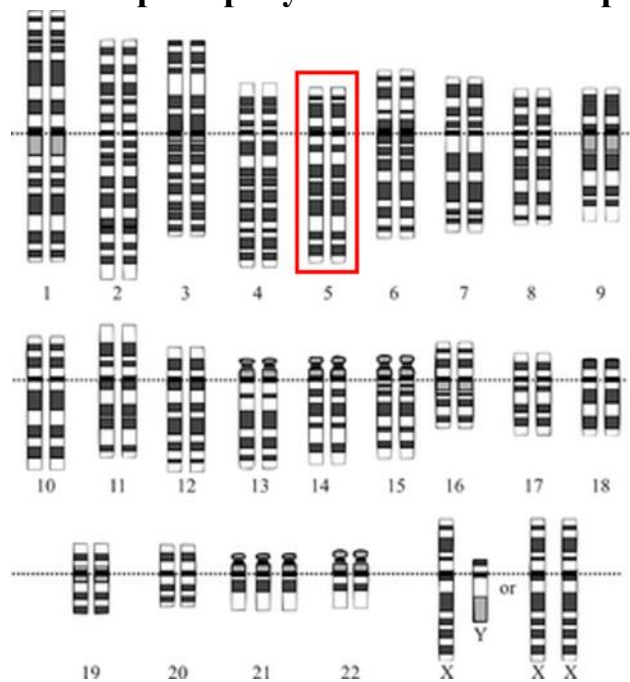


- а) ДНК-зависимая ДНК-полимераза;
- б) ДНК-зависимая РНК-полимераза;
- в) РНК-зависимая ДНК-полимераза;
- г) РНК-зависимая РНК-полимераза.

**Часть 2 (10 баллов)**

**Вам предлагаются тестовые задания с множественными вариантами ответа (от 0 до 5). Индексы верных ответов/Да и неверных ответов/Нет укажите в матрице знаком «X».**

**1. Рассмотрите рисунок и отметьте верные и неверные утверждения:**



- а) изображен нормальный набор хромосом, характерный для соматической клетки человека;
- б) внутри красной рамки находится одна хромосома, состоящая из двух хроматид;
- в) внутри красной рамки находится пара гомологичных хромосом;
- г) пунктирная линия проходит через области хромосом, называемые центромерами;
- д) к областям хромосом, через которые проходит пунктирная линия на рисунке, в процессе деления клетки могут прикрепляться микротрубочки.

**2. В случае полного доминирования по определённому признаку:**

- а) рецессивный аллель обычно нефункциональный;
- б) при скрещивании двух чистых линий будет наблюдаться единообразие гибридов первого поколения;
- в) во втором поколении будет получено расщепление 3:1 по генотипу;
- г) особи, имеющие доминантное проявление признака могут дать потомков с рецессивным проявлением;
- д) особи с одинаковым фенотипом могут иметь разный генотип.

**3. При неполном доминировании, в скрещивании  $AA \times aa$ :**

- а) в первом поколении наблюдается единообразие;
- б) во втором поколении наблюдается расщепление 3:1 по фенотипу;
- в) во втором поколении наблюдается расщепление 1:2:1 по фенотипу;
- г) во втором поколении наблюдается расщепление 1:1 по фенотипу;
- д) гибриды первого поколения имеют такой же фенотип, как и родительская особь АА.

**4. Взаимодействие неаллельных генов:**

- а) возможно между генами разных хромосом;
- б) может приводить к кодоминированию;
- в) делает невозможным сцепление с полом;
- г) возможно между генами одной хромосомы;
- д) выражается в том, что один признак контролируется несколькими генами.

**5. Кроссинговер происходит:**

- а) в профазе первого деления мейоза;
- б) в профазе второго деления мейоза;
- в) до репликации хромосомной ДНК;
- г) после репликации хромосомной ДНК;
- д) во время репликации хромосомной ДНК.

### Часть 3 (10 баллов)

**Вам предлагаются тестовые задания в виде суждений, с каждым из которых следует либо согласиться, либо отклонить. В матрице ответов знаком «X» укажите вариант ответа «да» или «нет».**

1. Каждой аминокислоте соответствует только один триплет.
2. Каждому триплету (кроме трех стоп-кодонов) соответствует только одна аминокислота.
3. Правильное соответствие между триплетами и аминокислотами осуществляется благодаря транспортным РНК.
4. Молекулы двуцепочечной РНК, присутствующие в геноме у некоторых вирусов, обладают свойством антипараллельности.
5. Двойные спирали, состоящие из одной цепи ДНК и одной цепи РНК, в норме не могут образовываться ни в одной клетке человека.
6. Экспрессия гена может регулироваться только на транскрипционном, посттранскрипционном и посттрансляционном уровнях.
7. В организме человека существуют гормоны, рецепторами которых являются транскрипционные факторы, напрямую влияющие на интенсивность транскрипции определённых генов.
8. Геномные мутации, возникающие во время гаметогенеза, могут привести к развитию сильных нарушений или даже смерти эмбриона.
9. Аллополиплоидия является одним из способов видообразования.
10. В норме внехромосомные элементы наследственности можно найти только в клетках прокариот.

#### Часть 4. (70 баллов)

**Задание 1. Соотнесите фазы мейоза (А-З) диплоидной клетки тела человека с балансом хромосом «n» и хроматид «с», который для них характерен (1-7).**

**Фазы мейоза:** А – профазы I, Б – метафаза I, В – анафаза I, Г – телофаза I, Д – профазы II, Е – метафаза II, Ж – анафаза II, З – телофаза II.

**Баланс n и c:** 1 – nc, 2 – 2nc, 3 – n2c, 4 – 2n2c, 5 – 2n4c, 6 – 4n2c, 7 – 4n4c.

**Задание 2. Расставьте процессы первого деления мейоза в правильном порядке (1-6). Будьте внимательны, могут быть лишние процессы!**

**Процессы:** А – расположение бивалентов в области экватора клетки, Б – конъюгация гомологичных хромосом, В – расхождение сестринских хроматид к полюсам, Г – образование четырёх гаплоидных клеток, Д – кроссинговер, Е – разрушение ядерной оболочки, Ж – расхождение гомологичных хромосом к полюсам, З – образование двух гаплоидных клеток.

**Задание 3. Участок одной из двух цепей молекулы ДНК содержит 300 нуклеотидов с аденином (А), 100 нуклеотидов с тиминем (Т), 150 нуклеотидов с гуанином (Г) и 200 нуклеотидов с цитозином (Ц).**

**Задание 3.1.** Какое число нуклеотидов адениловых нуклеотидов содержится в двухцепочечной молекуле ДНК?

**Задание 3.2.** Какое число нуклеотидов гуаниловых нуклеотидов содержится в двухцепочечной молекуле ДНК?

**Задание 3.3.** Какое число нуклеотидов тимидиловых нуклеотидов содержится в двухцепочечной молекуле ДНК?

**Задание 3.4.** Какое число нуклеотидов цитидиловых нуклеотидов содержится в двухцепочечной молекуле ДНК?

**Задание 3.5.** Сколько аминокислот должен содержать белок, кодируемый этим участком молекулы ДНК, если считать, что этот участок ДНК полностью кодирующий и не содержит стоп-кодона?

**Задание 4. Кольцевая двуцепочечная ДНК некоторого вируса содержит 2816 пар оснований, при этом в молекуле присутствует 914 гуаниновых оснований. Укажите процент пуриновых оснований в данной молекуле с точностью до сотых.**

**Задание 5. Полипептид состоит из 20 аминокислот.**

**Задание 5.1.** Определите число нуклеотидов на участке гена, который кодирует первичную структуру этого полипептида (учитывайте только кодирующую часть и не берите в расчёт стоп-кодон!).



**Задание 5.2.** Сколько кодонов на иРНК соответствует этим аминокислотам?

**Задание 5.3.** Сколько молекул тРНК участвует в биосинтезе этого полипептида?

**Задание 6.** Несмотря на универсальность генетического кода, частоты использования синонимичных кодонов различаются у разных организмов. Относительные частоты использования отдельных аргининовых, лейциновых и изолейциновых кодонов у человека, кишечной палочки *E. coli* и дрожжей рода пихия (два последних организма используются для наработки рекомбинантных белков) приведены в таблице ниже.

	Аргинин (R)						Лейцин (L)						Изолейцин (I)		
	AGA	AGG	CGA	CGC	CGG	CGT	CTA	CTC	CTG	CTG	TTA	TTG	ATA	ATC	ATT
Человек	20%	20%	11%	18%	21%	8%	7%	20%	40%	13%	7%	13%	16%	48%	36%
<i>E. coli</i>	7%	4%	7%	36%	11%	35%	4%	10%	47%	12%	14%	13%	11%	39%	50%
<i>Pichia pastoris</i>	47%	16%	11%	5%	5%	16%	12%	8%	15%	17%	15%	33%	18%	31%	51%

Рассмотрите олигонуклеотиды 1–3, которые соответствуют одному и тому же участку кодирующей последовательности одного из генов человека, в исходном состоянии, а также после оптимизации синонимичных кодонов для экспрессии в клетках пихии и кишечной палочки. Одинаковые во всех трех последовательностях нуклеотиды выделены цветом.

1. AATTTGGAGAATGTTGAGAT
2. GATCTGGAGGATGCTGCGGT
3. CATTTGGCGCATGCTGCGCT

**Задание 6.1.** Найдите рамку считывания в этом участке. Запишите последовательность аминокислот, кодируемую этой нуклеотидной последовательностью. Используйте таблицу генетического кода и однобуквенные сокращения аминокислот на английском языке (например, вместо последовательности аланин-глицин-аланин нужно написать AGA).

**Задание 6.2. (3 балла)** Установите наиболее вероятное соответствие между последовательностями 1–3 и организмами (А – человек, Б – кишечная палочка, В – пихия).

Приложение. Таблица генетического кода.

Московская олимпиада школьников по генетике 2019–2020 уч. г.  
Предварительный этап. 10-11 классы

первый нуклеотид	Второй нуклеотид				третий нуклеотид
	(Т)	(С)	(А)	(G)	
(Т)	F Фенилаланин (Phe)	S (Ser)	Y Тирозин (Tyr)	C Цистеин (Cys)	T
	F Фенилаланин (Phe)	S Серин (Ser)	Y Тирозин (Tyr)	C Цистеин (Cys)	C
	L Лейцин (Leu)	S (Ser)	стоп-кодоны	стоп-кодон	A
	L Лейцин (Leu)	S (Ser)		W Триптофан (Trp)	G
(С)	L (Leu)	P (Pro)	H Гистидин (His)	R (Arg)	T
	L Лейцин (Leu)	P Пролин (Pro)	H Гистидин (His)	R Аргинин (Arg)	C
	L (Leu)	P (Pro)	Q Глутамин (Gln)	R Аргинин (Arg)	A
	L (Leu)	P (Pro)	Q Глутамин (Gln)	R (Arg)	G
(А)	I (Ile)	T (Thr)	N (Asn)	S Серин (Ser)	T
	I Изолейцин (Ile)	T Треонин (Thr)	N (Asn)	S Серин (Ser)	C
	I (Ile)	T (Thr)	K Лизин (Lys)	R Аргинин (Arg)	A
	M Метионин (Met)	T (Thr)	K Лизин (Lys)	R Аргинин (Arg)	G
(G)	V (Val)	A (Ala)	D Аспарагиновая (Asp)	G (Gly)	T
	V Валин (Val)	A Аланин (Ala)	D кислота (Asp)	G Глицин (Gly)	C
	V (Val)	A (Ala)	E Глутаминовая (Glu)	G (Gly)	A
	V (Val)	A (Ala)	E кислота (Glu)	G (Gly)	G

**Задание 7. Фрагменты некоторых белков могут сохраняться в ископаемых останках миллионы лет, их аминокислотные последовательности затем можно определить при помощи масс-спектрометрического анализа. К сожалению, нуклеиновые кислоты сохраняются гораздо хуже. Рассмотрите фрагмент аминокислотной последовательности коллагена тираннозавра (даны трехбуквенные сокращения аминокислот), напишите с помощью таблицы генетического кода нуклеотидную последовательность, кодирующую этот фрагмент коллагена в геноме тираннозавра. Для обозначения однозначно определяемых нуклеотидов используйте буквы А, С, G и Т, если невозможно выбрать из двух нуклеотидов – обозначайте пиримидины буквой Y, а пурины – буквой R. Если невозможно выбрать из четырех нуклеотидов – используйте букву N.**

Фрагмент коллагена: Gln Gly Ala Pro Gly Pro Lys

**Задание 8. Резус-фактор – это поверхностный эритроцитарный белок. В определенной популяции частота аллели *rh*<sup>-</sup> (отсутствие на поверхности клеток антигенного резус-белка) составляет 15%, а частота аллели *Rh*<sup>+</sup> (резус-белок имеется) соответственно 85%.**

**Задание 8.1. Оцените количество резус-отрицательных людей в этой популяции (все ответы к заданию 8 представляйте в %, округляя до целых по правилам округления).**

**Задание 8.2. Оцените количество гетерозиготных людей в популяции.**

**Задание 8.3. Оцените количество гомозиготных резус-положительных людей в популяции.**

**Задание 8.4. Рассчитайте вероятность резус-конфликта при второй беременности у резус-отрицательной женщины (в %, округляя до целых).**

Для развития резус-конфликта требуется, чтобы у резус-отрицательной женщины и первый, и второй ребенок были бы резус-положительными (при первой беременности иммунизация матери резус-антигеном ребенка как правило недостаточна, чтобы вызвать резус-конфликт).

Ответ: доля резус-отрицательных  $rh^-rh^-$  2%, доля резус-положительных  $Rh^+rh^-$  26%, доля резус-положительных  $Rh^+Rh^+$  74%. Вероятность резус-конфликта 88%.

**Задание 9.** Дигетерозиготное растение фасоли подвергают самоопылению. Известно, что расстояние между генами составляет 18 сантиморган. Какова ожидаемая доля потомков с двойным рецессивным фенотипом? (Ответ укажите в процентах с точностью до сотых):

**Задание 9.1.** При цис-положении аллелей.

**Задание 9.2.** При транс-положении аллелей.



**Задание 10.** Общая фенотипическая дисперсия количественного признака складывается в первом приближении из генотипической и средовой дисперсий. Наследуемость в широком смысле ( $H^2$ ) – это отношение генотипической дисперсии к общей фенотипической дисперсии.

Из природной популяции мух *Drosophila subobscura* путём селекции были получены две линии, различающиеся полигенно длиной жилок крыльев. У мух одной линии средняя длина определённой жилки на крыле составляла 64 мкм, у мух другой линии – 86 мкм. Общая фенотипическая дисперсия в обоих случаях составила 1,25 мкм<sup>2</sup>. Две линии скрестили, и в поколении F<sub>2</sub> общая фенотипическая дисперсия длины жилок составила 10,24 мкм<sup>2</sup>.

**Задание 10.1.** Найдите среднюю длину жилки на крыле в F<sub>1</sub> (с точностью до целых).






**Задание 10.2.** Найдите среднюю длину жилки на крыле в F<sub>2</sub> (с точностью до целых).

**Задание 10.3.** Найдите генотипическую дисперсию длины жилок в F<sub>2</sub> (с точностью до сотых).

**Задание 10.4.** Найдите  $H^2$  признака «длина жилки на крыле» (с точностью до 3-х знаков после запятой).

**Задание 11.** У львиного зева (*Antirrhinum majus*) за биосинтез антоцианов в лепестках отвечает ген, у которого обнаружено три аллеля:  $A$  – стабильный, обеспечивающий полноценный синтез антоцианов;  $a$  – стабильный, не функциональный (не может обеспечить синтез) и  $A^T$  – обеспечивает синтез антоцианов, но нестабильный, и может мутировать в ходе развития растения, утрачивая функциональную активность.

**Задание 11.1.** Выявлено несколько фенотипов цветков по окраске (А – Д). Выберите из списка генотипы (1-6), которые соответствуют выявленным фенотипам. Список возможных генотипов: 1 -  $A^T A^T$ ; 2 -  $A^T A$ ; 3 -  $AA$ ; 4 -  $A^T a$ ; 5 -  $Aa$ ; 6 -  $aa$ .

		
А	Б	В
		
Г	Д	

**Задание 11.2.** Как можно охарактеризовать взаимодействие аллелей в приведённом случае наследования признаков?

- 1) полное доминирование;
- 2) рецессивный эпистаз;
- 3) доминантный эпистаз;
- 4) неполное доминирование;

5) комплементарность.

**Задание 11.3.** В некоторой панмиктической популяции львиного зева представлены растения с чистой красной, розовой и белой окраской, а также растения с белыми полосами на розовом фоне и розовыми полосами на красном фоне. Подсчёт растений в этой популяции львиного зева показал, что преобладает полосатая окраска: на 1000 растений 837 оказались полосатыми (с различными сочетаниями фона и цвета полос), тогда как с белыми лепестками было всего лишь 11 растений. Такое соотношение между различными фенотипами обеспечивается:

- 1) законом единообразия первого поколения;
- 2) законом чистоты гамет;
- 3) законом Харди-Вайнберга;
- 4) третьим законом Менделя (независимого наследования признаков);
- 5) неспособностью образовать семена при самоопылении (самонесовместимостью).

**Задание 11.4.** Рассчитайте частоту аллеля  $a$  в данной популяции львиного зева. В поле ответа впишите полученный результат в процентах, округлив их до целых.

**Задание 11.5.** Рассчитайте частоту аллеля  $A^T$  в данной популяции львиного зева. Для этого долю полосатых цветков округлите до сотых, составьте квадратное уравнение. Решите его для частоты встречаемости аллеля  $A^T$ . В поле ответа впишите полученный результат в процентах, округлив их до целых.

$$\text{Для справки: } D = b^2 - 4ac$$
$$x_{1,2} = [-b \pm \sqrt{D}] / 2a$$

**Задание 11.6.** Рассчитайте частоту аллеля  $A$  в данной популяции львиного зева. В поле ответа впишите полученный результат в процентах, округлив их до целых.

**Задание 11.7.** Рассчитайте долю растений с равномерно окрашенными красными цветками в данной популяции львиного зева. В поле ответа впишите полученный результат в процентах, округлив их до целых.

**Задание 11.8.** Рассчитайте долю растений с равномерно окрашенными розовыми цветками в данной популяции львиного зева. В поле ответа впишите полученный результат в процентах, округлив их до целых.

**Задание 11.9.** Сколько в данной популяции будет растений с белыми полосами на розовом фоне? Ответ дайте в процентах, округлив до целых.

**МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО ГЕНЕТИКЕ. 2019-2020 ГОД  
10 -11 КЛАСС**

**Лист ответов**

**Часть 1**

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
а										
б										
в										
г										

**Часть 2**

№	1		2		3		4		5	
Да/нет	д	н	д	н	д	н	д	н	д	н
а										
б										
в										
г										
д										

**Часть 3**

Номер задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Да (верно)										
Нет (неверно)										

**Часть 4**

**Задание 1.**

Фаза мейоза	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
Баланс п и с								

**Задание 2.**

Порядок	1	2	3	4	5	6
Процессы						

**Задание 3.**

задание	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
ответ					

**Задание 4.**

Московская олимпиада школьников по генетике 2019–2020 уч. г.  
Предварительный этап. 10-11 классы

<b>Ответ</b>	<b>50,00</b>
--------------	--------------

**Задание 5.**

<b>Задание</b>	<b>5.1</b>	<b>5.2</b>	<b>5.3</b>
<b>Ответ</b>			

**Задание 6**

**Задание 6.1.**

<b>Последовательность аминокислот</b>	
---------------------------------------	--

**Задание 6.2.**

<b>Организм</b>	<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>
<b>Последовательность</b>			

**Задание 7.**

<b>Нуклеотидная последовательность</b>	
--	--

**Задание 8.**

<b>Задание 8.1.</b> Доля резус отрицательных $rh^- rh^-$	<b>Задание 8.2.</b> Доля резус-положительных $Rh^+ rh^-$	<b>Задание 8.3.</b> Доля резус-положительных $Rh^+ Rh^+$	<b>Задание 8.4.</b> Вероятность резус-конфликта

**Задание 9.**

<b>Задание</b>	<b>9.1</b>	<b>9.2</b>
<b>Ответ</b>		

**Задание 10.**

<b>Задание</b>	<b>10.1</b>	<b>10.2</b>	<b>10.3</b>	<b>10.4</b>
<b>Ответ</b>				

**Задание 11.**

**11.1.**

<b>Генотип</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Фенотип</b>						

**11.2 – 11.9.**

<b>задание</b>	<b>11.2</b>	<b>11.3</b>	<b>11.4</b>	<b>11.5</b>	<b>11.6</b>	<b>11.7</b>	<b>11.8</b>	<b>11.9.</b>
<b>ответ</b>								