



Шифр \_\_\_\_\_

**Правила проведения практического тура:**

1. В аудиторию *запрещается* вносить электронные устройства, шпаргалки и другие вспомогательные материалы. Наличие любых электронных устройств (даже в выключенном состоянии), а также шпаргалок приравнивается к их использованию. Во время Олимпиады запрещается разговаривать и мешать окружающим. В случае нарушения этих правил участник удаляется из аудитории, его работа не проверяется.
2. Работа выполняется только на *бланках*, выданных организатором. В случае необходимости участник может получить дополнительные листы. Для этого участник должен поднять руку и ждать, когда подойдет ответственный по аудитории или волонтер.
3. Работа, включая чертежи, схемы, таблицы и рисунки, должна выполняться ручкой. При этом чистовиком являются страницы со сканируемым куар-кодом, а черновиком – обороты этих страниц. Черновик работы не проверяется. Посторонние пометки и рисунки в работе не допускаются!
4. Находясь в аудитории, участник должен выполнять все требования преподавателей, относящиеся к проведению Олимпиады. Если возникает вопрос, участник должен поднять руку и ждать, когда подойдет ответственный по аудитории.
5. Выход участника из аудитории во время написания работы допускается только один раз с разрешения ответственного по аудитории и в сопровождении дежурного.
6. Все ответы должны быть перенесены на БЛАНК ОТВЕТОВ, распечатанный из личного кабинета.

Московская олимпиада школьников по генетике, 22.03.2026.  
Заключительный этап. Практический тур.  
10-11 классы



Шифр \_\_\_\_\_

**Перед началом работы**

Убедитесь, что на вашем столе присутствуют все необходимые материалы и оборудование. Таблица (чек-лист) для проверки представлена ниже.

Оборудование	Количество	Отметка о присутствии
Лупа	1	
Кисточка	1	
Чашка Петри	4	
Пробирка с исследуемым потомством	1	
Лист бумаги А4	1	
Ноутбук	1	



Шифр \_\_\_\_\_

Плодовая муха *Drosophila melanogaster* (дрозофила обыкновенная) – насекомое из отряда Двукрылые, которое на протяжении более ста лет остается одним из важнейших модельных объектов генетики. Выбор этого организма для исследований не случаен и обусловлен совокупностью уникальных биологических особенностей, делающих его удобным для экспериментальной работы.



**Рисунок 1.** Фенотип и стадии развития дрозозифилы дикого типа

К числу основных преимуществ дрозозифилы относятся:

1. **Короткий жизненный цикл и высокая плодовитость.** При оптимальной температуре (около 25°C) развитие мухи от яйца до имаго (половозрелой особи) занимает всего 9–10 дней. Одна оплодотворенная самка способна отложить несколько сотен яиц, что позволяет в короткие сроки получать многочисленные поколения и анализировать большие выборки потомков, необходимые для статистической достоверности результатов скрещиваний.
2. **Простота культивирования.** Дрозозифилы неприхотливы и легко разводятся в лабораторных условиях на стандартных питательных средах. Это позволяет содержать огромное количество линий и мутантов с минимальными затратами ресурсов и пространства.



Шифр \_\_\_\_\_

3. **Компактный геном и ограниченное число хромосом.** Диплоидный набор дрозофилы включает всего 8 хромосом (4 пары): 3 пары аутосом и 1 пара половых хромосом.
4. **Наличие множества четких и легко различимых фенотипических признаков.** У дрозофил описаны сотни мутаций, затрагивающих окраску и форму тела, глаз, крыльев, структуру жилкования и щетинок. Эти признаки дискретны и хорошо различны даже при использовании бинокля, что позволяет четко классифицировать потомство.
5. **Понимание генетической карты.** Благодаря столетней истории изучения, для дрозофил составлены детальные карты хромосом, что позволяет точно знать локализацию генов и предсказывать результаты кроссинговера.
6. **Половой диморфизм.** Выраженные половые различия позволяют изучать генетические механизмы связанные с определением пола.

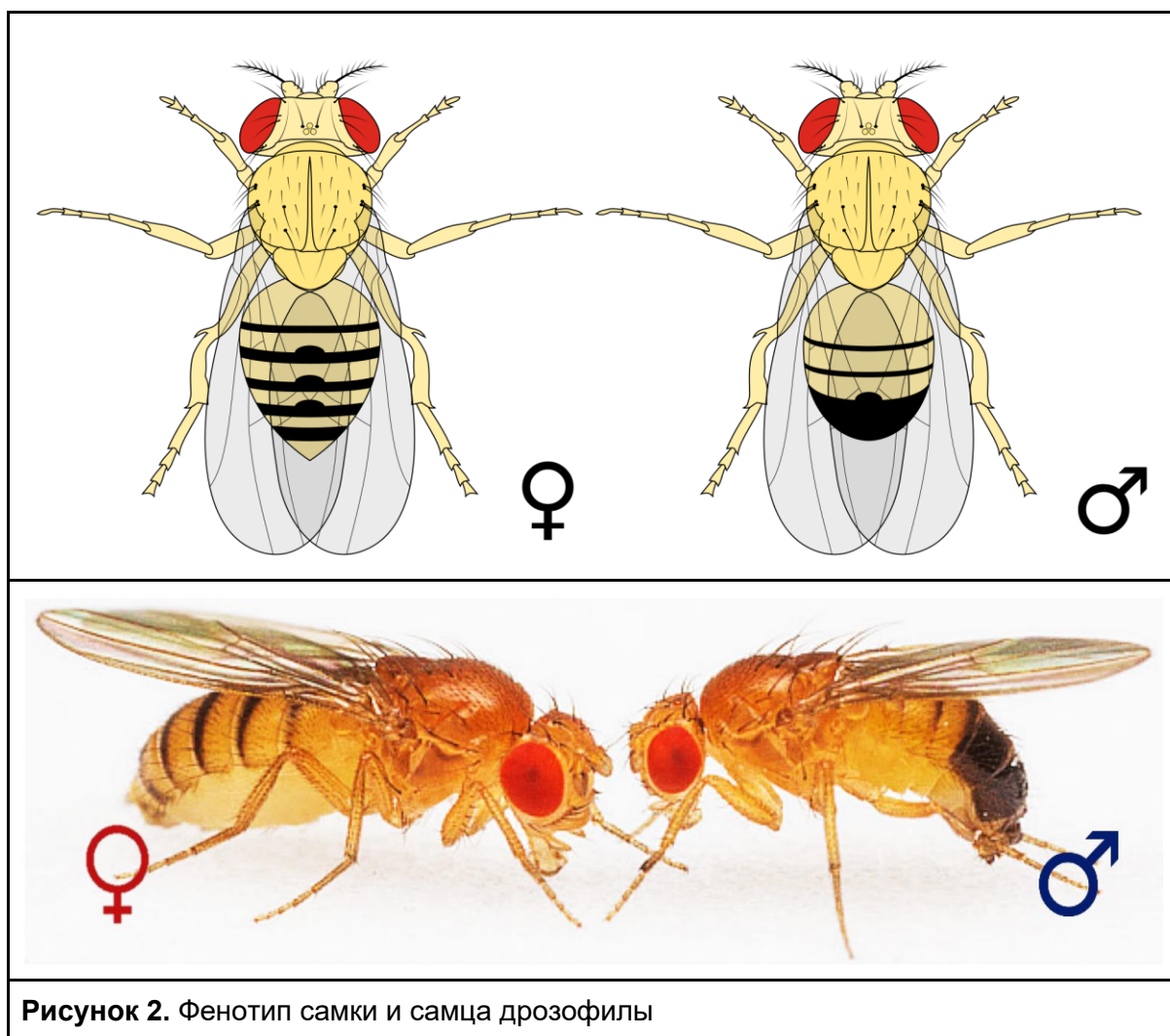


Рисунок 2. Фенотип самки и самца дрозофилы

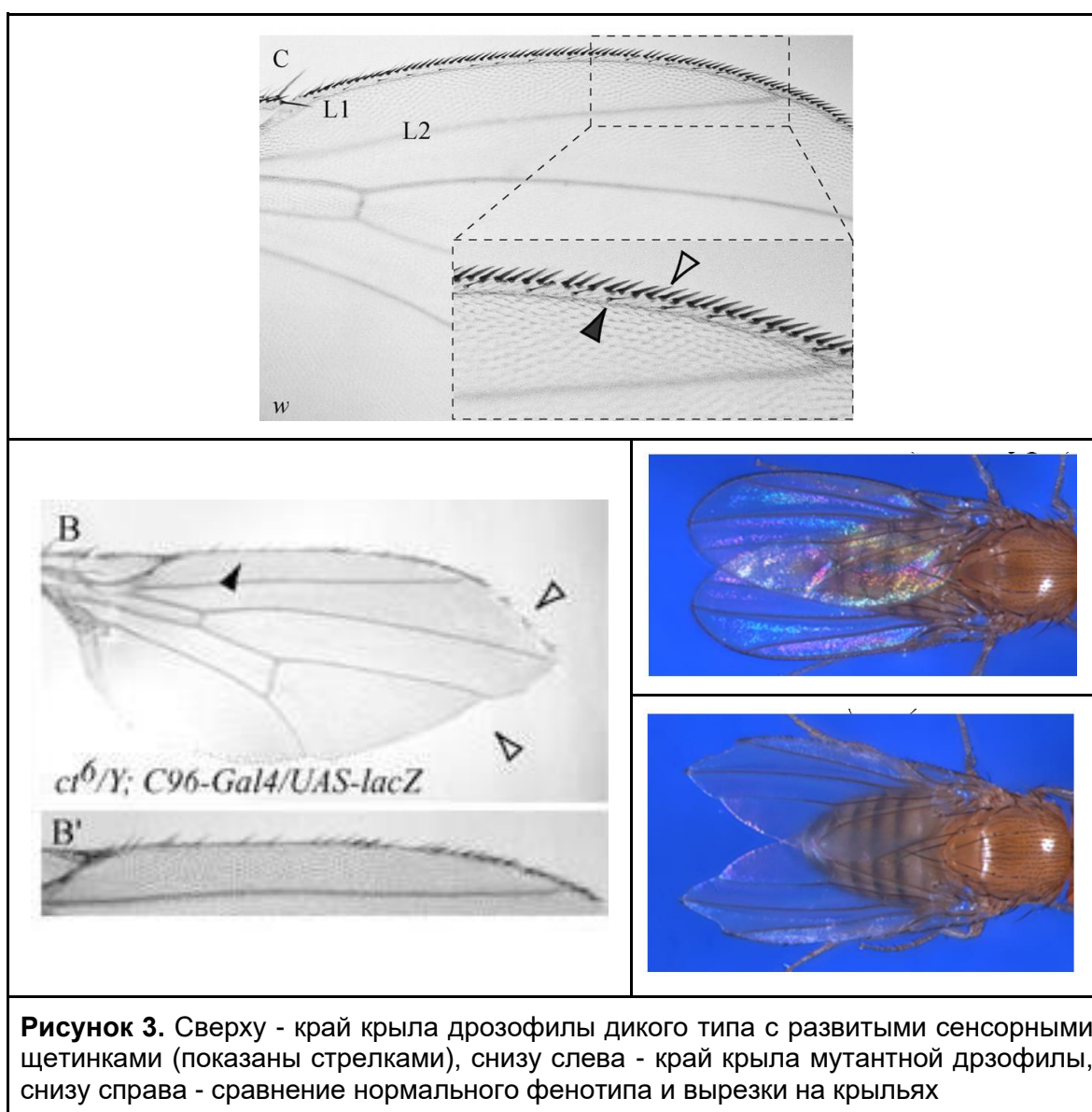


Шифр \_\_\_\_\_

В данной работе вам предлагается провести генетический анализ формирования и наследования нескольких признаков плодовой мушки: форма крыльев (ген *cut*), цвет глаз (*withe*), окраска тела (*yell* и *ebony*).

**Задание 1. Определение формы крыльев (8 баллов)**

Ген *cut* у *Drosophila melanogaster* кодирует гомеодомен-содержащий транскрипционный фактор, играющий ключевую роль в развитии крыльев, в частности, в формировании края крыла, где мутации вызывают характерный фенотип "вырезки". Данный ген отвечает за дифференцировку клеток-рецепторов, находящихся на переднем крае пластинки крыла. У мутантных по этому гену мух развивается недостаточное количество сенсорных щетинок и меняется форма крыла с округлой на заостренную с выемками.



**Рисунок 3.** Сверху - край крыла дрозофилы дикого типа с развитыми сенсорными щетинками (показаны стрелками), снизу слева - край крыла мутантной дрзофилы, снизу справа - сравнение нормального фенотипа и вырезки на крыльях

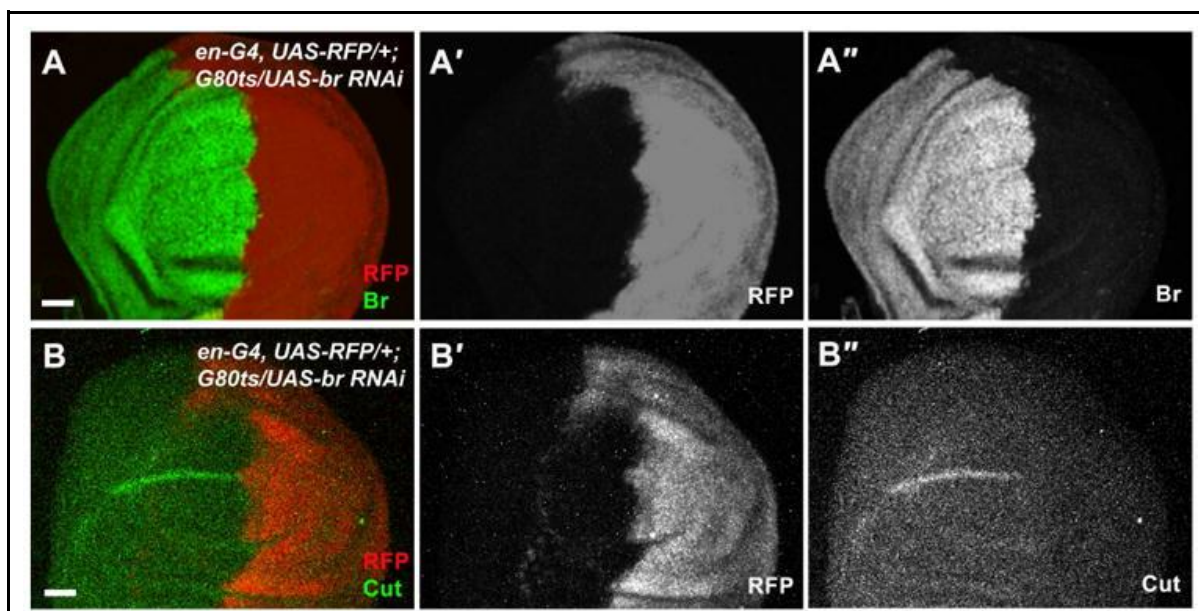


Шифр \_\_\_\_\_

Ген *cut* активно экспрессируется в зоне дорсо-вентральной (спинно-брюшной) границы зачатков крыльев. Предполагается, что сам ген *cut* регулируется несколькими вышестоящими сигнальными путями. В результате взаимодействия нескольких сигнальных путей в зоне зачатков крыльев формируется тонкая полоска клеток, экспрессирующих ген *cut*, из которых впоследствии развивается пластинка крыла.

Основными кандидатами на регуляцию гена *cut* являются: ген *Broad (Br)*, реагирующий на гормон экдизон, и консервативный сигнальный путь *Notch*. Для того, чтобы изучить влияние этих регуляторов на *cut*, было проведено несколько экспериментов.

**1.1** В первом эксперименте исследователи подавляли экспрессию гена *Br* в задней части зачатка крыльев. Генетическая конструкция для подавления *Br* также содержала последовательность красного флуоресцентного белка, поэтому зону подавления экспрессии можно увидеть с помощью флуоресцентной микроскопии. Затем зачатки крыльев были окрашены антителами, специфичными к белкам *Br* или *Cut* и содержащими зеленый флуоресцентный белок. Результаты эксперимента представлены на рисунке.



**Рисунок 4.** (A) - красный цвет указывает на зону работы конструкции, подавляющей активность гена *Br*, зеленый - окраска антителами, специфичными к продукту гена *Br*. (A'-A'') - отдельно красное и зеленое свечение в этом эксперименте. (B) - красный цвет указывает на зону работы конструкции, подавляющей активность гена *Br*, зеленый - окраска антителами, специфичными к продукту гена *Cut*. (B'-B'') - отдельно красное и зеленое свечение в этом эксперименте. На всех изображениях зачатки крыльев расположены вертикально: дорсальная часть вверху, вентральная внизу.

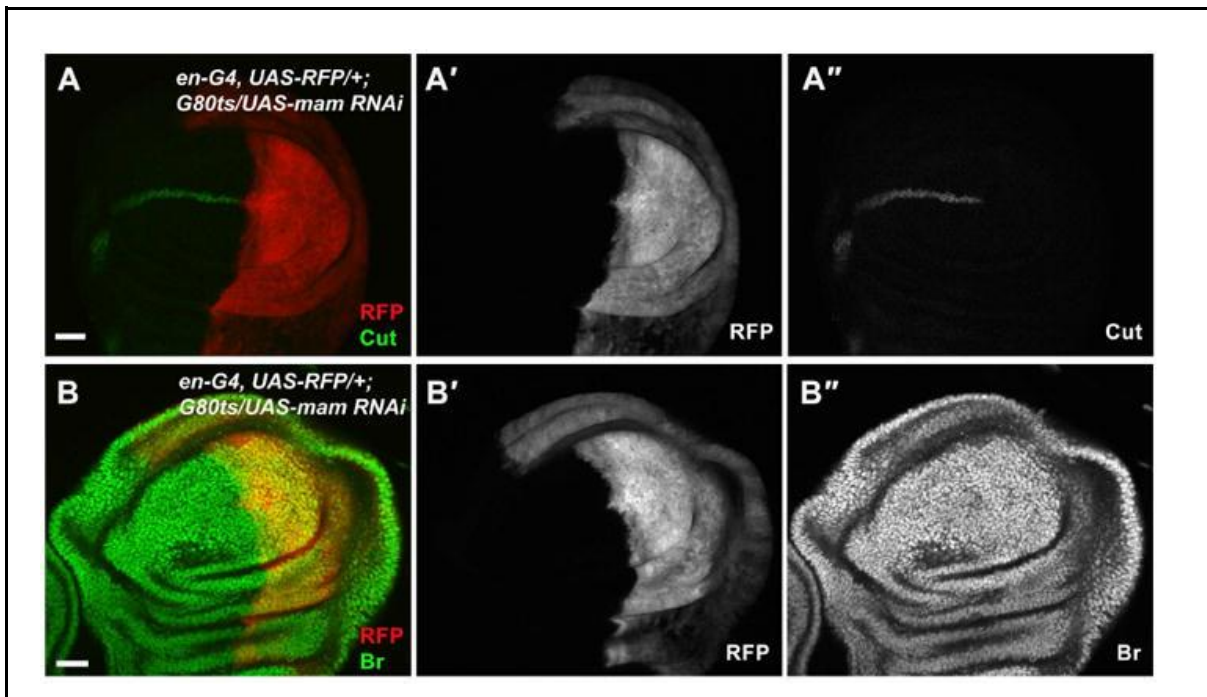


Шифр \_\_\_\_\_

Основываясь на предоставленной информации, выберите верные выводы, которые можно сделать из этого эксперимента:

- A. Исследователям не удалось эффективно подавить экспрессию белка *Vg* в задней части зачатка крыла.
- B. В зачатке крыла белок *Vg* экспрессируется только в клетках, формирующих пластинку крыла вместе с белком *Cut*.
- C. Белок *Vg* подавляет экспрессию белка *Cut* в клетках зачатка крыла.
- D. Подавление *Vg* снижает экспрессию *Cut*.
- E. Подавление *Vg* увеличивает зону высокой экспрессию *Cut*.

1.2 Во втором эксперименте исследователи подавляли экспрессию гена **Mastermind (*Mam*)** в задней части зачатка крыльев. Генетическая конструкция для подавления ***Mam*** также содержала последовательность красного флуоресцентного белка, поэтому зону подавления экспрессии можно увидеть с помощью флуоресцентной микроскопии. Затем зачатки крыльев были окрашены антителами, специфичными к белкам ***Br*** или ***Cut*** и содержащими зеленый флуоресцентный белок. Результаты эксперимента представлены на рисунке ниже.



**Рисунок 5. (A)** - красный цвет указывает на зону работы конструкции, подавляющей активность гена *Mam*, зеленый - окраска антителами, специфичными к продукту гена *Cut*. **(A'-A'')** - отдельно красное и зеленое свечение в этом эксперименте.

**(B)** - красный цвет указывает на зону работы конструкции, подавляющей активность гена *Mam*, зеленый - окраска антителами, специфичными к продукту гена *Br*. **(B'-B'')** - отдельно красное и зеленое свечение в этом эксперименте.

На всех изображениях зачатки крыльев расположены вертикально: дорсальная часть сверху, вентральная снизу.



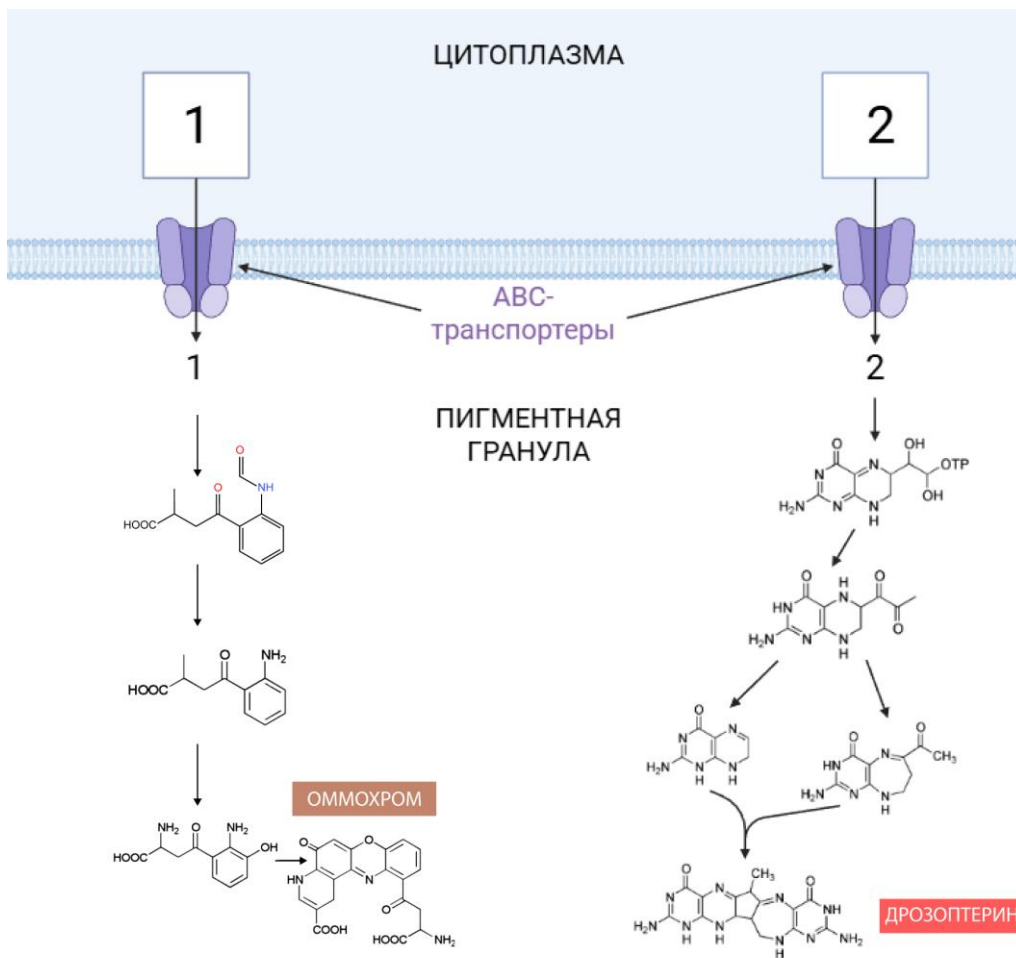
Шифр \_\_\_\_\_

Основываясь на предоставленной информации, выберите верные выводы, которые можно сделать из этого эксперимента:

- A. Белок Vg Находится под контролем сигнального пути Notch.
- B. В зачатке крыла белок Mat экспрессируется только в клетках, формирующих пластинку крыла вместе с белком Cut.
- C. Белок Mat усиливает экспрессию белка Cut в клетках зачатка крыла.
- D. Подавление Mat снижает экспрессию Vg.
- E. Подавление Mat увеличивает зону высокой экспрессию Vg.

**Задание 2. Определение цвета глаз (17 баллов)**

Красная окраска глаз у дрозофилы дикого типа формируется за счет накопления гранул, содержащих 2 вида пигментов: дрозоптеринов (ярко-красного цвета) и омохромов (коричневого цвета). На схеме ниже представлена схема синтеза этих пигментов.



**Рисунок 6.** Схема синтеза дрозоптерина и омохрома.

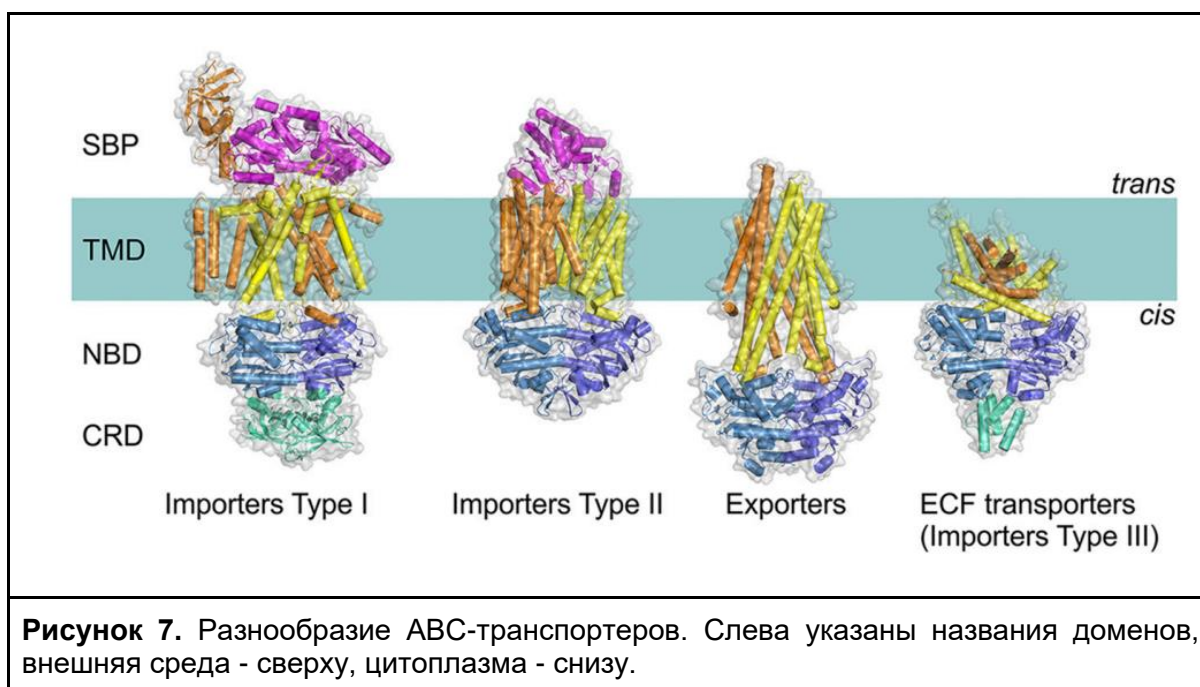
У дрозофил встречаются 3 рецессивные мутации: **brown** (глаза коричневого цвета), **white** (белые глаза) и **scarlet** (алые глаза). Эти мутации приводят к нарушению



Шифр \_\_\_\_\_

функции АТФ-зависимых-переносчиков (АВС-транспортеров), которые обеспечивают транспорт предшественников дрозоптерина и омохромова.

АВС-транспортеры (АТФ-Binding Cassette) представляют собой одно из самых больших и эволюционно древних семейств мембранных белков. Они обеспечивают АТФ-зависимый трансмембранный перенос разнообразных субстратов: от ионов и липидов до крупных органических ксенобиотиков.



2.1. Какие хорошо известные вам мономерные молекулы (1 и 2 на схеме) являются предшественниками синтеза омохромова и дрозоптерина?

2.2. Транспорт какого предшественника (1 или 2) нарушается у мух, мутантных по ***brown*** и ***scarlet***?

2.3. Часто АВС-транспортеры являются димерными молекулами. Основываясь на известной вам информации о функционировании генов и их мутаций, предположите какой субъединичный состав имеют транспортеры предшественников 1 и 2. Для каждого транспортера укажите два названия гена через дефис (для каждой из субъединиц в транспортере, например *white-white*).

2.4. В ходе исследований оказалось, что мутация ***white*** помимо белых глаз, вызывает ретикулярную дегенерацию (потеря функции сетчатки с возрастом), снижение подвижности мух, укороченную жизнь, повышенную чувствительность к разным видам стресса. Как называется такое множественное влияние одного гена?

2.5. Предположите, почему ген ***white*** может оказывать влияние на множество признаков, исходя из его молекулярной функции?



Шифр \_\_\_\_\_

**2.6.** Какие домены являются консервативными для всех групп АВС-транспортеров. Какие функции выполняют эти домены?



Шифр \_\_\_\_\_

### Задание 3. Изучение наследования окраски тела

Мухи дрозофилы имеют полосатую черно-желтую окраску тела. За этот признак у дрозофил отвечают 2 гена имеющие рецессивные мутации:

- ген *yellow* (*yell*) - отвечает за синтез меланинов, поэтому его рецессивная мутация делает тело мух полностью желтым. Этот ген наследуется Х-сцепленно ( $X^+ / X^{yell}$ ).
- ген *ebony* - отвечает за переход дофамина в светлый пигмент вместо синтеза меланинов, его мутантная форма приводит к избыточному синтезу меланинов, что делает все тело мухи темным. Ген наследуется аутосомно (+ / *ebony*).

Сочетание двух рецессивных мутаций дает фенотип идентичный **yellow**, так как синтез меланинов не происходит, несмотря на достаточные количества дофамина для этого биохимического пути.

В первом скрещивании (1) самку из линии дикого типа скрестили с самцом рецессивным по обоим признакам. Второе скрещивание (2) провели реципрокно.

Самок из потомства первого скрещивания и самцов из потомства второго пересадили в один террариум в равном соотношении и позволили свободно скрещиваться между собой (3).

3.1. Какие генотипы имеют родители и потомки 2 скрещивания?

3.2. Какую долю от общего числа будут составлять гаметы:

А. *ebony*  $X^{yell}$

Б. +  $X^+$

у самцов потомков 1 скрещивания? Ответ укажите в процентах.

3.3 Какое расщепление по фенотипу можно увидеть через 3 поколения в террариуме?

### Задание 4. Механизмы наследования

Для того чтобы определить механизмы наследования генов **white** и **cut**, скрестили белоглазую самку с нормальными крыльями и самца с красными глазами и выемкой на крыльях. В первом поколении были получены самки, нормальные по обоим признакам, и самцы, мутантные по цвету глаз. Затем самку из F1 скрестили с самцом дикого типа.

На вашем столе находится пробирка с потомством полученным от последнего скрещивания. Проведите анализ полученного потомства и сделайте выводы о механизмах наследования генов **white** и **cut**.

#### Подсчет числа особей разных фенотипических классов:

1. Высыпьте часть обездвиженных мух на лист А4.
2. С помощью лупы определите пол и фенотип каждой из мух по обоим признакам
3. Отработанных мух переносите в чашку Петри
4. Повторяйте пункты 1-3 пока все мухи в пробирке не будут обработаны.



Шифр \_\_\_\_\_

**4.1. Заполните таблицу с результатами подсчета:**

- Внесите количество особей каждой группы полученных в потомстве. Если потомков какой то группы в потомстве не оказалось поставьте в таблице прочерк.
- Проанализируйте полученное расщепление и ответьте на вопросы.

**4.2. Как наследуются исследуемые гены?**

- Поставьте "+" в верных ячейках.

**4.3. Находятся ли данные гены на одной хромосоме? Если да, то определите расстояние между ними в сМ (ответ округлите до целых).**

**4.4. - 4.7. Укажите генотипы всех организмов, упомянутых в задаче и полученных практически. Укажите все генотипы, полученные в фенотипическом классе потомства, если их несколько.**

**4.8.** Одним из ключевых этапов генетического анализа является установление соответствия эмпирически полученных данных теоретически ожидаемым соотношениям. Для объективной оценки достоверности гипотезы о типе наследования генов используется критерий  $\chi^2$  Пирсона. Критерий  $\chi^2$  рассчитывается по формуле:

$$\chi_c^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

где  $O_i$  - наблюдаемое(эмпирическое) значение в определенном фенотипическом классе,  $E_i$  - ожидаемое (теоретическое) значение в этом фенотипическом классе.

**Рассчитайте Критерий  $\chi^2$  для проверки своей гипотезы относительно полученного в эксперименте расщепления.**

**4.9** После расчета критерия полученное значение сравнивают с критическими точками распределения  $\chi^2$ . Значение критической точки выбирают по 2 параметрам: уровню значимости  $\alpha$ , который в генетических исследованиях обычно принимают равным 0,05, и числу степеней свободы  $n$ , которое рассчитывается как [число классов в выборке - 1]. Если рассчитанное значение оказывается меньше критической точки - гипотеза не отвергается. Сравните полученное значение  $\chi^2$  с таблицей критических точек и сделайте вывод.

**Московская олимпиада школьников по генетике, 22.03.2026.**  
**Заключительный этап. Практический тур.**  
**10-11 классы**



Шифр \_\_\_\_\_

	<i>α</i>							
<b>n</b>	<b>0.995</b>	<b>0.99</b>	<b>0.975</b>	<b>0.95</b>	<b>0.05</b>	<b>0.025</b>	<b>0.01</b>	<b>0.005</b>
<b>1</b>	0.000039	0.00016	0.0010	0.0039	3.84	5.02	6.63	7.88
<b>2</b>	0.010025	0.02010	0.0506	0.1026	5.99	7.38	9.21	10.60
<b>3</b>	0.071723	0.11483	0.2158	0.3518	7.81	9.35	11.34	12.84
<b>4</b>	0.206984	0.29711	0.4844	0.7107	9.49	11.14	13.28	14.86
<b>5</b>	0.411751	0.55430	0.8312	1.1455	11.07	12.83	15.09	16.75
<b>6</b>	0.675733	0.87208	1.2373	1.6354	12.59	14.45	16.81	18.55
<b>7</b>	0.989251	1.23903	1.6899	2.1673	14.07	16.01	18.48	20.28
<b>8</b>	1.344403	1.64651	2.1797	2.7326	15.51	17.53	20.09	21.95
<b>9</b>	1.734911	2.08789	2.7004	3.3251	16.92	19.02	21.67	23.59
<b>10</b>	2.155845	2.55820	3.2470	3.9403	18.31	20.48	23.21	25.19

**Задание 5. Биоинформатический анализ**

Плодовая мушка является модельным объектом в биологии, при этом этот объект изучает огромное количество научных групп по всему миру. В отличие от специализированных разделов научного знания, ни один человек не может охватить всю научную литературу, посвященную дрозофиле. Для того, чтобы при этом сохранять научную преемственность и при этом не повторять и не переоткрывать ранее обнаруженные закономерности, используют базы данных. Одной из таких является flybase: [flybase.org](http://flybase.org).

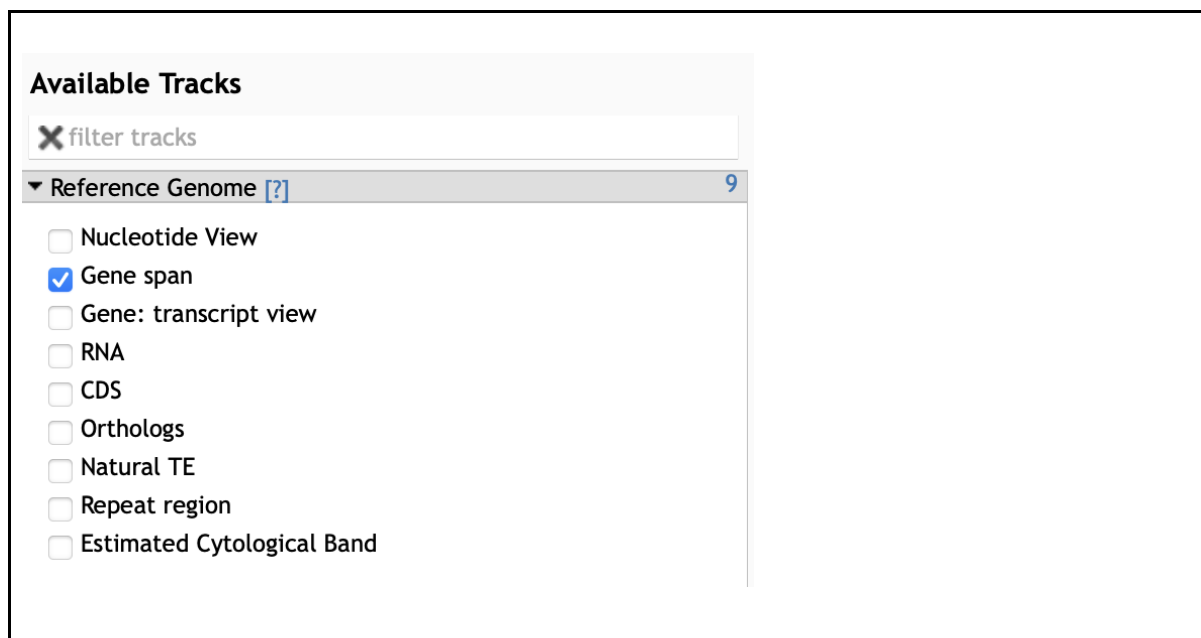
**5.1.** Перейдите на главную страницу базы данных [flybase.org](http://flybase.org) и в разделе Quick search (Быстрый поиск) введите название гена *ebony*, наследование которого Вы изучали в предыдущем задании. **Ответьте на все вопросы в ЛИСТЕ ОТВЕТОВ.**



Шифр \_\_\_\_\_

5.2. На странице гена *ebony* перейдите в раздел **Genomic Maps** (Геномная карта) и выберите JBrowse или full screen view. В окне откроется геномная карта хромосомы в определенном участке. Используя боковое меню, поставьте галочку в раздел Estimated cytological bands. Это добавит на геномную карту регионы из цитогенетической карты.

**Ответьте на все вопросы в ЛИСТЕ ОТВЕТОВ.**

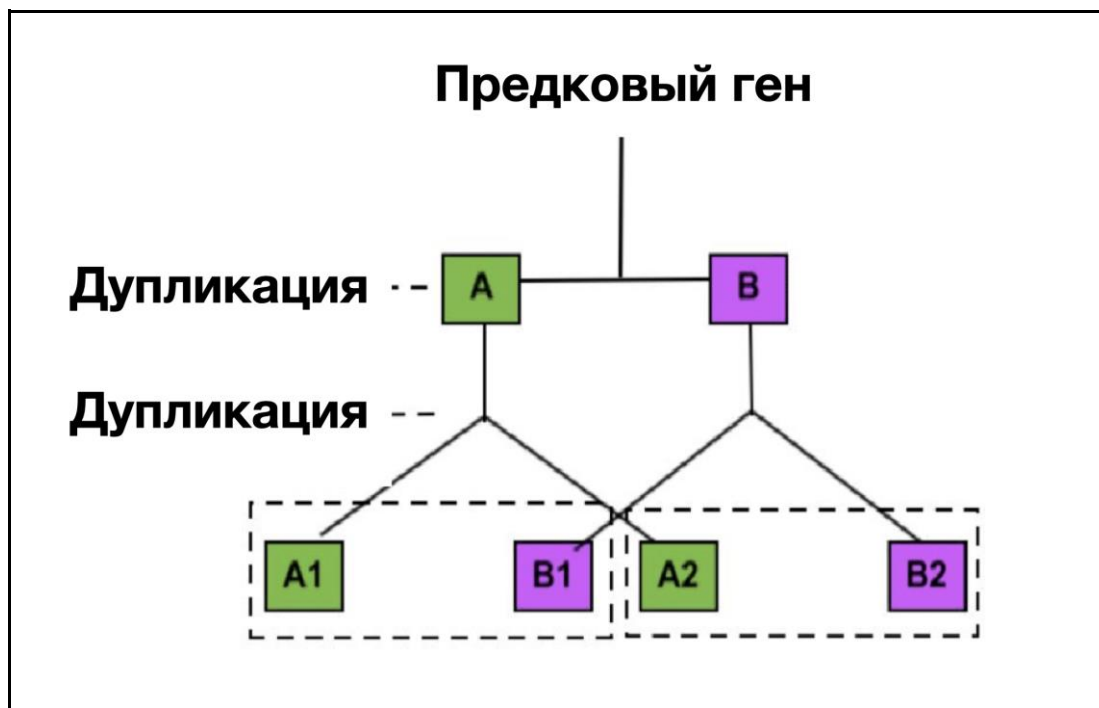


5.3. Ген *ebony* обеспечивает развитие пигментации у плодовой мушки. Используя данные о биохимических процессах из базы данных, ответьте в **ЛИСТЕ ОТВЕТОВ** на вопросы о реакциях, катализируемых геном, и особенностях структуры фермента.

5.4. Паралоги – это гены, находящиеся в геноме одного организма, возникшие в результате дупликации предкового (исходного) гена. Идентификация паралогов – важная часть эволюционно-генетического анализа. Используя базу данных, ответьте на вопросы в **ЛИСТЕ ОТВЕТОВ**, касаемые паралогов гена *ebony*.



Шифр \_\_\_\_\_



**ЛИСТ ОТВЕТОВ**

**Задание 1.** Впишите буквы, под которыми указаны верные утверждения.

1.1. (4 балла)	<b>D (при отсутствии верного выбранного выставляется 0, за каждый неверно выбранный снимается 1 балл)</b>
1.2. (4 балла)	<b>C (при отсутствии верного выбранного выставляется 0, за каждый неверно выбранный снимается 1 балл)</b>

**Задание 2.**

2.1. Какие хорошо известные вам мономерные молекулы (1 и 2 на схеме) являются предшественниками синтеза оммохрома и дрозоптерина? (4 балла)	
1	2
<b>Аминокислота (1 балл) ИЛИ триптофан(2 балла)</b>	<b>Нуклеотид (1 балл) ИЛИ гуанозин (2 балла) ИЛИ гуанин(1 балл)</b>



Шифр \_\_\_\_\_

2.2. Транспорт какого предшественника (1 или 2) нарушается у мутантных мух? (2 балла)

brown	scarlet
2	1

2.3. Для каждого транспортера укажите два названия гена через дефис (для каждой из субъединиц в транспортере, например white-white) (4 балла)

<i>Предшественник</i>	<i>Состав транспортера</i>
1	<b>scarlet-white</b>
2	<b>brown-white</b>

2.4. Как называется такое множественное влияние одного гена? (1 балл)

**плейотропность (плейотропия)**

2.5. Предположите почему ген white может оказывать влияние на множество признаков, исходя из его молекулярной функции? (4 балла)



Шифр \_\_\_\_\_

Продукт гена *white* входит в состав касетных транспортеров, которые отвечают за перемещение сразу **нескольких** важных низкомолекулярных предшественников синтеза. (2 балла)

Транспортируемые вещества (триптофан и гуанозин) важны не только для синтеза пигментов, но также являются предшественниками синтеза нейромедиаторов и вторичными месенджерами, что например влияет на работу нервной ткани. (2 балла)

2.6. Какие домены являются консервативными для всех групп ABC-транспортеров. Какие функции выполняют эти домены? (4 балла)

NBD и TMD ( по 2 балла за верный, - 2 балла за неверный)



Шифр \_\_\_\_\_

Задание 3.

3.1. Какие генотипы имеют родители и потомки 2 скрещивания? (2 балла)	
родители	потомки
Самка: $ebony\ ebony\ X^{yell}\ X^{yell}$ Самец: $++\ X^+Y$	Самцы: $+ebony\ X^{yell}\ Y$ Самки: $+ebony\ X^{yell}\ X^+$

3.2. Какую долю от общего числа будут составлять гаметы у самцов потомков 1 скрещивания? Ответ укажите в процентах. (2 балла)	
$X^{yell}\ ebony$	$X^+\ +$
0 %	25 %

3.3. Какое расщепление по фенотипу можно увидеть через 3 поколения в террариуме? (4 балла)



Шифр \_\_\_\_\_

Самки:

22,91% - дикий тип(WT), черно-желтые (за каждую верную группу 0,5 балла, +- 0,1%, например здесь интервал 22,8-23%)

7,65% - ebony, темное тело

19,44% - yellow, желтое тело

Самцы:

15,64% - дикий тип(WT), черно-желтые

5,2% - ebony, темное тело

29,16% - yellow, желтое тело

(!)Если верно указано расщепление по цвету, но нет расщепления по полу, например:

38,55% - дикий тип(WT), черно-желтые

12,85% - ebony, темное тело

48,6% - yellow, желтое тело

2 балла за все

#### Задание 4.

4.1. При отсутствии результатов выставлется 0, при наличии 4 балла. За расщепление балл не вставляется, в таблице указано ожидаемое расщепление среди 100 мух.

Значения указанные участником используются дальше при проверке.

	Самки		Самцы	
	С вырезкой	Без вырезки	С вырезкой	Без вырезки
Красные глаза	-	50	20	5
Белые глаза	-	-	5	20

4.2. по 2 балла за каждую верную строчку

Ген	Аутосомно	X-сцеплено	Голандрически	Псевдоаутосомно
White		+		
Cut		+		

Московская олимпиада школьников по генетике, 22.03.2026.  
Заключительный этап. Практический тур.  
10-11 классы



Шифр \_\_\_\_\_

4.3 Находятся ли данные гены на одной хромосоме? Если да, то определите расстояние между ними в сМ (ответ округлите до целых).

Да, эти гены находятся на X хромосоме. 20 сМ

4 балла (да - 1 балл, если попадает в 12-28 сМ - 1 балл / 14-24 сМ - 2 балла / 18-22 сМ - 3 балла)

Здесь и далее:

C - обычные крылья, c - крылья с вырезкой, W - красные глаза, w - белые глаза, Г - Y-хромосома

Если гены указаны не на хромосомах(например, wwCC), выставляется половина баллов.

4.4. Родители 1 скрещивания (по 2 балла за каждую правильно заполненную ячейку)	
Самка	Самец
wC  wC	Wc Г

4.5. Потомство 1 скрещивания (по 2 балла за каждую правильно заполненную ячейку)	
Самки	Самцы
wC  Wc	wC Г

4.6. Родители 2 скрещивания (по 2 балла за каждую правильно заполненную ячейку)	
---	--



Шифр \_\_\_\_\_

Самка	Самец
wC  Wc	WC ↑

4.7. Потомство 2 скрещивания (по 2 балла за каждую правильно заполненную ячейку)				
	Самки		Самцы	
	С вырезкой	Без вырезки	С вырезкой	Без вырезки
Красные глаза	-	WC  WC WC  Wc WC  wC WC  wc	Wc ↑	WC ↑



Шифр \_\_\_\_\_

	-	-	wc f	wC f
Белые глаза				

4.8. Рассчитайте критерий  $\chi^2$  для проверки своей гипотезы относительно полученного в эксперименте расщепления. (3 балла)

4.9. Сравните полученное значение  $\chi^2$  с таблицей критических точек и сделайте вывод. (3 балла).

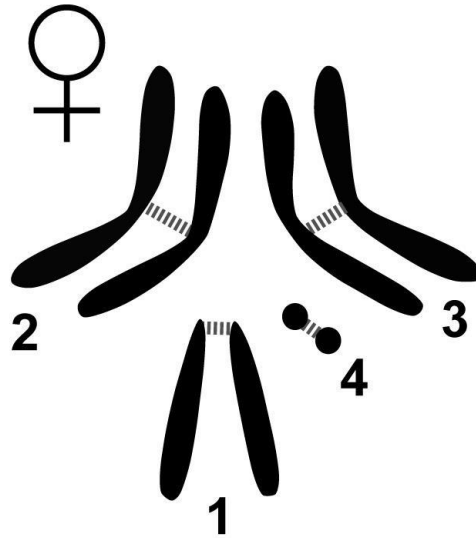
(1 балл за сравнение с верным табличным значением 9,49; гипотеза подтверждается - 1 балл/ гипотеза не отвергается - 2 балла)

Задание 5.



Шифр \_\_\_\_\_

5.1.1. На рисунке схематично показан хромосомный набор плодовой мушки. Используя информацию о расположении гена *ebony*, полученную из базы данных, обведите хромосому, на которой он находится (1 балл).



Ответ: правильно обведена хромосома номер 3

5.1.2. На рисунке показана генетическая и цитологическая карта хромосомы, на которой располагается ген *ebony*, полученная Бриджесом и Слизинским в 1941 году. Используя информацию из базы данных [flybase.org](http://flybase.org), определите точное расположение гена *ebony* на цитогенетической карте в крупном масштабе. Обведите местоположение гена (2 балла).





Шифр \_\_\_\_\_

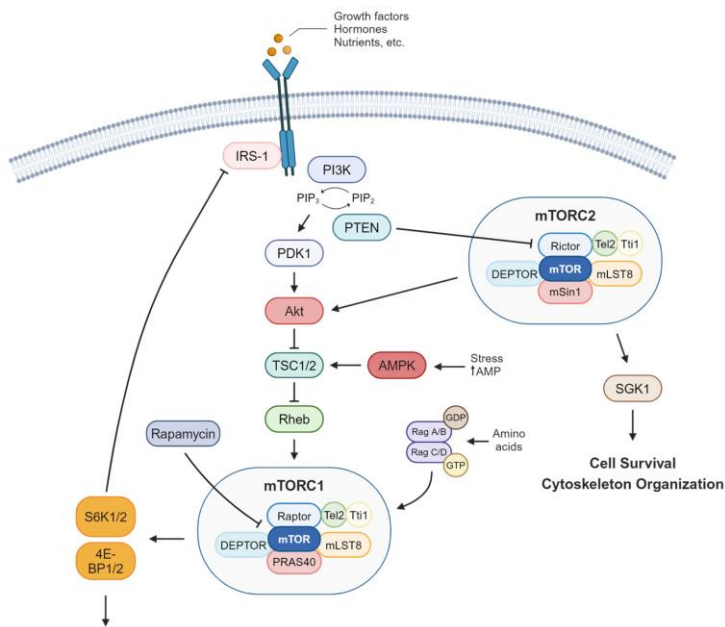
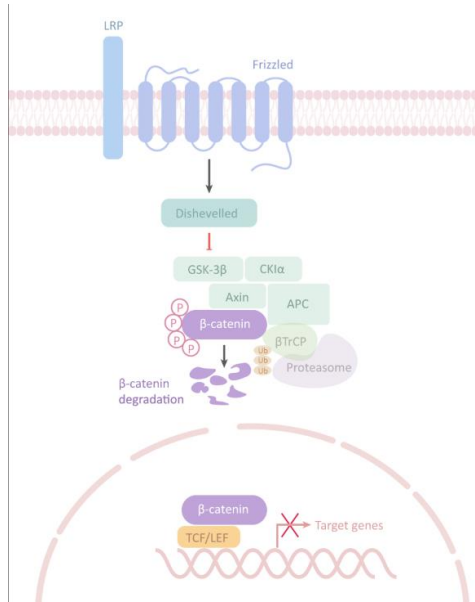
5.1.3. Используя хромосомную карту и базу данных, определите генетическое расстояние (в сМ) между генами <i>ebony</i> и <i>H</i> , а также расстояние между этими генами в геномных координатах (нуклеотидах).	
Расстояние в сМ (1 балл)	Расстояние в нуклеотидах (2 балла)
1.2% (0.012; принимать любое значение в диапазоне от 0.5% до 3%)	600 925 (принимать любое значение в диапазоне 600 000 до 620 000)

5.1.4. Заполните таблицу, характеризующую ген <i>H</i> (4 балла)				
Количество аллелей (1 балл)	188; 115 (ИЛИ 3)			
Тип аллелей (1 балл)	Доминантный		Рецессивный	
Возникающий фенотип (кратко опишите) (1 балл)	У гомозигот почти потеряны почти все щетинки или щетинки не покидают щетинковые карманы			
К компоненту какого сигнального пути относится ген? (1 балл)	MAPK/ERK	JAK-STAT	Notch	mTOR



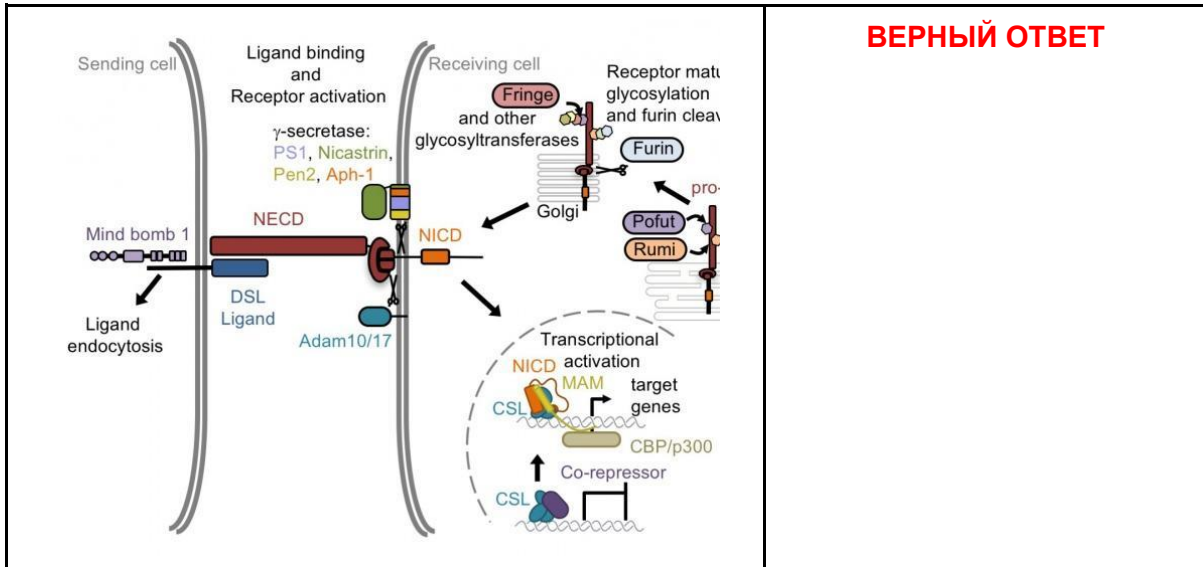
Шифр \_\_\_\_\_

5.1.5. На картинках представлена регуляция сигналинга нескольких путей. Используя данные из предыдущего задания, выберите верный путь, в котором участвует ген *H* (2 балла).

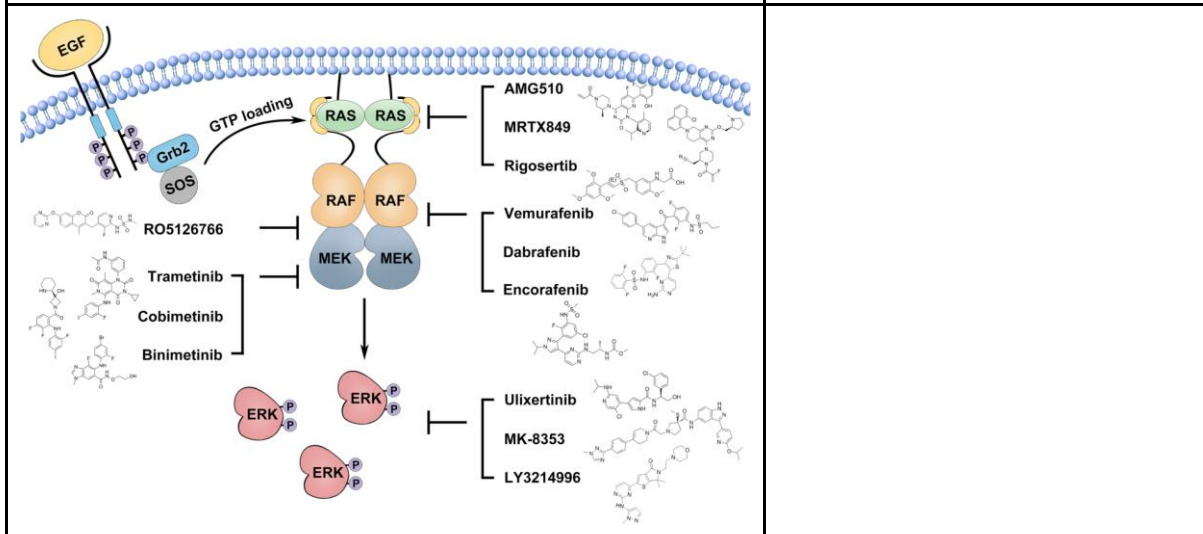




Шифр \_\_\_\_\_



**ВЕРНЫЙ ОТВЕТ**



5.2.1. Какое количество генов располагается между генами *H* и *ebony* по цитогенетической карте и по геномной карте (оцените примерное число)?

Количество генов по цитогенетической карте (1 балл)

0

Количество генов по геномной карте (2 балла)

**Принимать значения от 89 до 350**

5.2.2. Предположите, почему отличается это количество? (2 балла)



Шифр \_\_\_\_\_

**Ответ: Не у всех генов существуют аллели, которые влияют на фенотип и которые можно картировать классическими методами.**

5.2.3. Назовите самый длинный (в нуклеотидах) ген, который располагается между генами *ebony* и *H* (2 балла).

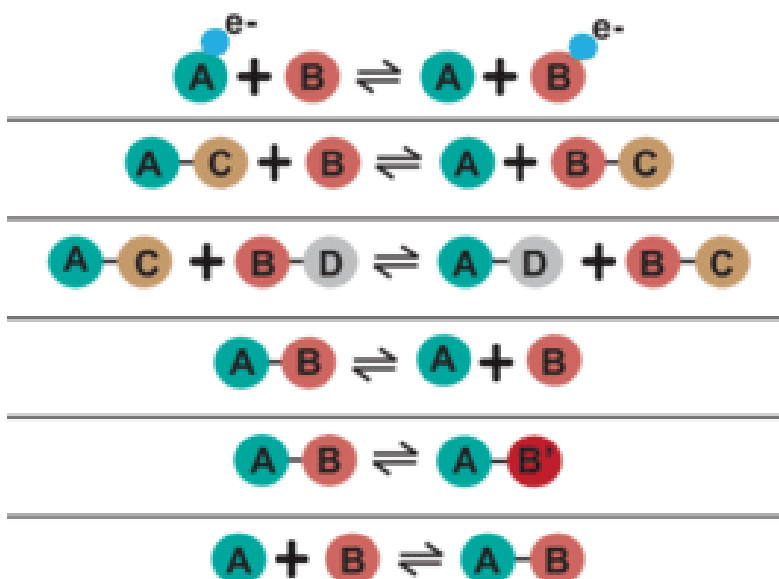
**ВОПРОС СНЯТ**

5.3.1. Используя биохимическую номенклатуру ферментов, определите класс, к которому относится ген *ebony*.

Класс фермента (2 балла)

**6.3.4 (ИЛИ 6)**

5.3.2. На рисунке схематично представлены реакции, катализируемые ферментами разных классов. К какому типу реакций следует отнести превращение, катализируемое геном *ebony*? (3 балла)

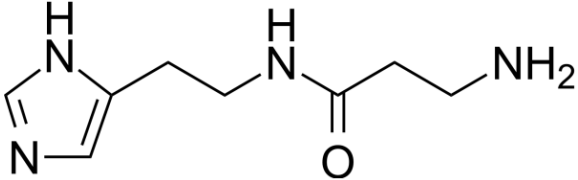
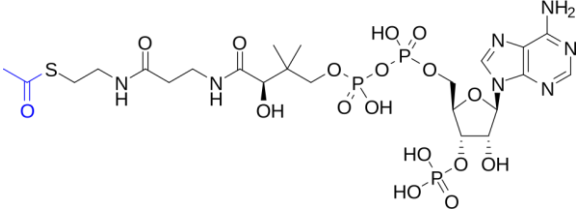
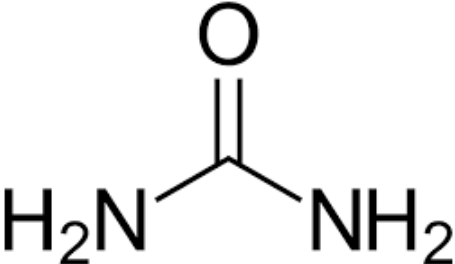
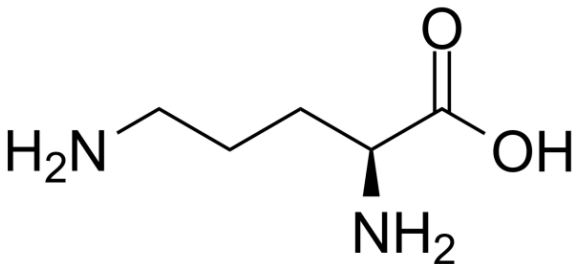
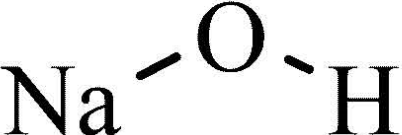
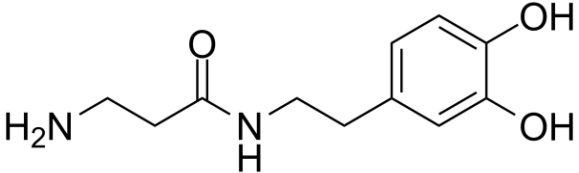


**Верный ответ: последняя строка  $A+B = A-B$**



Шифр \_\_\_\_\_

5.3.3. Какие из представленных соединений образуются в результате работы фермента *ebony*? Поставьте галочки в соответствующих ячейках таблицы (4 балла)

 <p style="text-align: center; color: red;"><b>ВЕРНО</b></p>	
	
	 <p style="text-align: center; color: red;"><b>ВЕРНО</b></p>

5.4.1. Какое количество паралогов у гена *ebony* обнаруживается в геноме плодовой мушки?

Количество паралогов (1 балл)

**8**



Шифр \_\_\_\_\_

<b>5.4.2. Выберите наиболее схожий с <i>ebony</i> паралог, откройте вкладку с выравниванием гена <i>ebony</i> с этим паралогичным геном и заполните таблицу.</b>	
<b>Длина выравнивания в аминокислотах (1 балл)</b>	<b>810</b>
<b>Количество доменов в белке <i>ebony</i> (1 балл)</b>	<b>2</b>
<b>Количество доменов в белке паралоге (1 балл)</b>	<b>4</b>
<b>Количество гомологичных доменов между белками (2 балла)</b>	<b>1</b>
<b>Аминокислотная последовательность аденилирующего домена нерибосомальных пептидсинтетаз в белке <i>ebony</i>? (2 балла)</b>	<b>RDLFETVGGVIGRSTR</b> <b>ИЛИ</b> <b>PCNVHGKLDKQQ</b>