

Место для баллов:

Код:

**КАБИНЕТ №2**  
**ЦИТОЛОГИЯ, ГЕНЕТИКА,**  
**ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ**  
**(30 баллов)**

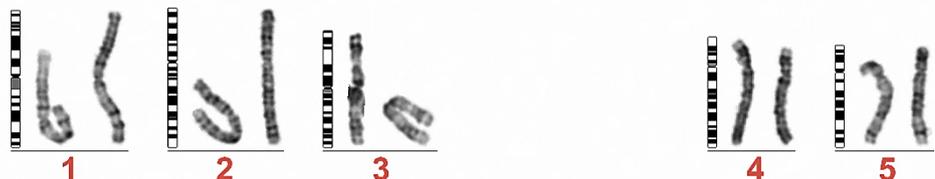
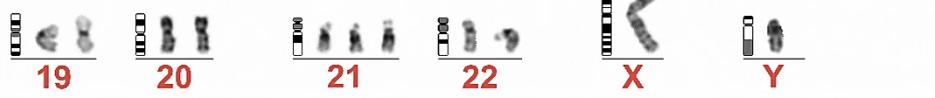
**Продолжительность выполнения заданий – 1 час 30 минут (90 минут).**

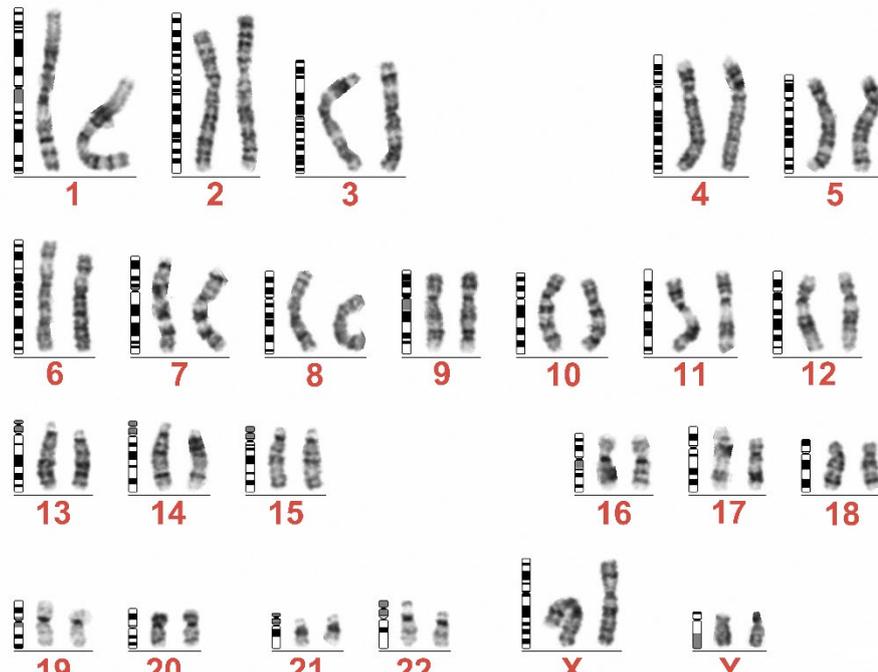
**ЗАДАНИЕ 1**

**Хромосомные аномалии (6 баллов)**

**1.1** Проанализируйте кариотипы двух человек, представленные на рисунках 1 и 2. Ниже даны метафазные пластинки, анализ которых позволил построить данные кариограммы.

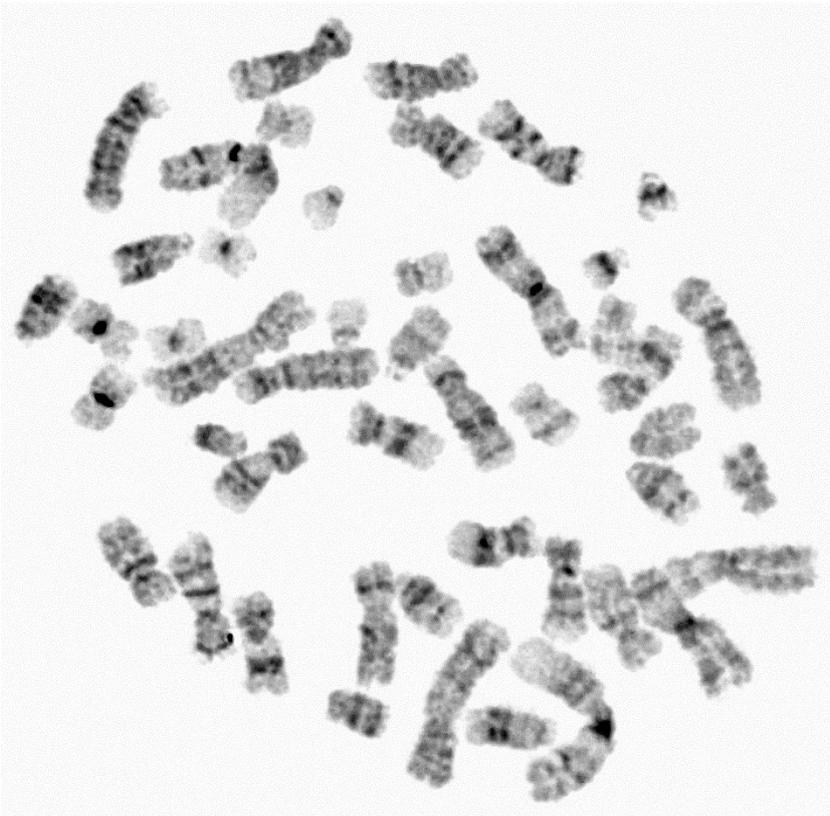
Постарайтесь определить: *пол, тип аномалии, название заболевания, какая метафазная пластинка соответствует представленной кариограмме.*

№	Рисунок	Описание
1	 <p>1 2 3 4 5</p>	
	 <p>6 7 8 9 10 11 12</p>	
	 <p>13 14 15 16 17 18</p>	
	 <p>19 20 21 22 X Y</p>	<p>(по 0,5 балла за каждый элемент)</p>

№	Рисунок	Описание
2		<p>(по 0,5 балла за каждый элемент)</p>

Метафазная пластинка 1	Метафазная пластинка 2
	

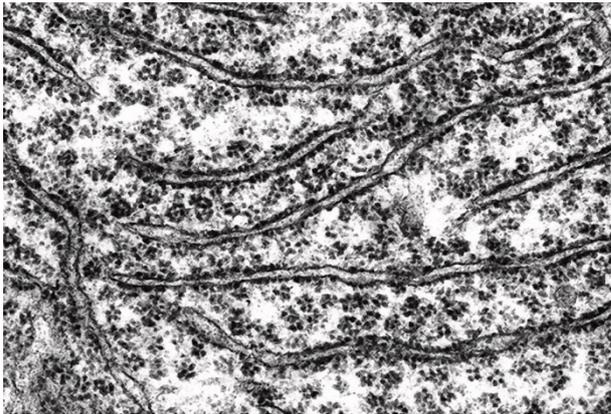
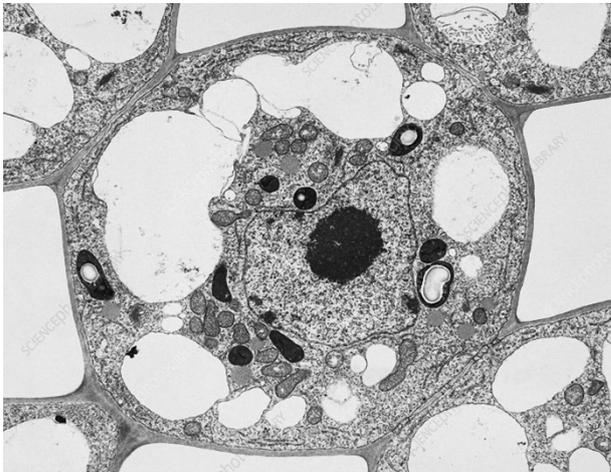
1.2 Перед вами метафазные пластинки, полученные при анализе двух образцов человеческих клеток. Определите тип хромосомной аномалии.

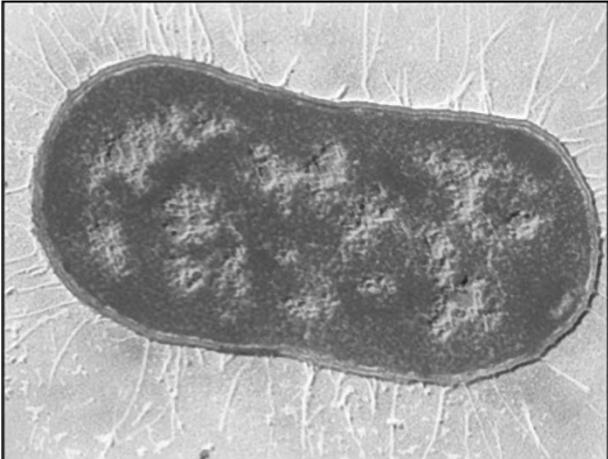
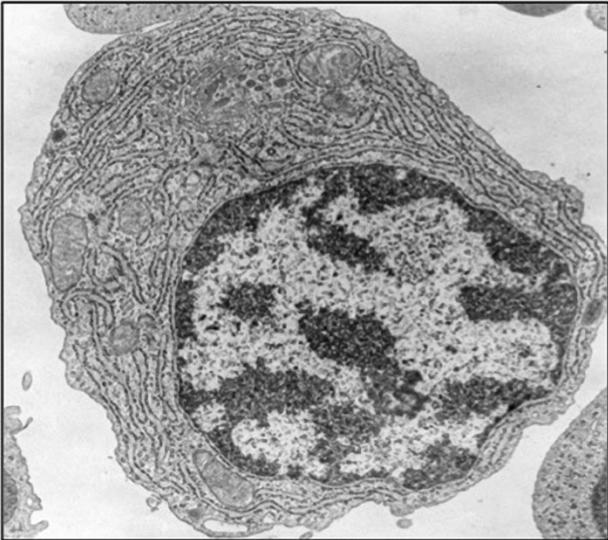
№	Рисунок	Тип хромосомной аномалии
1		(1 балл)
2		(1 балл)

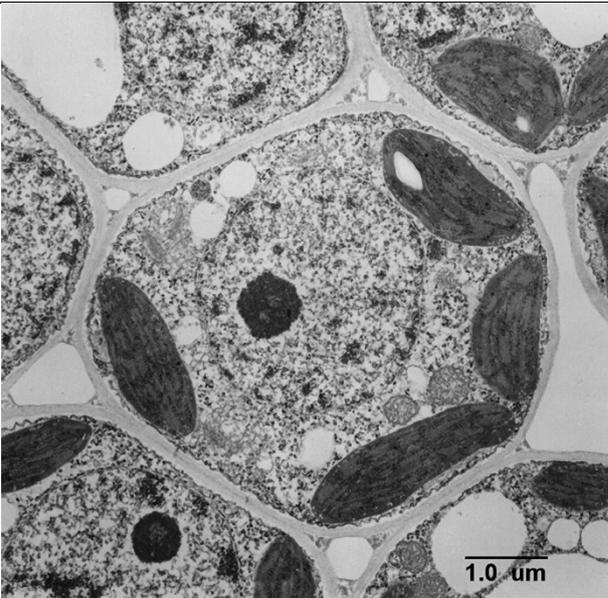
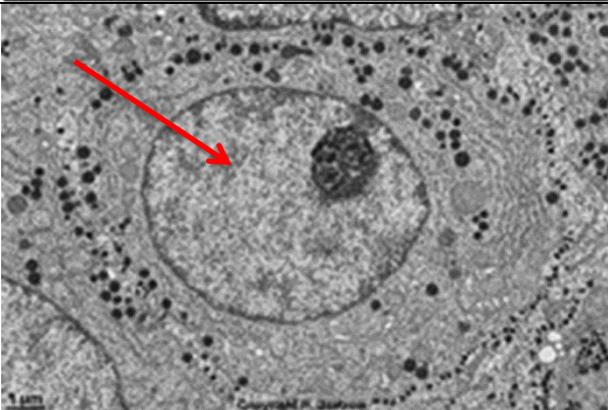
## ЗАДАНИЕ 2

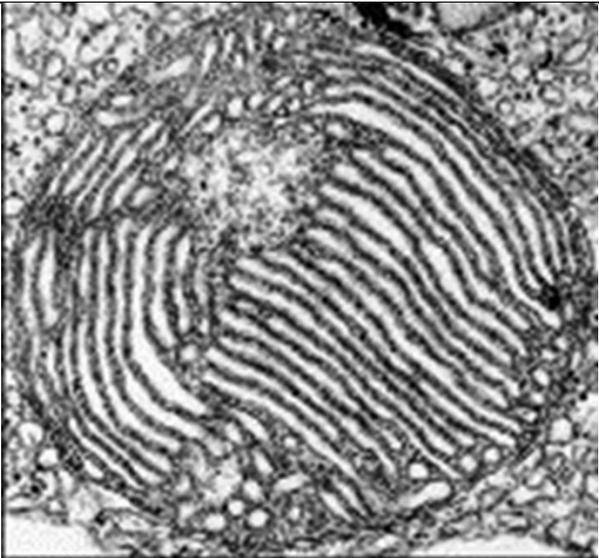
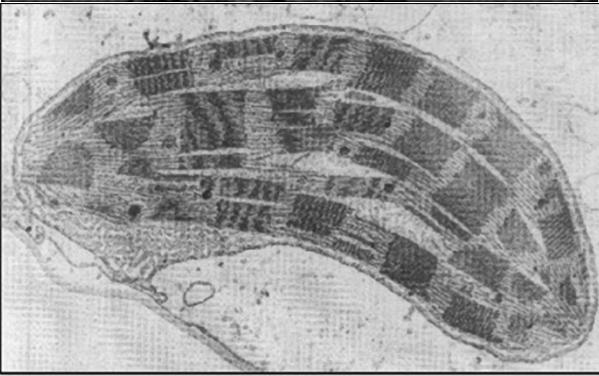
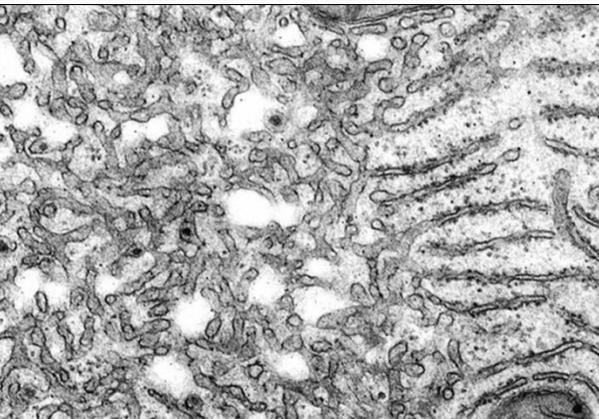
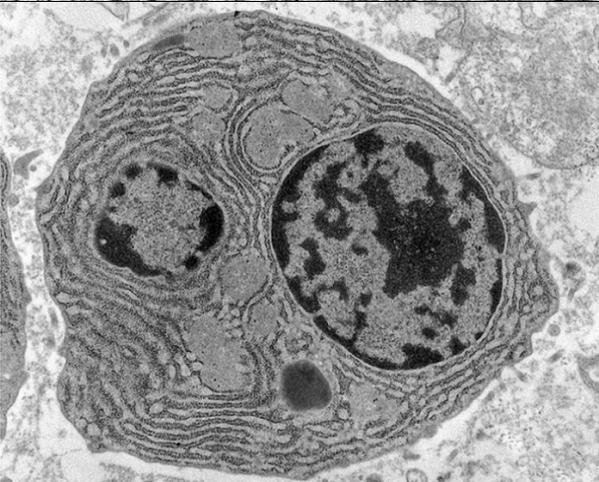
### Особенности строения клеток и клеточных органелл (6 баллов)

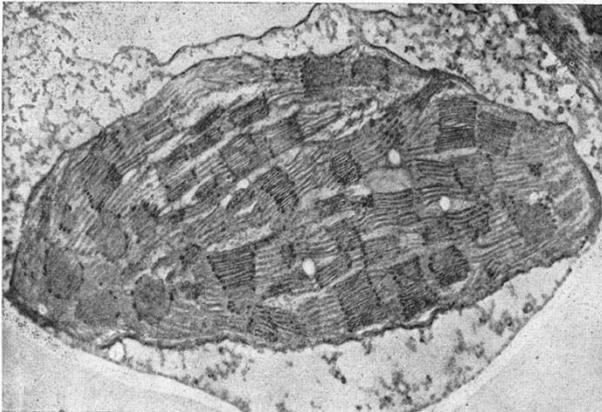
Рассмотрите представленные на фотографиях клетки и клеточные структуры (на некоторых снимках органеллы, о которых идет речь, отмечены стрелкой). Из предложенного ниже списка выберите подписи к фотографиям (выберите номер из списка).

№	Рисунок	Название (номер из списка)
1		(0,4 балла)
2		(0,4 балла)
3		(0,4 балла)

4	 Electron micrograph of a chloroplast, showing a large, oval-shaped organelle with a dark, granular internal structure (stroma) and a distinct, lighter-colored outer membrane. The surrounding cytoplasm contains fine, radiating filaments.	(0,4 балла)
5	 Electron micrograph of a mitochondrion, showing a large, roughly circular organelle with a highly folded inner membrane (cristae) and a dense, granular internal structure (matrix). The outer membrane is smooth and continuous.	(0,4 балла)
6	 Electron micrograph of a chloroplast, showing a large, oval-shaped organelle with a dark, granular internal structure (stroma) and a distinct, lighter-colored outer membrane. The surrounding cytoplasm contains fine, radiating filaments. A red arrow points to a specific region within the stroma.	(0,4 балла)

7		(0,4 балла)
8		(0,4 балла)
9		(0,4 балла)
10		(0,4 балла)

11		(0,4 балла)
12		(0,4 балла)
13		(0,4 балла)
14		(0,4 балла)

15		(0,4 балла)
----	--	-------------

1. Растительная клетка
2. Животная клетка
3. Бактериальная клетка
4. Ядро
5. Хлоропласт
6. Митохондрия
7. Эндоплазматическая сеть (ретикулум)
8. Комплекс (аппарат) Гольджи
9. Вакуоль

### ЗАДАНИЕ 3

#### Закономерности наследования признаков (6 баллов)

Изучите задачи, представленные ниже. В случаях, где это необходимо, укажите характер наследования – независимое или сцепленное (полное или не полное сцепление), характер взаимодействия аллелей (полное доминирование, неполное доминирование, кодоминирование...), а также установите генотипы и дайте краткий ответ на поставленный вопрос.

**3.1** У людей полидактилия (А) (наличие дополнительного пальца на конечностях) доминирует над нормальным строением конечностей, а способность загибать язык назад (В) доминирует над неспособностью загибать язык.

Мужчина, с нормальным расположением пальцев и неспособный загибать язык назад, вступил в брак с женщиной гетерозиготной по признакам полидактилии и способности загибать язык назад.

Каковы генотипы мужчины и женщины? Какова вероятность того, что пара произведёт на свет ребёнка с полидактилией, который не сможет загибать язык назад? Каков генотип этого ребёнка?

Генотип женщины – \_\_\_\_\_ (0,1 балла)

Генотип мужчины – \_\_\_\_\_ (0,1 балла)

Генотип ребёнка – \_\_\_\_\_ (0,3 балла)

Вероятность рождения ребёнка с указанными признаками:  
\_\_\_\_\_ (0,5 балла)

**3.2** Две чёрные самки мышей (самка 1 и самка 2) скрещены с коричневым самцом. Самка 1 принесла в нескольких помётах 24 чёрных и 26 коричневых потомков. Самка 2 – 31 чёрного потомка. От скрещивания коричневых мышей всегда рождаются коричневые потомки. Как наследуется данный признак? Определите генотипы самки 1, самки 2 и самца.

Тип взаимодействия аллелей – \_\_\_\_\_ (0,25 балла)

Генотип самки 1 – \_\_\_\_\_ (0,25 балла)

Генотип самки 2 – \_\_\_\_\_ (0,25 балла)

Генотип самца – \_\_\_\_\_ (0,25 балла)

**3.3** В формировании окраски цветов люцерны участвуют пигменты, которые кодируют аллели двух генов. Скрещивают растения люцерны с пурпурными цветами и растения люцерны с жёлтыми цветами (растения 1 и 2). В результате этого скрещивания в  $F_1$  все растения были с зелёными цветами (растения 3), а в  $F_2$  произошло расщепление – 315 растений с зелёными цветами, 105 – с пурпурными, 103 – с жёлтыми и 35 – с белыми (растения 4). Определите генотипы родительских форм (растения 1 и 2), генотип потомков в  $F_1$  (растения 3), а также потомков в  $F_2$ , с белыми цветами (растения 4).

Генотип растений 1 и 2 – \_\_\_\_\_ (0,5 балла)

Генотип растения 3 – \_\_\_\_\_ (0,25 балла)

Генотип растения 4 – \_\_\_\_\_ (0,25 балла)

**3.4** Женщина с группой крови А и нормальной свёртываемостью крови (здоровая) выходит замуж за здорового мужчину с группой крови В. От этого брака родилось два ребёнка: Витя – здоровый ребёнок с группой крови АВ и Глеб – гемофилик с группой крови А. Известно, что родители женщины были здоровые, мать имела группу крови 0, а отец АВ. У мужчины отец и мать

здоровы, группы крови А и В соответственно. Объясните, от кого из родителей Глеб унаследовал гемофилию. Определите генотипы отца, матери, Вити и Глеба.

*Условные обозначения –  $I^A$ ,  $I^B$ ,  $i^0$  – аллели, определяющие группу крови;  $H$  и  $h$  – аллели, определяющие развитие гемофилии*

**От кого унаследовано заболевание – \_\_\_\_\_ (0,2 балла)**

**Генотип отца – \_\_\_\_\_ (0,2 балла)**

**Генотип матери – \_\_\_\_\_ (0,2 балла)**

**Генотип Вити – \_\_\_\_\_ (0,2 балла)**

**Генотип Глеба – \_\_\_\_\_ (0,2 балла)**

**3.5** Астигматизм (А) и дневная слепота (В) – аутосомно-доминантные признаки. У отца астигматизм, у матери дневная слепота. Какие генотипы должны быть у родителей, чтобы у них была возможность рождения здоровых детей?

**Генотип отца – \_\_\_\_\_ (0,5 балла)**

**Генотип матери – \_\_\_\_\_ (0,5 балла)**

**3.6** У кроликов короткая шерсть доминирует над длинной (ангорской), а английский тип окраски (белая пятнистость) доминирует над одноцветной окраской. Скрещивают чистые линии короткошёрстных кроликов английской окраски с ангорскими одноцветными кроликами. Потомков F1 от этого скрещивания (все короткошёрстные с английской окраской) скрещивают с ангорскими одноцветными. В результате в потомстве кроликов получено следующее расщепление по фенотипу:

61 – короткошёрстные с английским типом окраски,

10 – короткошёрстные с одноцветной окраской,

11 – ангорские с английским типом окраски,

58 – ангорские с одноцветной окраской.

Определите характер наследования признаков. Каково расстояние между генами?

**Характер наследования – \_\_\_\_\_ (0,5 балла)**

**Расстояние между генами – \_\_\_\_\_ (0,5 балла)**

## ЗАДАНИЕ 4

### Селекция и видообразование (6 баллов)

В селекции плодовых и ягодных культур часто используется явление полиплоидии, оказавшее значительное влияние на эволюцию этих групп растений.

Для всех родов плодовых и ягодных растений свойственно определённое минимальное или основное число хромосом (обозначается  $x$ ). В геноме каждого растения имеется гаплоидный набор хромосом – число хромосом в гаметах (обозначается  $n$ ).

**4.1** Белорусскими учёными выведен фертильный аллотетраплоид ( $2/n = 4x = 48$ ) *V. uliginosum* (голубика топяная)  $\times$  *V. vitis-idaea*. (брусники), где исходные виды были представлены тетраплоидами. Растения гибрида были получены путём скрещивания аборигенной голубики топяной (лесной экобиоморф) и брусники, интродуцированной в Белорусском Полесье из естественной флоры региона Колымской возвышенности (Россия, Магаданская область). Попытки формообразования с использованием диплоидной брусники, произрастающей в умеренных широтах Европейского континента (Беларусь) и являющихся диплоидными, были неудачными.

#### Определите:

– Какое количество хромосом содержится в гаметах у получившегося гибрида?

**Ответ:** \_\_\_\_\_ (0,25 балла)

– Какое количество хромосом содержится в гаметах у брусники, интродуцированной в Беларусь из России? **Ответ:** \_\_\_\_\_ (0,25 балла)

– Какое количество хромосом содержится в гаметах у аборигенной для Беларуси брусники? **Ответ:** \_\_\_\_\_ (0,25 балла)

**4.2** Проводится анализ наследования признаков у разных форм брусники, описанных в предыдущем примере.

Определите, какие гаметы и в каком соотношении будут образовываться у диплоидной формы брусники, гетерозиготной по одному признаку ( $Aa$ )?

**Ответ:** \_\_\_\_\_ (0,25 балла)

При самоопылении этого растения, сколько разных генотипических классов и в каком соотношении будет получено в  $F_2$ ?

**Ответ:** \_\_\_\_\_ (0,25 балла)

Каково будет соотношение фенотипов (доминантный:рецессивный) в  $F_2$  при самоопылении этих растений при условии полного доминирования?

**Ответ:** \_\_\_\_\_ (0,25 балла)

Определите, какие гаметы и в каком соотношении будут образовываться у тетраплоидной формы брусники, гетерозиготной по одному признаку (AAaa)?

Ответ: \_\_\_\_\_ (1,5 балла)

При самоопылении этого растения, сколько разных генотипических классов будет получено в F<sub>2</sub>?

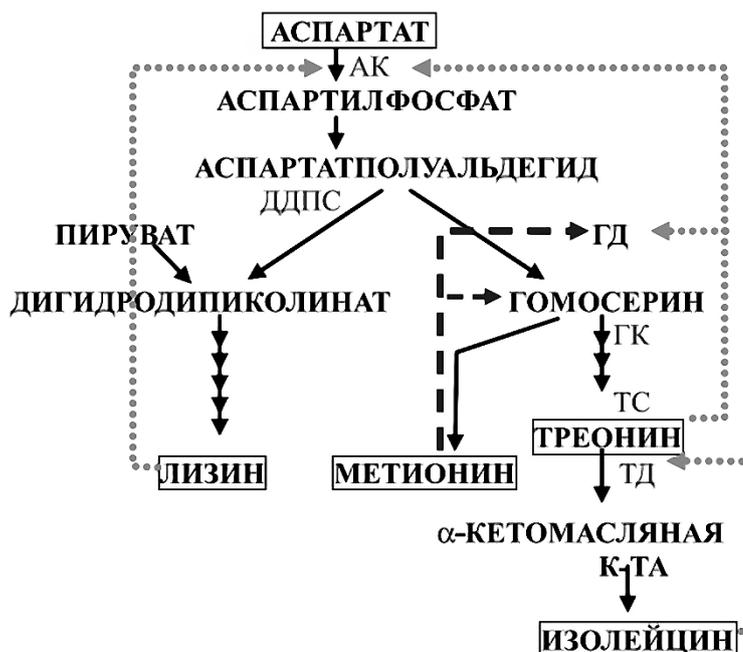
Ответ: \_\_\_\_\_ (2 балла)

Каково будет соотношение фенотипов (доминантный:рецессивный) в F<sub>2</sub> при самоопылении этих растений при условии полного доминирования?

Ответ: \_\_\_\_\_ (1 балл)

### ЗАДАНИЕ 5 Биотехнология (6 баллов)

На рисунке представлена схема регуляции биосинтеза аминокислот лизина, треонина и изолейцина у бактерий *Brevibacterium flavum*:



АК – аспараткиназа; ДДПС – дигидродипиколинатсинтаза;

ГД – гомосериндегидрогеназа; ГК – гомосеринкиназа;

ТС – треонинсинтаза; ТД – треониндезаминаза

.....→ – ингибирование

- -> – репрессия\*

\* – Ингибирование конечным продуктом (ретроингибирование) – взаимодействие фермента с конечным продуктом цепи биосинтеза, находящимся в среде в избытке. Это взаимодействие приводит к инактивации фермента и прекращению биосинтеза конечного продукта.

\*\* – Репрессия конечным продуктом – накопление конечного продукта в среде блокирует синтез новых молекул фермента, необходимых для функционирования пути биосинтеза.

Для получения штаммов, способных к сверхсинтезу аминокислот используют различные мутации:

– Получение аналогорезистентных мутантов. Токсические аналоги аминокислоты, способны взаимодействовать с ферментами биосинтетического пути и ингибировать синтез конечного продукта (целевой аминокислоты), однако они не могут заменить данную аминокислоту функционально. Поэтому на минимальной среде, содержащей аналог аминокислоты, выживают и растут лишь те мутанты, у которых нарушена негативная регуляция ее биосинтеза, что приводит к его сверхсинтезу.

– Получение регуляторных мутантов – мутантов с нарушением регуляции синтеза ферментов; их функцией является синтез конститутивных ферментов.

– Получение ауксотрофных мутаций. Нарушая путь синтеза какого-либо метаболита, ауксотрофная мутация может повысить выход целевого продукта за счёт перераспределения потока общих предшественников в разветвлённых путях биосинтеза.

Ниже приведен перечень возможных мутаций, которые блокируют или дерегулируют различные участки этого биосинтетического пути.

- 1) мутанты, ауксотрофные по гомосерину с отсутствием активности гомосериндегидрогеназы (ГД);
- 2) мутации, вызывающие снятие ретроингибирования гомосериндегидрогеназы (ГД);
- 3) мутанты, резистентные к аналогам треонина;
- 4) ауксотрофные мутанты, не синтезирующие лизин;
- 5) аналогорезистентные мутанты, у которых аспараткиназа (АК) не чувствительна к ретроингибированию;
- 6) ауксотрофные мутации, блокирующие треониндегидрогеназу (ТД);
- 7) мутанты резистентные к аналогам треонина и изолейцина;
- 8) мутанты с низкой активностью гомосериндегидрогеназы (ГД);
- 9) мутации, вызывающие снятие репрессии ГД.

Укажите номера мутаций, которые позволят получить продуцентов следующих аминокислот:

**Лизина – \_\_\_\_\_ (по 0,6 балла за каждую)**

**Треонина – \_\_\_\_\_ (по 0,6 балла за каждую)**

**Изолейцина – \_\_\_\_\_ (по 0,6 балла за каждую)**