

Выполнение заданий линии 27 в ЕГЭ по биологии

Ломова Лариса Анатольевна,
доцент кафедры естественных наук СУНЦ НГУ

25.09.2025 г.

Линия 27 в КИМ 2026 г. будет представлена тремя сюжетами.

Сюжет 1 (Клеточное деление)

Сюжет 2 (Молекулярная биология)

Сюжет 3 (Закон Харди-Вайнберга)

Закон Харди-Вайнберга

Аллели **A** и **a**; генотипы **AA**, **Aa**, **aa**

Число особей в популяции **N**

Число особей с генотипом **AA** **N_{AA}**

Число особей с генотипом **Aa** **N_{Aa}**

Число особей с генотипом **aa** **N_{aa}**

$$N_{AA} + N_{Aa} + N_{aa} = N$$

Частота генотипа **AA**

$$P(AA) = N_{AA}/N$$

Частота генотипа **Aa**

$$H(Aa) = N_{Aa}/N$$

Частота генотипа **aa**

$$Q(aa) = N_{aa}/N$$

$$P(AA) + H(Aa) + Q(aa) = 1$$

Частота аллеля **A** $p(\mathbf{A})$

Частота аллеля **a** $q(\mathbf{a})$

$$p(\mathbf{A}) + q(\mathbf{a}) = 1$$

В равновесной популяции выполняется закон Харди-Вайнберга

Частота генотипа **AA** $P(\mathbf{AA}) = p^2(\mathbf{A})$

Частота генотипа **Aa** $H(\mathbf{Aa}) = 2p(\mathbf{A})q(\mathbf{a})$

Частота генотипа **aa** $Q(\mathbf{aa}) = q^2(\mathbf{a})$

$$(p+q)^2 = p^2 + 2pq + q^2$$

Поликистоз - моногенное заболевание почек, возникающее в результате мутации в гене PKHD1, наследующееся по аутосомно-рецессивному типу.

Частота встречаемости заболевания в равновесной популяции человека составляет 1:2000.

Рассчитайте частоты мутантных и нормальных аллелей, частоты всех фенотипов в данной популяции.

Поясните ход решения.

Какой эволюционный фактор может приводить к снижению доли рецессивных гомозигот во всей человеческой популяции?

При расчетах округляйте значения до четырех знаков после запятой.

- 1) частота рецессивных гомозигот составляет: $q^2 = 1/2000 = 0,0005$ (aa);
- 2) частота мутантного аллеля (q) составляет: $q = \sqrt{0,0005} = 0,0224$;
- 3) частота нормального аллеля (p) в популяции составляет: $p = 1 - q = 0,9776$;
- 4) частота нормального фенотипа составляет: $1 - q^2 = 0,9995$

ИЛИ

- 4) частота нормального фенотипа составляет: $p^2 + 2pq = 0,9776^2 + 2 \cdot 0,9776 \cdot 0,0224 = 0,9557 + 0,0438 = 0,9995$;
- 5) нормальный фенотип представлен доминантными гомозиготами (AA) и гетерозиготами (Aa);
- 6) естественный отбор.

Поликистозная болезнь почек - моногенное заболевание, возникающее в результате мутации в гене PKHD1, наследующееся по аутосомно-рецессивному типу.

У японцев заболевание встречается в среднем 1 раз на 4000 рождений.

При этом частота мутантного аллеля во всей человеческой популяции составляет 0,0224.

Рассчитайте равновесные частоты мутантного и нормального фенотипов во всей человеческой популяции, а также частоту мутантного аллеля и фенотипа среди японцев.

Поясните ход решения.

Какой эволюционный фактор приводит к наблюдаемому различию частот мутантного аллеля?

При расчетах округляйте значения до четырех знаков после запятой.

1) равновесная частота мутантного фенотипа (aa) составляет:
 $q^2 = 0,02242 = 0,0005;$

2) равновесная частота нормального фенотипа составляет:
 $1 - q^2 = 0,9995$

ИЛИ

2) равновесная частота нормального фенотипа составляет:
 $p^2 + 2pq = 0,97762 + 2 \cdot 0,9776 \cdot 0,0224 = 0,9557 + 0,0438 = 0,9995;$

3) нормальный фенотип представлен доминантными гомозиготами (AA) и гетерозиготами (Aa);

4) частота мутантного фенотипа (aa) в японской популяции составляет: $1/4000 = 0,0003;$

5) частота мутантного аллеля (q) среди японцев составляет:
 $Q = \sqrt{0,0003} = 0,0173;$

6) дрейф генов (эффект основателя; изоляция).

Окраска цвета у волнистого попугая (*Melopsittacus undulatus*) контролируется одним геном.

Доминантные гомозиготы имеют голубой цвет; рецессивные гомозиготы - желтый. Гетерозиготы имеют промежуточную окраску.

В равновесной популяции волнистых попугайчиков на 1000 особей приходится 35 желтых.

Популяция попала в новые условия, в которых в результате интенсивного отлова хищниками погибло 50% голубых особей.

Рассчитайте частоту особей с голубой окраской и частоты аллелей в изначальной популяции,

а также частоты всех фенотипов в популяциях. Поясните ход решения. При расчетах округляйте значения до четвертого знака после запятой.

- 1) частота рецессивных гомозигот (aa; особей с желтой окраской) в изначальной популяции составляет $35/1000 = 0,035$;
- 2) частота рецессивного аллеля (a) в изначальной популяции составляет:
 $q = \sqrt{0,035} = 0,1871$;
- 3) частота доминантного аллеля (A) в изначальной популяции составляет:
 $p = 1 - 0,1871 = 0,8129$;
- 4) частота доминантных гомозигот (AA; особей с голубой окраской) в изначальной популяции составляет $0,8129^2 = 0,6608$;
- 5) после гибели 50% голубых особей в популяции осталось 0,6696 особей (66,96%; $0,6696 = 1 - 0,6608 \cdot 0,5$);
- 6) частота фенотипов (генотипов) сразу после гибели 50% доминантных гомозигот у голубых особей: $0,3304/0,6696 = 0,4934$;
- 7) частота фенотипов (генотипов) сразу после гибели 50% доминантных гомозигот у особей с промежуточной окраской: $0,3042/0,6696 = 0,4543$;
- 8) частота фенотипов (генотипов) сразу после гибели 50% доминантных гомозигот у особей с желтой окраской: $0,035/0,6696 = 0,0523$ (ИЛИ $1 - 0,4934 - 0,4543 = 0,0523$).

Генетический код

Таблицы

(иРНК от 5' к 3' - концу)

Первая буква в кодоне	Вторая буква в кодоне				Третья буква в кодоне
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	STOP	STOP	А
	Лей	Сер	STOP	Трп	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	Арг	Г
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет (START)	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

В линии 27 при решении задач с использованием генетического кода при написании последовательности нуклеотидов во фрагментах молекул ДНК, иРНК допускается запись через тире между триплетами или нуклеотидами, так как это соответствует связи нуклеотидов между собой в единую цепь. **Триплеты ДНК и кодоны иРНК могут записываться в виде сплошной последовательности или через тире между триплетами или нуклеотидами.**

Ошибкой считается запись антикодонов разных молекул тРНК через тире между триплетами, что означает связывание их в единую цепь. Это свидетельствует о непонимании участником экзамена того, что антикодоны принадлежат разным молекулам тРНК и не связаны в единую цепь. За такую ошибку снимается 1 балл. **Антикодоны разных молекул тРНК записываются через запятую (точку с запятой).**

Во фрагменте молекулы полипептида **аминокислоты должны быть соединены друг с другом тире**, так как являются единой цепью.

При написании нуклеиновых кислот нужно указывать направление цепи.

Отсутствие пояснения не дает возможность выставить высший балл.

Сюжеты по молекулярной биологии на ЕГЭ 2025 г.

- определение открытой рамки считывания (ОРС)
- сдвиг рамки считывания
- палиндромы
- поиск кодирующей цепи
- выбор матричной цепи, на которой в ОРС присутствует определенная (заданная в условии) аминокислота

Известно, что синтез нуклеиновых кислот начинается с 5' конца.

Рибосома движется по иРНК в направлении от 5' к 3' концу.

Информационная РНК, транскрибируемая с гена, имеет кодирующую и не кодирующую области.

Кодирующая область иРНК называется открытой рамкой считывания.

В цепи РНК и ДНК могут иметься специальные комплементарные участки, благодаря которому у молекулы может возникать вторичная структура.

Фрагмент начала гена имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя — цепь матричная (транскрибируемая)):

5'-ГЦТАТГААТГЦГТАГТААГЦАТГЦ-3'

3'-ЦГАТАЦТТАЦГЦАТЦАТТЦГТАЦГ-5'

Определите верный фрагмент открытой рамки считывания и найдите последовательность аминокислот во фрагменте начала полипептидной цепи. При ответе учитывайте, что полипептидная цепь начинается с аминокислоты **мет**. Известно, что итоговый полипептид, кодируемый этим геном, имеет длину более четырех аминокислот.

- 1) последовательность иРНК: 5'-ГЦУАУГААУГЦГУАГУААГЦАУГЦ-3';
- 2) аминокислоте мет соответствует кодон 5'-АУГ-3' (АУГ);
- 3) таких кодонов два, синтез начинается со второго кодона 5'-АУГ-3' (с 8-го нуклеотида);
- 4) при синтезе с первого кодона 5'-АУГ-3' (АУГ) полипептид обрывается (в рамке считывания присутствует стоп-кодон);
- 5) фрагмент открытой рамки считывания: 5'-АУГЦГУАГУААГЦАУГЦ-3';
- 6) последовательность полипептида: мет-арг-сер-лиз-гис.

Если на иРНК указан верный старт-кодон (с которого начинается верная рамка считывания), то третий элемент засчитывается как верный.

Фрагмент начала гена имеет следующую последовательность нуклеотидов.

5'-ЦГАТГЦГЦГТАТЦГЦАТТТАЦГАГЦ-3'
3'-ГЦТАЦГЦГЦАТАГЦГТАААТГЦТЦГ-5'

Определите последовательность аминокислот начала полипептида, если синтез начинается с аминокислоты МЕТ. Известно, что кодируемый фрагмент полипептида содержит аминокислоту АЛА. Поясните ход решения.

Способ 1.

- 1) если матричная цепь нижняя (смысловая цепь верхняя), то последовательность иРНК: 5'-ЦГАУГЦГЦГУАУЦГЦАУУУАЦГАГЦ-3';
- 2) аминокислоте мет соответствует кодон 5'-АУГ-3' (АУГ);
- 3) открытая рамка считывания:
5'-АУГЦГЦГУАУЦГЦАУУУАЦГАГЦ-3' (*или обозначена и подписана на иРНК*);
- 4) данная рамка считывания не содержит кодонов, кодирующих аминокислоту ала (кодонав ГЦУ, ГЦЦ, ГЦА или ГЦГ; *кодона указывать не обязательно*);
- 5) если матричная цепь верхняя (смысловая цепь нижняя), то последовательность иРНК:
3'-ГЦУАЦГЦГЦАУАГЦГУАААУГЦУЦГ-5'
ИЛИ
5'-ГЦУЦГУАААУГЦГАУАЦГЦГЦАУЦГ-3';
- 6) открытая рамка считывания: 5'-АУГЦГАУАЦГЦГЦАУЦГ-3' (*или обозначена и подписана на иРНК*);
- 7) фрагмент полипептида: мет-арг-тир-ала-гис.

Способ 2.

- 1) аминокислоте мет соответствует кодон 5'-АУГ-3' (АУГ) и, соответственно, триплет на матричной цепи ДНК 3'-ТАЦ-5' (ЦАТ);
- 2) такой триплет присутствует в обеих цепях ДНК;
- 3) аминокислоте ала соответствует кодон иРНК 5'-5'-ГЦ-3' и, соответственно, триплет на матричной цепи ДНК 3'-ЦГ-5', (5'-ГЦ-3')
- 4) такой триплет присутствует только на верхней цепи ДНК;
- 5) следовательно, верхняя цепь матричная;
- 6) открытая рамка считывания иРНК: 5'-АУГЦГАУАЦГЦГАУЦГ-3' *(может быть указана полная иРНК, на которой отмечена рамка считывания)*;
- 7) фрагмент полипептида: мет-арг-тир-ала-гис.

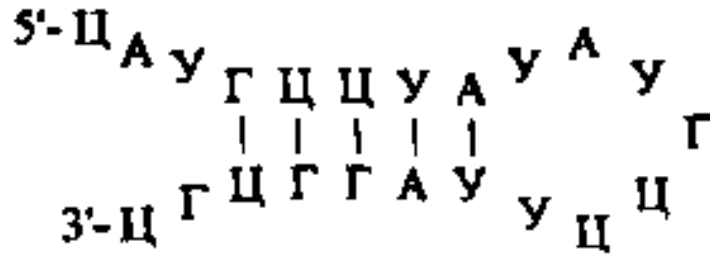
Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь матричная (транскрибируемая)).

5'-ЦАТГЦЦТАТАТГЦЦТТАГГЦГЦ-3'
3'-ГТАЦГГАТАТАЦГГААТЦЦГЦГ-5'

Определите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте. Установите вторичную структуру этого фрагмента тРНК. Определите аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если антикодон равноудален от концов комплементарных участков цепи. Поясните ход решения.

1) нуклеотидная последовательность участка тРНК:
5'-ЦАУГЦЦУАУАУГЦЦУУАГГЦГЦ-3';

2) вторичная структура тРНК:



3) нуклеотидная последовательность антикодона в тРНК: 5'-УГЦ-3' (УГЦ) (или выделен и подписан на тРНК);

5) антикодон соответствует кодону на иРНК 5'-ГЦА-3' (ГЦА);

6) данная тРНК будет переносить аминокислоту ала (аланин).

Возможны другие варианты изображения шпильчатой структуры, но важно, чтобы участник экзамена указал на схеме комплементарно спаренные нуклеотиды. Указание количества водородных связей между нуклеотидами не обязательно, способ обозначения водородных связей не важен.

У бактерии имеются специфические транспортно-матричные РНК (тмРНК). В тмРНК есть шпилечная структура, образованная комплементарными участками РНК, которая позволяет ей попадать в рибосому. После шпильки через несколько нуклеотидов располагается открытая рамка считывания, которая начинается с аланинового кодона. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок тмРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя) цепь матричная):

5'-ЦАГААТТЦЦТГЦАГААТТЦААГЦАТТЦААЦТЦГГТ-3'
3'-ГТЦТТААГГАЦГТЦТТААГТТЦГТААГТТГАГЦЦА-5'

Установите нуклеотидную последовательность участка тмРНК, который синтезируется на данном фрагменте.

Найдите на данном участке комплементарные участки и установите вторичную структуру участка тмРНК.

Установите последовательность начала открытой рамки считывания на данном участке тмРНК.

Какая последовательность полипептида кодируется данным фрагментом тмРНК? Ответ поясните.

1) нуклеотидная последовательность участка тмРНК:
5'-ЦАГААУУЦЦУГЦАГААУУЦААГЦАУУЦААЦУЦГГУ-3';

2) вторичная структура тмРНК:

3) открытая рамка считывания: 5'-ГЦАУУЦААЦУЦГГУ-3' (*или указана и подписана в последовательности тмРНК или на вторичной структуре*);

4) открытая рамка начинается с кодона 5'-ГЦА-3' (ГЦА) (кодирующего аланин (ала)) (*или указана и подписана в последовательности тмРНК или на вторичной структуре*);

5) последовательность полипептида: ала-фен-асн-сер.

Молекулы тРНК, несущие соответствующие антикодоны, входят в рибосому в следующем порядке (антикодоны указаны в направлении от 5' к 3' концу):

ГЦА, УГЦ, ЦАГ, УЦЦ, АУЦ

Определите последовательность смысловой и транскрибируемой цепей ДНК, иРНК

и аминокислот в молекуле синтезируемого фрагмента белка.

Поясните ход решения.

1) нуклеотидная последовательность участка иРНК:
5'-УГЦГЦАЦУГГГАГАУ-3';

2) по таблице генетического кода находим последовательность
белка: цис-ала-лей-гли-асп;

3) по иРНК определяем молекулу ДНК:

5'-ТГЦГЦАЦТГГГАГАТ-3'
3'-АЦГЦГТГАЦЦЦТЦТА-5';

4) верхняя цепь молекулы ДНК смысловая (нижняя
транскрибируемая).

При написании нуклеиновых кислот обязательно должны быть указаны концы. Для молекулы ДНК должны быть указаны последовательности обеих цепей.

Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5' концу в одной цепи соответствует 3'конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5' конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5' к 3' концу.

Ретровирус в качестве генома содержит молекулу РНК. При заражении клетки он создаёт ДНК-копию своего генома и встраивает её в геном клетки-мишени. Фрагмент генома ретровируса имеет следующую последовательность:

5'-АЦГУАУГЦУАГАУГЦ-3'

Определите последовательность фрагмента ДНК-копии, которая будет встроена в геном клетки-мишени.

Определите последовательность фрагмента белка, синтезируемого на данном фрагменте ДНК-копии, если цепь, комплементарная исходной молекуле РНК, будет служить матрицей для синтеза иРНК.

Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

Схема решения задачи включает:

1) последовательность первой цепи ДНК,
комплементарной вирусной РНК:

3'- -5';

2) последовательность второй цепи ДНК,
комплементарной первой:

5'- -3';

3) последовательность иРНК, комплементарной первой
цепи ДНК: 5'- -3';

4) последовательность аминокислот в полипептиде:

.....

Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5' концу в одной цепи соответствует 3'конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5' конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5' к 3' концу.

Фрагмент гена имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь матричная, транскрибируемая):

5'-АТТЦГГАТЦГГЦАТТ-3'

3'-ТААГЦЦТАГЦЦГТАА-5'

В результате точечной мутации вторая аминокислота во фрагменте полипептида заменилась на аминокислоту Гли.

Определите аминокислоту, которая кодировалась до мутации, а также последовательность ДНК после мутации. Объясните последовательность своих действий. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода.

Благодаря какому свойству генетического кода данный фрагмент ДНК будет кодировать одинаковый фрагмент белка и в клетках растений, и в клетках животных?

Ответ поясните. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

Содержание верного ответа и указания к оцениванию
(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его
смысла)

Схема решения задачи включает:

- 1) второй триплет матричной цепи ДНК: 3'-ГЦЦ-5'(5'-ЦЦГ-3');
- 2) кодон иРНК: ЦГГ (5'- 3');
- 3) до мутации – аминокислота Арг;
- 4) аминокислоте Гли соответствует кодон ГГГ;
- 5) ДНК после мутации будет иметь последовательность
5'-АТТГГГАТЦГГЦАТТ-3'
3'-ТААЦЦЦТАГЦЦГТАА-5';
- 6) свойство генетического кода – универсальность:
генетический код одинаков у всех живых организмов.

*Приведение в ответе множества триплетов должно считаться ошибкой
(не засчитывается второй элемент ответа), так как в задании указано,
что мутация точечная.*

Фрагмент начала гена имеет следующую последовательность нуклеотидов (верхняя цепь — смысловая, нижняя — транскрибируемая):

5' – А Т Ц А Т Г Т А Т Г Г Ц Т А Г А Г Ц Т А Т Т – 3'

3' – Т А Г Т А Ц А Т А Ц Ц Г А Т Ц Т Ц Г А Т А А – 5'

Определите последовательность аминокислот во фрагменте начала полипептидной цепи, объясните последовательность решения задачи. При ответе учитывайте, что полипептидная цепь начинается с аминокислоты **мет**. Известно, что **итоговый фрагмент полипептида, кодируемый этим геном, имеет длину более четырех аминокислот**. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

Схема решения задачи включает:

1) последовательность иРНК:

5'- А У Ц А У Г У А У Г Г Ц У А Г А Г Ц У А У У - 3';

2) аминокислоте Мет соответствует кодон **5'-АУГ-3'** (АУГ);

3) при синтезе с первого кодона **5'-АУГ-3'** фрагмент полипептида обрывается (в рамке считывания присутствует стоп-кодон УАГ);

4) синтез фрагмента полипептида начинается со второго кодона **5'-АУГ-3'** (с **восьмого** нуклеотида (А) от 5'-конца на иРНК) ;

5) последовательность аминокислот в полипептиде:
(N-конец) мет-ала-арг-ала-иле (С-конец).

Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5' концу одной цепи соответствует 3' конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5' конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5' к 3' концу. Ген имеет кодирующую и некодирующую области.

Фрагмент **начала гена** имеет следующую последовательность нуклеотидов:

5'-ЦААТАТГЦГЦГГТАТТАТАГАГ-3'

3'-ГТТАТАЦГЦГЦЦАТААТАТЦТЦ-5'

Определите последовательность аминокислот начала полипептида, если синтез начинается с аминокислоты **Мет**.

Объясните последовательность решения задачи.

Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

- 1) аминокислоте МЕТ соответствует кодон 5'-АУГ-3' (АУГ);
- 2) комплементарный триплет на ДНК - 3'-ТАЦ-5' (5'-ЦАТ-3', ТАЦ);
- 3) такой триплет встречается на нижней цепи ДНК, значит, она является матричной (транскрибируемой);

ИЛИ

- 2) этому триплету соответствует триплет 5'-АТГ-3' (АТГ) на ДНК;
- 3) такой триплет обнаруживается на верхней цепи ДНК, значит, нижняя цепь матричная (транскрибируемая);
- 4) последовательность иРНК: 5'-ЦААУАУГЦГЦГГУАУУАУАГАГ-3'
- 5) фрагмент полипептида: мет-арг-гли-иле-иле-глу

Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5' концу одной цепи соответствует 3' конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5' конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5' к 3' концу. Ген имеет кодирующую и некодирующую области. Кодирующая область гена называется открытой рамкой считывания.

Фрагмент **конца гена** имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь матричная (транскрибируемая)):

5'-ААГЦГЦТААТАГЦАТАТТАГАГЦТА-3'

3'-ТТЦГЦГАТТАТЦГТАТААТЦТЦГАТ-5'

Определите верную открытую рамку считывания и найдите последовательность аминокислот во фрагменте конца полипептидной цепи. Известно, что конечная часть полипептида, кодируемая этим геном, имеет длину **более четырёх аминокислот**.

Объясните последовательность решения задачи.

Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи

1) последовательность иРНК:

5'-ААГЦГЦУААУАГЦАУАУУАГАГЦУА-3';

2) в последовательности иРНК присутствует стоп-кодон 5'-УАГ-3' (УАГ);

3) по стоп-кодону находим открытую рамку считывания;

4) последовательность полипептида: ала-лей-иле-ала-тир.

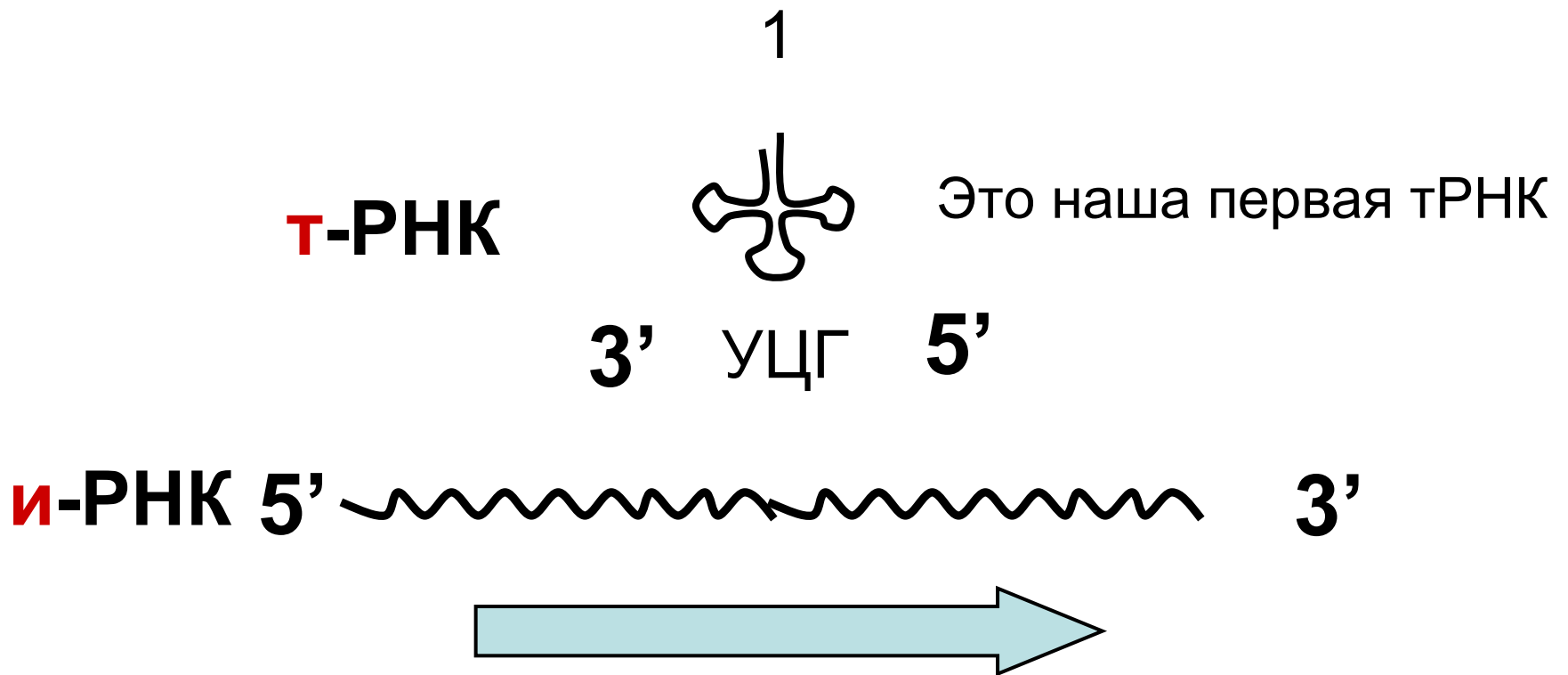
Задачи с т-РНК

Молекулы тРНК, несущие соответствующие антикодоны, входят в рибосому в следующем порядке: ГЦУ, АГЦ, УАА, ЦЦЦ (указаны антикодоны в направлении от 5' к 3' концу).

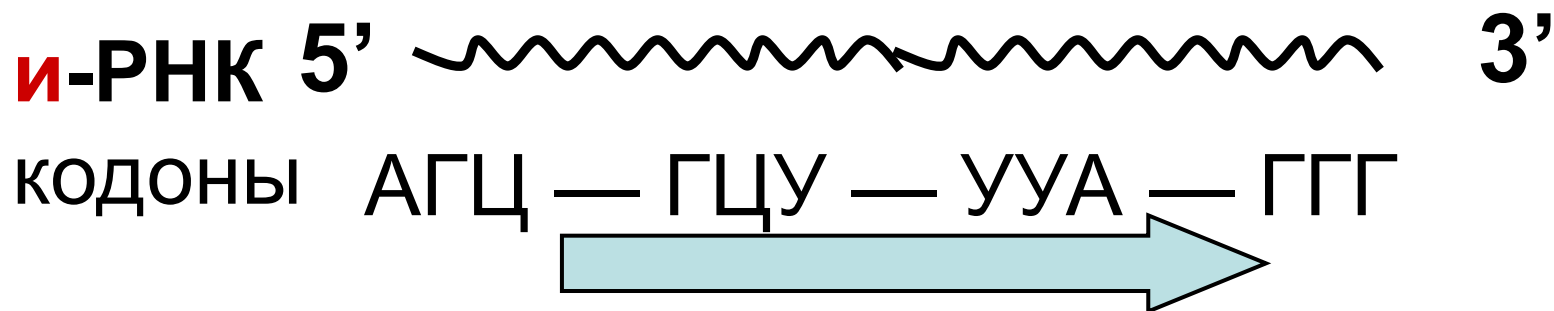
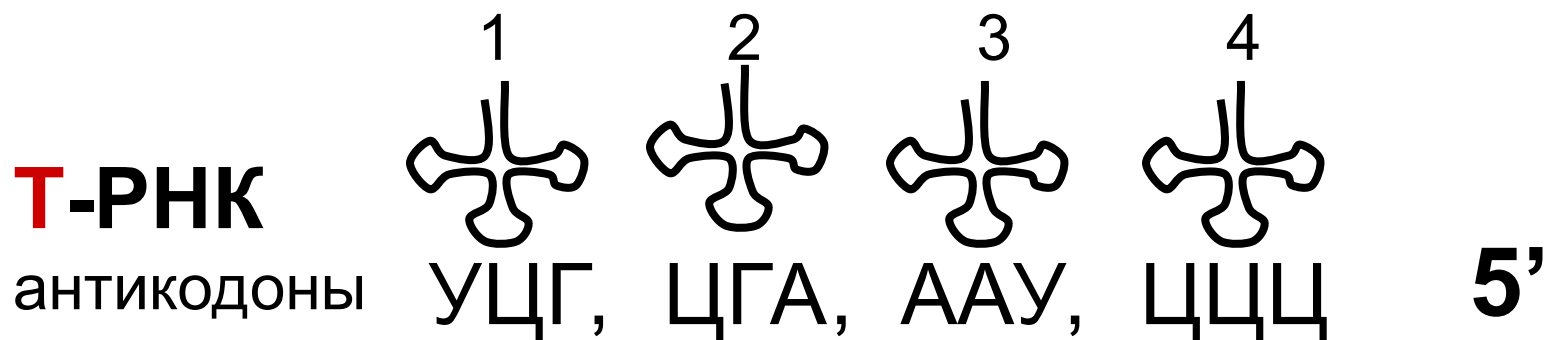
Определите последовательность нуклеотидов смысловой и транскрибируемой цепей ДНК, иРНК и аминокислот в молекуле синтезируемого фрагмента полипептида. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

Как изменится последовательность полипептида, если вместо тРНК с антикодоном 5'- АГЦ -3' с рибосомой свяжется тРНК, несущая антикодон 5'- УГЦ -3'? Ответ поясните.

Нарисуем трансляцию:



Записываем иРНК гена

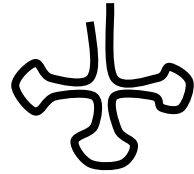


Сер — Ала - Лей - Гли

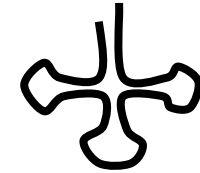
Белок

Находим по **кодонам**, а не
антикодонам!

Т-РНК



3' ЦГА 5'



3' ЦГУ 5'

И-РНК кодон

5' ГЦУ 3'

5' ГЦА 3'

Аминокислота

Ала

Ала

Последовательность полипептида не изменится

Задачи с ГЕНАМИ т-РНК

Известно, что все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли **тРНК**, имеет следующую последовательность нуклеотидов (верхняя цепь смысловая, нижняя транскрибируемая):

5' – Ц Г А А Г Г Т Г А Ц А А Т Г Т – 3'

3' – Г Ц Т Т Ц Ц А Ц Т Г Т Т А Ц А – 5'

Установите нуклеотидную последовательность участка **тРНК**, который синтезируется на данном фрагменте, обозначьте 5' и 3' концы этого фрагмента и определите **аминокислоту**, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если третий триплет с 5' конца соответствует антикодону тРНК. Ответ поясните.

РЕШЕНИЕ

ДНК смысловая 5' – Ц Г А А Г Г Т Г А Ц А А Т Г Т – 3'
ДНК матр 3' – Г Ц Т Т Ц Ц А Ц Т Г Т Т А Ц А – 5'

Т-РНК

РЕШЕНИЕ

ДНК смысловая 5' – Ц Г А А Г Г Т Г А Ц А А Т Г Т – 3'

ДНК матр 3' – Г Ц Т Т Ц Ц А Ц Т Г Т Т А Ц А –

5'

т-РНК

5' – Ц Г А А Г Г У Г А Ц А А У Г У – 3'

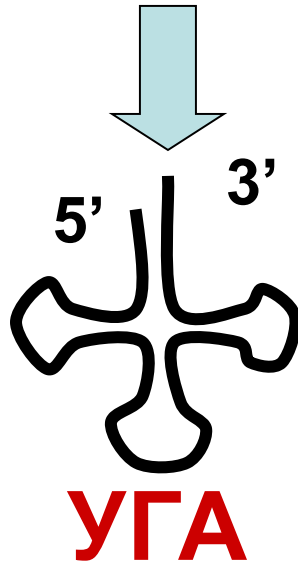
Третий триплет с 5' конца соответствует
антикодону тРНК

РЕШЕНИЕ

т-РНК

5' – Ц Г А А Г Г **У Г А** Ц А А У Г У – 3'

антикодон



Вот такая молекула
синтезируется по этому гену.

Это НЕ ген белка, а ген
тРНК !

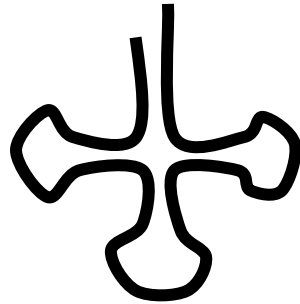
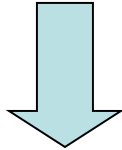
При синтезе белка она будет много раз входить в
рибосому и вставать на разные мРНК

РЕШЕНИЕ

т-РНК

5' – Ц Г А А Г Г **У Г А** Ц А А У Г У – 3'

антикодон



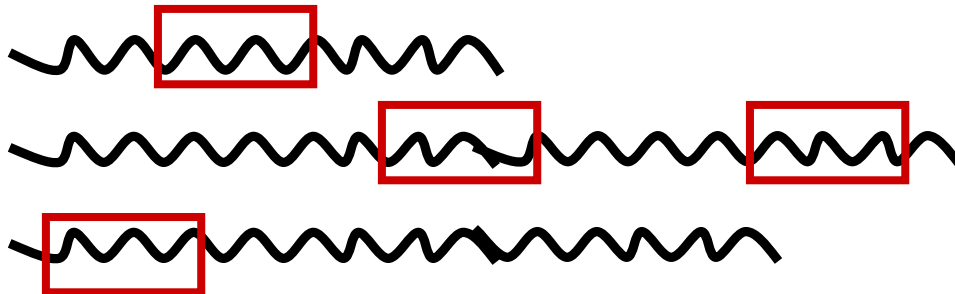
УГА

Вот такая молекула
синтезируется по этому гену.

Это НЕ ген белка, а ген
тРНК !

и-РНК

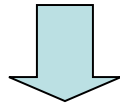
(много
разных)



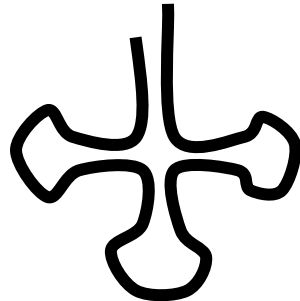
РЕШЕНИЕ

т-РНК

5' – Ц Г А А Г Г **У Г А** Ц А А У Г У – 3'



антикодон



т-РНК

5' **УГА** 3'

и-РНК

(много
разных)



3' **АЦУ** 5'

Кодон в и-РНК

Обратите внимание на концы!

Какой **кодон** (мРНК) вы будете искать в
таблице кода?

Первая буква в кодоне	Вторая буква в кодоне				Третья буква в кодоне
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	STOP	STOP	А
	Лей	Сер	STOP	Трп	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	Арг	Г
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет (START)	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

ОТВЕТ

Кодон в и-РНК 5' **УЦА** 3'

Потому что в таблице кодоны записаны
в направлении 5' - 3'

По таблице кода УЦА – **серин**

Ответ задачи:

Эта тРНК переносит аминокислоту серин.

Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли **тРНК**, имеет следующую последовательность нуклеотидов (верхняя цепь смысловая, нижняя транскрибируемая):

5' – Ц Г А А Г Г Т Г А Ц А А Т Г Т – 3'

3' – Г Ц Т Т Ц Ц А Ц Т Г Т Т А Ц А – 5'

Установите нуклеотидную последовательность участка **тРНК**, который синтезируется на данном фрагменте, обозначьте 5' и 3' концы этого фрагмента.

Укажите, какой триплет является антикодоном, если данная тРНК переносит аминокислоту Вал.

Все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. В цепи РНК и ДНК могут иметься специальные комплементарные участки - палиндромы, благодаря которым у молекулы может возникать вторичная структура. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь - матричная):

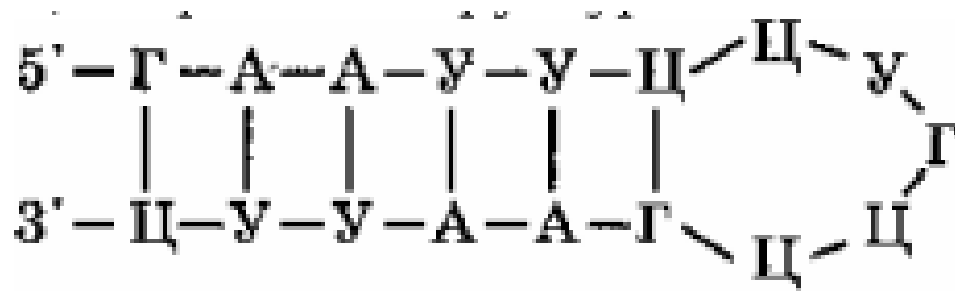
5'-ГААТТЦЦТГЦЦГААТТЦ-3'

3'-ЦТТААГГАЦГГЦТТААГ-5'

Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте. Найдите на данном участке палиндром и установите вторичную структуру центральной петли тРНК. Определите аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если антикодон равноудален от концов палиндрома. Объясните последовательность решения задачи. Для решения используйте таблицу генетического кода. При написании нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

Решение:

- 1) нуклеотидная последовательность участка тРНК: 5'-ГААУУЦЦУГЦЦГААУУЦ-3';
- 2) палиндром в последовательности: 5'-ГААУУЦ-3' (3'-ЦУУААГ-5')
- 3) вторичная структура тРНК:



- 4) нуклеотидная последовательность антикодона в тРНК 5'-УГЦ-3' (УГЦ) соответствует кодону на иРНК 3'-АЦГ-5' (5'-ГЦА-3', ГЦА);
- 5) по таблице генетического кода этому кодону соответствует аминокислота ала (аланин), которую будет переносить данная тРНК.

Допускается любой вариант изображения петли в элементе 3, но из изображения должно быть явно видно, какие участки тРНК комплементарны друг другу, а какой участок образует петлю.

**Количество хромосом и молекул
ДНК в разных фазах митоза и
мейоза, на разных стадиях
гаметогенеза.**

Хромосомный набор соматических клеток ячменя равен 14. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в клетках кончика корня в метафазе и конце телофазы митоза. Объясните все полученные результаты.

Схема решения задачи:

- 1) в метафазе митоза число хромосом — 14;*
- 2) в метафазе митоза число молекул ДНК — 28.*
- 3) в телофазе митоза в каждом ядре число хромосом — 14;*
- 4) в телофазе митоза в каждом ядре число молекул ДНК — 14.*
- 5) в метафазе хромосомы двухроматидные, так как перед началом деления произошла репликация ДНК*
- 6) в телофазе митоза хромосомы в ядрах однохроматидные, и число хромосом и ДНК одинаково.*

В соматических клетках собаки содержится 78 хромосом. Определите, какое число хромосом и молекул ДНК содержится в ядре при гаметогенезе непосредственно перед началом деления и в метафазе мейоза 1. Объясните полученные результаты. Охарактеризуйте поведение хромосом в метафазе мейоза 1.

Схема решения задачи:

- 1) перед началом деления число хромосом — 78;
- 2) перед началом деления число молекул ДНК — 156.
- 3) *перед началом деления молекулы ДНК удваиваются,*
- 4) *каждая хромосома состоит из двух сестринских хроматид, но число хромосом не меняется.*
- 5) в метафазе мейоза 1 число хромосом — 78;
- 6) в метафазе мейоза 1 число молекул ДНК — 156.
- 7) *в метафазе мейоза 1 число хромосом и молекул ДНК не меняется.*
- 8) пары гомологичных хромосом (бивалентов) располагаются в экваториальной зоне.

Пояснения про все фазы мейоза:

1) в профазе мейоза 1 число хромосом — $2n$, число молекул ДНК — $4c$, так как *перед началом деления молекулы ДНК удваиваются, каждая хромосома состоит из двух сестринских хроматид, но число хромосом не меняется.*

2) в метафазе мейоза 1 число хромосом — $2n$, число молекул ДНК — $4c$, так как *перед началом деления (см. выше), в профазе и метафазе мейоза 1 число хромосом и молекул ДНК не меняется.*

3) в анафазе мейоза I число хромосом — $2n$, число молекул ДНК — $4c$, так как *к полюсам клетки расходятся хромосомы, состоящие из двух хроматид, число хромосом не меняется.*

4) в конце телофазы мейоза 1 число хромосом — n , число молекул ДНК — $2c$, так как *мейоз — редукционное деление, поэтому число хромосом и число молекул ДНК уменьшается в 2 раза.*

5) в профазе мейоза 2 число хромосом — n , число молекул ДНК — $2n$, так как после первого редукционного деления мейоза число хромосом уменьшилось в 2 раза, в гаплоидном наборе хромосомы двуххроматидные

6) в метафазе мейоза 2 число хромосом — n , число молекул ДНК — $2n$, так как после первого редукционного деления мейоза число хромосом уменьшилось в 2 раза, в гаплоидном наборе хромосомы двуххроматидные, поэтому молекул ДНК в 2 раза больше, чем хромосом.

7) в анафазе мейоза 2 набор хромосом — $2n$, число ДНК — $2c$, так как после первого редукционного деления мейоза число хромосом гаплоидное, но хромосомы были двуххроматидным (число ДНК - $2c$), а в анафазе 2 к полюсам расходятся сестринские хроматиды (хромосомы), поэтому число хромосом равно числу ДНК

8) в конце телофазы мейоза 2 в каждом ядре набор хромосом — n , число ДНК — c , так как во втором делении мейоза расходятся сестринские хроматиды, поэтому число хромосом сохраняется, как после первого деления, а число ДНК уменьшается (по сравнению с началом мейоза 2) в 2 раза.

Общая масса всех молекул ДНК в 46 хромосомах одной соматической клетки человека составляет около $6 \cdot 10^{-9}$ мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в ядре клетки при овогенезе перед началом мейоза и после окончания мейоза. Объясните полученные результаты.

Схема решения задачи включает:

- 1) *перед началом мейоза общая масса ДНК равна:
 $2 \cdot 6 \cdot 10^{-9} = 12 \cdot 10^{-9}$ мг; после мейоза масса ДНК равна:
 $12 \cdot 10^{-9} : 4 = 3 \cdot 10^{-9}$ мг;*
- 2) *перед началом деления число ДНК удваивается, и масса увеличивается в 2 раза;*
- 3) *после окончания мейоза образуются 4 гаплоидные клетки, поэтому масса ДНК уменьшается*

В соматических клетках кролика содержится 44 хромосомы. Определите число хромосом и молекул ДНК в клетках его семенников при сперматогенезе в зоне размножения (в конце интерфазы) и в зоне созревания (в конце первого деления). Ответ обоснуйте. Какие процессы происходят в этих зонах?

Схема решения задачи включает:

- 1) в зоне размножения в конце интерфазы 44 хромосомы*
- 2) и 88 молекул ДНК;*
- 3) в зоне созревания в конце первого деления в клетках по 22 хромосомы*
- 4) и 44 молекулы ДНК;*
- 5) в зоне размножения клетки делятся **митозом**;*
- 6) число хромосом соответствует кариотипу организма (числу хромосом в соматических клетках),*
- 7) перед началом деления число молекул ДНК удваивается (хромосомы становятся двуххроматидными),*
- 8) в зоне созревания клетка делится **мейозом**;*
- 9) в конце первого деления число хромосом уменьшилось в 2 раза, так как это деление является редукционным (в дочерние клетки попадают гомологичные хромосомы);*
- 10) число ДНК также уменьшилось в 2 раза (хромосомы остаются двуххроматидными).*