

Новые задания линии 27 единого государственного экзамена

В 27-й линии ЕГЭ по биологии часто встречаются задания, связанные с синтезом белка. Для решения данных задач у учащихся должны быть сформированы следующие понятия:

- **Синтез белка** — это процесс, в котором информация, закодированная в ДНК, преобразуется в функциональные белки.

- **Рибосомы** - органеллы, которые связываются с иРНК и обеспечивают синтез белков.

- **иРНК** - копирует информацию о белке с ДНК и переносит ее из ядра к рибосоме.

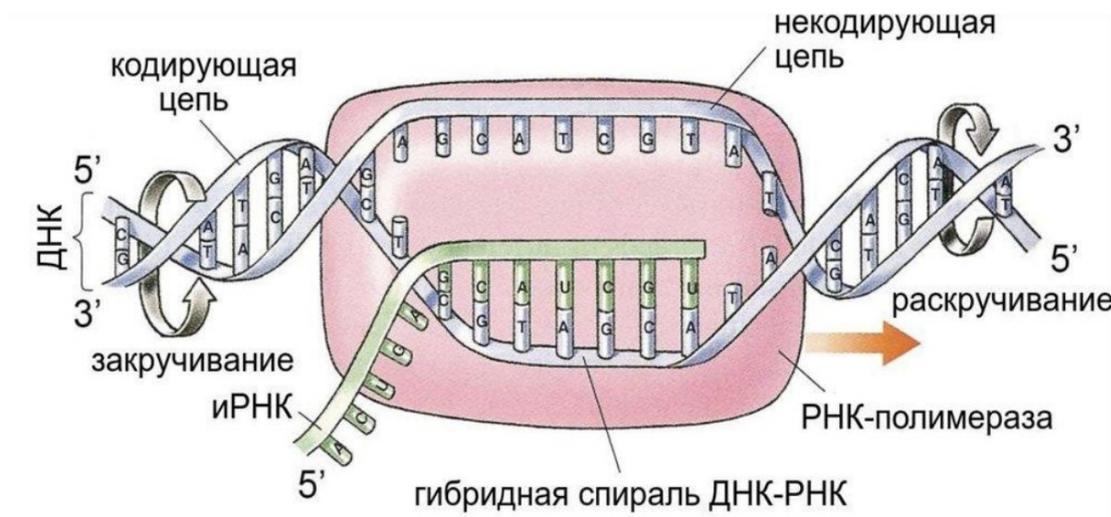
- **тРНК** - переносит аминокислоты к рибосомам, где осуществляется сборка белка.

- **Принцип комплементарности** - взаимодействие оснований, при котором они дополняют друг друга до определенной структуры, одинаковой для всех пар. Молекула ДНК состоит из двух полинуклеотидных цепей, соединенных между собой азотистыми основаниями. При этом аденин одной цепи всегда взаимодействует с тиминем в другой, и наоборот. Точно так же гуанин одной цепи всегда связан с цитозином в другой.

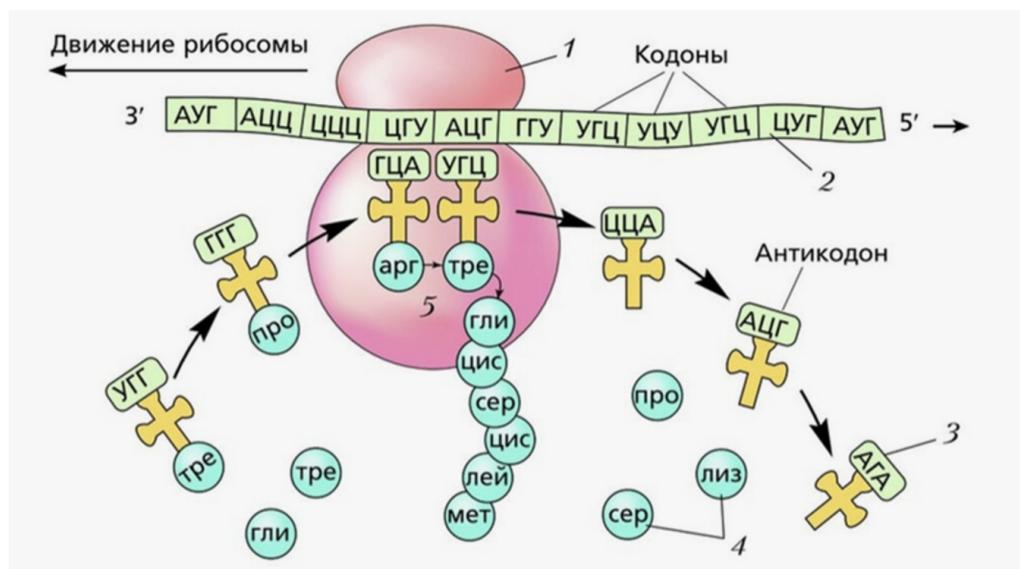
- **Принцип антипараллельности** - две цепи в одной молекуле ДНК расположены в противоположных направлениях - антипараллельно: одна нить имеет направление от 5' к 3', другая - от 3' к 5'.



- **Транскрипция** - процесс, при котором информация из гена (участка ДНК) копируется на молекулу мРНК. Происходит в ядре. ДНК состоит из двух цепей, которые антипараллельны по отношению друг к другу. Одна из них — смысловая, начинается с 5' конца. Вторая цепь — транскрибируемая, начинается с 3' конца. Матрицей для транскрипции служит транскрибируемая цепь ДНК. Транскрипция происходит по принципу комплементарности и антипараллельности, поэтому иРНК начинается с 5' конца.

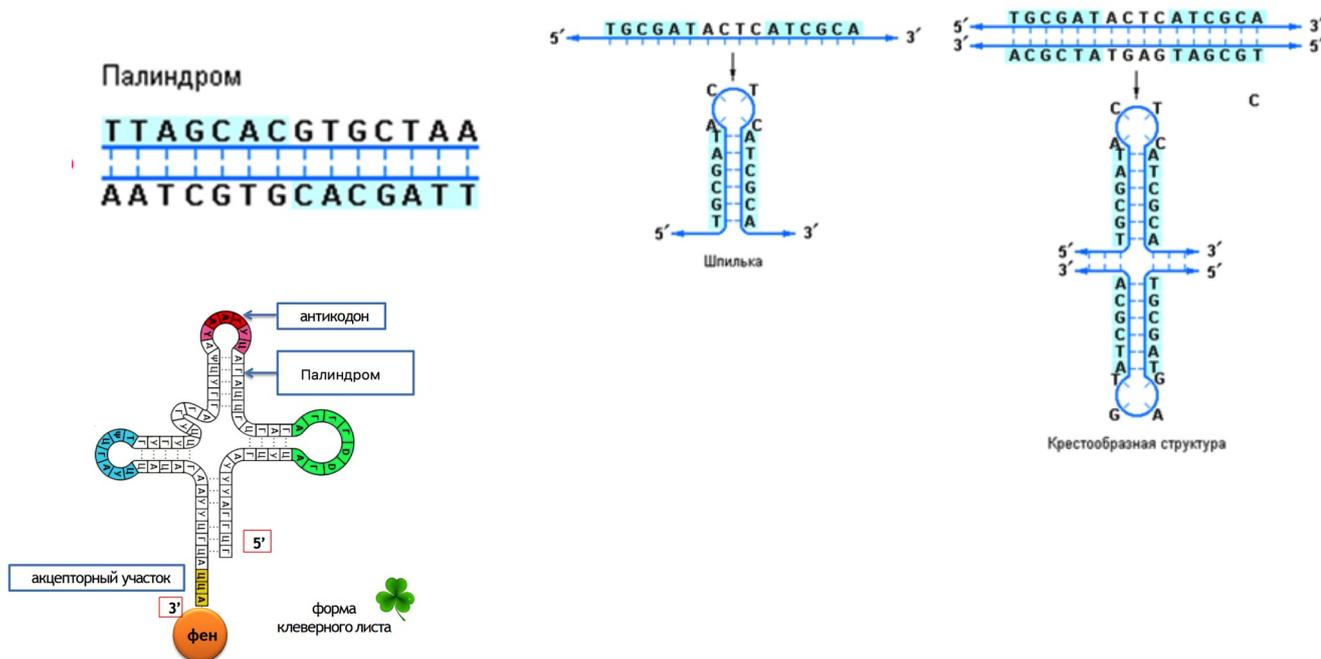


- **Трансляция** - процесс, при котором иРНК используется как шаблон для сборки полипептидной цепи из аминокислот. Происходит на рибосомах. Данный процесс идет с 5' конца на 3' конец, то есть рибосома движется по иРНК с 5' конца.



На ЕГЭ 2024 года появились новые задания по этой теме. Первое задание на палиндром было опубликовано в сборнике заданий ФИПИ «ЕГЭ 2023. Биология» под редакцией В.С. Рохлова. Для решения этого задания необходимо знать, что палиндром в молекулярной биологии — участок ДНК с инвертированными повторами последовательностей оснований, имеющих симметрию второго порядка (симметрия второго порядка означает, что при повороте двухцепочечной последовательности на 180° относительно оси перпендикулярной к плоскости, в которой расположены основания, их положения в двух цепях ДНК не изменятся). Такие последовательности

комплементарны самим себе и способны формировать шпильчатые (характерно для РНК) или крестообразные структуры (характерно для ДНК).



Задание 1:

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. 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 (транскрибируемая)):

5'-ЦАТТАТГЦГТГАТААТГ-3'

3'-ГТААТАЦГЦАЦТАТТАЦ-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 равноудалён от концов палиндрама. Ответ поясните. Для решения задания используйте таблицу генетического кода. При написании нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

По условию задачи видим, что нижняя цепь ДНК транскрибируемая. По принципу комплементарности и антипараллельности находим нуклеотидную последовательность участка тРНК. Записываем первый пункт решения:

1. Нуклеотидная последовательность участка тРНК:

5'-ЦАУУАУГЦГУГАУААУГ-3'

Определяем палиндром. Для этого находим комплементарные участки — это и будет палиндром. Оставшиеся не комплементарные нуклеотиды образуют петлю, в центре которой находится антикодон. 5'-ЦАУУАУГЦГУГАУААУГ-3' Записываем второй пункт решения.

2. Палиндром в последовательности: 5'-ЦАУУАУ-3' (3'-ГУААУА-5').

Определяем вторичную структуру тРНК. Записываем третий пункт решения.

3. Вторичная структура тРНК:



По принципу комплементарности и антипараллельности по антикодону тРНК определяем кодон иРНК. Обязательно определяем и записываем 5' и 3' - концы. Записываем четвертый и пятый пункт решения.

4. Нуклеотидная последовательность антикодона в тРНК: 5'-ЦГУ-3'.

5. Антикодон тРНК соответствует кодону иРНК 5'-АЦГ-3'.

Помним, что в таблице генетического кода принято кодоны иРНК записывать с 5'-конца на 3'-конец. По кодону иРНК в таблице генетического кода находим аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка. Записываем последний пункт решения задачи.

6. По таблице генетического кода этому кодону соответствует аминокислота Тре (треонин), которую будет переносить данная тРНК.

При указании палиндрома в последовательности тРНК или на изображении шпильчатой структуры элемент 2 засчитывать как верный. Возможны другие варианты изображения шпильчатой структуры. Важно, чтобы участник экзамена указал на схеме комплементарно спаренные нуклеотиды палиндромной последовательности. Указание количества водородных связей между нуклеотидами не обязательно.

Возможны и другие вариации данной задачи. Например, антикодон не находится посередине цепи тРНК, а чуть сдвинут в сторону. Учащиеся должны быть готовы к таким изменениям. Ниже приведена схема решения такой задачи.

Задание 2:

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. 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 (верхняя цепь - матричная):

5'-ГАТГЦГГАТГЦАЦГЦАТ-3'

3'-ЦТАЦГЦТАЦГТГГЦГТА-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 последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

Решение:

- 1) нуклеотидная последовательность участка тРНК:
3'-ЦУАЦГЦУАЦГУГЦГУА-5' ИЛИ
5'-АУГЦГГУГЦАУЦГЦАУЦ-3'
- 2) палиндром в последовательности: 5'-АУГЦГГ-3' (3'-УАЦГЦЦ-5');
- 3) вторичная структура тРНК:



- 4) нуклеотидная последовательность антикодона в тРНК 5'-ГЦА-3' (3'-АЦГ-5') соответствует кодону на иРНК 3'-ЦГУ-5' (5'-УГЦ-3');

5) по таблице генетического кода этому кодону соответствует аминокислота Цис (цистеин), которую будет переносить данная тРНК.

На ЕГЭ 2024 года появилось новое задание, которое не было включено в сборник ФИПИ 2024 года. Зная принципы решения задач по молекулярной биологии, учащиеся могли с ней справиться.

Задание 3:

В начале кодирующей части генов инфузорий *Euplotes* встречаются стоп-кодоны. Однако в начале гена рибосома при встрече с таким стоп-кодоном в иРНК сдвигает рамку считывания на один нуклеотид в сторону 3'-конца и продолжает синтез полипептида. Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5' конца. Рибосома движется от 5' к 3' концу зрелой иРНК. Фрагмент начала гена инфузории имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь матричная (транскрибируемая)):

5'-ЦТГААТГТГГГЦТААЦТГЦГТА-3'

3'-ГАЦТТАЦАЦЦЦГАТТГАЦГЦАТ-5'

Определите нуклеотидную последовательность информационной РНК и образующийся на ней фрагмент полипептида. При ответе учитывайте, что полипептидная цепь начинается с аминокислоты мет. Ответ поясните. Для решения используйте таблицу генетического кода. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

Решение:

По условию задачи видим, что нижняя цепь ДНК транскрибируемая. По принципу комплементарности и антипаралельности находим нуклеотидную последовательность участка иРНК. Записываем первый пункт решения:

1. Нуклеотидная последовательность иРНК: 5'-

ЦУГААУГУТГГГЦУААЦУГЦГУА-3'

или **5'-АУГУТГГГЦУААЦУГЦГУА-3'** (возможна запись без неактивной части гена)

Находим старт и стоп кодоны. Записываем второй и третий пункт решения задачи.

2. Аминокислоте мет соответствует кодон 5'-АУГ-3' (АУГ).

3. В рамке считывания имеется стоп-кодон 5'-УАА-3'.

По условию задачи дано, что при встрече с таким стоп-кодоном в иРНК сдвигает рамку считывания на один нуклеотид в сторону 3'-конца и продолжает синтез полипептида. Определяем сдвиг рамки и записываем четвертый пункт решения задачи.

4. Происходит сдвиг рамки считывания до кодона 5'-ААЦ-3'.

По кодонам иРНК в таблице генетического кода находим образующийся на ней фрагмент полипептида. Записываем последний пункт решения задачи.

**5. Последовательность аминокислот в полипептиде:
мет-три-гли-асн-цис-вал.**

Изучение задач на синтез белка помогает закрепить знания о молекулярных механизмах, которые лежат в основе жизни. Эти задачи не только проверяют понимание конкретных этапов синтеза, но и развивают навыки анализа и критического мышления, что крайне важно для будущих студентов биологических и медицинских специальностей. Задачи на синтез белка — это отличный способ научиться применять теоретические знания на практике, а также углубить понимание сложных биохимических процессов, которые поддерживают жизнь на молекулярном уровне.