

ТРАНСКРИПЦІЯ



# БИОСИНТЕЗ БЕЛКА

**Биосинтез белка** – это важнейший процесс в живой природе. Это создание молекул белка на основе информации о последовательности аминокислот в его первичной структуре, заключенной в структуре ДНК.

**Ген** – это участок молекулы ДНК, который характеризуется определённой последовательностью нуклеотидов и определяет синтез одной полипептидной цепи.

Участок хромосомы, где расположен ген называют **ЛОКУСОМ**.

Совокупность генов клеточного ядра представляет собой **ГЕНОТИП**, совокупность генов внеядерных ДНК (митохондрий, пластид, цитоплазмы) — **ПЛАЗМОН**.

Реализация информации, записанной в генах, через синтез белков называется **ЭКСПРЕССИЕЙ** (проявлением) генов.

Генетическая информация хранится в виде определенной последовательности нуклеотидов ДНК, а реализуется в виде последовательности аминокислот в белке. Посредниками, переносчиками информации, выступают РНК, т.е. реализация генетической информации происходит следующим образом:

**ДНК → РНК → белок**

Биосинтез белка проводится в 2 этапа:

1. Транскрипция
2. трансляция



# ТРАНСКРИПЦИЯ

**Транскрипция** – это процесс переписывания информации в ядре клетки с участка молекулы ДНК на молекулу мРНК (иРНК).

В клетке имеется три вида РНК. Все они участвуют в синтезе белка.

1. Рибосомная РНК – рРНК
2. Информационная или матричная РНК- рРНК (мРНК)
3. Транспортная РНК- тРНК

Виды РНК	Местонахождение	Функции
рРНК	рибосома	Синтез белка
иРНК	Ядро, цитоплазма	Переносят информацию от хромосом, располагающихся в ядре клетки, к рибосомам, о последовательности <b>а/к</b> в молекуле белка
тРНК	цитоплазма	1. доставляют <b>а/к</b> к месту синтеза белка 2. ориентируют <b>а/к</b> на рибосоме 3. «узнают» участок иРНК



**Оперон (транскриптон)** – это ген или группа генов молекулы ДНК, несущая информацию о структуре белков.

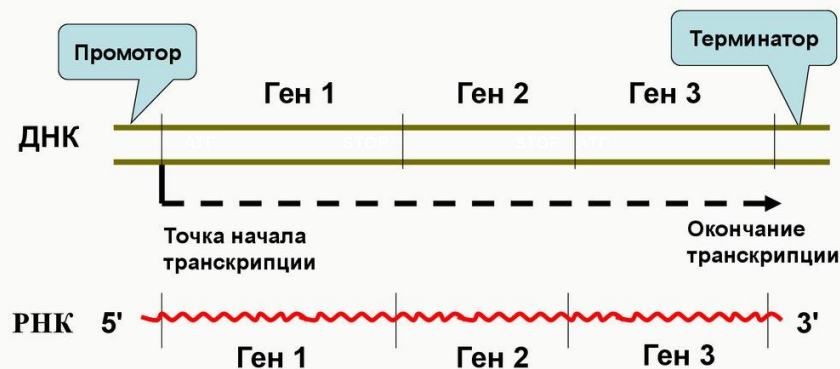
**Промотор** – это посадочная площадка для фермента РНК-полимеразы.

**Терминатор** – это ген, на котором заканчивается транскрипция.

Одновременно транскрибируется не вся молекула ДНК, а лишь отдельные ее отрезки. Такой отрезок (*транскриптон*) начинается *промотором* и заканчивается *терминатором*

## Оперон прокариот

Несколько генов под одним промотором

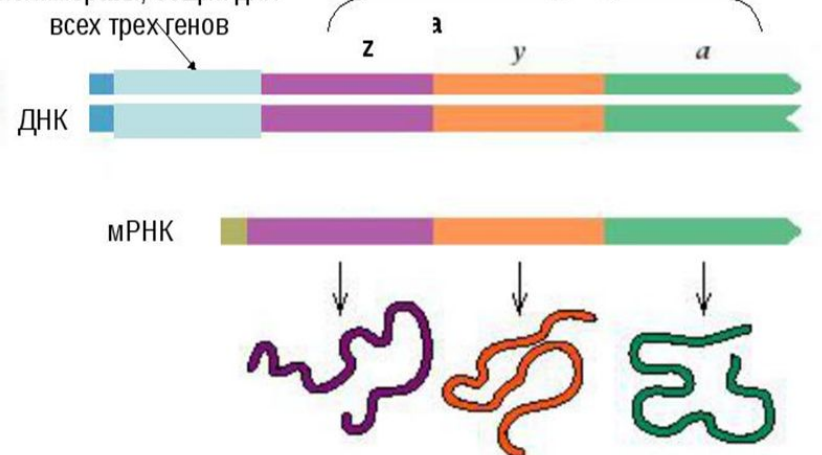


Концепцию оперона для прокариот предложили в 1961 году французские ученые Жакоб и Моно, за что получили Нобелевскую премию в 1965 году.

## Строение лактозного оперона бактерии кишечной палочки (E.coli).

**Промотор** – область присоединения РНК-полимеразы, общий для всех трех генов

3 гена для белков одной цепочки химических реакций



Три белка: галактозидаза, пермеаза и трансацетилаза, нужные для переваривания лактозы синтезируются одновременно

Транскрипция, как и репликация, основана на способности азотистых оснований нуклеотидов к комплементарному связыванию. На время транскрипции двойная цепь ДНК разрывается, и синтез РНК осуществляется по одной цепи ДНК.

В процессе трансляции последовательность нуклеотидов ДНК переписывается на синтезирующуюся молекулу мРНК, которая выступает в качестве матрицы в процессе биосинтеза белка.

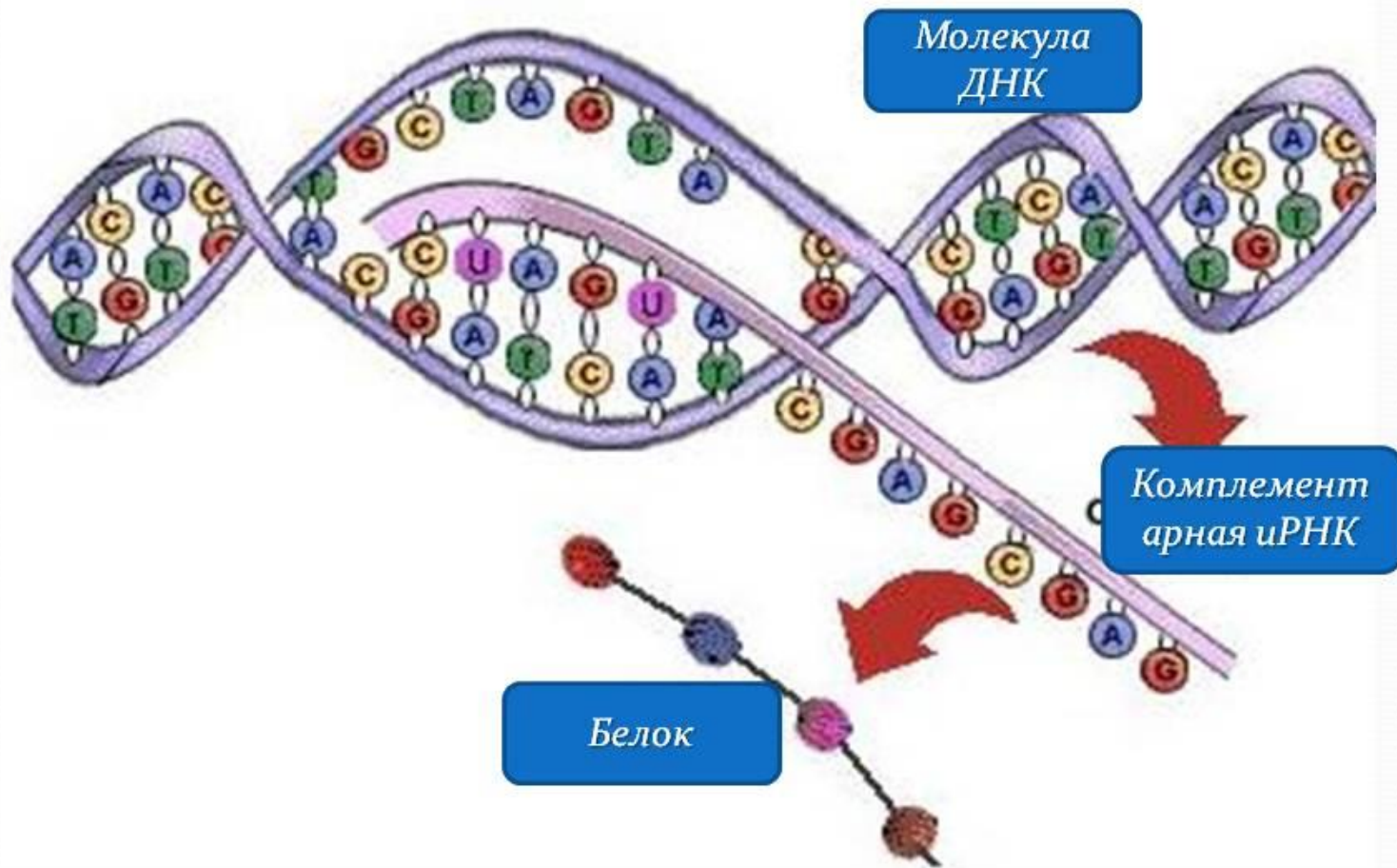
**Экзон** – это участки ДНК, копии которых составляют зрелую РНК.

**Интроны** – это участки ДНК, копии которых удаляются из первичного транскрипта и отсутствуют в зрелой РНК.

Гены прокариот состоят только из кодирующих нуклеотидных последовательностей. Гены эукариот состоят из чередующихся кодирующих (**ЭКЗОНОВ**) и не кодирующих (**ИНТРОНОВ**) участков. После транскрипции участки мРНК, соответствующие интронам, удаляются в ходе сплайсинга, являющегося составной частью **процессинга**.

**Процессинг** — процесс формирования зрелой мРНК из ее предшественника пре-мРНК.

# Транскрипция



# ТРАНСЛЯЦИЯ

**Трансляция** (лат. Translatio — передача, перенесение) — перевод информации, заключенной в последовательности нуклеотидов молекулы мРНК, в последовательность аминокислот полипептидной цепи.

Это второй этап белкового синтеза. Перенос зрелой мРНК через поры ядерной оболочки производят специальные белки, которые образуют комплекс с молекулой РНК. Кроме транспорта мРНК, эти белки защищают мРНК от повреждающего действия цитоплазматических ферментов. В процессе трансляции центральная роль принадлежит тРНК, они обеспечивают точное соответствие аминокислоты коду триплета мРНК.

Процесс трансляции- декодирования происходит в рибосомах и осуществляется в направлении от 5 к 3, Комплекс мРНК и рибосом называется **полисомой**.



# ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОД

Информация о структуре белков «записана» в ДНК в виде последовательности нуклеотидов. В процессе транскрипции она переписывается на синтезирующуюся молекулу мРНК, которая выступает в качестве матрицы в процессе биосинтеза белка. Определенному сочетанию нуклеотидов ДНК, а следовательно, и мРНК, соответствует определенная аминокислота в полипептидной цепи белка. Это соответствие называют **генетическим кодом**.

**Генетический код** – это система записи генетической информации в ДНК (иРНК) в виде определенной последовательности нуклеотидов.

**Код треплетен** (каждой аминокислоте соответствует сочетание из 3 нуклеотидов)

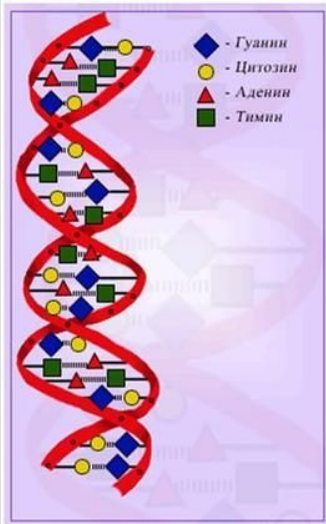
**Код однозначен** (каждый треплет соответствует только одной аминокислоте)

**Триплет** – это три последовательно расположенных нуклеотида. Последовательность триплетов определяет последовательность аминокислот в белке!

**Нуклеотид** – это мономер ДНК или РНК.

В состав нуклеотида ДНК входят 4 вида азотистых оснований: Аденин (А), Гуанин (Г), Тимин (Т), Цитозин (Ц), углевод дезоксирибоза и остаток фосфорной кислоты:

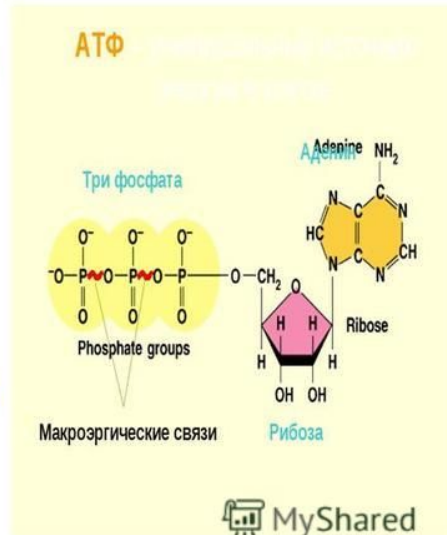
## НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ- ДНК,РНК, АТФ



Модель строения ДНК



РНК



## Аминокислоты, входящие в состав природных белков

<b>Аминокислота</b>	<b>Сокращенно е название</b>	<b>Аминокислота</b>	<b>Сокращенно е название</b>
Аланин	Ала	Лейцин	Лей
Аргинин	Арг	Лизин	Лиз
Аспарагин	Асн	Метионин	Мет
Аспарагиновая кислота	Асп	Пролин	Про
Валин	Вал	Серин	Сер
Гистидин	Гис	Тирозин	Тир
Глицин	Гли	Треонин	Тре
Глутамин	Глн	Триптофан	Три
Глутаминовая кислота	Глу	Фенилаланин	Фен
Изолейцин	Иле	Цистеин	Цис

# Генетический код

## Генетический код

1-е основание	2-е основание				3-е основание
	У(А)	Ц(Г)	А(Т)	Г(Ц)	
У(А)	Фен	Сер	Тир	Цис	У(А)
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц(Г)
	Лей	Сер	—	—	А(Т)
	Лей	Сер	—	Три	Г(Ц)
Ц(Г)	Лей	Про	Гис	Арг	У(А)
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц(Г)
	Лей	Про	Глн	Арг	А(Т)
	Лей	Про	Глн	Арг	Г(Ц)
А(Т)	Иле	Тре	Асн	Сер	У(А)
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц(Г)
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А(Т)
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г(Ц)
Г(Ц)	Вал	Ала	Асп	Гли	У(А)
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц(Г)
	Вал	Ала	Глу	Гли	А(Т)
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г(Ц)



### Примечания:

1. Первое азотистое основание в триплете находится в левом вертикальном ряду, второе — в верхнем горизонтальном, третье — в правом вертикальном.
2. На пересечении линий трех оснований выявляется искомая аминокислота.
3. Азотистые основания вне скобок входят в состав мРНК, азотистые основания в скобках — в состав ДНК.

### Свойства генетического кода:

1. **код триплетен** — одна аминокислота кодируется тремя нуклеотидами (триплетом) в молекуле нуклеиновой кислоты;
2. **код универсален** — все живые организмы от вирусов до человека используют единый генетический код;
3. **код однозначен (специфичен)** — триплет соответствует одной единственной аминокислоте.
4. **код избыточен** — одна аминокислота кодируется более чем одним триплетом;
5. **код не перекрывается** — один нуклеотид не может входить в состав сразу нескольких кодонов в цепи нуклеиновой кислоты;
6. **код коллинеарен** — последовательность аминокислот в синтезируемой молекуле белка совпадает с последовательностью триплетов в мРНК.

# РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

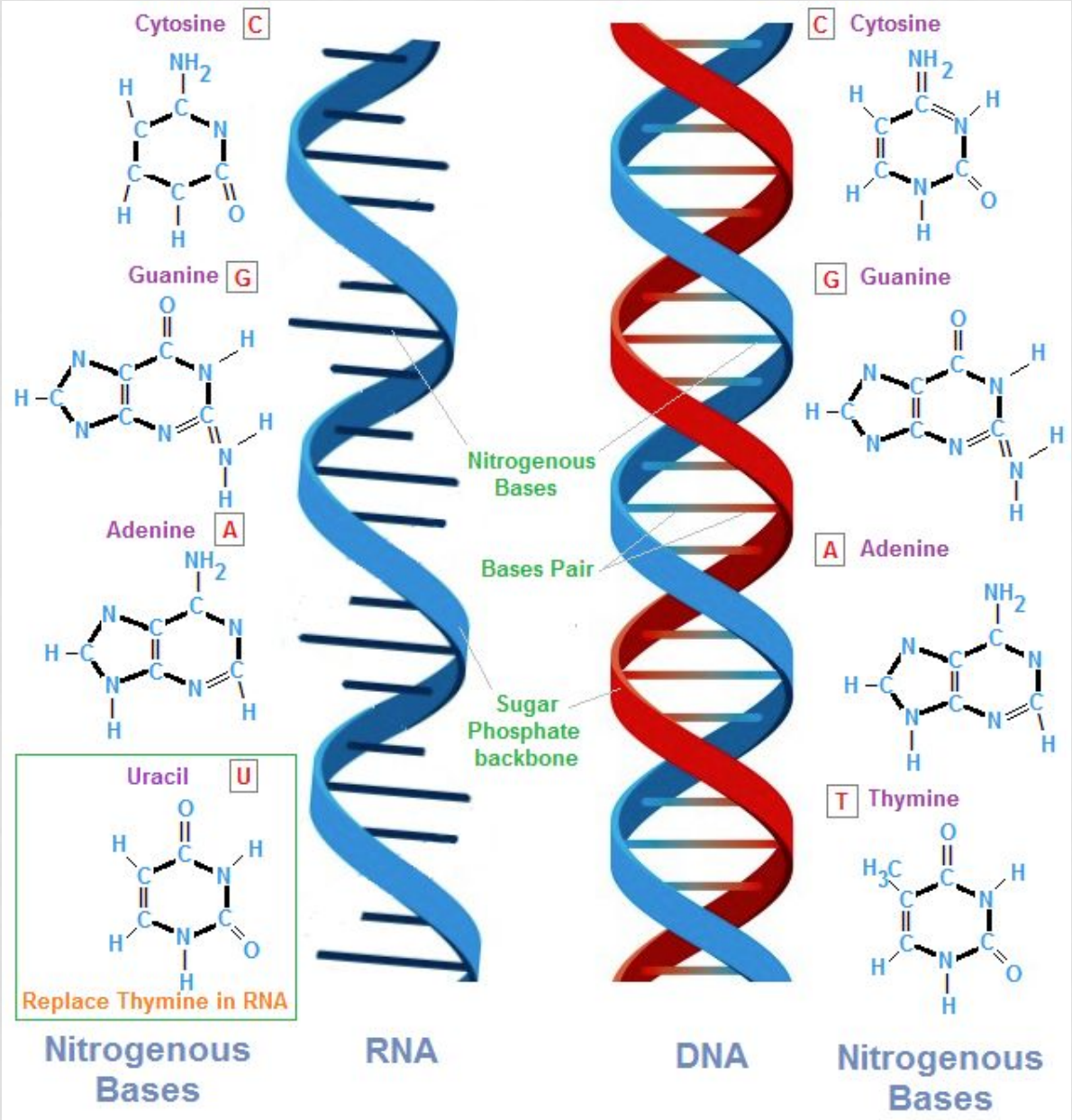
## Типы задач:

1. Определение последовательности аминокислот в фрагменте молекулы белка на основании последовательности нуклеотидов ДНК с использованием таблицы генетического кода.
2. Определение нуклеотидного состава ДНК, количества водородных связей между нуклеотидами.
3. Определение количества нуклеотидов (триплетов) в участке ДНК (иРНК) по количеству аминокислот, входящих в состав молекулы белка.

**Комплементарность** – это принцип взаимного соответствия нуклеотидов или способность нуклеотидов объединяться попарно.

ДНК: А связывается с Т (две Водородные Связи), Г с Ц (три Водородные Связи)

РНК: А с У (две Водородные Связи), Г с Ц (три Водородные Связи)



# 1. Определение последовательности аминокислот в фрагменте молекулы белка на основании последовательности нуклеотидов ДНК с использованием таблицы генетического кода

## Рекомендации:

1. Внимательно прочитать условие задачи
2. Определить, для ДНК или иРНК приведена таблица генетического кода; если в таблице присутствует тимин – это код для ДНК, если Урацил – для иРНК
3. Если в задаче указано, что данный фрагмент цепи ДНК кодирует белок, не нужно находить состав второй цепи.
4. Помните: чтобы определить, какие аминокислоты переносят данные в задаче тРНК, необходимо по их антикодонам найти кодоны иРНК, а затем по таблице найти аминокислоты
5. Если в задаче сказано, что нуклеотидная цепь ДНК подверглась каким то изменениям, нужно сначала получить измененную цепь ДНК, а затем выполнить действия, какие требуются.



### **Пример:**

Фрагмент одной из цепей ДНК имеет последовательность нуклеотидов: ТЦАГГАТГЦАТГАЦЦ

Определите последовательность нуклеотидов иРНК и порядок расположения аминокислот в соответствующем полипептиде. Как изменится аминокислотная последовательность в полипептиде, если второй и четвёртый триплеты ДНК поменять местами?

Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода.

### **Ход решения:**

1. По принципу комплементарности определим последовательность нуклеотидов в иРНК:

- Цепь ДНК: ТЦАГГАТГЦАТГАЦЦ
- иРНК: АГУЦЦУАЦГУАЦУГГ

Рекомендация: чтобы не ошибиться пишите одну цепь под другой

## 2. Определение нуклеотидного состава ДНК, количества водородных связей между нуклеотидами

### Рекомендации:

Для решения задач этого типа необходимо помнить, что участок одной из двух цепей молекулы ДНК содержит 300 нуклеотидов с аденином (А), 100 нуклеотидов с тиминном (Т), 150 нуклеотидов с гуанином (Г) и 200 нуклеотидов с цитозином (Ц).

### Пример:

Какое число нуклеотидов с А, Т, Г и Ц содержится в двухцепочечной молекуле ДНК?

Сколько водородных связей образовано между цепями этой молекулы ДНК? Ответ поясните.

### Ход решения:

1.согласно принципу комплементарности во второй цепи ДНК содержится нуклеотидов: А –100, Т –300, Г –200, Ц –150; в двух цепях ДНК

содержится нуклеотидов: А –400, Т –400, Ц –350, Г –350;

2.между А и Т образуется две водородные связи, между Г и Ц –три;

3.всего в данном фрагменте ДНК пар А-Т 400, пар Г-Ц –350; значит водородных связей  $400 \times 2 + 350 \times 3 = 1850$ .

### **3. Определение количества нуклеотидов (триплетов) в участке ДНК (иРНК) по количеству аминокислот, входящих в состав молекулы белка**

#### **Рекомендации:**

1. Помните: один триплет (кодон) кодирует одну аминокислоту, следовательно, число кодонов равно количеству аминокислот в белке;
2. Одна тРНК за один раз может перенести только одну аминокислоту, разные аминокислоты переносятся разными тРНК, следовательно, число аминокислот равно количеству тРНК, участвующих в синтезе белка;
3. Все свои действия следует объяснять, т.к. в условии задачи содержится требование пояснить свой ответ.

**Пример:**

Полипептид состоит из 120 аминокислот. Определите число триплетов на участке гена, который кодирует первичную структуру этого полипептида, число нуклеотидов на иРНК, участвующую в биосинтезе этого пептида, и число молекул тРНК, участвующих в биосинтезе этого полипептида. Ответ поясните.

**Ход решения:**

1. Один триплет кодирует одну аминокислоту, значит, триплетов на участке гена (участке ДНК) будет 120;
2. иРНК содержит, как и ДНК, 120 триплетов, т.к. иРНК образуется в результате транскрипции, а ДНК служит матрицей для синтеза иРНК; 120 триплетов содержат  $120 \times 3 = 360$  нуклеотидов;
3. Одна тРНК переносит одну аминокислоту, следовательно, для синтеза данного полипептида понадобится 120 тРНК.