

# БИОСИНТЕЗ БЕЛКА

Выполнила: Евстратова Я. В.  
ПуцГЕНИ 2016.

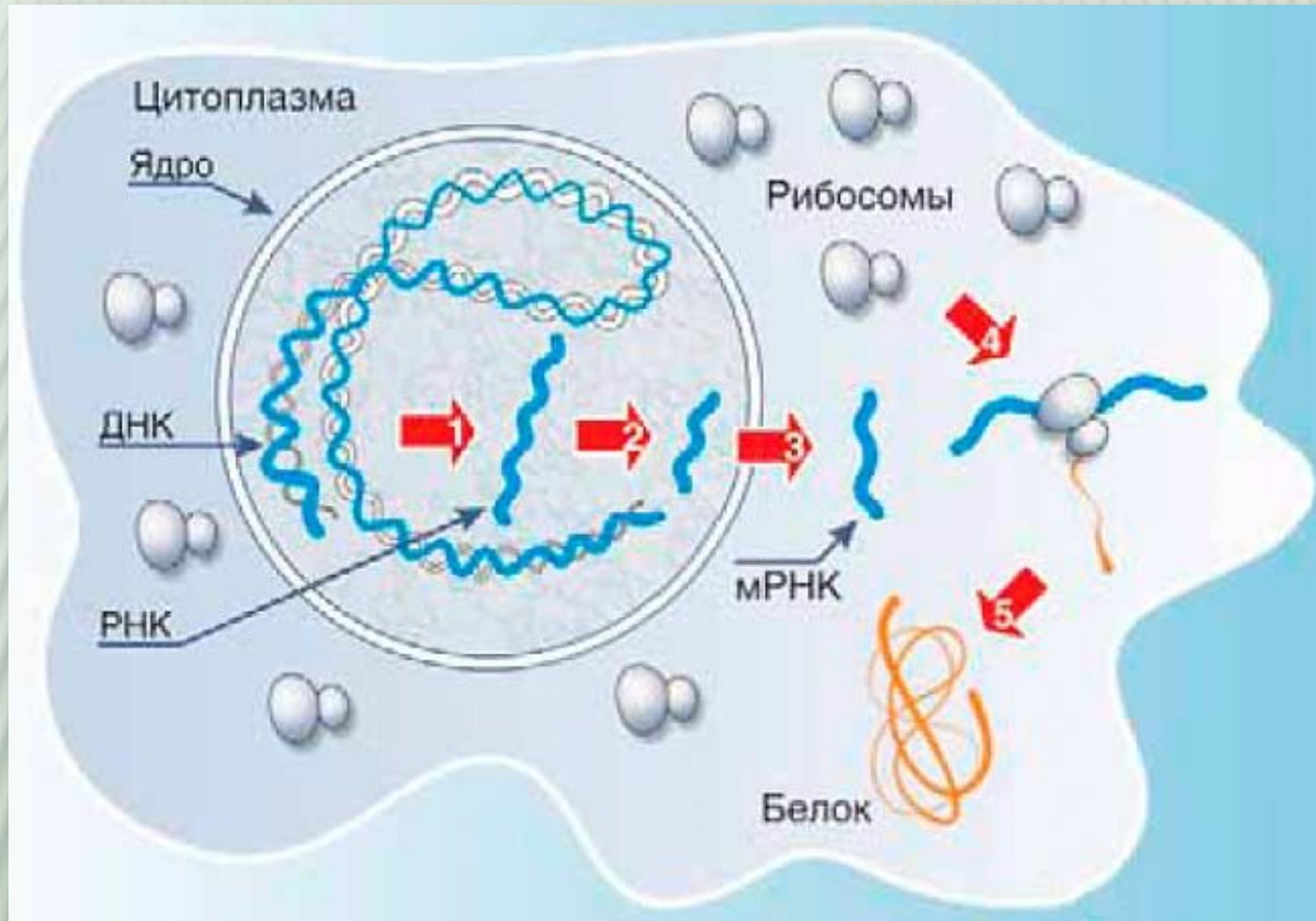
---

**Биосинтез белка** — сложный многостадийный процесс синтеза полипептидной цепи из аминокислотных остатков, происходящий на рибосомах клеток живых организмов с участием молекул мРНК и тРНК.

# **КОМПОНЕНТЫ БЕЛОКСИНТЕЗИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ**

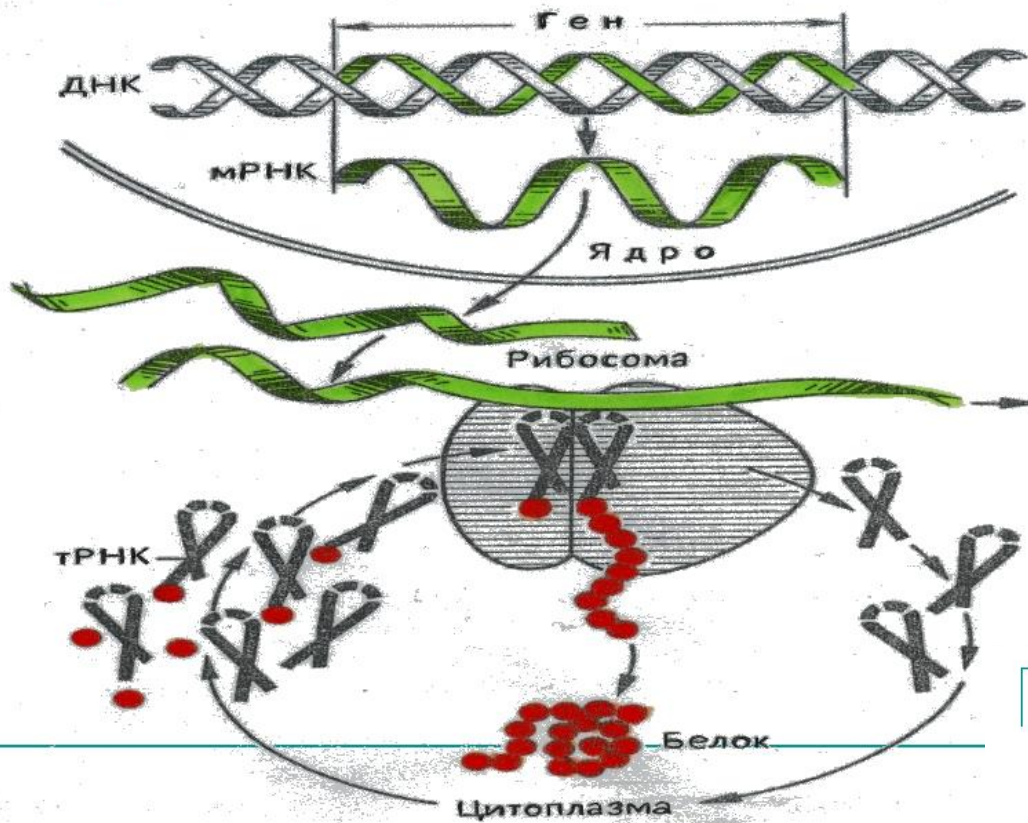
- **мРНК**
- **20 Аминокислот**
- **20 Аминоацил-тРНК синтетаз (АРС-аз)**
- **Изоакцепторные тРНК**
- **Рибосомы в виде полисом**
- **Источники энергии (АТФ, ГТФ) и  $Mg^{2+}$**
- **Белковые факторы регуляции: факторы инициации, элонгации, терминации**
- **Специальные ферменты посттрансляционного процессинга полипептидной цепи**

# Биосинтез белка



**ДНК → иРНК → белок**

# ОБЩАЯ СХЕМА БИОСИНТЕЗА БЕЛКА.

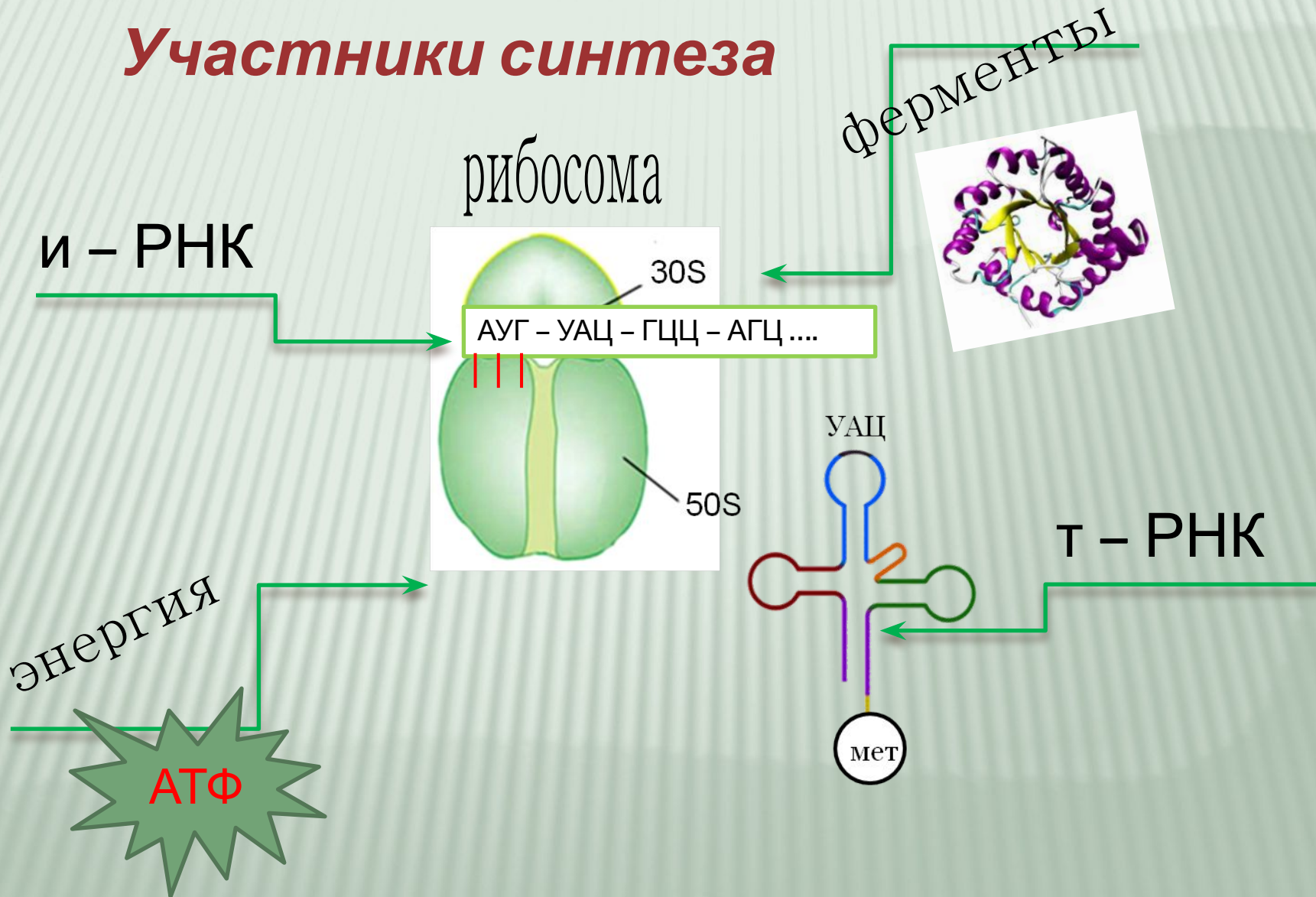


## СТАДИИ БИОСИНТЕЗА БЕЛКА

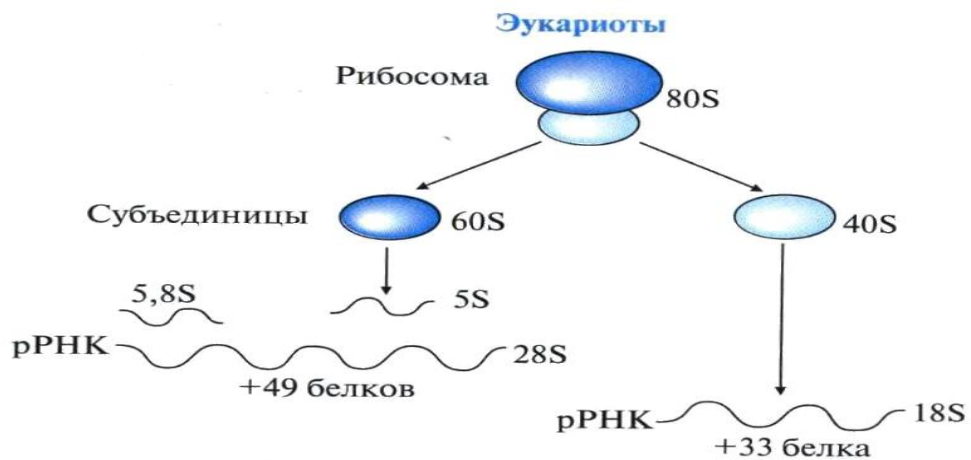
- Активация аминокислот или образование аминоацил-тРНК
- Инициация
- Элонгация
- Терминация
- Посттрансляционная модификация

# Биосинтез белка

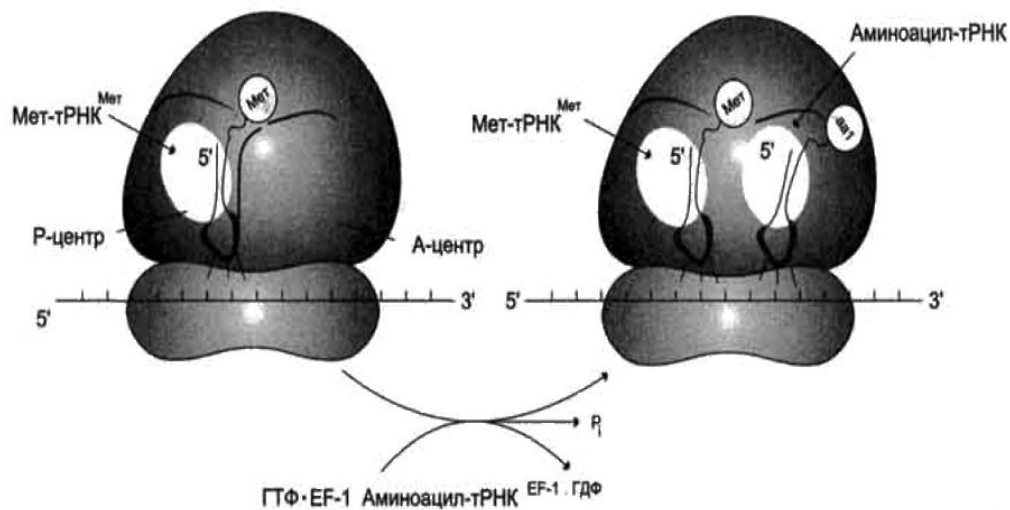
## Участники синтеза



# РИБОСОМА ЭУКАРИОТОВ



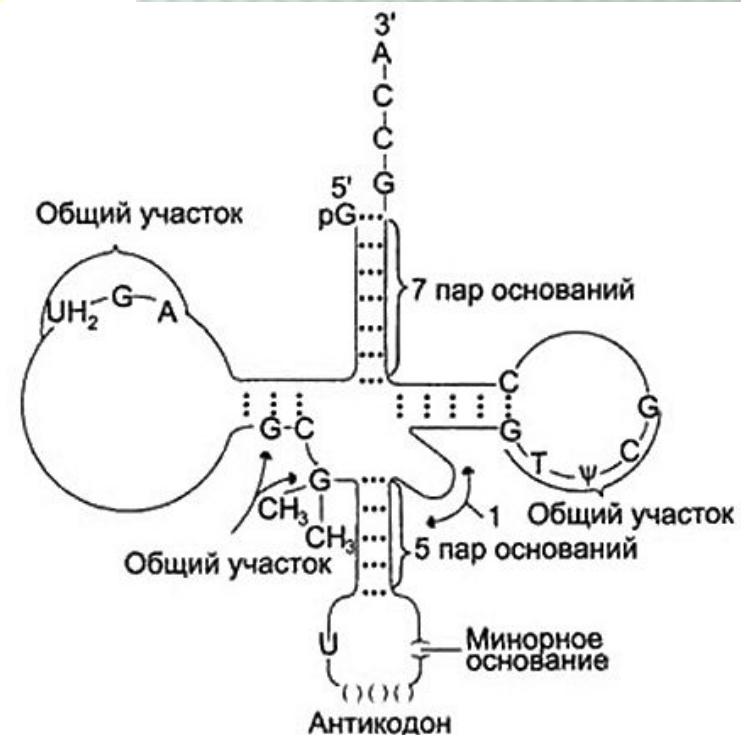
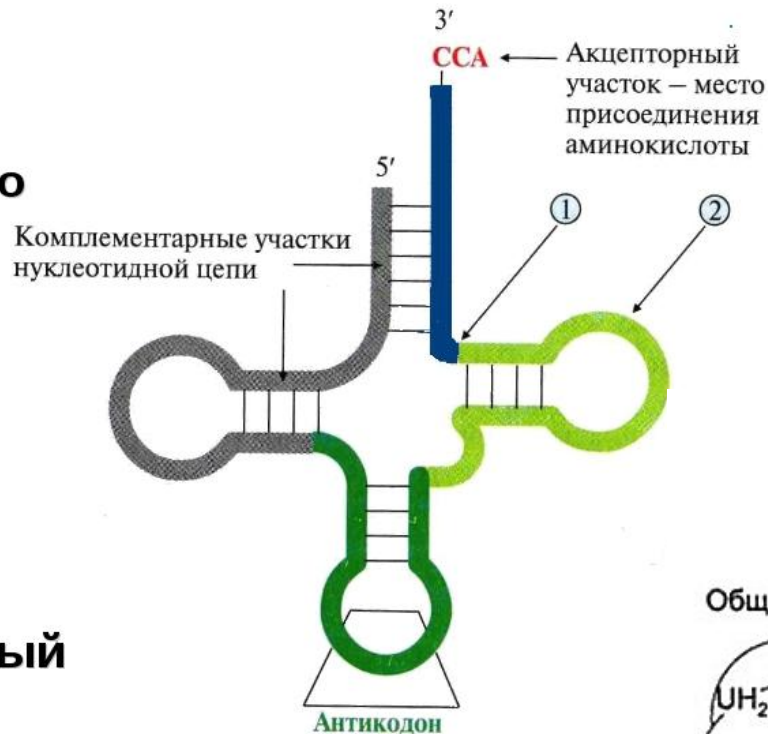
# ФУНКЦИОНИРУЮЩАЯ РИБОСОМА



# "Трилистник" т-РНК

**Строение тРНК:**  
содержат обычно  
76 (от 75 до 95)  
нуклеотидов.

**Функции тРНК:**  
1) транспорт  
аминокислот к  
месту синтеза  
белка, к  
рибосомам,  
2) трансляционный  
посредник.

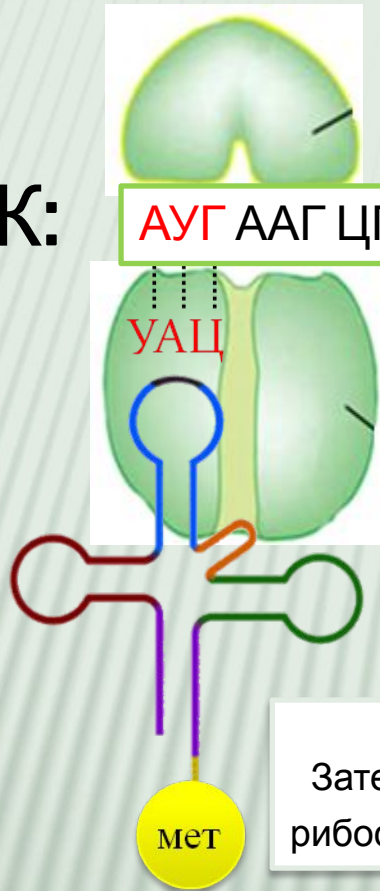




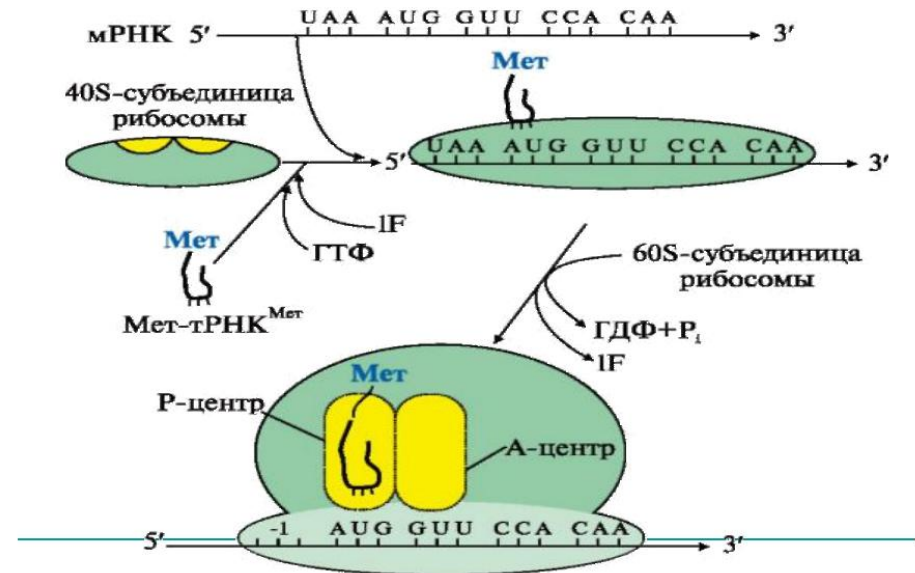
# Стадии трансляции

М – РНК:

АУГ ААГ ЦГУ ГГЦ



## ИНИЦИАЦИЯ



Затем происходит присоединение большой субъединицы рибосомы

\* Целостная рибосома, несет два активных триплета – функциональный центр

Рибосомы представляют собой рибонуклеопротеиновые образования. На рибосомах идёт сборка аминокислот в белки.

Белки, входящие в состав субъединиц рибосомы в количестве одной копии выполняют структурную функцию, обеспечивая взаимодействие между мРНК и тРНК, связанными с аминокислотой или пептидом.

### **Рибосом**

**Центр А (аминоацильный)** связывает aa-тРНК, строение которой определяет кодон, находящийся в области этого центра. В структуре этого кодона зашифрована природа аминокислоты, которая будет включена в растущую полипептидную цепь.

**Центр Р (пептидильный)** занимает пептидил-тРНК, т.е. тРНК, связанная с пептидной цепочкой, которая уже синтезирована.

Функциональный центр  
рибосомы – ФЦР  
(два триплета)

**Р**

пептидный центр

центр

присоединения  
аминокислоты

**А**

аминокислотный

центр

центр узнавания  
аминокислоты

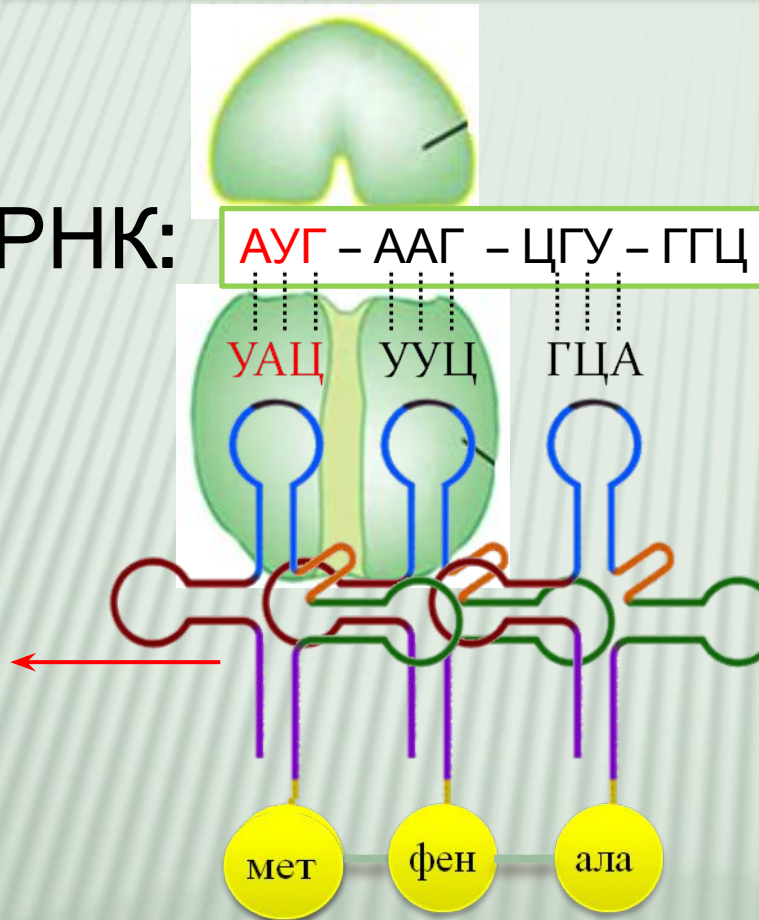
# Стадии трансляции

## 2. Элонгация - сборка молекулы белка

М – РНК:

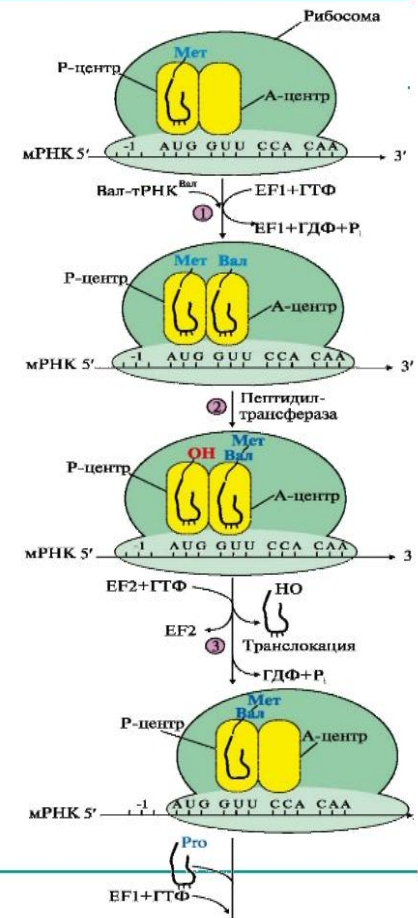
АУГ – ААГ – ЦГУ – ГГЦ.

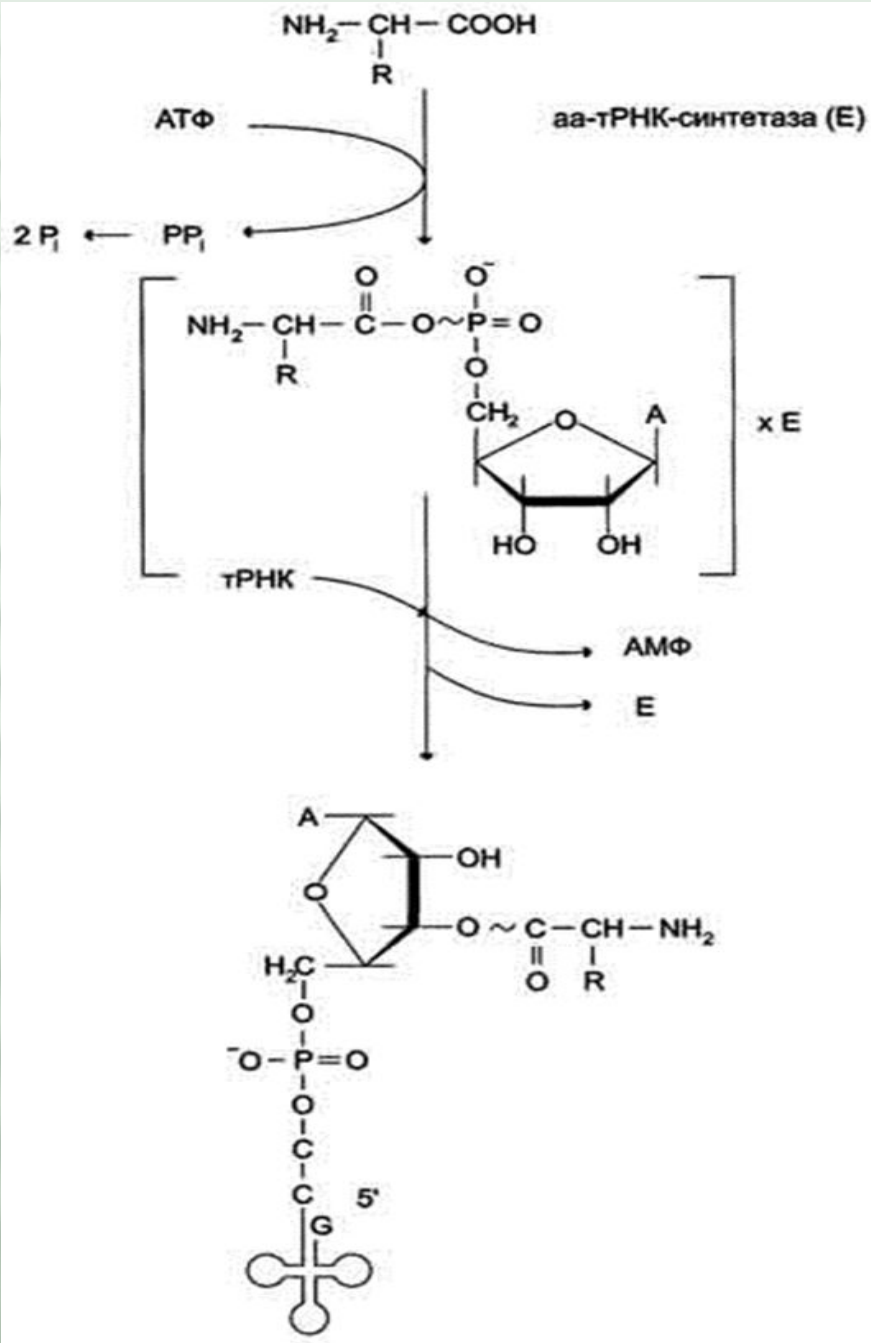
УАЦ    УУЦ    ГЦА



## ЭЛОНГАЦИЯ

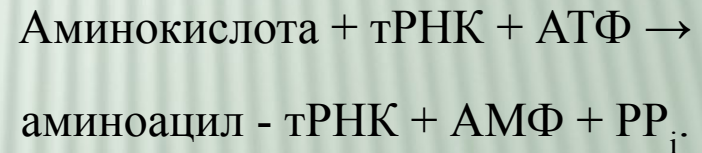
- На этой стадии происходит синтез полипептидной цепи.
- Элонгация – это циклический процесс.





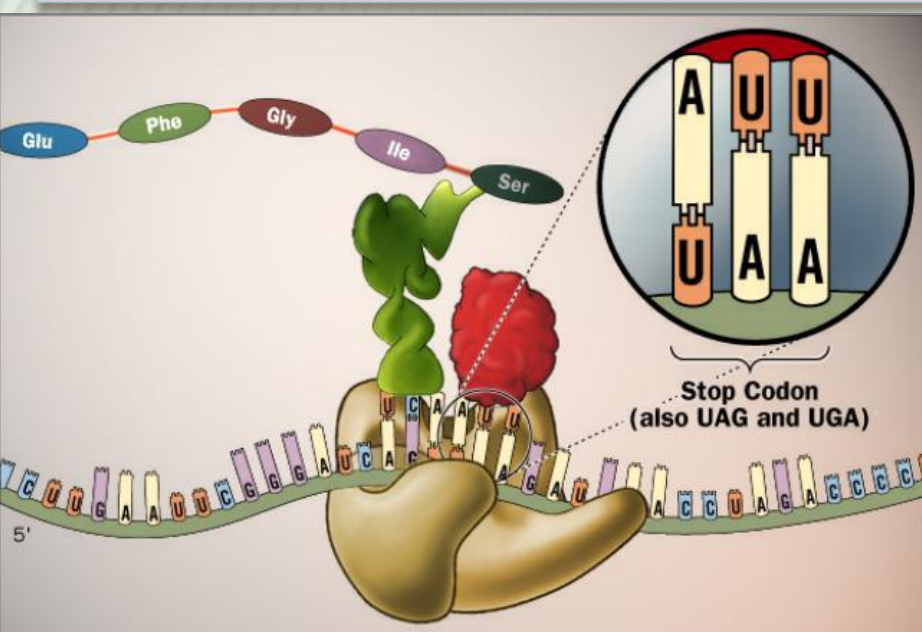
**Об**Аминокислота взаимодействует с АТФ и активируется, образуя образование **аминоацил-тРНК** аминокциладенилат, который, не освобождаясь из связи с ферментом (E), отдаёт активированную аминокислоту тРНК с образованием аминокцил-тРНК (aa-тРНК).

Суммарная реакцию, катализируемая аминокцил-тРНК синтетазами в присутствии ионов  $\text{Mg}^{2+}$ :



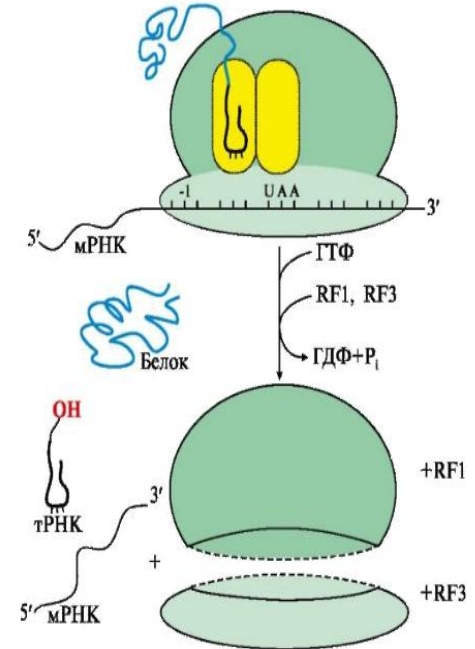
# Стадии трансляции

## 3. Терминация – окончание биосинтеза



## ТЕРМИНАЦИЯ

- Полипептидная цепь отделяется от тРНК и покидает рибосому.
- Происходит диссоциация, разъединение субъединиц рибосомы.



На стоп-кодонах синтез полипептида прекращается

\* Рибосома вновь разделяется на субъединицы

## Синтез полипептидной цепи на рибосоме

В ходе синтеза белка прочтение информации мРНК идёт в направлении от 5' - к 3'-концу, обеспечивая синтез пептида от N- к C-концу.

Эукариотические мРНК кодируют строение только одной полипептидной цепи (т.е. они моноцистронны)

Прокариотические мРНК часто содержат информацию о нескольких пептидах (т.е. они полицистронны).

На полицистронных мРНК синтез белка начинается до того, как заканчивается их собственный синтез.

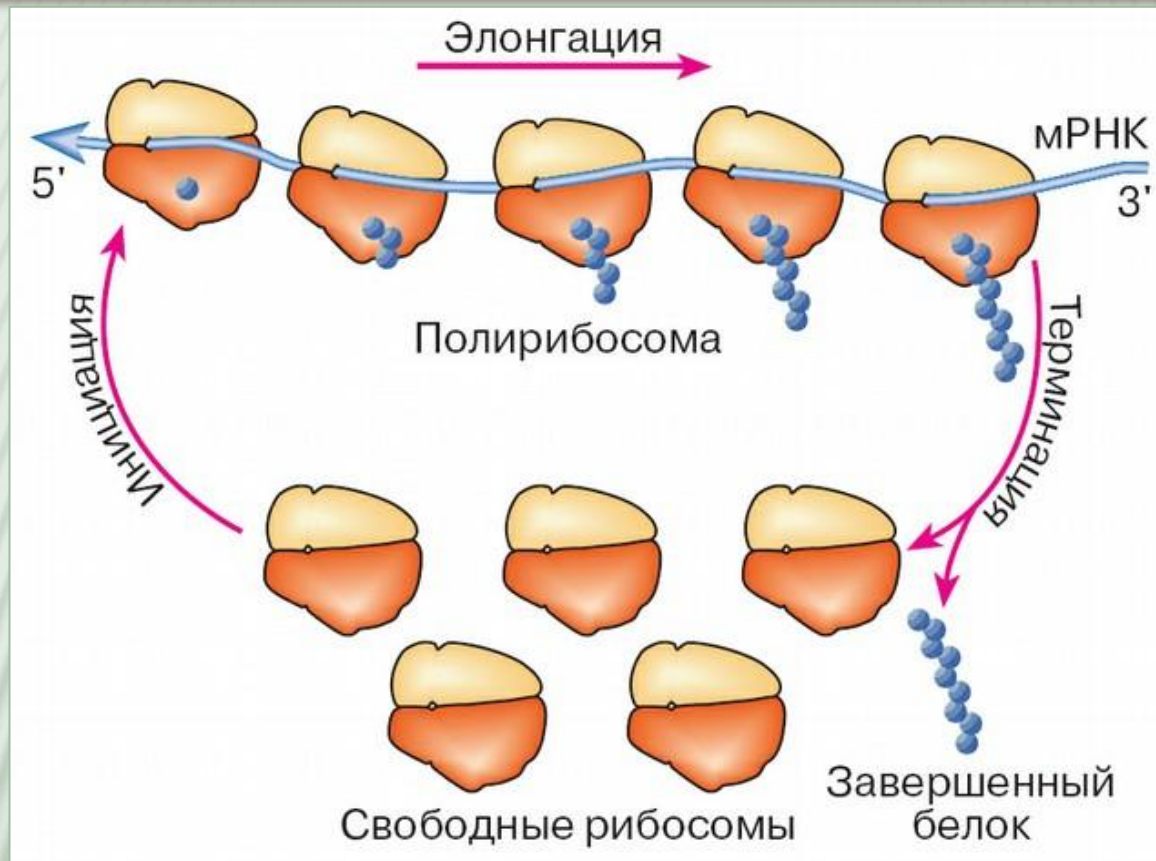
У эукариотов трансляция протекает в цитоплазме, куда из ядра поступают уже "зрелые" мРНК.

# **ПОСТТРАНСЛЯЦИОННЫЙ ПРОЦЕССИНГ**

- **Модификация N-конца полипептидной цепи**
- **Фолдинг (формирование пространственной структуры)**
- **Химическая модификация (гидроксилирование, гликозилирование и др.)**
- **Присоединение простетических групп (у гетеропротеинов)**
- **Объединение протомеров при образовании олигомерных белков**
- **Присоединение сигнальных пептидов для выхода белка из клетки**

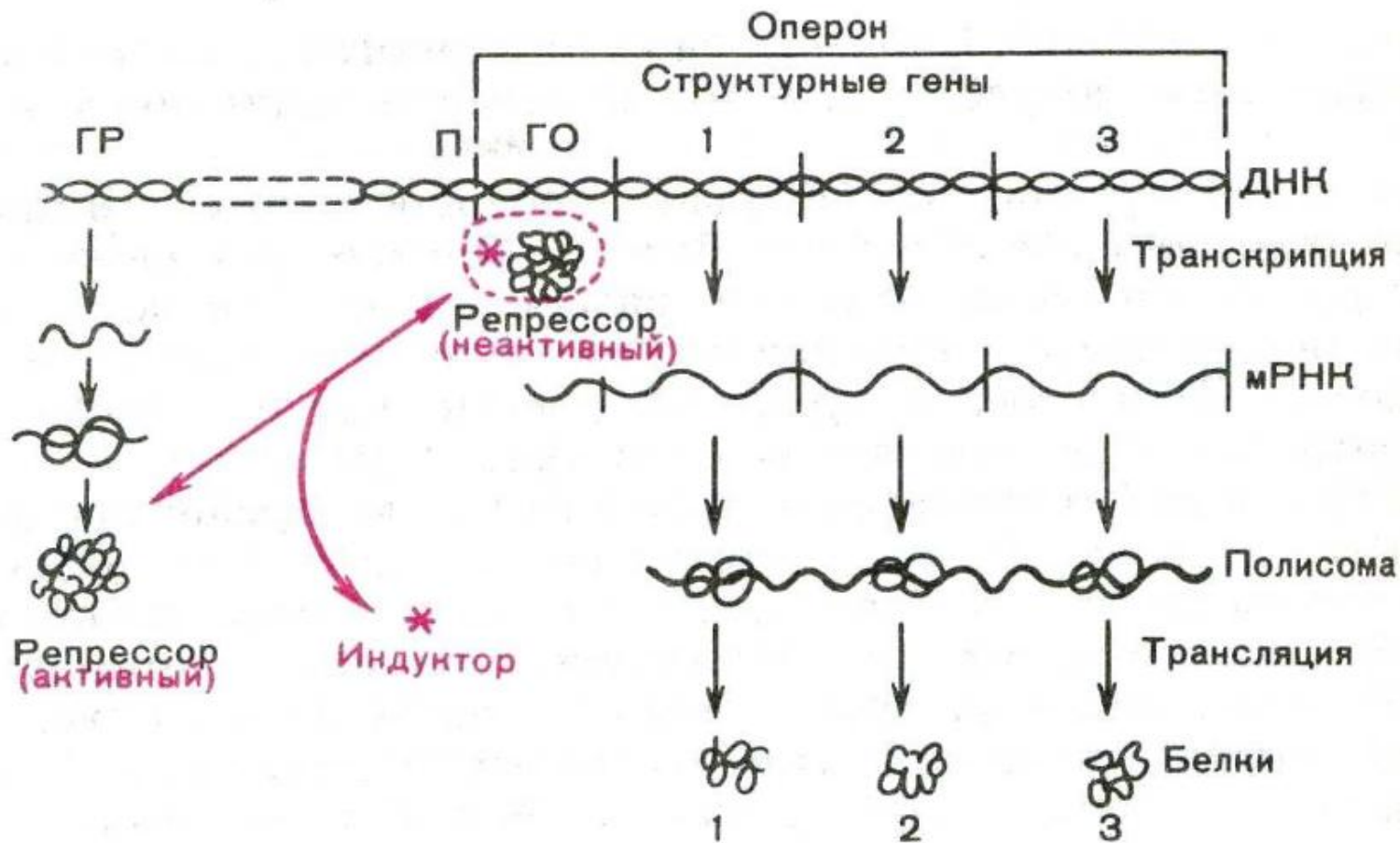


# Стадии трансляции



Полисома – молекула и-РНК, на которой находятся несколько рибосом, синтезирующих одинаковые белки

# РЕГУЛЯЦИЯ БИОСИНТЕЗА



## АТФ и ГТФ как источники энергии

На включение одной аминокислоты в растущую полипептидную цепь клетка затрачивает 4 макроэргические связи:

2 из АТФ в ходе реакции, катализируемой aa-тРНК синтетазой (в процессе активации аминокислот АТФ расщепляется на АМФ и пирофосфат)

2 молекулы ГТФ: одна используется на связывание aa-тРНК в А-центре рибосомы, а вторая затрачивается на стадию транслокации.

2 макроэргические связи молекул АТФ и ГТФ используются на инициацию и терминацию синтеза полипептидной цепи.

**Посттрансляционные изменения** - конформационные и структурные изменения полипептидных цепей.

Полипептидные цепи могут подвергаться структурным модификациям

будучи ещё связанными с рибосомами, после завершения синтеза.

Посттрансляционные изменения:

удаление части полипептидной цепи,

ковалентное присоединение одного или нескольких низкомолекулярных лигандов,

приобретение белком нативной конформации.

В ЭР происходит формирование уникальной третичной или четвертичной структуры белков.

Для поддержания нативной конформации молекул огромное значение имеет правильное **формирование дисульфидных связей**.

**Посттрансляционные изменения** - конформационные и структурные изменения полипептидных цепей.

Полипептидные цепи могут подвергаться структурным модификациям будучи ещё связанными с рибосомами, после завершения синтеза.

Посттрансляционные изменения:  
удаление части полипептидной цепи,  
ковалентное присоединение одного или нескольких низкомолекулярных лигандов,  
приобретение белком нативной конформации.

В ЭР происходит формирование уникальной третичной или четвертичной структуры белков.

Для поддержания нативной конформации молекул огромное значение имеет правильное **формирование дисульфидных связей**.

# КОВАЛЕНТНЫЕ МОДИФИКАЦИИ

Активирование или инактивирование структурных белков и ферментов может происходить в результате присоединения различных химических групп:

- фосфатных,
- ацильных,
- метальных,
- олигосахаридных
- и некоторых других.
- **Фосфорилирование** белков осуществляется по гидроксильным группам серина, треонина и, реже, тирозина ферментами из группы протеинкиназ, тогда как дефосфорилирование катализируют гидролитические ферменты фосфопротеинфосфатазы.
- **Гликозилирование.** Белки, входящие в состав плазматических мембран или секретирующиеся из клеток, подвергаются гликозилированию. Углеводные цепи присоединяются то гидроксильным группам серина или треонина (О-гликозилирование) либо аспарагина (N-гликозилирование). Последовательное наращивание углеводного фрагмента происходит в ЭР и аппарате Гольджи.
- Многочисленным модификациям подвергаются боковые радикалы некоторых аминокислот: в тиреоглобулине йодируются остатки тирозина; в факторах свёртывания крови карбоксилируются остатки глутамата; в ЭР фибробластов гидроксилируются остатки пролина и лизина в цепях тропоколлагена.

## Генетический код и его свойства

**Генетический, биологический, нуклеотидный, или аминокислотный код** - своеобразный "словарь", позволяющий выяснить, какая последовательность нуклеотидов мРНК обеспечивает включение в белок аминокислот в заданной последовательности.

# Свойства генетического кода

## Триплетность

Число кодирующих последовательностей из четырёх нуклеотидов по три равно  $4^3 = 64$ .

**Кодоны** - кодирующими элементами при шифровании аминокислотной последовательности являются тройки нуклеотидов (**триплеты**).

61 триплет шифрует включение аминокислот в синтезирующуюся полипептидную цепь, а 3 остальных - **UAA, UAG, UGA\*** - сигнализируют о завершении трансляции (**терминирующие, или стоп-кодона**).

## Специфичность

Каждому кодону соответствует только одна определённая аминокислота. В этом смысле генетический код строго однозначен.



## **Вырожденность**

В информационных молекулах включение в белок одной и той же аминокислоты определяют несколько кодонов.

## **Линейность записи информации**

## **Универсальность**

Смысл кодовых слов одинаков для всех изученных организмов, но митохондриальная мРНК содержит 4 триплета, имеющих другое значение, чем в мРНК ядерного происхождения. Так, в мРНК митохондрий триплет UGA кодирует Три, AUA - Мет, а ACA и AGG прочитываются как дополнительные стоп-кодоны.

# Основные компоненты белоксинтезирующей системы

***Спасибо за внимание***