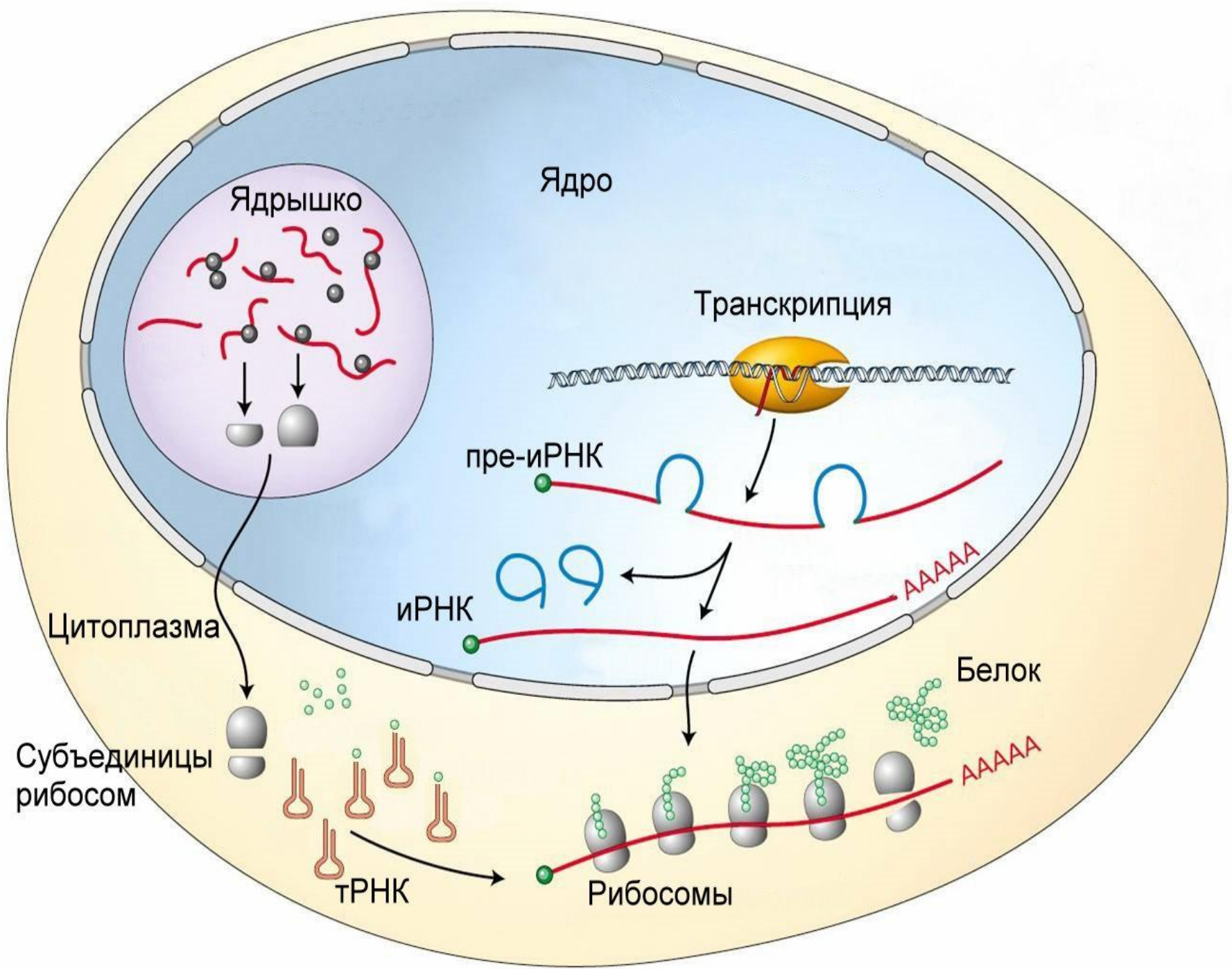


*Тема: «Биосинтез белка.  
Трансляция»*

*Задачи:*

*Дать характеристику основным этапам трансляции*



Ядро

Ядрышко

Транскрипция

пре-иРНК

иРНК

Белок

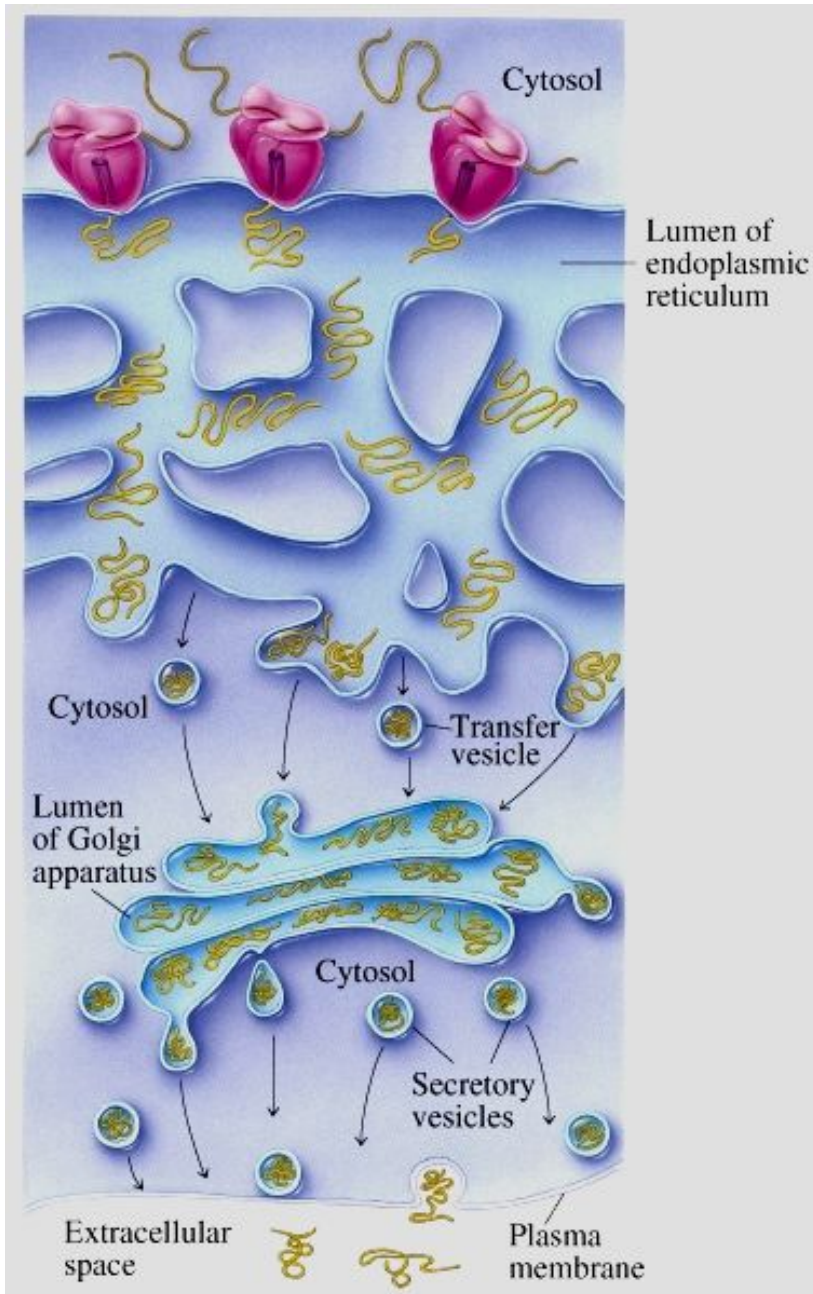
Рибосомы

тРНК

Субъединицы рибосом

Цитоплазма

# Трансляция. тРНК



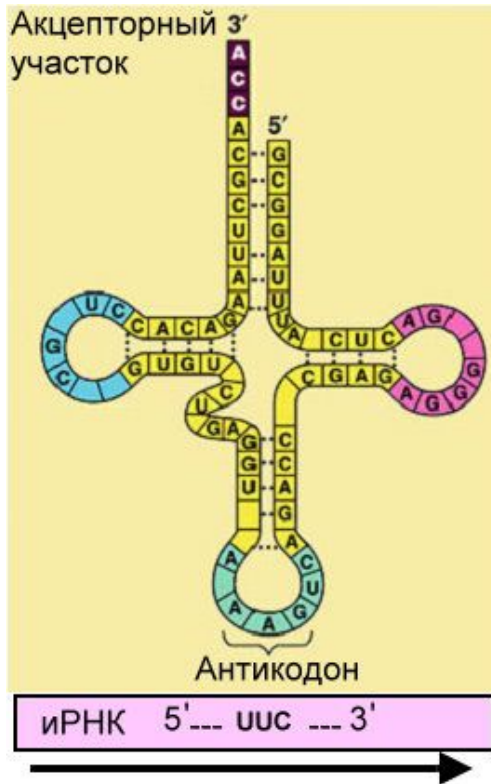
**Трансляция** — синтез полипептидной цепи на матрице иРНК.

Органоиды, обеспечивающие трансляцию, — рибосомы.

Т.е. синтез белковых молекул может происходить в цитоплазме или на шероховатой эндоплазматической сети.

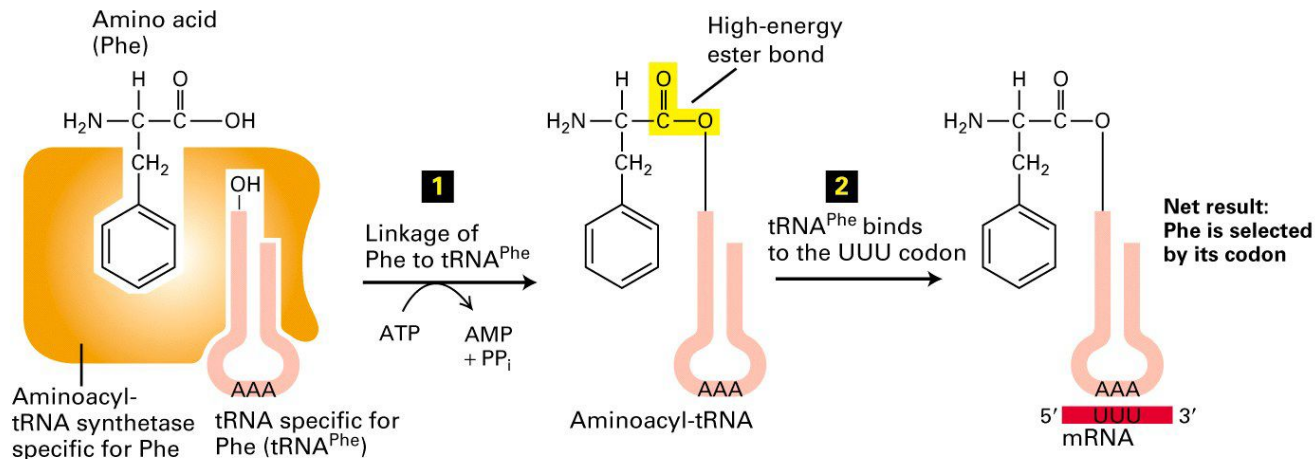
В цитоплазме синтезируются белки для собственных нужд клетки, белки, синтезируемые на ЭПС, транспортируются по ее каналам в комплекс Гольджи и выводятся из клетки.

# Трансляция. тРНК

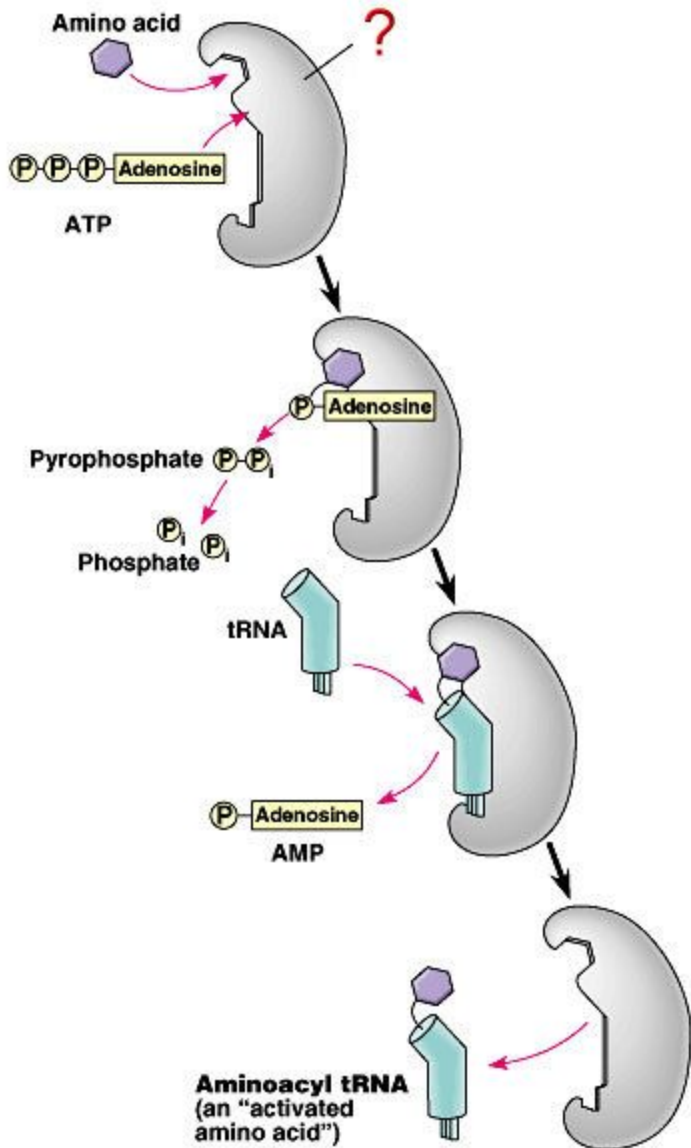


Для транспорта аминокислот к рибосомам используются *тРНК*.

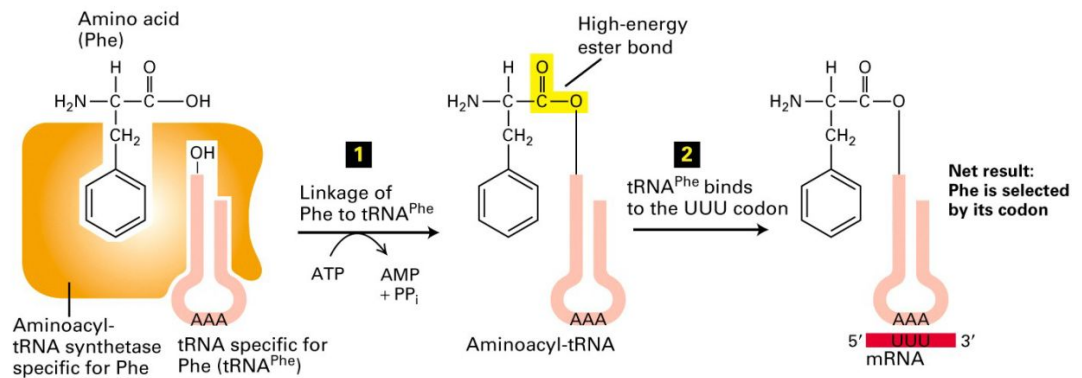
В тРНК различают антикодоновую петлю и акцепторный участок. В антикодоновой петле РНК имеется антикодон, комплементарный кодовому триплету определенной аминокислоты, а акцепторный участок на 3'-конце способен с помощью фермента *аминоацил-тРНК-синтетазы* присоединять именно эту аминокислоту (с затратой АТФ) к участку **ССА**.



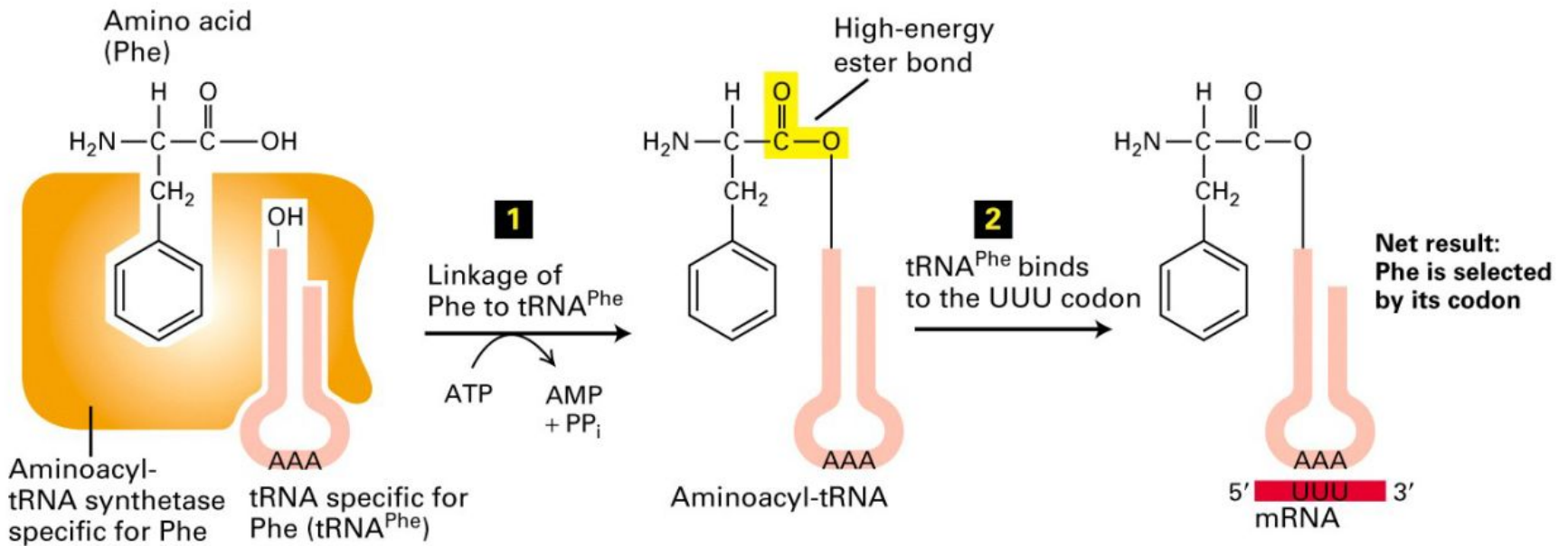
# Трансляция. тРНК



Таким образом, у каждой аминокислоты есть свои тРНК и свои ферменты, присоединяющие аминокислоту к тРНК.



# Трансляция. тРНК

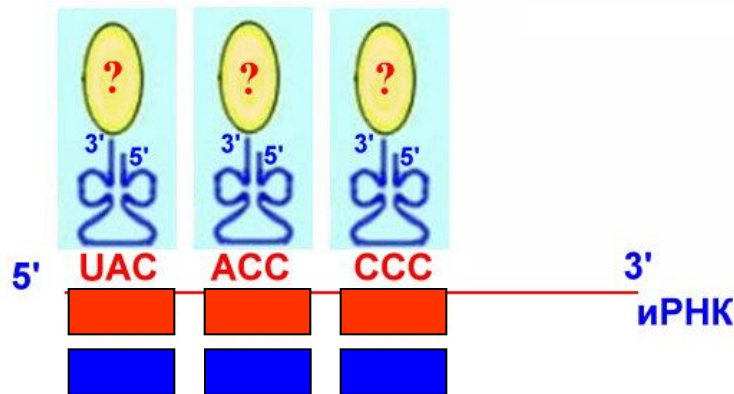


# Трансляция. тРНК

Какие триплеты иРНК комплементарны антикодонам UAC, ACC и CCC на тРНК?

Какие аминокислоты транспортируют данные тРНК?

	U	C	A	G					
U	UUU } Phenyl-alanine UUC } UUA } Leucine UUG }	UCU } UCC } Serine UCA } UCG }	UAU } Tyrosine UAC } UAA } Stop codon UAG } Stop codon	UGU } Cysteine UGC } UGA } Stop codon UGG } Tryptophan	U	C	A	G	
C	CUU } Leucine CUC } CUA } CUG }	CCU } CCC } Proline CCA } CCG }	CAU } Histidine CAC } CAA } Glutamine CAG }	CGU } Arginine CGC } CGA } CGG }	C	U	C	A	G
A	AUU } Isoleucine AUC } AUA } AUG } Methionine start codon	ACU } ACC } Threonine ACA } ACG }	AAU } Asparagine AAC } AAA } Lysine AAG }	AGU } Serine AGC } AGA } Arginine AGG }	A	U	C	A	G
G	GUU } Valine GUC } GUA } GUG }	GCU } GCC } Alanine GCA } GCG }	GAU } Aspartic acid GAC } GAA } Glutamic acid GAG }	GGU } Glycine GGC } GGA } GGG }	G	U	C	A	G



Смысловая цепь ДНК 5' - АТГ ГЦЦ ЦГГ ТАТ - 3'

Матричная цепь ДНК

иРНК

Антикодоны тРНК

Аминокислоты

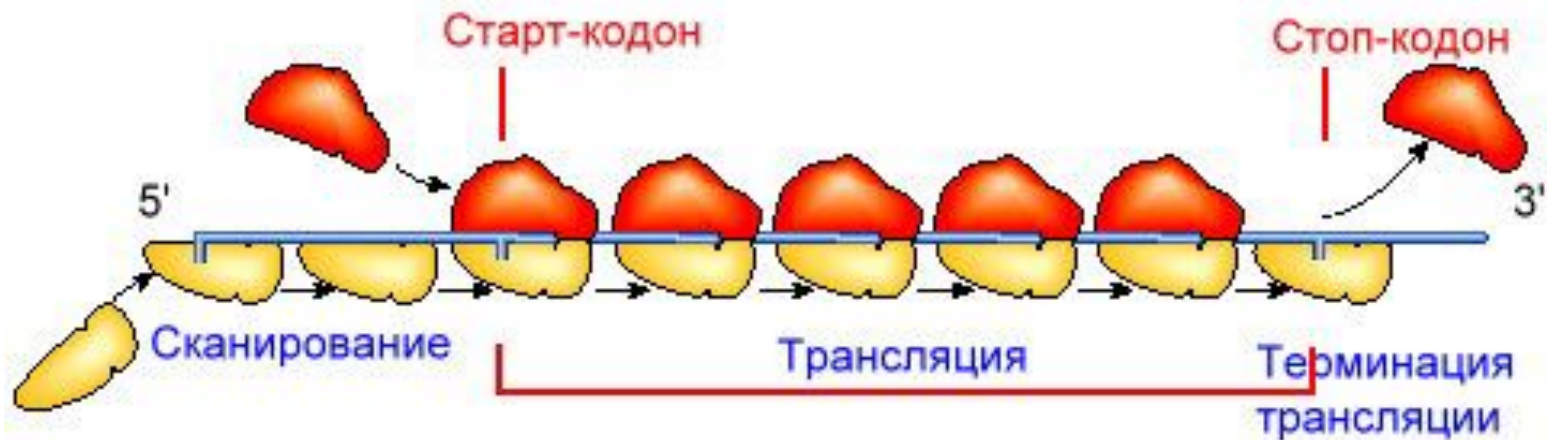
		Второй нуклеотид					
		U	C	A	G		
Первый нуклеотид	U	<p>UUU } Фенил-аланин UUC } UUA } Лейцин UUG }</p>	<p>UCU } UCC } Серин UCA } UCG }</p>	<p>UAU } Тирозин UAC } UAA } Стоп-кодон UAG } Стоп-кодон</p>	<p>UGU } Цистеин UGC } UGA } Стоп-кодон UGG } Триптофан</p>	U C A G	Третий нуклеотид
	C	<p>CUU } Лейцин CUC } CUA } CUG }</p>	<p>CCU } CCC } Пролин CCA } CCG }</p>	<p>CAU } Гистидин CAC } CAA } Глутамин CAG }</p>	<p>CGU } CGC } Аргинин CGA } CGG }</p>	U C A G	
	A	<p>AUU } Изолейцин AUC } AUA } AUG } Метионин           старт-кодон</p>	<p>ACU } ACC } Треонин ACA } ACG }</p>	<p>AAU } Аспарагин AAC } AAA } Лизин AAG }</p>	<p>AGU } Серин AGC } AGA } Аргинин AGG }</p>	U C A G	
	G	<p>GUU } GUC } Валин GUA } GUG }</p>	<p>GCU } GCC } Аланин GCA } GCG }</p>	<p>GAU } Аспарагиновая           кислота GAC } GAA } Глутаминовая           кислота GAG }</p>	<p>GGU } GGC } Глицин GGA } GGG }</p>	U C A G	



# Трансляция



Кэп и поли-А хвост защищают иРНК; НТО – нетранслируемые области «паспорт» иРНК, определяют место трансляции.

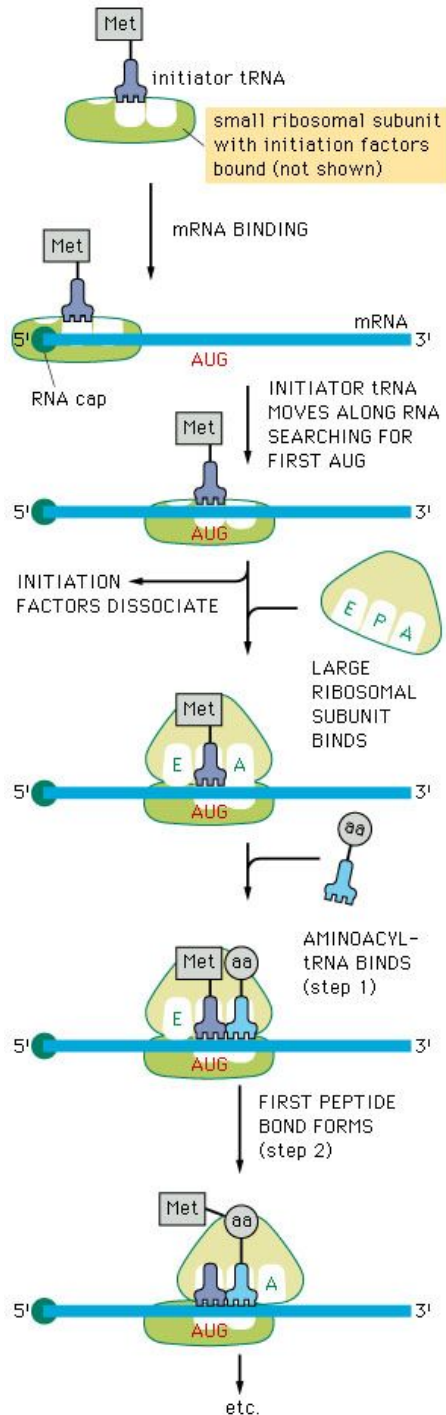


# Трансляция

Различают три этапа в биосинтезе белка: инициацию, элонгацию и терминацию.

В малой субъединице рибосомы расположен *функциональный центр рибосомы* (ФЦР) с двумя участками — *пептидильным (Р-участок)* и *аминоацильным (А-участок)*. В ФЦР может находиться шесть нуклеотидов иРНК, три - в пептидильном и три - в аминоацильном участках.

Инициация. Синтез белка начинается с того момента, когда к 5'-концу иРНК присоединяется малая субъединица рибосомы, в Р-участок которой заходит *метиониновая тРНК*.



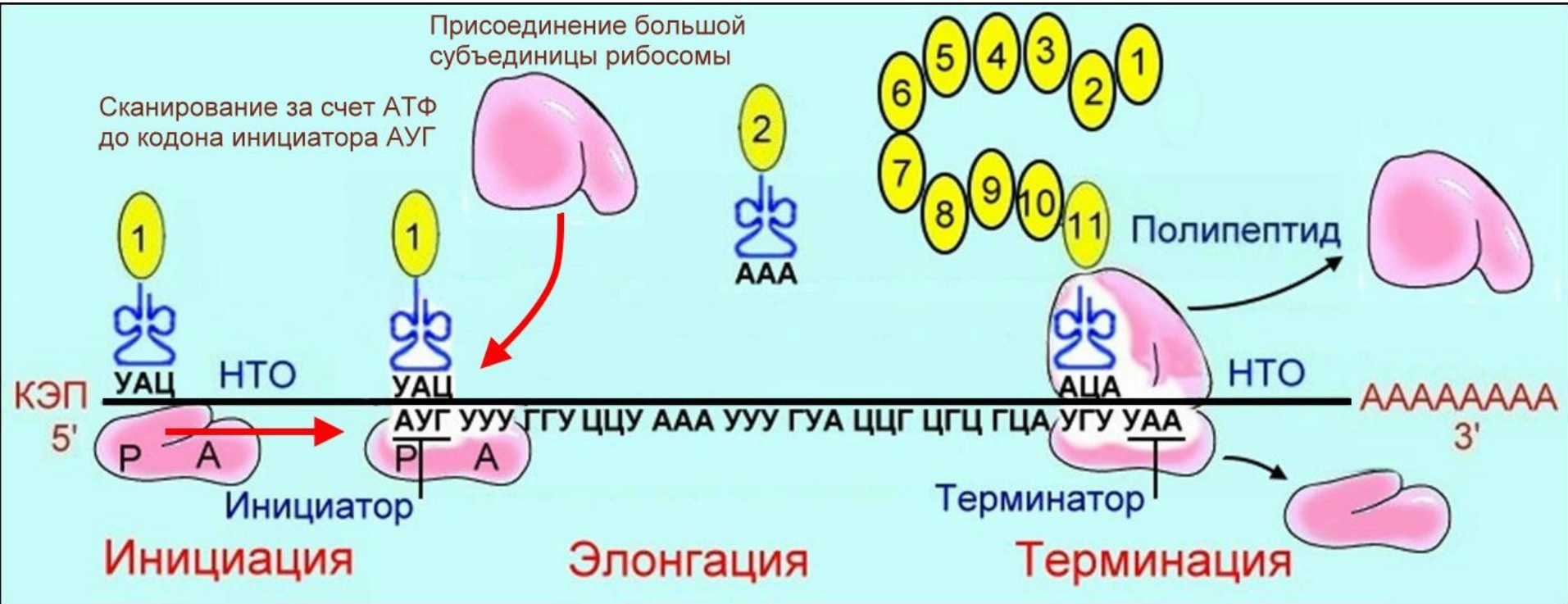
# Трансляция



За счет АТФ происходит передвижение инициаторного комплекса (малая субъединица рибосомы, тРНК с метионином) по НТО до метионинового кодона АУГ. Этот процесс называется *сканированием*.

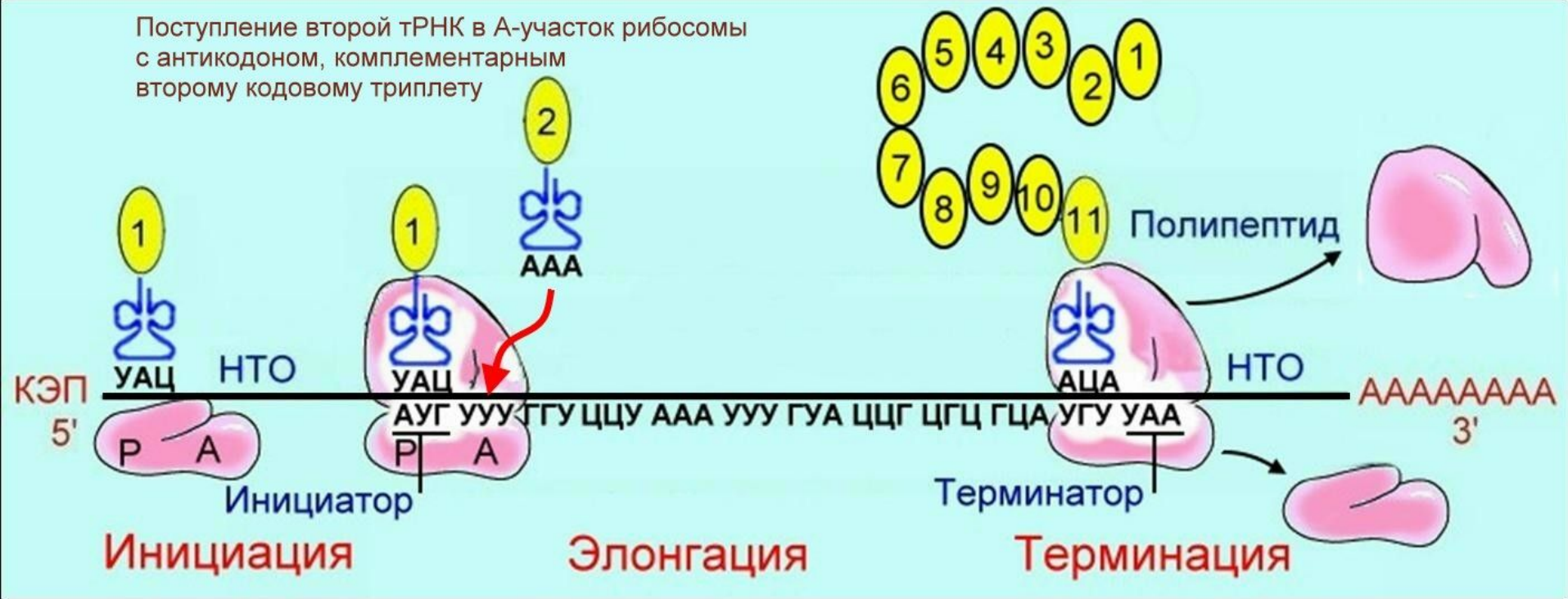
Элонгация. Как только в Р-участок сканирующего комплекса попадает кодон АУГ, происходит присоединение большой субъединицы рибосомы. В А-участок ФЦР поступает вторая тРНК, чей антикодон комплементарно спаривается с кодоном иРНК, находящимся в А-участке.

# Трансляция

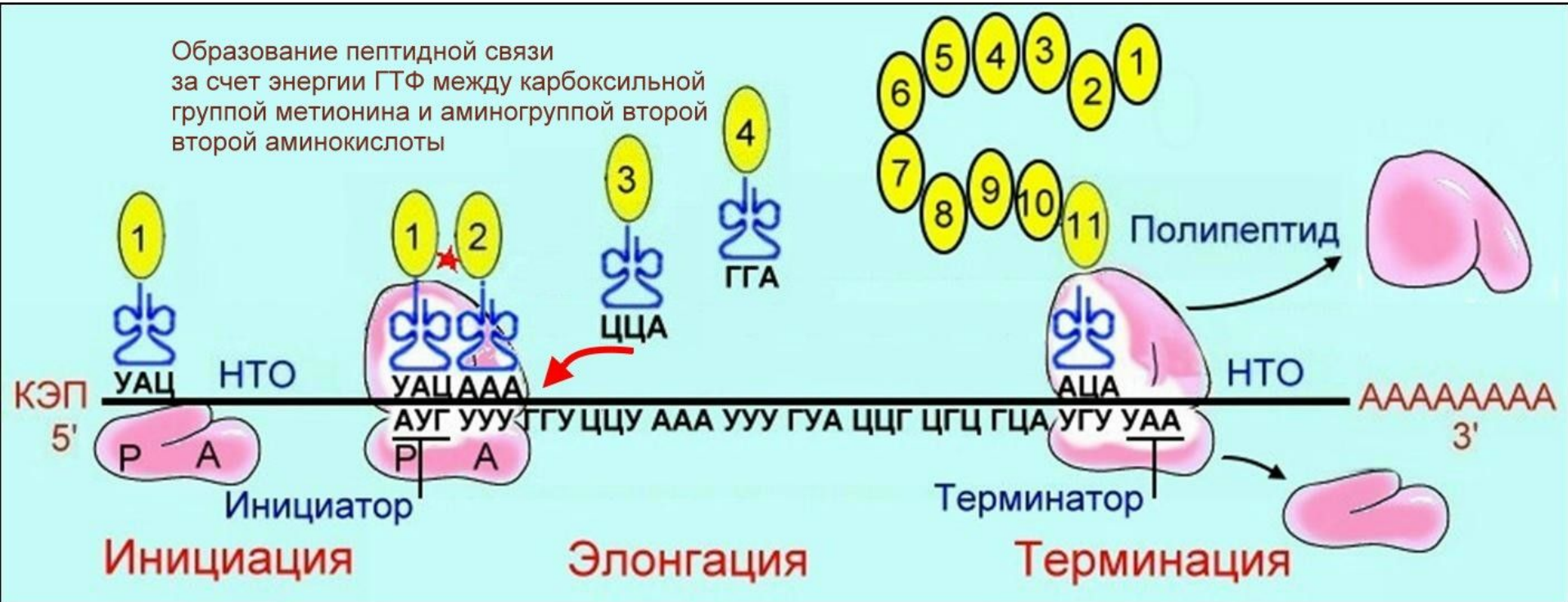


# Трансляция

Поступление второй тРНК в А-участок рибосомы с антикодоном, комплементарным второму кодовому триплету

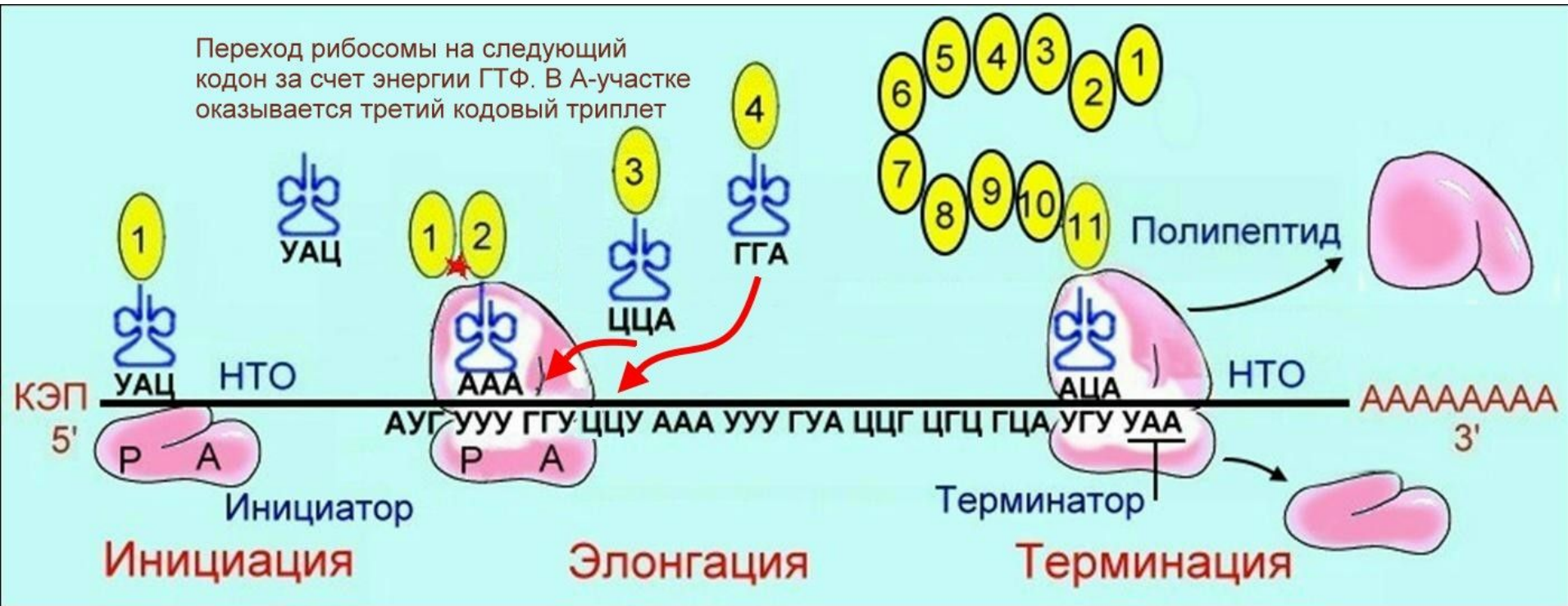


# Трансляция



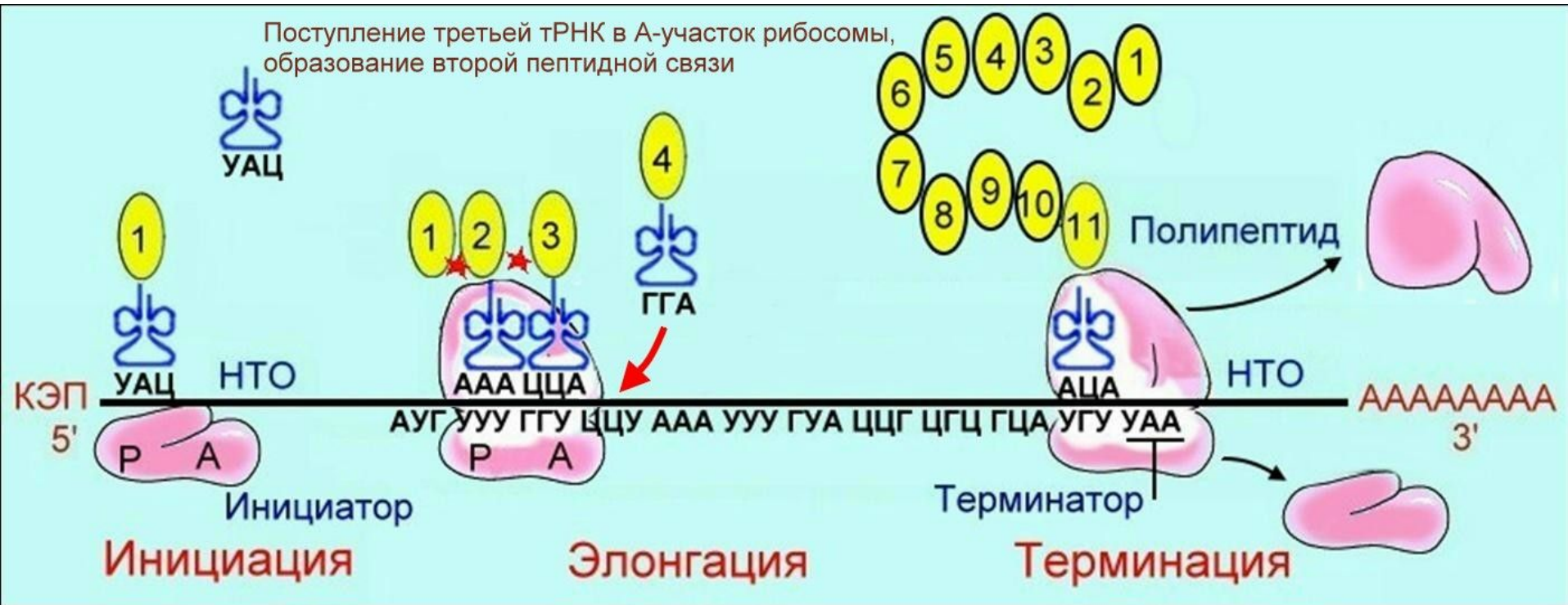
**Пептидилтрансферазный центр** большой субъединицы катализирует образование пептидной связи между метионином и второй аминокислотой. Отдельного фермента, катализирующего образование пептидных связей, не существует. Энергия для образования пептидной связи поставляется за счет гидролиза ГТФ.

# Трансляция



Как только образовалась пептидная связь, метиониновая тРНК отсоединяется от метионина, а рибосома передвигается на следующий кодовый триплет иРНК, который оказывается в А-участке рибосомы, а метиониновая тРНК выталкивается в цитоплазму.

# Трансляция



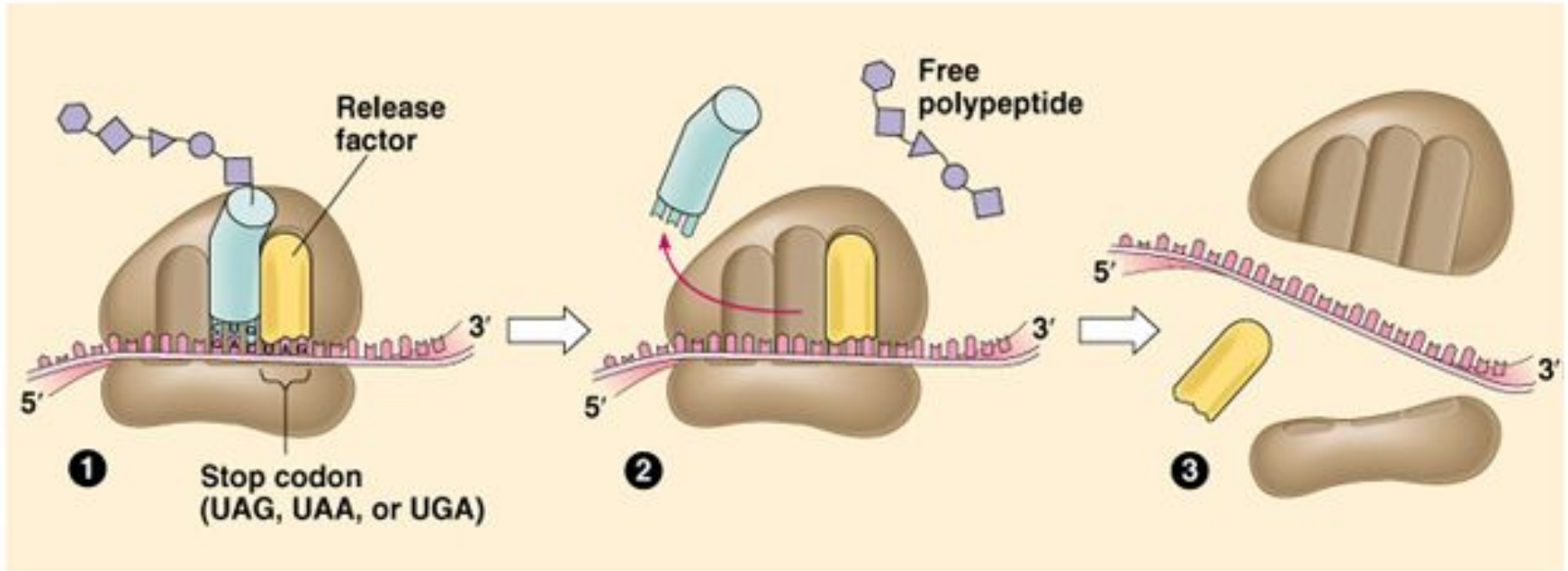
На один цикл расходуется 2 молекулы ГТФ. В А-участок заходит третья тРНК, и образуется пептидная связь между второй и третьей аминокислотами. Синтез полипептида идет от N-конца к С-концу, то есть пептидная связь образуется между карбоксильной группой первой и аминогруппой второй аминокислоты.



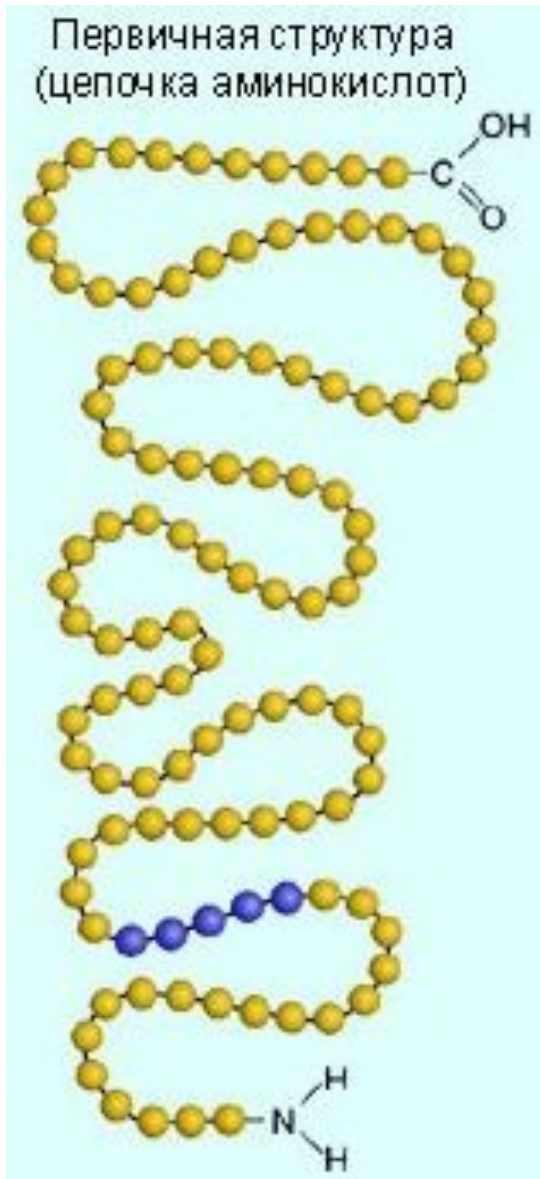
# Трансляция

Скорость передвижения рибосомы по иРНК — 5–6 триплетов в секунду, на синтез белковой молекулы, состоящей из сотен аминокислотных остатков, клетке требуется несколько минут.

Терминация. Когда в А-участок попадает кодон-терминатор (УАА, УАГ или УГА), с которым связывается особый белковый фактор освобождения, полипептидная цепь отделяется от тРНК и покидает рибосому. Происходит диссоциация, разъединение субъединиц рибосомы.



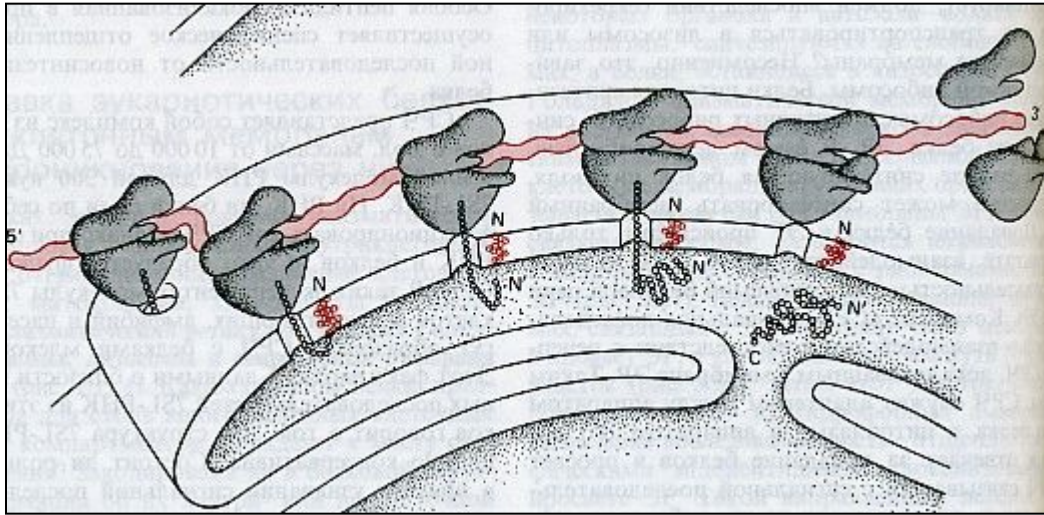
# Трансляция



Многие белки имеют лидерную последовательность – 15-25 аминокислотных остатков, «паспорт» белка, определяющий его локализацию в клетке – в митохондрию, в хлоропласты, в ядро. В дальнейшем ЛП удаляется.

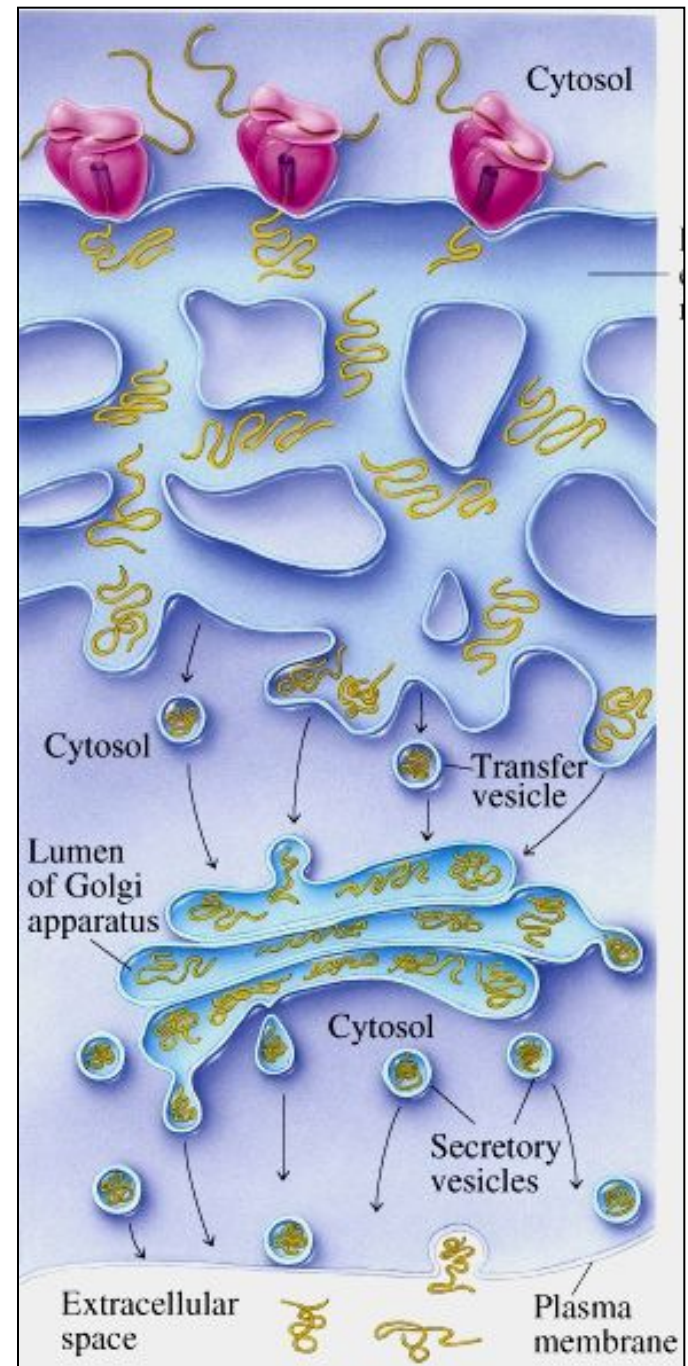
Первым белком, синтезированным искусственно, был инсулин, состоящий из 51 аминокислотного остатка. Потребовалось провести 5000 операций, в работе принимали участие 10 человек в течение трех лет.

# Трансляция



Для увеличения производства белка через иРНК могут одновременно проходить несколько рибосом, последовательно транслирующие один и тот же белок. Такую структуру, объединенную одной молекулой иРНК называют **полисомой**.

**Белки «на экспорт» синтезируются на шероховатой ЭПС.**



# Трансляция



## *Подведем итоги:*

Что необходимо для трансляции? Поясните значение:

Кодогенная цепь ДНК.

Аминокислоты.

Лигазы.

Аминоацил-тРНК-синтетазы.

АТФ, ГТФ.

Дезоксирибонуклеозидтрифосфаты.

Рибонуклеозидтрифосфаты.

иРНК.

тРНК.

РНК-синтетаза.

ДНК-синтетаза.

Рибосомы.

## *Подведем итоги:*

Какие этапы различают в биосинтезе белка?

*Транскрипция, образование иРНК и трансляция.*

Что такое трансляция?

*Синтез белка на иРНК.*

Что известно о строении тРНК?

*76-85 нуклеотидов, три петли, одна содержит антикодон, к акцепторному участку на 3'-конце присоединяется аминокислота.*

Каково значение аминоацил-тРНК-синтетаз?

*Присоединяют аминокислоты к тРНК за счет энергии АТФ.*

Какие этапы различают в трансляции?

*Инициацию, элонгацию, терминацию.*

Что происходит во время инициации трансляции?

*В P-участок малой субъединицы поступает метиониновая тРНК, комплекс присоединяется к иРНК и сканирует до старт-кодона.*

Каковы функции большой субъединицы рибосомы?

*Соединяет аминокислоты пептидными связями.*

В какой участок ФЦР поступает новая тРНК с аминокислотой?

*В аминоацильный, в A-участок.*

Сколько аминокислот закодировано на участке иРНК, состоящем вместе с терминальным кодоном из 300 нуклеотидов?

*99 аминокислот. (300 : 3 = 100 кодонов, 100 – 1 = 99).*

## *Подведем итоги:*

Белок состоит из 100 аминокислот. Установите, во сколько раз молекулярная масса иРНК, кодирующей данный белок, превышает молекулярную массу белка, если средняя молекулярная масса аминокислоты – 110, а нуклеотида – 300.

*Количество нуклеотидов:  $100 \cdot 3 = 300$ . Масса нуклеотидов  $300 \cdot 300 = 90\,000$ , масса аминокислот  $11\,000$ . Примерно в 9 раз.*

Какую длину имеет фрагмент иРНК, определяющий длину белка, в состав которого входят 100 аминокислот?

*$100 \cdot 3 = 300$  нуклеотидов;  $300 \cdot 0,34 \text{ нм} = 102 \text{ нм}$ .*