

ТРАНСЛЯЦИЯ

- **Трансляция** – это процесс синтеза белка на мРНК.

- **Трансляция** представляет собой **второй этап** реализации генетической информации, закодированной в молекуле ДНК, т.е. второй этап экспрессии генов (кодирующих белки).
- «Путь от ДНК к белку» (экспрессия генов) отражает **основная догма молекулярной биологии**, предложенная Ф.Криком:

ДНК → РНК → белок

- Информационная связь между последовательностью нуклеотидов в молекуле нуклеиновой кислоты (ДНК и РНК) и последовательностью аминокислот в молекуле белка осуществляется с помощью **генетического кода.**

- Генетический код был расшифрован в 1961 г. М.Ниренбергом, Х.Корана и С.Очоа.

Первые исследования структуры генетического кода показали, что генетическая информация хранится в виде нуклеотидных триплетов.

Модель триплетного генетического кода была впервые предложена американским учёным Г. Гамовым (1954).

Группа из трёх нуклеотидов, которая кодирует 1 аминокислоту, называется **КОДОНОМ**, или **триплетом**.

Т.о. первое свойство генетического кода – **триплетность**.

- М.Ниренбергом, Х.Корана и С.Очоа расшифровали состав и порядок нуклеотидов во всех кодонах и их соответствие определенным аминокислотам.
- Число возможных кодонов (триплетов) равно $4^3=64$.
- Т.к. число биогенных аминокислот равняется 20, отсюда вытекает второе свойство генетического кода – его избыточность (**вырожденность**). Одной аминокислоте соответствует несколько кодонов.

- Из 64 кодонов три кодона являются **бессмысленными**, т.к. не кодируют ни одну из биогенных аминокислот.
- Эти триплеты – УАА, УАГ, УГА.
- Однако, они также имеют функциональное значение. Эти кодоны останавливают синтез белка, т.е. являются **stop-кодонами**.

Свойства генетического кода:

- 1. **Триплетность.**
- 2. **Вырожденность.**
- 3. **Специфичность** (каждому кодону соответствует одна аминокислота).
- 4. **Непрерывность** (в последовательности триплетов в кодирующей белок части ДНК и РНК нет промежутков в виде отдельных нуклеотидов).
- 5. **Универсальность** (смысл триплетов одинаков у всех организмов (есть небольшие исключения в митохондриальном геноме и геномах низших эукариот и архей)).

Таблица , отражающая положения 1-го, 2-го и 3-го нуклеотида в триплете (РНК) и соответствующие кодонам аминокислоты

| Нуклеотид | | | | | |
|-----------|---|--|---|---|------------------|
| 1-й | 2-й | | | | 3-й |
| | У | Ц | А | Г | |
| У | УУУ } Фенилаланин УУЦ } УУА } Лейцин УУГ } | УЦУ } УЦЦ } Серин УЦА } УЦГ } | УАУ } Тирозин УАЦ } УАА } стоп-кодонаы УАГ } | УГУ } Цистеин УГЦ } УГА } стоп-кодон УГГ } Триптофан | У Ц А Г |
| Ц | ЦУУ } ЦУЦ } Лейцин ЦУА } ЦУГ } | ЦЦУ } ЦЦЦ } Пролин ЦЦА } ЦЦГ } | ЦАУ } Гистидин ЦАЦ } ЦАА } Глютамин ЦАГ } | ЦГУ } ЦГЦ } Аргинин ЦГА } ЦГГ } | У Ц А Г |
| А | АУУ } АУЦ } Изолейцин АУА } Метионин АУГ } старт-кодон | АЦУ } АЦЦ } Треонин АЦА } АЦГ } | ААУ } ААЦ } Аспарагин ААА } Лизин ААГ } | АГУ } АГЦ } Серин АГА } Аргинин АГГ } | У Ц А Г |
| Г | ГУУ } ГУЦ } Валин ГУА } ГУГ } | ГЦУ } ГЦЦ } Аланин ГЦА } ГЦГ } | ГАУ } Аспарагиновая ГАЦ } кислота ГАА } Глутаминовая ГАГ } кислота | ГГУ } ГГЦ } Глицин ГГА } ГГГ } | У Ц А Г |

Таблица , отражающая положения 1-го, 2-го и 3-го нуклеотида в триплете (РНК) и соответствующие кодонам аминокислоты (англ. вариант). Приведены общепринятые однобуквенные обозначения аминокислот

| | | ВТОРАЯ БУКВА | | | | | |
|--------------|---|--|--|---|---|--------------|---|
| | | U | C | A | G | | |
| ПЕРВАЯ БУКВА | U | UUU } Фенил-аланин F UUC } UUA } Лейцин L UUG } | UCU } UCC } Серин S UCA } UCG } | UAU } Тирозин Y UAC } UAA } Стоп-кодон UAG } Стоп-кодон | UGU } Цистеин C UGC } UGA } Стоп-кодон UGG } Триптофан W | ТРЕТЬЯ БУКВА | U |
| | C | CUU } CUC } Лейцин L CUA } CUG } | CCU } CCC } Пролин P CCA } CCG } | CAU } Гистидин H CAC } CAA } Глутамин Q CAG } | CGU } CGC } Аргинин R CGA } CGG } | | C |
| | A | AUU } AUC } Изолейцин I AUA } AUG } Метионин M старт-кодон | ACU } ACC } Треонин T ACA } ACG } | AAU } Аспарагин N AAC } AAA } Лизин K AAG } | AGU } Серин S AGC } AGA } Аргинин R AGG } | | A |
| | G | GUU } GUC } Валин V GUA } GUG } | GCU } GCC } Аланин A GCA } GCG } | GAU } Аспарагиновая кислота D GAC } GAA } Глутаминовая кислота E GAG } | GGU } GGC } Глицин G GGA } GGG } | | G |

Триплеты нуклеотидов в мРНК узнаются триплеттами нуклеотидов в антикодоне тРНК

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОД

Матричная РНК

НУКЛЕОТИДЫ

1-й 2-й 3-й

у ц а г

у } Фенилаланин } уцу } Тирозин } угу } Цистеин } у }
ууц } } уцц } УАЦ } } угц } } ц }
ууа } Лейцин } уца } УАА } } уга } стоп-кодон } а }
ууг } } уцг } УАГ } } угг } Триптофан } г }

ц } ццу } ццу } цгу } цгу } у }
цуц } Лейцин } ццц } } цац } Гистидин } цгц } } ц }
цуа } } цца } } цаа } Глютамин } цга } } а }
цуг } } ццг } } цаг } } цгг } } г }

а } ауу } ауу } аау } аау } у }
ауц } Изолейцин } ацц } } аац } Аспарагин } агц } Серин } ц }
ауа } } аца } } ааа } Лизин } ага } } а }
ауг } Метионин } ацг } } ааг } } ага } Аргинин } г }
СТАРТ-КОДОН

г } гуу } гуу } гау } гау } у }
гуц } Валин } гцу } } гац } Аспарагиновая } ггц } } ц }
гуа } } гца } } гаа } кислота } гга } } а }
гуг } } гцг } } гаг } кислота } ггг } } г }

Транспортная РНК

АЛАНИН

Издательство «Дрофа»

Адрес: 125080, Москва, Бумажный проезд, 14, стр. 2
Тел.: (495) 787-8388
Факс: (495) 787-8389
www.drofa.ru

© 2000 «Дрофа», 2003

Вырожденность генетического кода (указаны кодоны для каждой аминокислоты, а также СТОП-КОДОНЫ)

- **Ala/A** - GCU, GCC, GCA, GCG
- **Leu/L** - UUA, UUG, CUU, CUC, CUA, CUG
- **Arg/R** - CGU, CGC, CGA, CGG, AGA, AGG
- **Lys/K** - AAA, AAG
- **Asn/N** - AAU, AAC
- **Met/M** - AUG
- **Asp/D** - GAU, GAC
- **Phe/F** - UUU, UUC
- **Cys/C** - UGU, UGC
- **Pro/P** - CCU, CCC, CCA, CCG
- **Gln/Q** - CAA, CAG
- **Ser/S** - UCU, UCC, UCA, UCG, AGU, AGC
- **Glu/E** - GAA, GAG
- **Thr/T** - ACU, ACC, ACA, ACG
- **Gly/G** - GGU, GGC, GGA, GGG
- **Trp/W** - UGG
- **His/H** - CAU, CAC
- **Tyr/Y** - UAU, UAC
- **Ile/I** - AUU, AUC, AUA
- **Val/V** GUU, GUC, GUA, GUG
- **START** - AUG
- **STOP** - UAG, UGA, UAA

- Для всех аминокислот, за исключением метионина и триптофана, существует более одного кодона. В этом случае вариации нуклеотидов наблюдаются в третьем положении нуклеотида в кодоне, когда одна аминокислота кодируется более, чем 4 триплетами, то – вариации присутствуют и в других положениях триплета.
- Поэтому иногда генетический код называется псевдодуплетным.

Взаимодействие между третьим нуклеотидом в кодоне мРНК и первым нуклеотидом в антикодоне тРНК менее прочное, чем между другими нуклеотидами в кодоне и антикодоне. Поэтому по данной позиции могут быть альтернативные взаимодействия. Это явление получило название «теории качания» (wobble-гипотезы).

| ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОД | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----|---|--|---|--|---|---|---|---|
| Матричная РНК | | | | | | | | | |
| НУКЛЕОТИДЫ | | | | | | | | | |
| | 1-й | 2-й | | | 3-й | | | | |
| | У | Ц | А | Г | | | | | |
| <p>Транспортная РНК</p> <p>АЛАНИН</p> | У | ууу } Фенилаланин ууц } ууа } ууг } Лейцин | уцу } уцц } Серин уца } уцг } | уау } Тирозин уац } уаа } <i>стоп-кодон</i> уаг } | угу } Цистеин угц } уга } <i>стоп-кодон</i> угг } Триптофан | У | Ц | А | Г |
| | Ц | цуу } цуц } Лейцин цуа } цуг } | ццу } ццц } Пролин цца } ццг } | цау } Гистидин цац } цаа } Глютамин цаг } | цгу } цгц } цга } цгг } Аргинин | У | Ц | А | Г |
| | А | ауу } ауц } Изолейцин ауа } ауг } Метионин <i>СТАРТ-КОДОН</i> | ацу } ацц } Треонин аца } ацг } | аау } аац } Аспарагин ааа } Лизин ааг } | агу } Серин агц } ага } Аргинин агг } | У | Ц | А | Г |
| | Г | гуу } гуц } гуа } гуг } Валин | гцу } гцц } гца } гцг } Аланин | гау } Аспарагиновая кислота гац } гаа } Глутаминовая кислота гаг } | ггу } ггц } гга } ггг } Глицин | У | Ц | А | Г |



И Д Р О Ф А

Аннотация к учебнику «Биология. 10 класс»
 Учебник разработан на базе программы
 «Биология. 10 класс» М. Г. Мамонтова
 и М. А. Ивановой
 © 2009 Дрофа, 2009

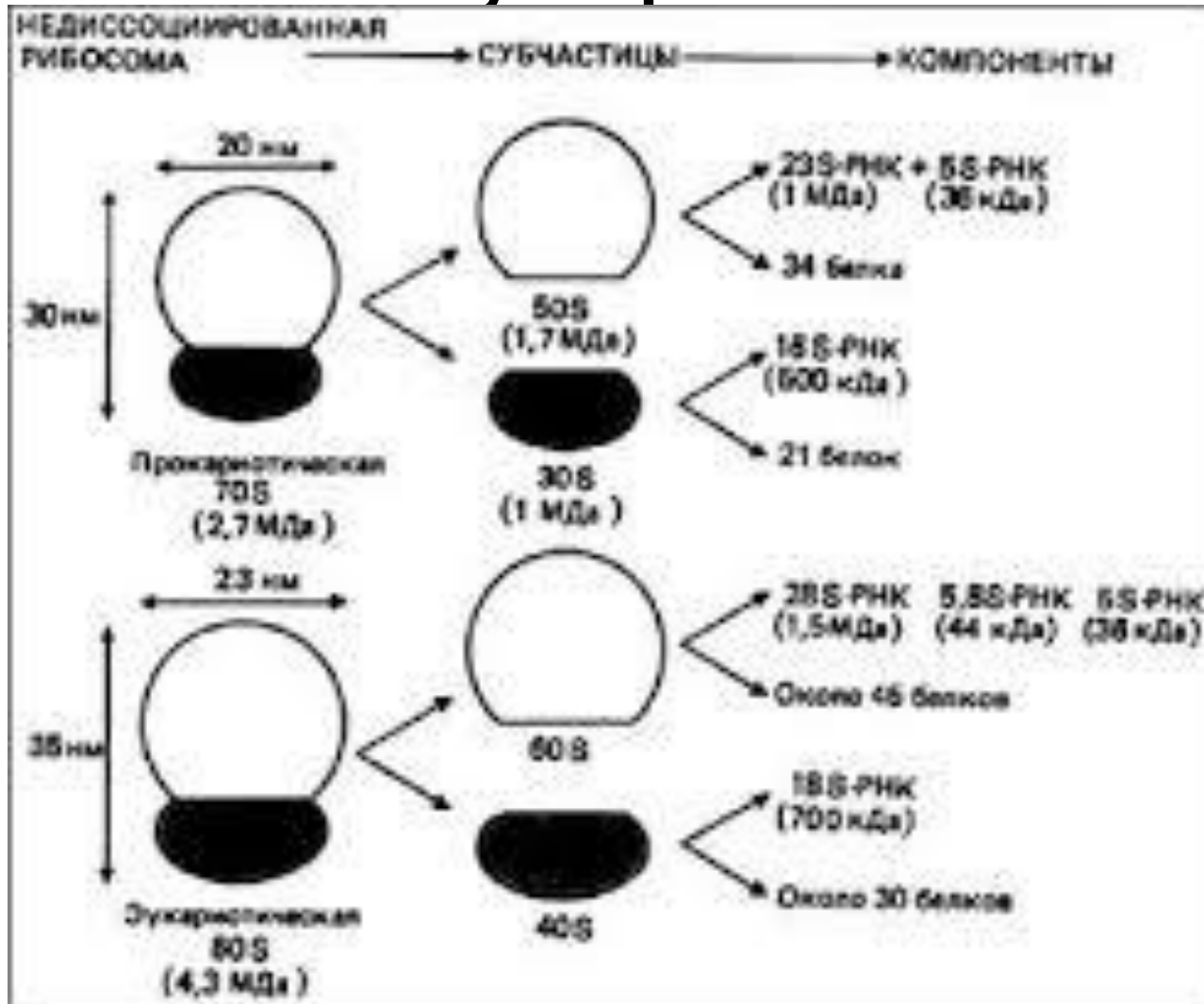
- **Участники процесса трансляции:**
- -мРНК
- -рибосомы
- -аминоацил-тРНК
- -ферменты аминокислот-тРНКсинтетазы
- -факторы трансляции

РИБОСОМА

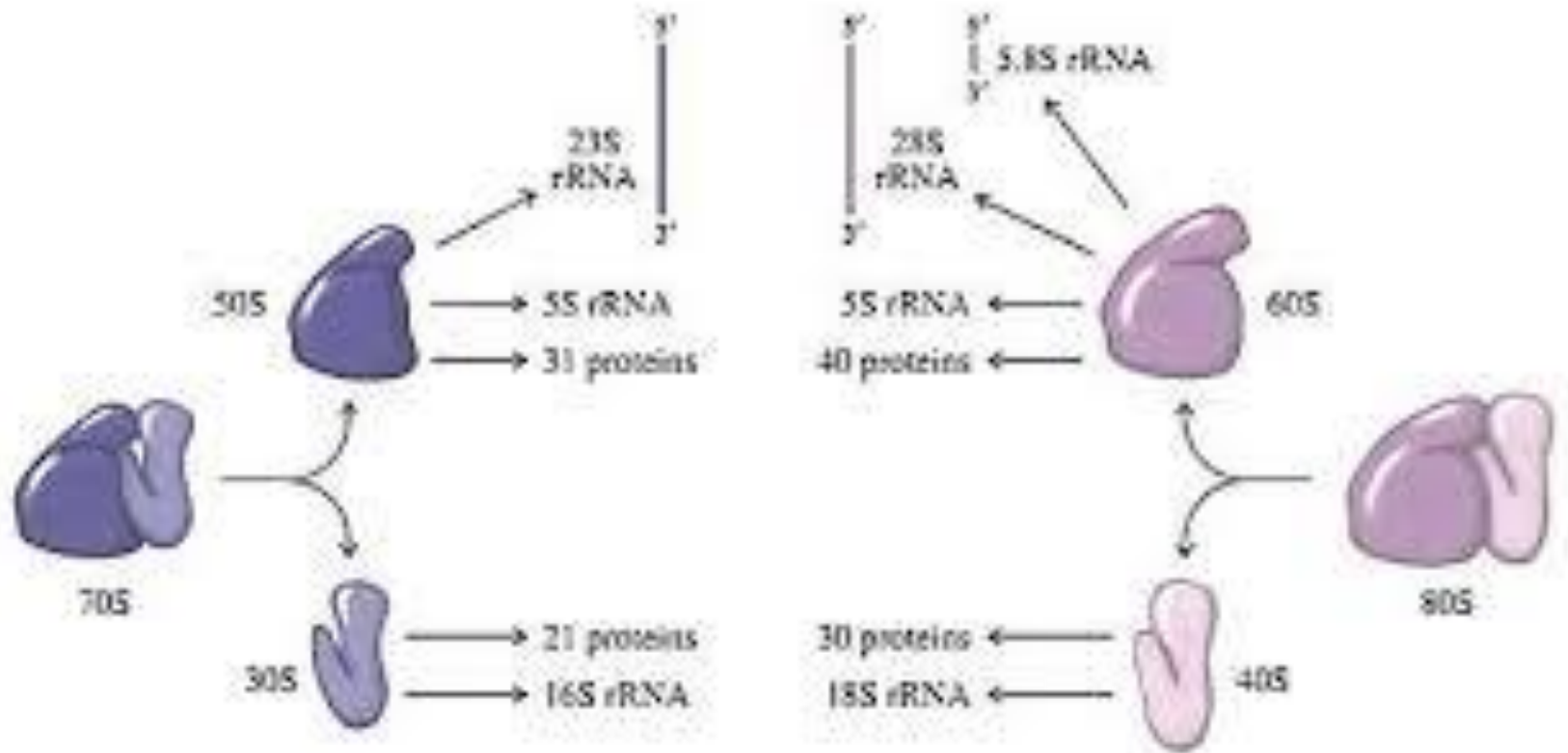
имеет три функциональных участка: А – акцепторный участок для поступления аминокислоты (в составе тРНК), Р- пептидильный участок для пептидила (в составе тРНК), Е (exit) – участок выхода свободной тРНК, не связанной с аминокислотой



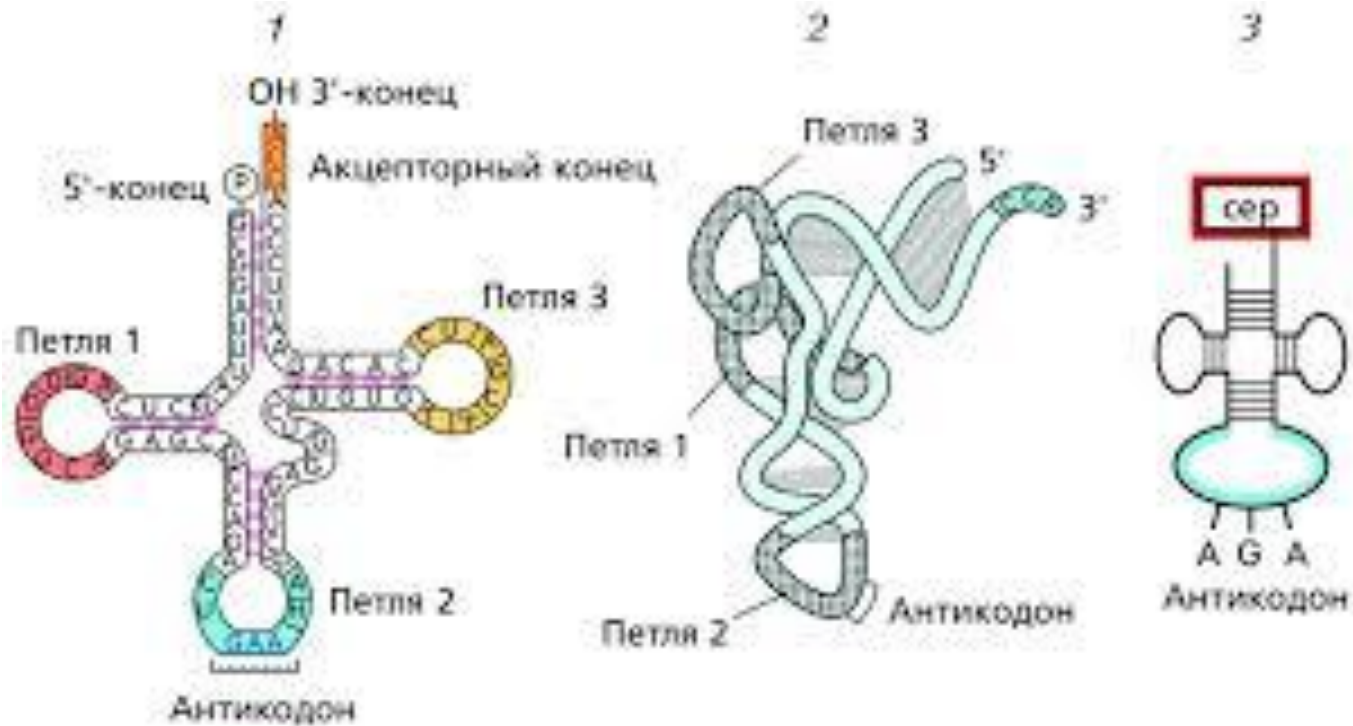
Состав рибосом про- и эукариот



Состав рибосом про- и эукариот



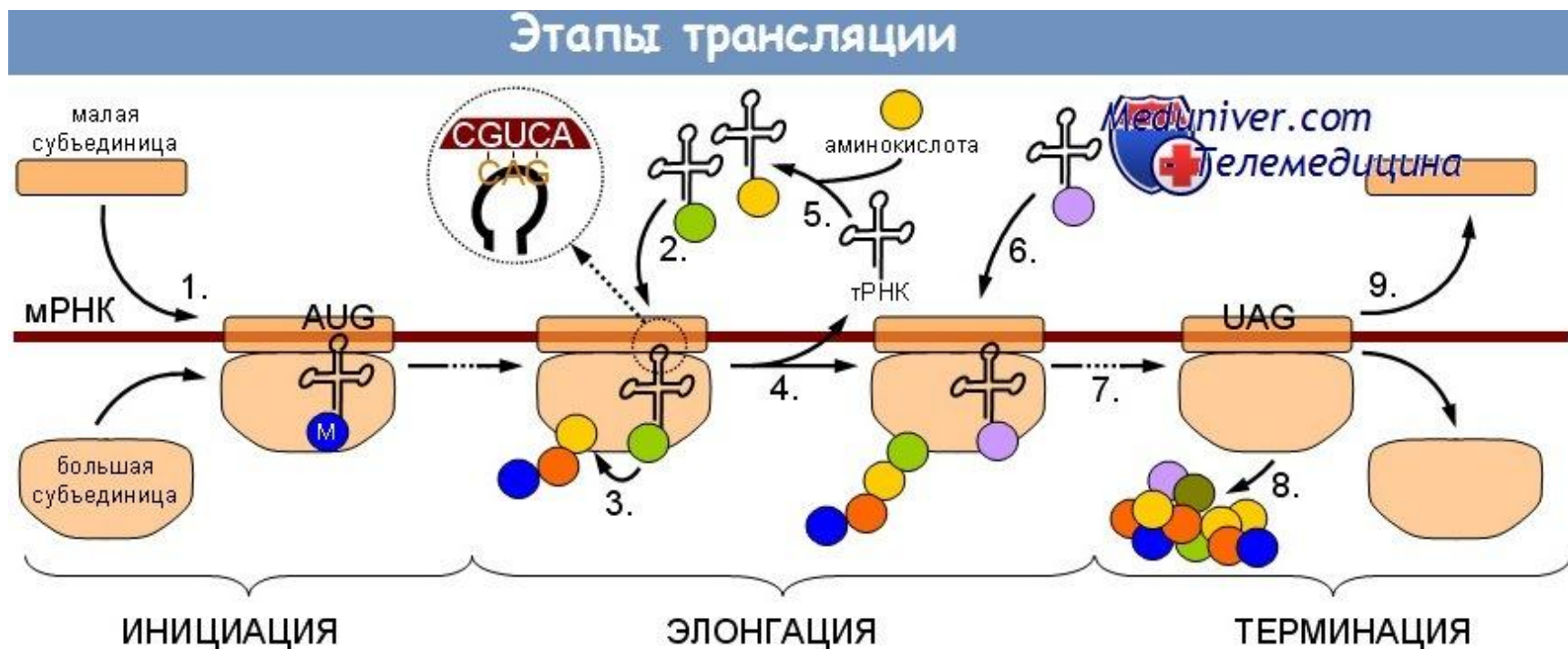
«Зрелая» молекула тРНК (вторичная и третичная структура)



Аминоацилирование тРНК



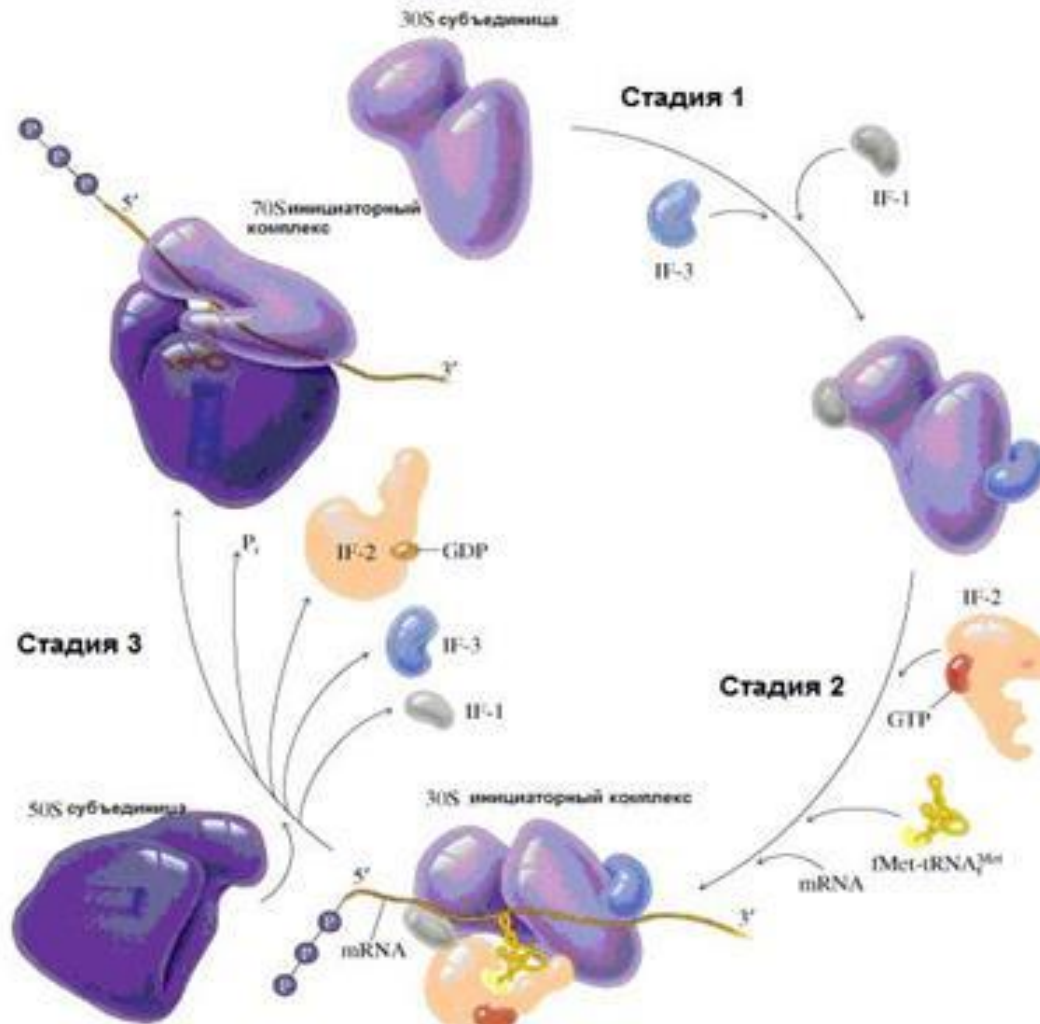
Этапы трансляции



Инициация трансляции

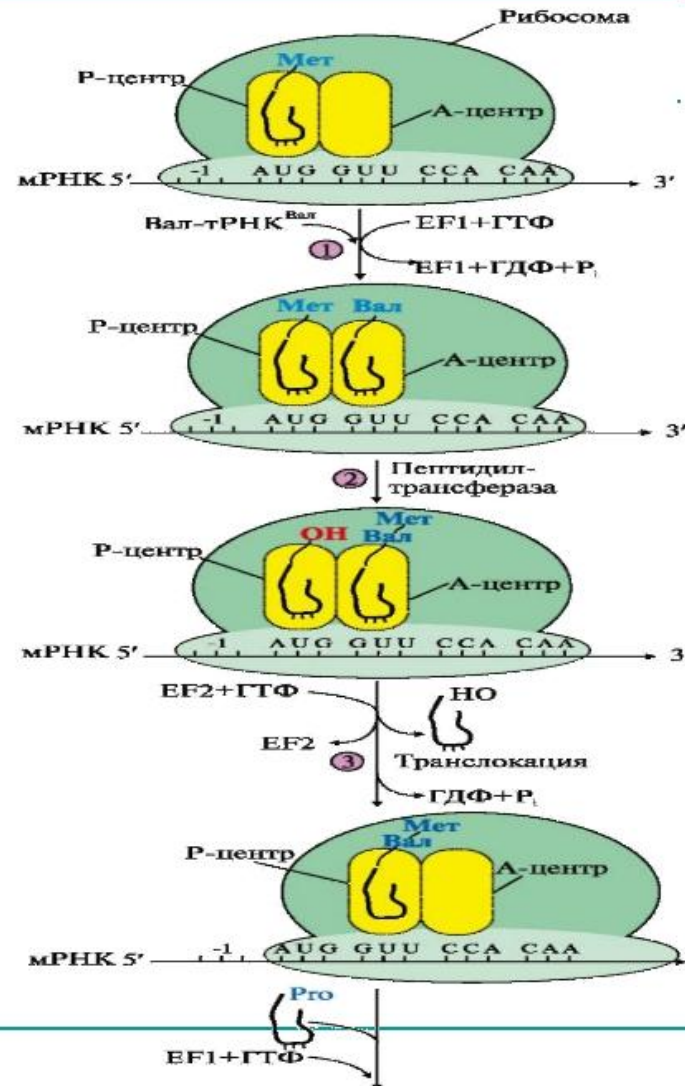


Инициация трансляции

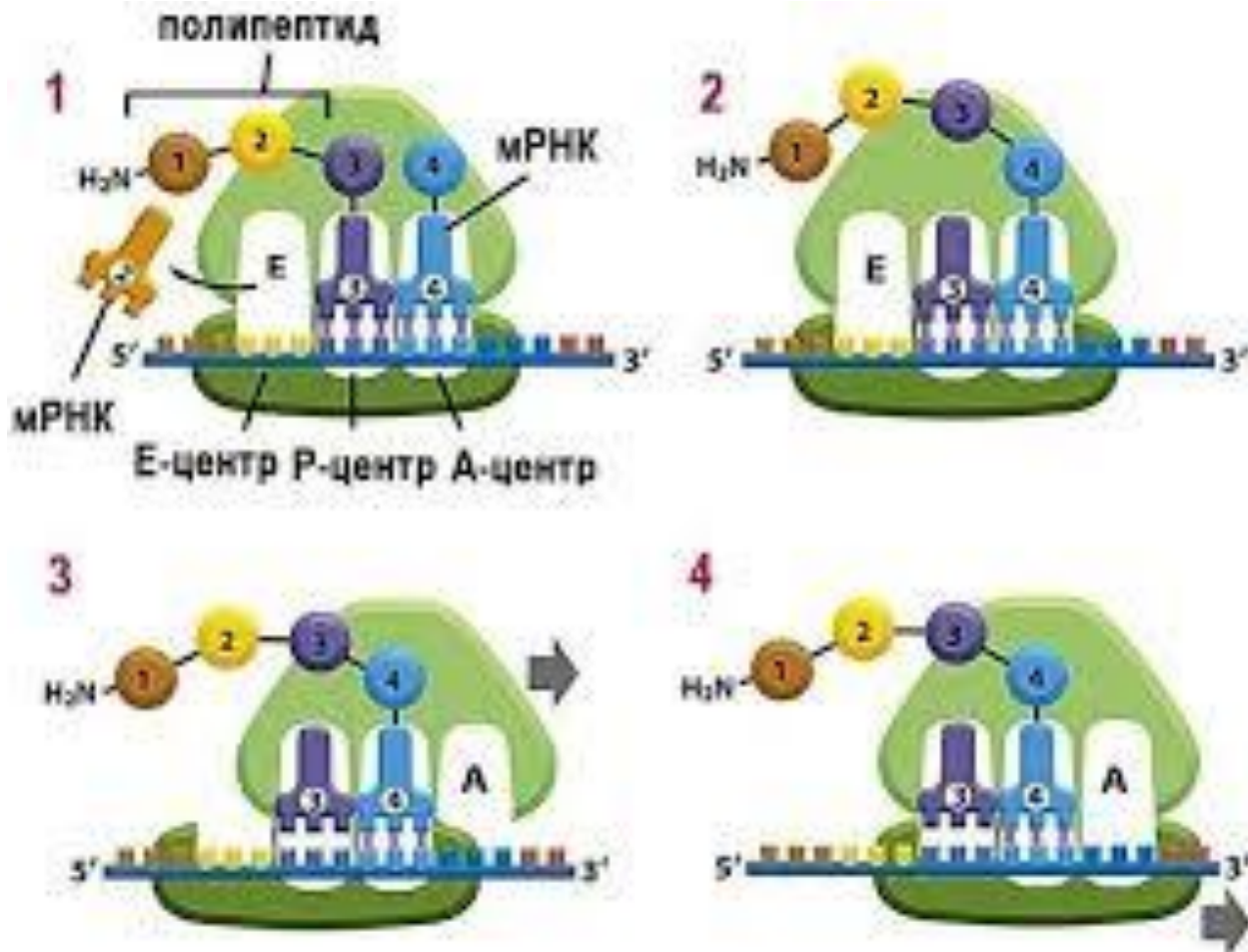


ЭЛОНГАЦИЯ

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



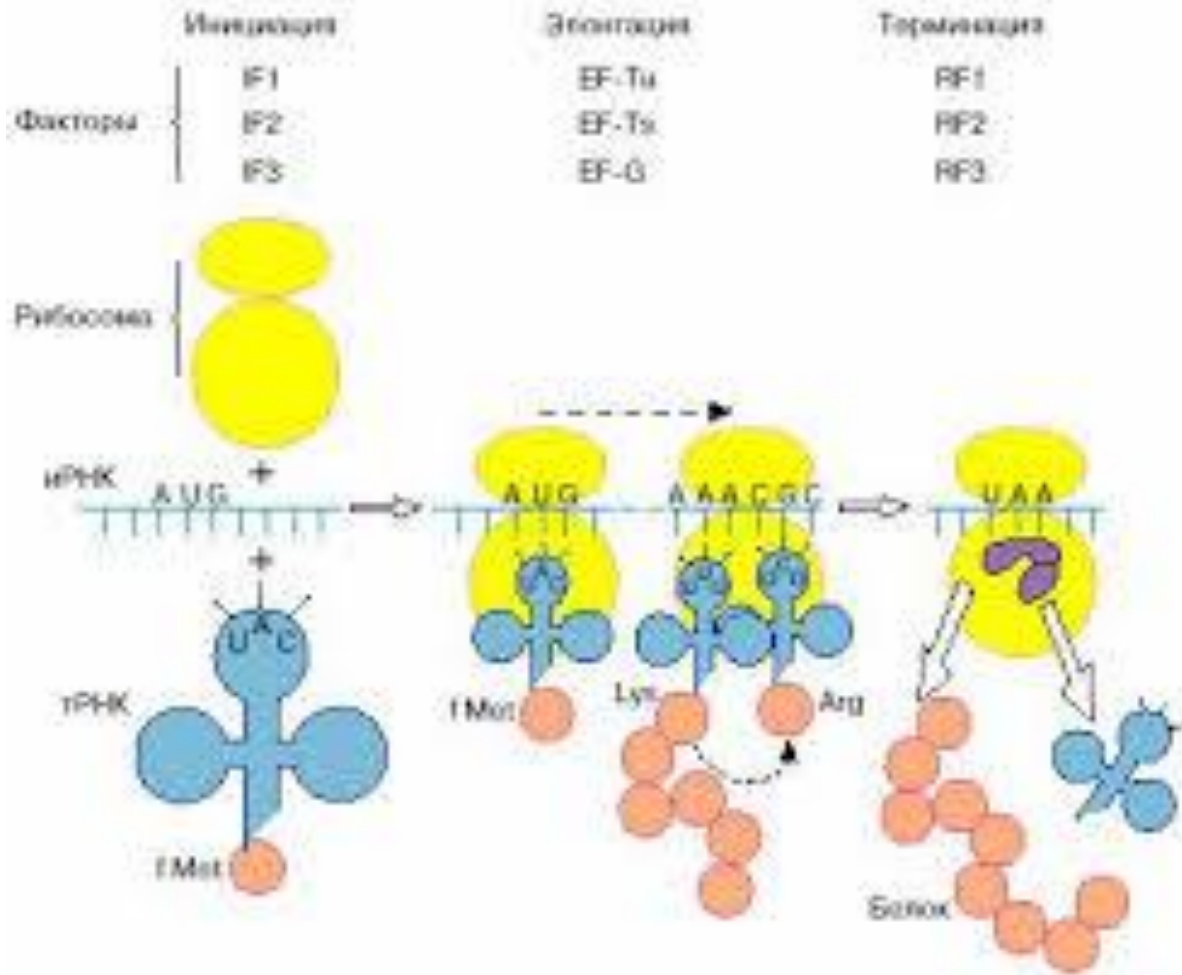
ЭЛОНГАЦИЯ ТРАНСЛЯЦИИ



ТЕРМИНАЦИЯ ТРАНСЛЯЦИИ



Этапы трансляции у прокариот и участвующие в них факторы трансляции



Инициация трансляции у эукариот

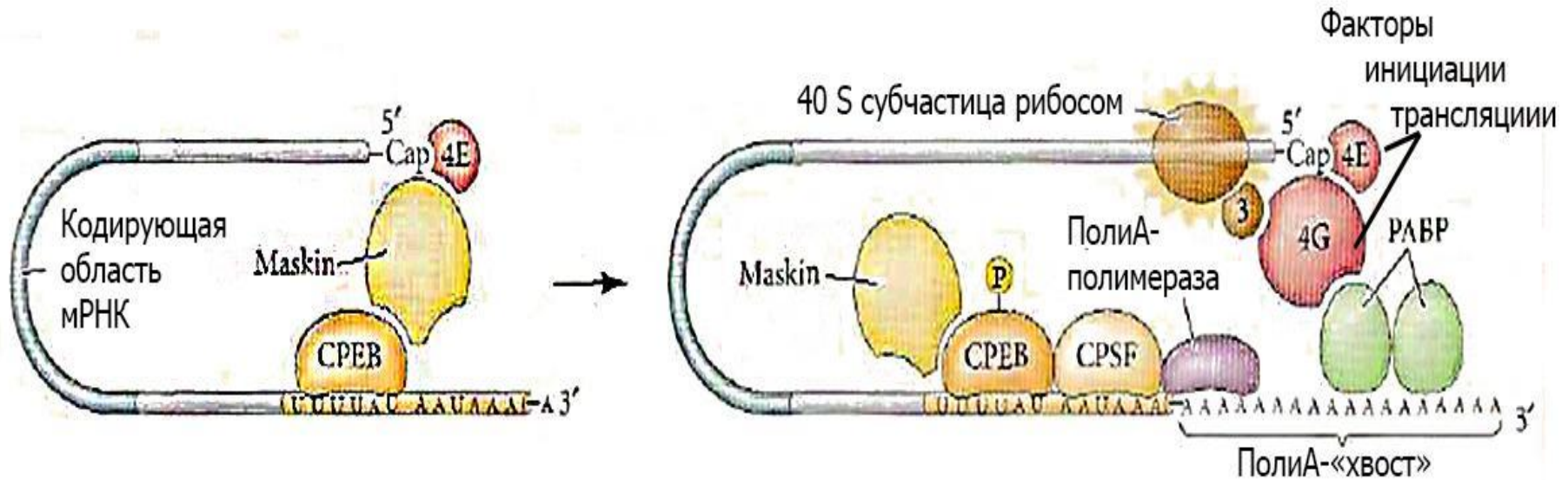
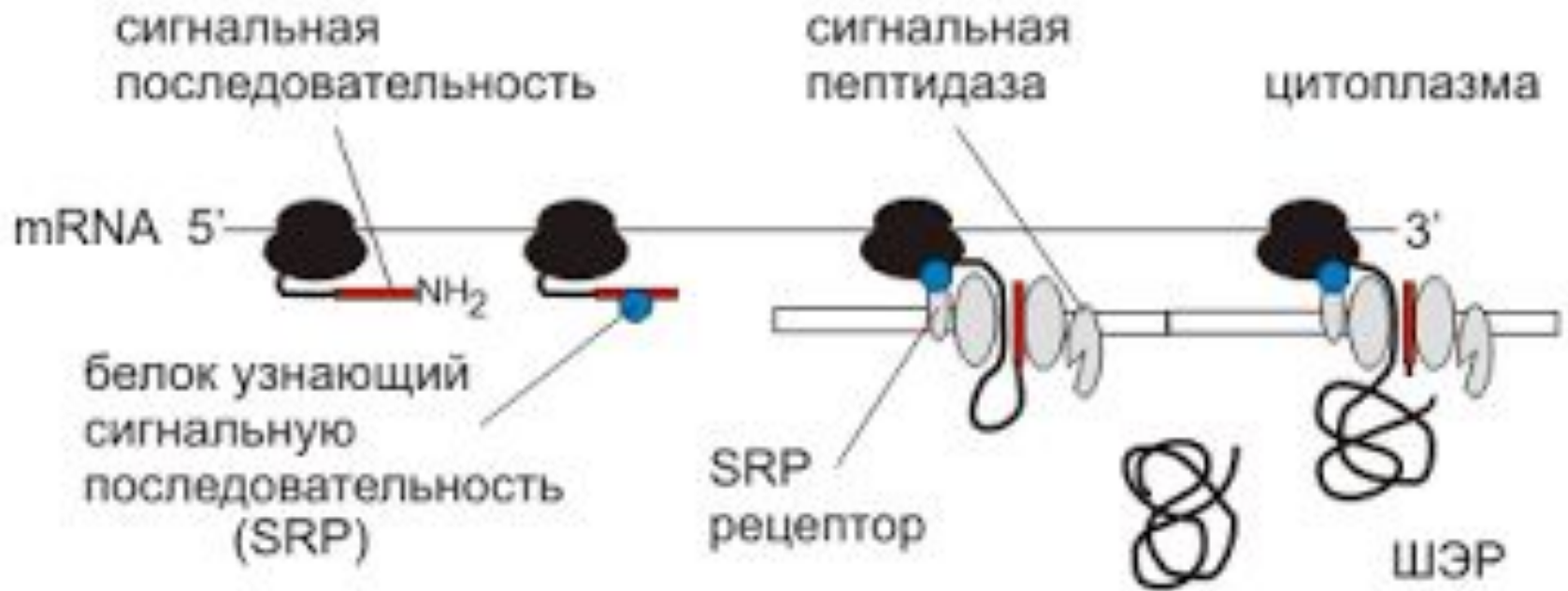
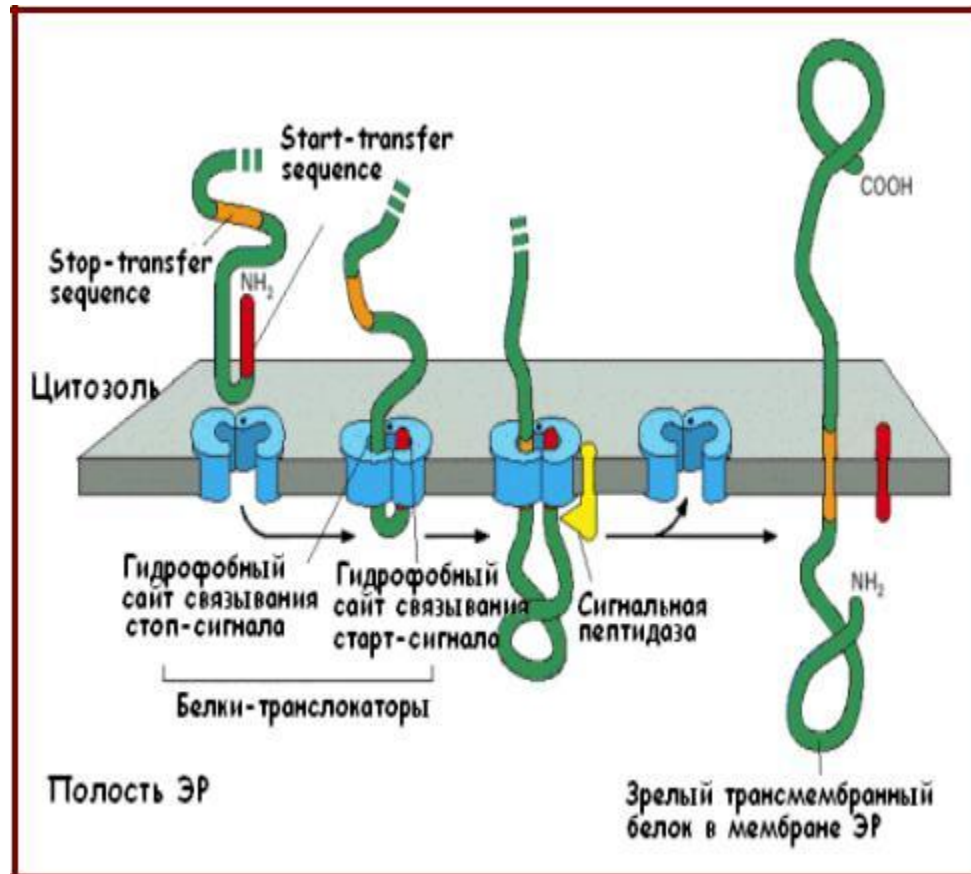


Рис. 17 Модель активации трансляции "молчащих" мРНК в ооцитах амфибий (по Gilbert, 2010).

Синтез белка с N-сигнальной последовательностью



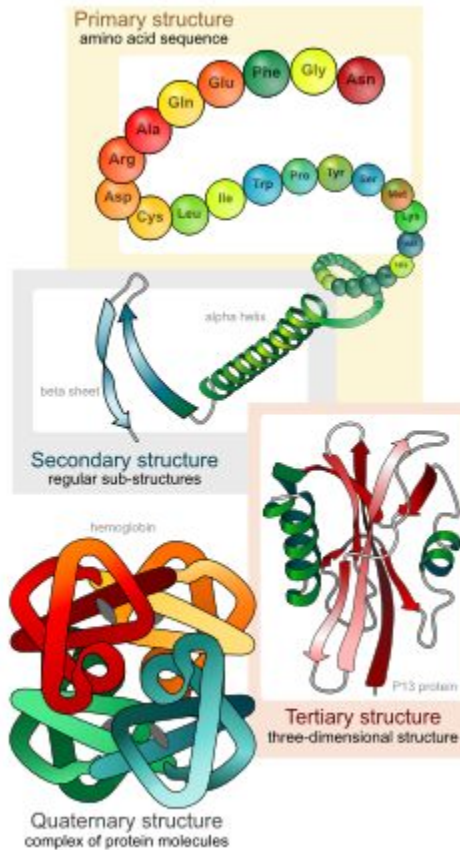
Синтез белка с N-сигнальной последовательностью



ФОЛДИНГ БЕЛКА

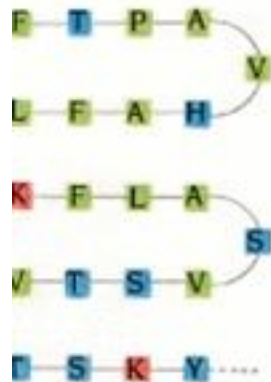
- Фолдинг – это процесс сворачивания полипептидной цепи в нативную пространственную структуру (третичную структуру)

Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белка



Четыре структуры укладки молекулы белка

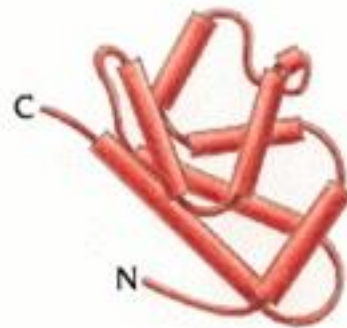
Первичная



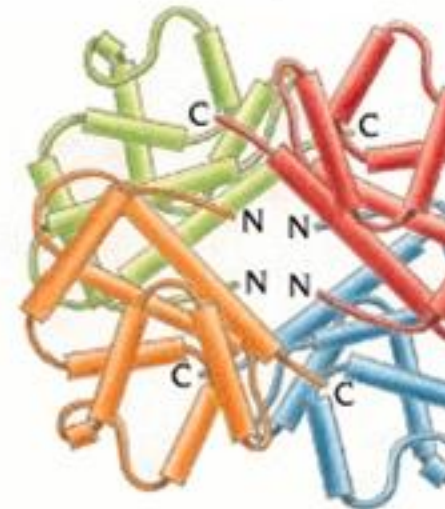
Вторичная



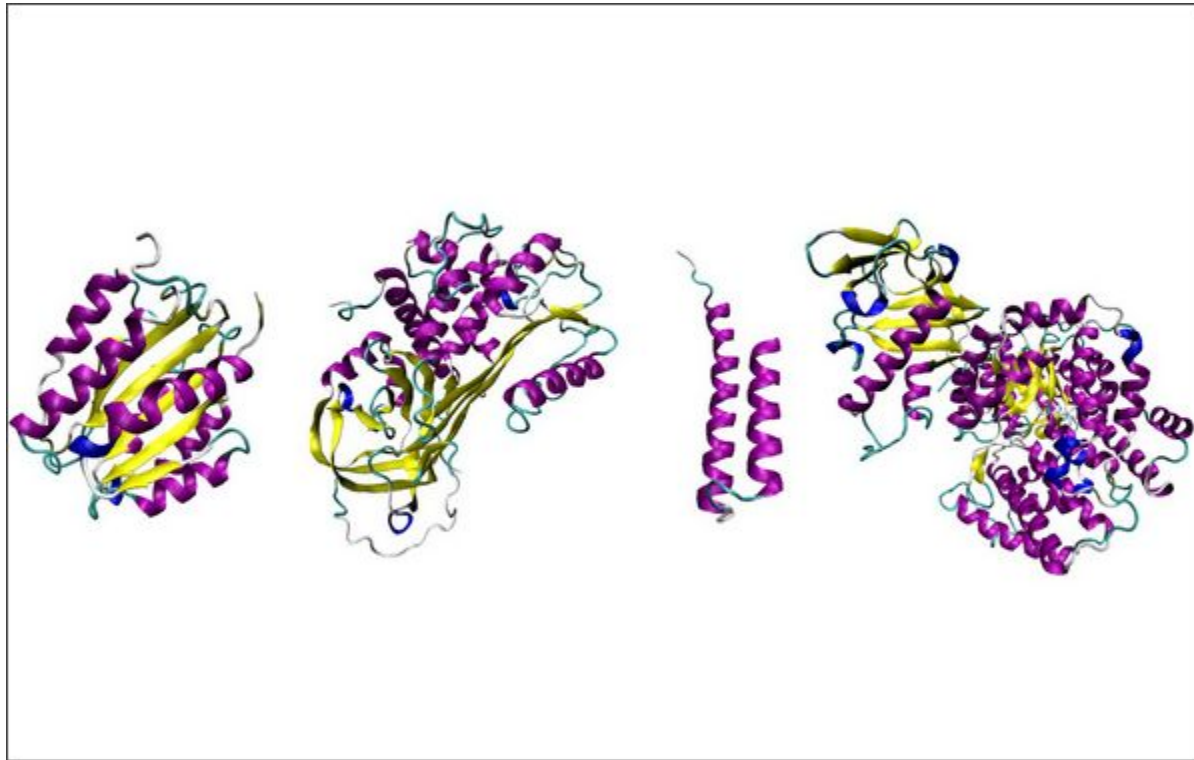
Третичная



Четвертичная

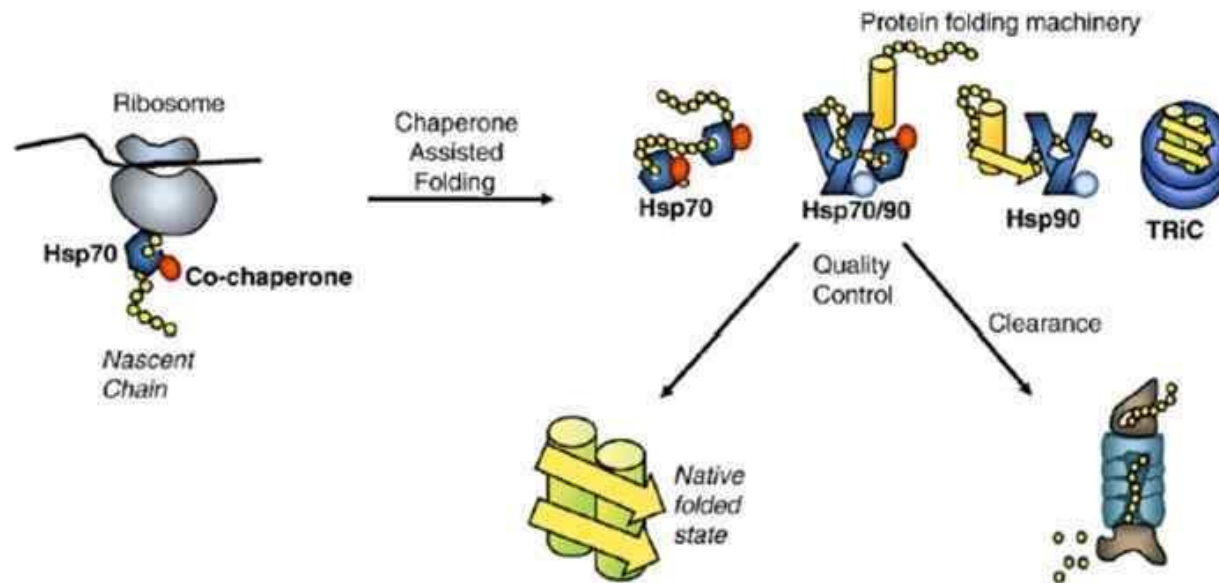


Третичные структуры белков

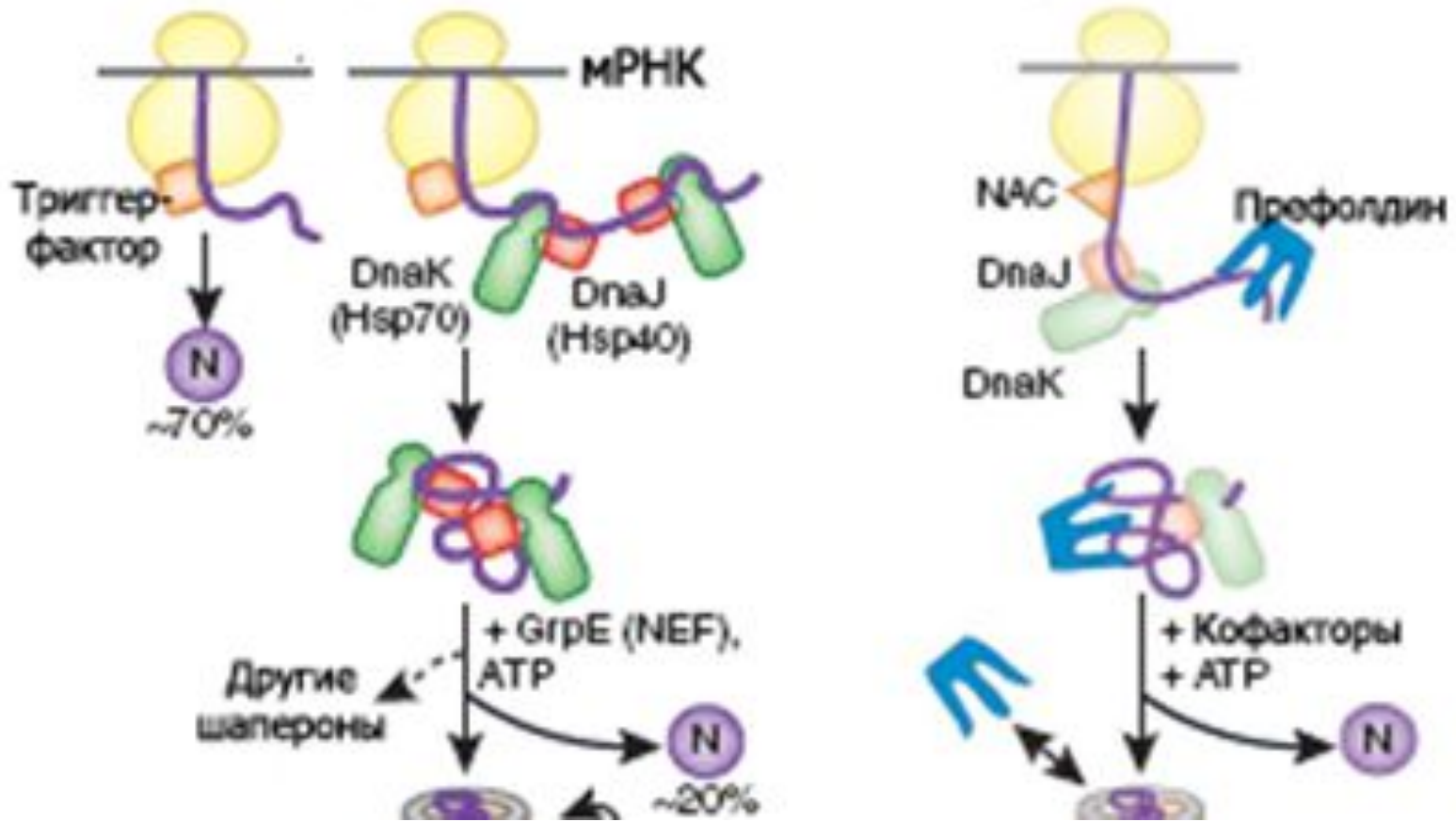


ШАПЕРОНЫ HSP70/40 – DnaK/DnaJ осуществляют фолдинг новосинтезированных белков

Участие шаперонов в фолдинге белков



ШАПЕРОНЫ HSP70/40 – DnaK/DnaJ



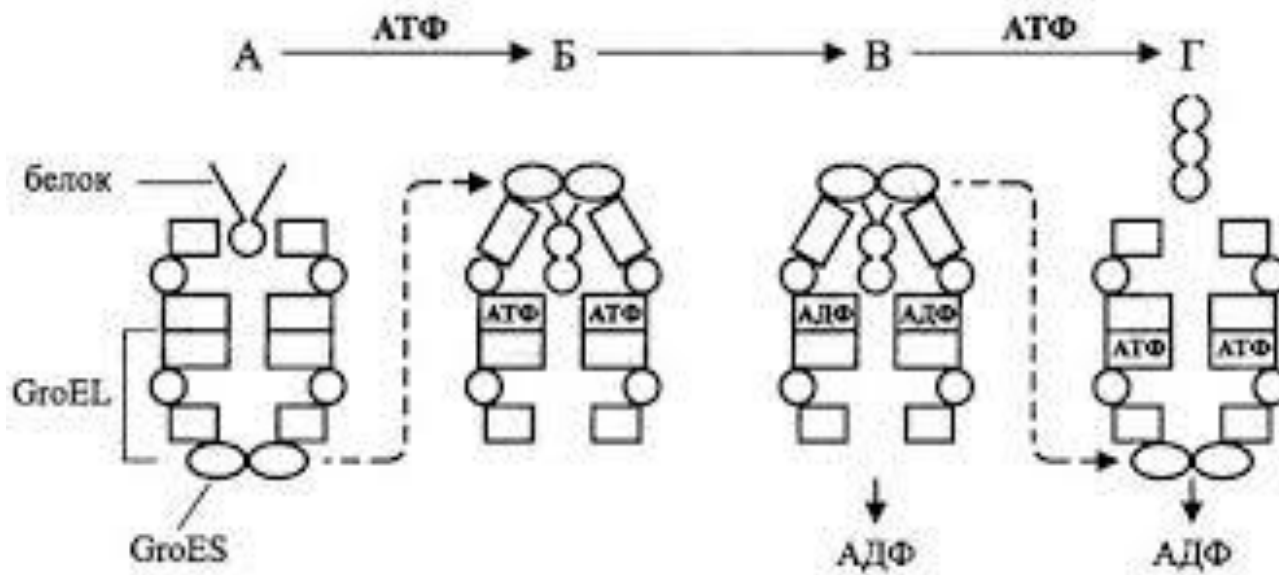
- **ШАПЕРОНЫ HSP60 – GroES/GroEL;
осуществляют рефолдинг
неправильно свернутых белков**

ШАПЕРОНЫ:

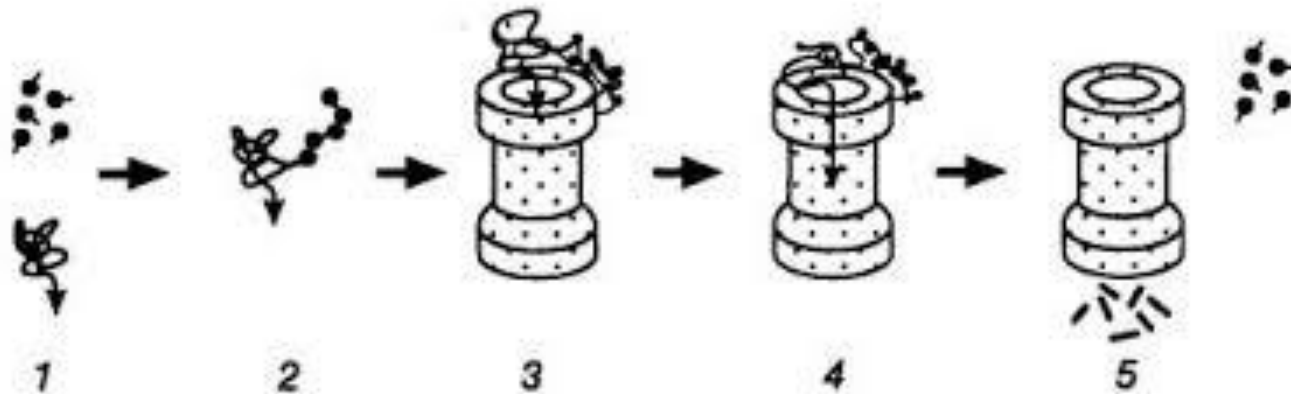
HSP60 – GroES/GroEL;
HSP70/40 – DnaK/DnaJ -



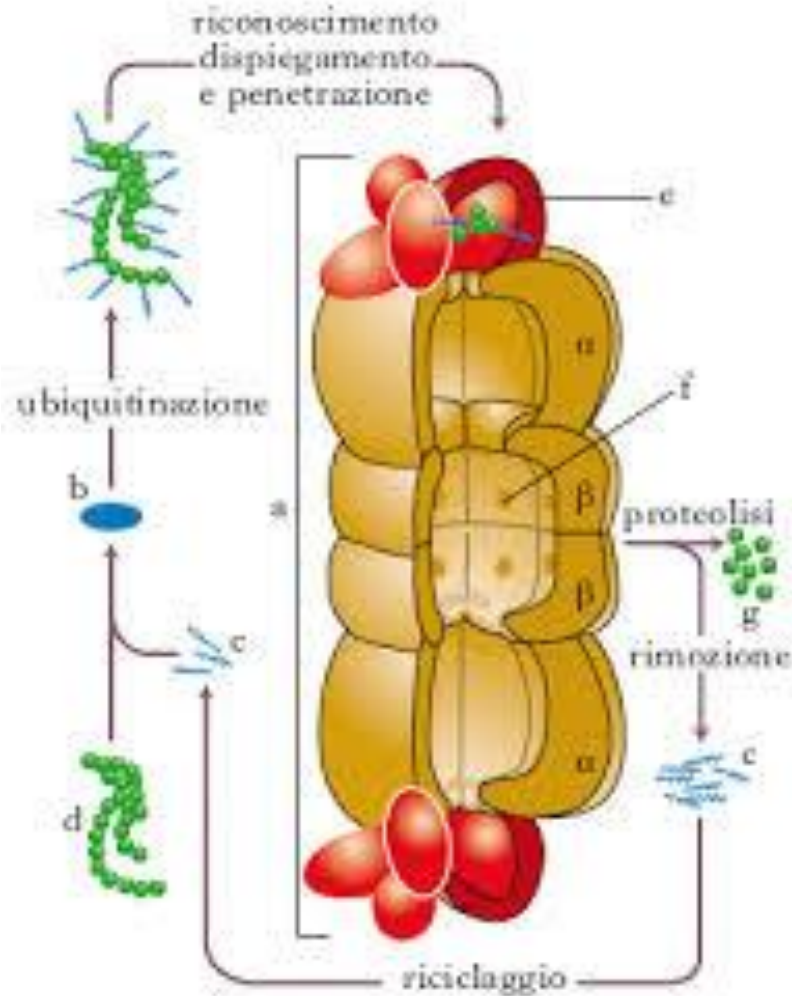
Цикл работы шаперона HSP60 – GroES/GroEL



Деградация белка в протеасомах



ΠΡΟΤΕΑΣΟΜΑ



ПРОТЕАСОМА

