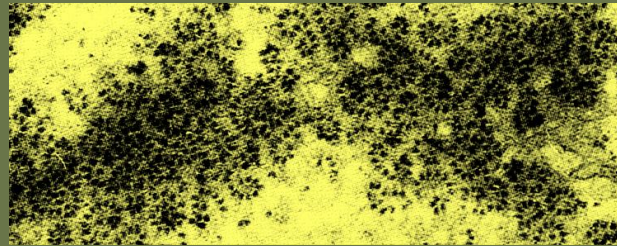


«ЦИТОЛОГИЯ»

Строение и функции рибосом.



Л.В. Малютина

Институт фундаментальной медицины и биологии

Кафедра зоологии и общей биологии

Email: Ludmila.Malutina@kpfu.ru

ludmila.malutina06@gmail.com

ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА

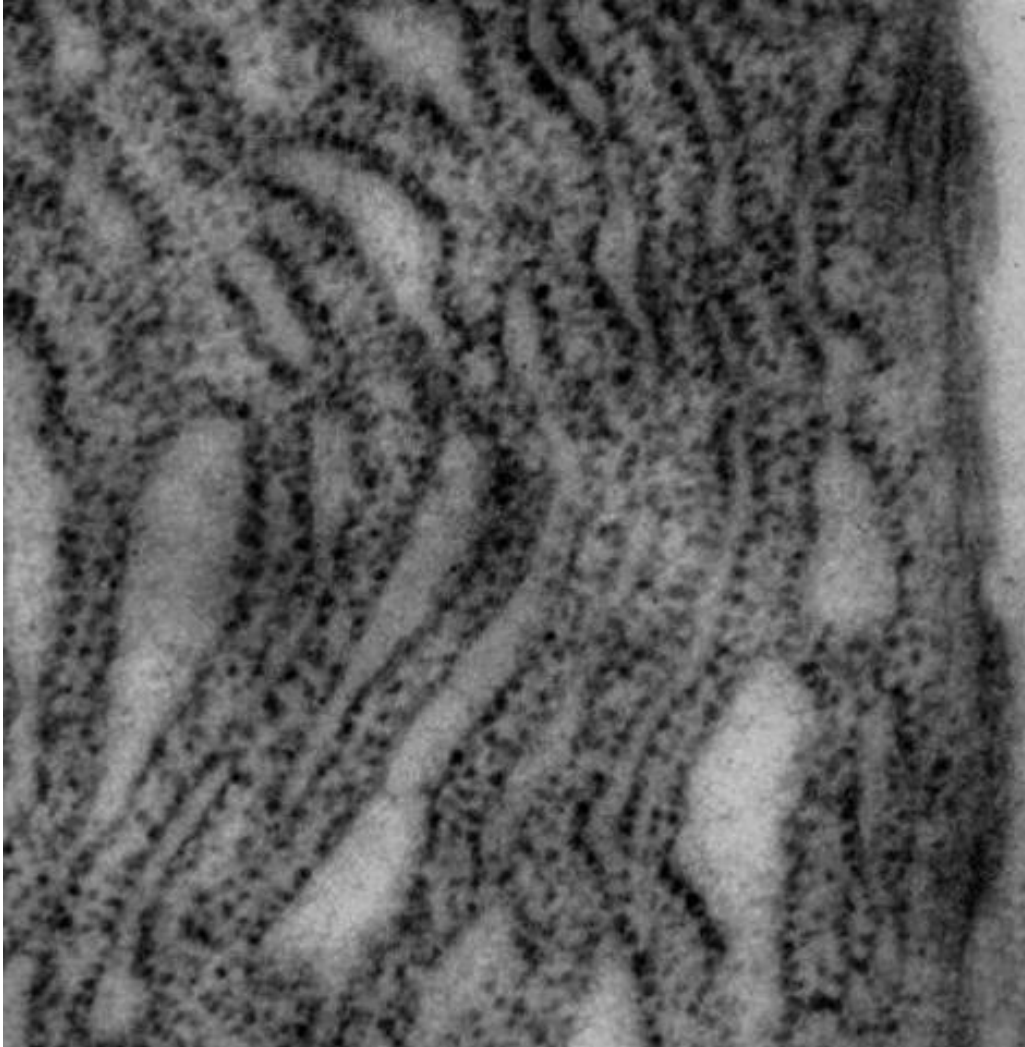


АЛЬБЕР КЛОД

**В 1943 году
Альбер Клод
установил, что в
нормальных клетках
находятся частицы,
содержащие
рибонуклеиновую
кислоту.**

**Он назвал их
микросомами.**

ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА



**A SMALL PARTICULATE
COMPONENT OF THE CYTOPLASM**

GEORGE E. PALADE

*Laboratories of The Rockefeller
Institute for Medical Research*

1955

**J Biophys Biochem Cytol. Jan;1(1):
pages 59-68**

**«рибонуклеопротеидные
комплексы»**



ДЖОРДЖ ЭМИЛ ПАЛАДЕ

НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ 1974

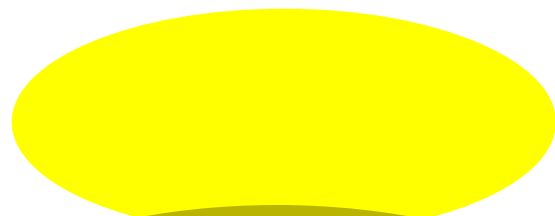


*«за открытие, касающееся
структурной и
функциональной организации
клетки»*

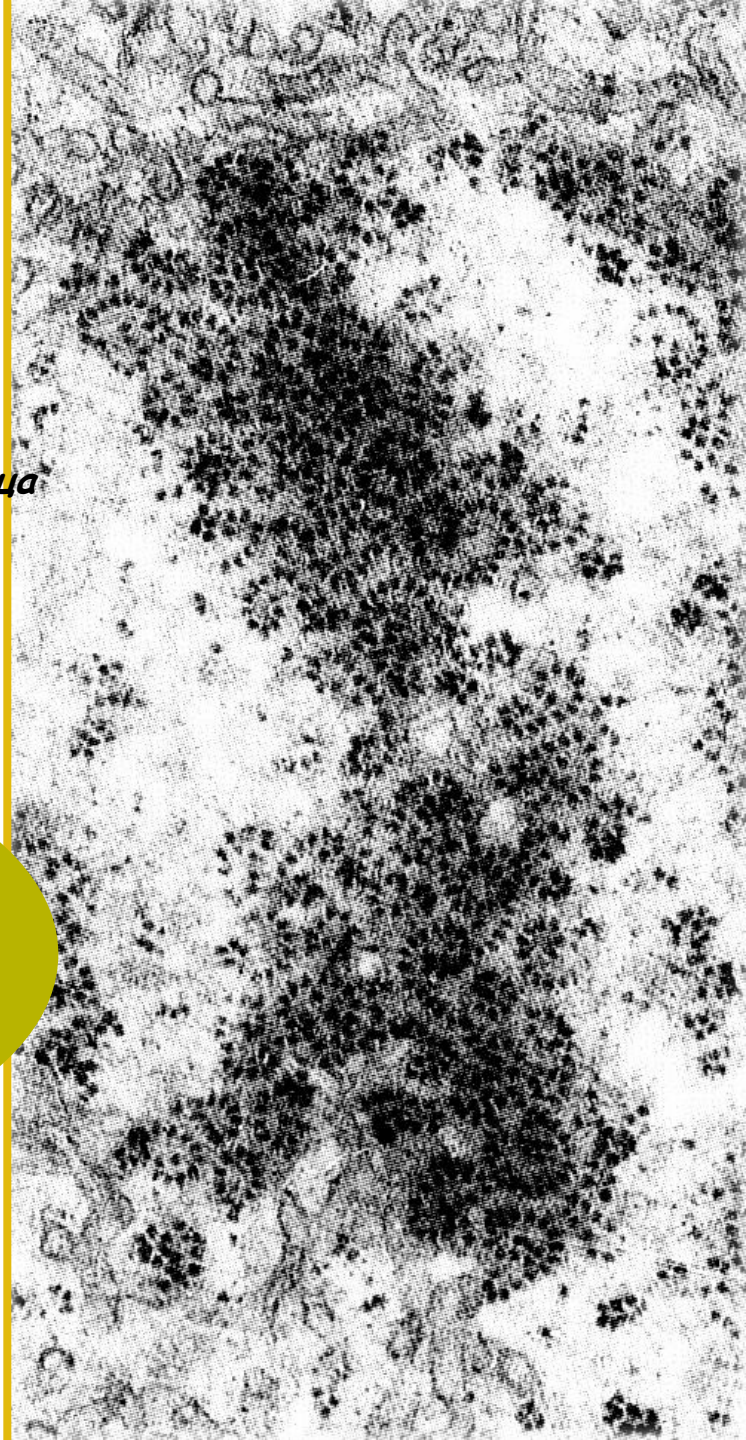
*«применение электронной
микроскопии к
исследованию клетки,
позволившее открыть
существование ...
рибосом...»*



малая субъединица



Большая субъединица



РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ

В основе рентгеноструктурного анализа лежит получение кристаллов макромолекул и просвечивание их рентгеновскими лучами.

По характеру дифракции рентгеновских лучей, проходящих через эти кристаллы, можно судить о строении образующих кристаллы молекул.

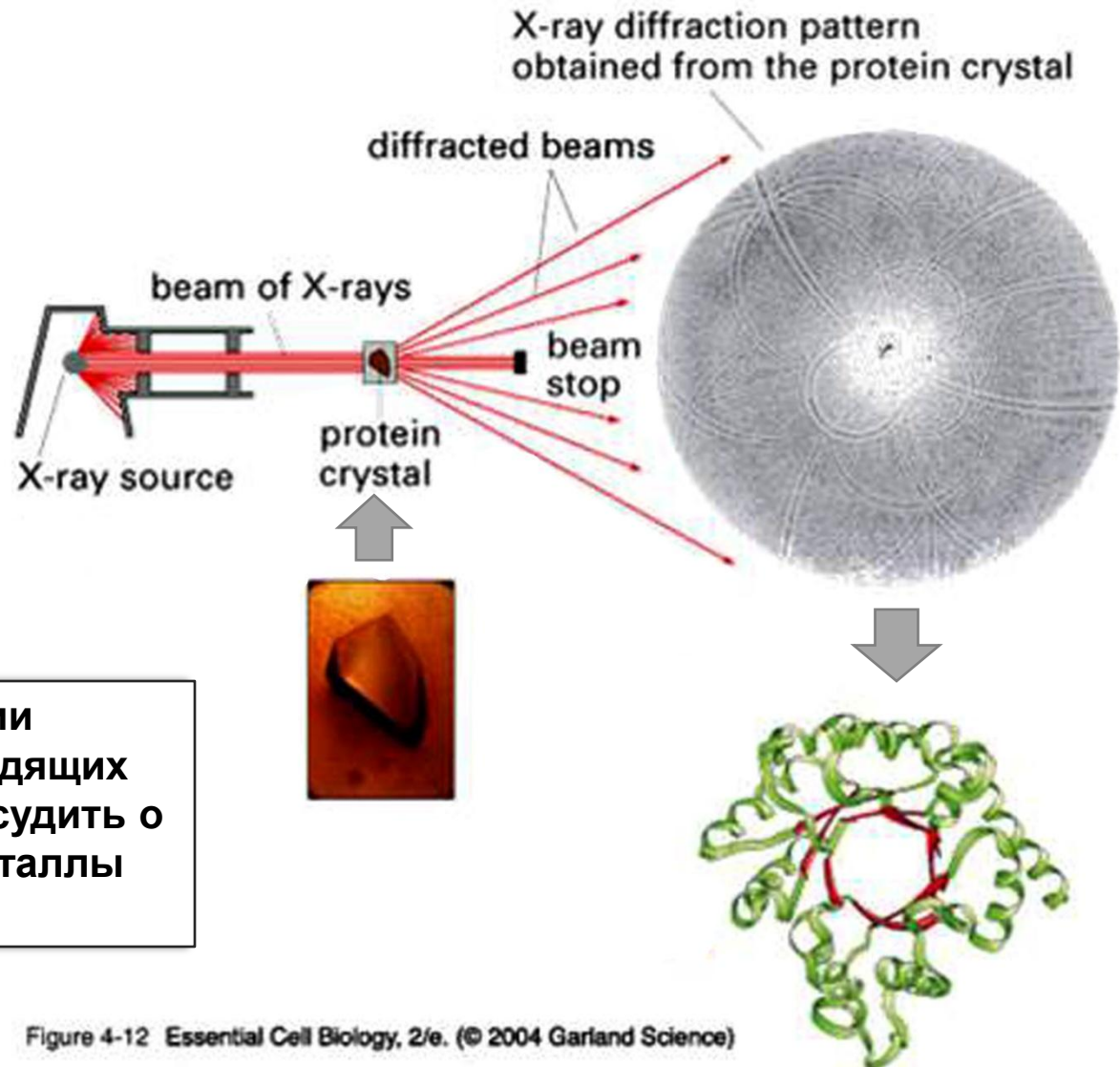



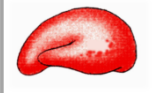


Figure 4-12 Essential Cell Biology, 2/e. (© 2004 Garland Science)

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РИБОСОМ

| Рибосома | Коэффициент седиментации | | Количество РНК | Коэффициент седиментации РНК | Количество белков |
|---|--------------------------|---|----------------|------------------------------|-------------------|
| Прокариоты  | 70S | 30S  | 1 | 16S | 21 |
| | | 50S  | 2 | 23S 5S | 34 |
| Эукариоты  | 80S | 40S  | 1 | 18S | ~33 |
| | | 60S  | 3 | 28S 5S 5.8S | ~50 |



Группа В.Д. Васильева
Изучение структурной
организации рибосом

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РИБОСОМ



**ТРЕХМЕРНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ 30S
СУБЪЕДИНИЦЫ РИБОСОМЫ**

(В.Д. Васильев, 1974)

ГОЛОВА

ШЕЯ

ТЕЛО

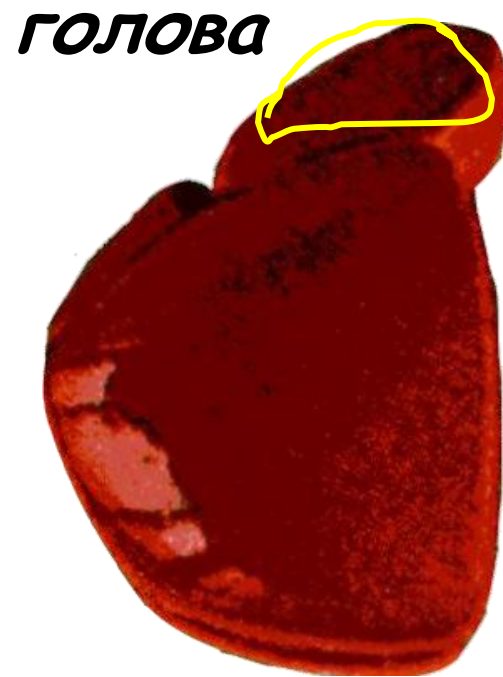
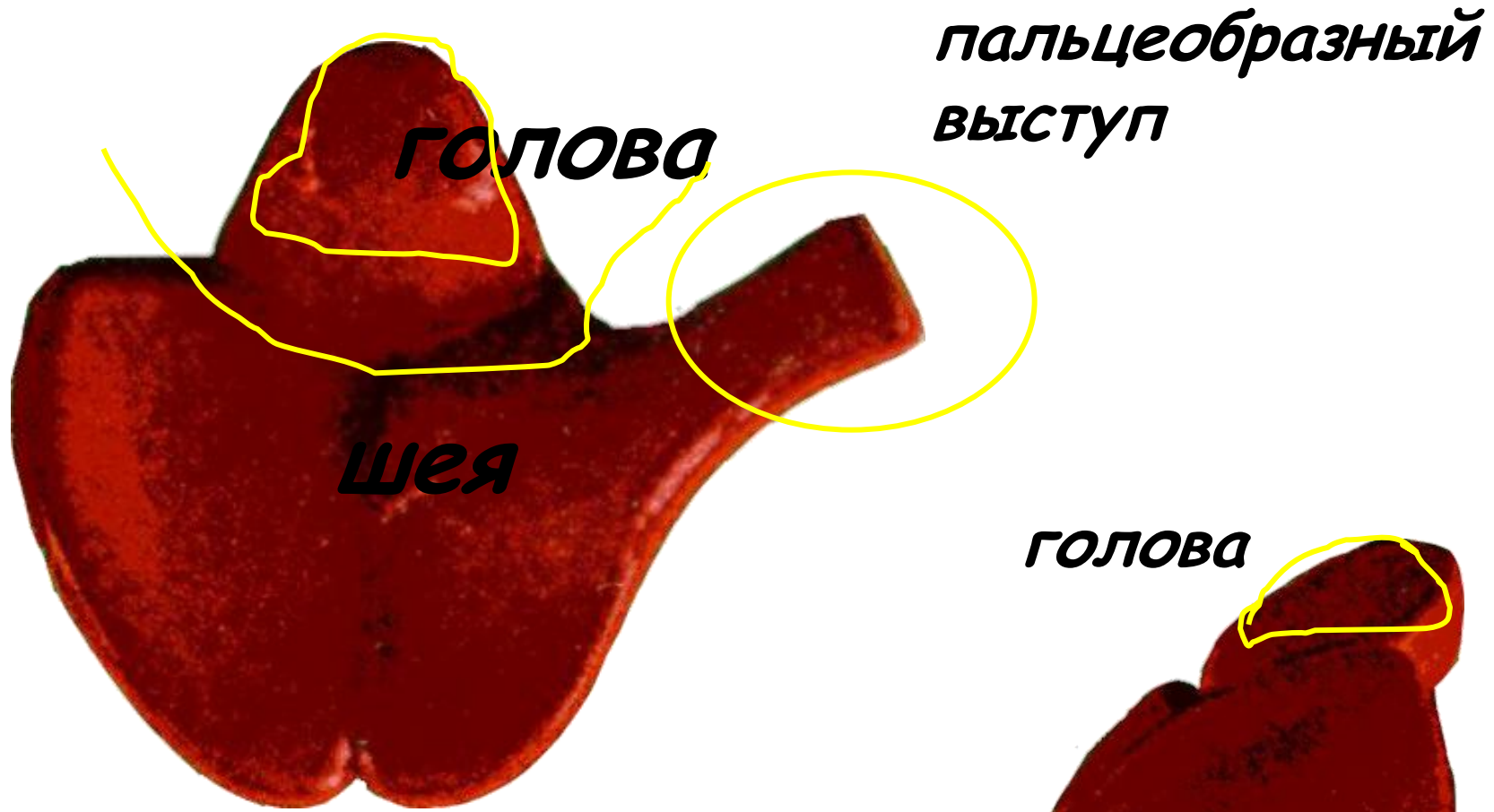


МОЛЕКУЛЯРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РИБОСОМ

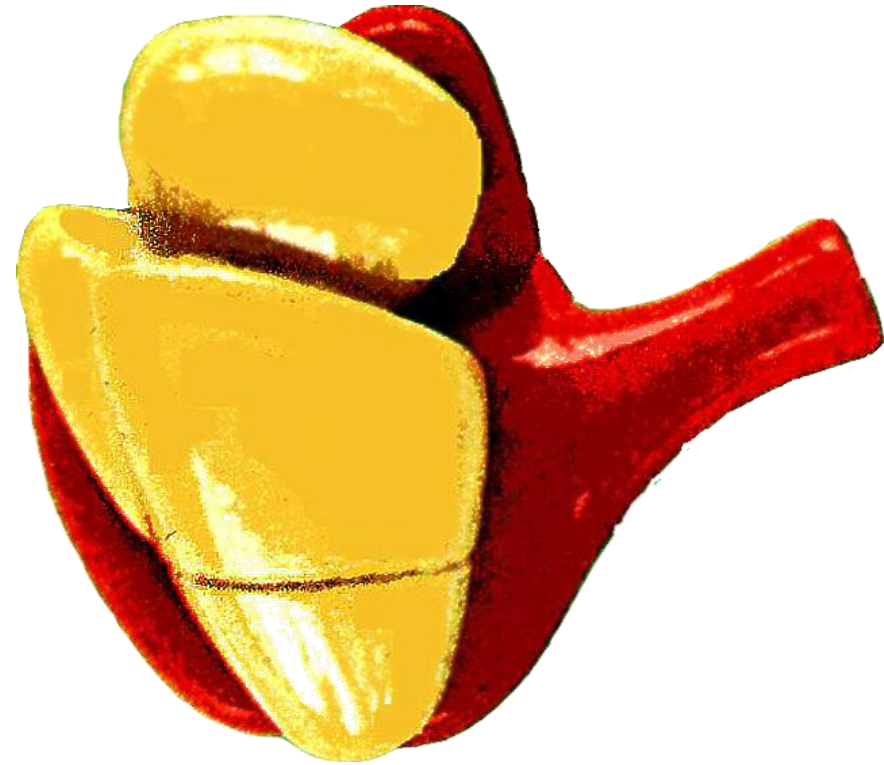


**ТРЕХМЕРНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ 50S
СУБЪЕДИНИЦЫ РИБОСОМЫ**

(В.Д. Васильев, 1983)



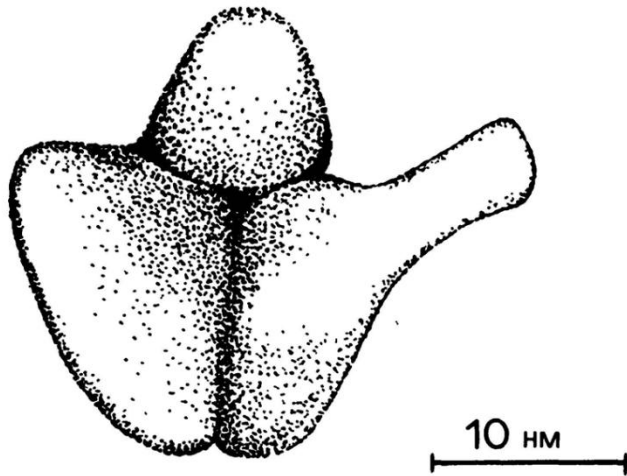
МОЛЕКУЛЯРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РИБОСОМ



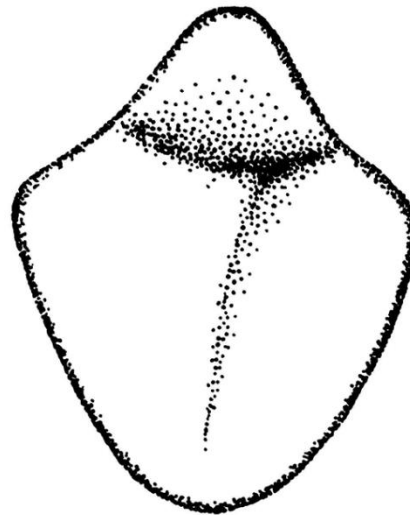
**ТРЕХМЕРНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ
70S РИБОСОМЫ**

(В.Д. Васильев, 1983)

50S

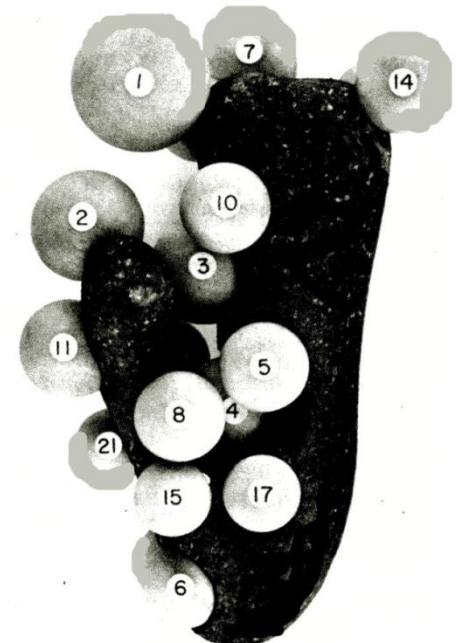
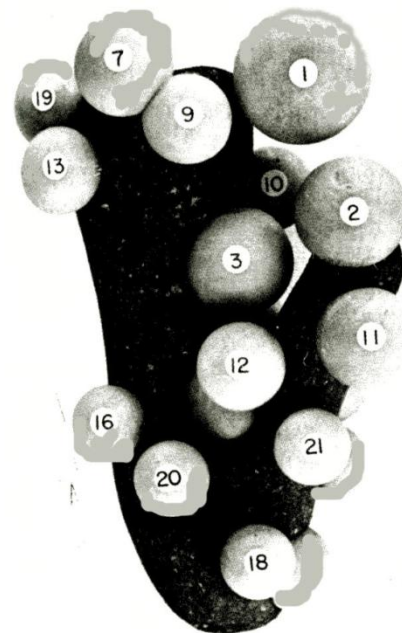


23S РНК

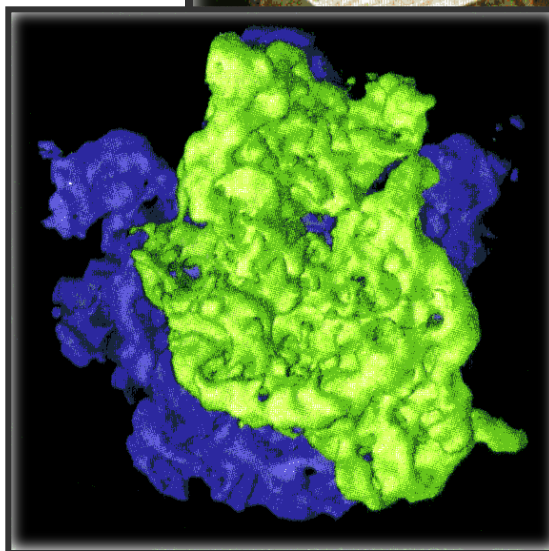
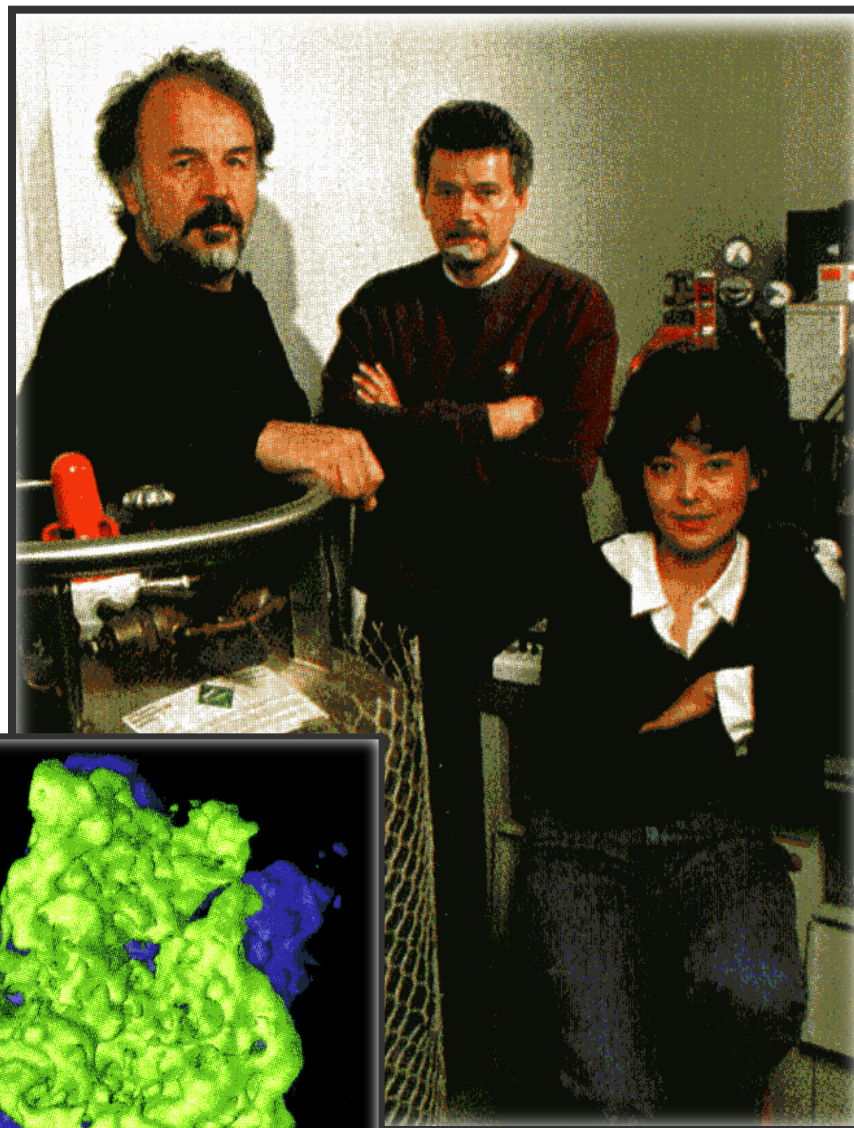
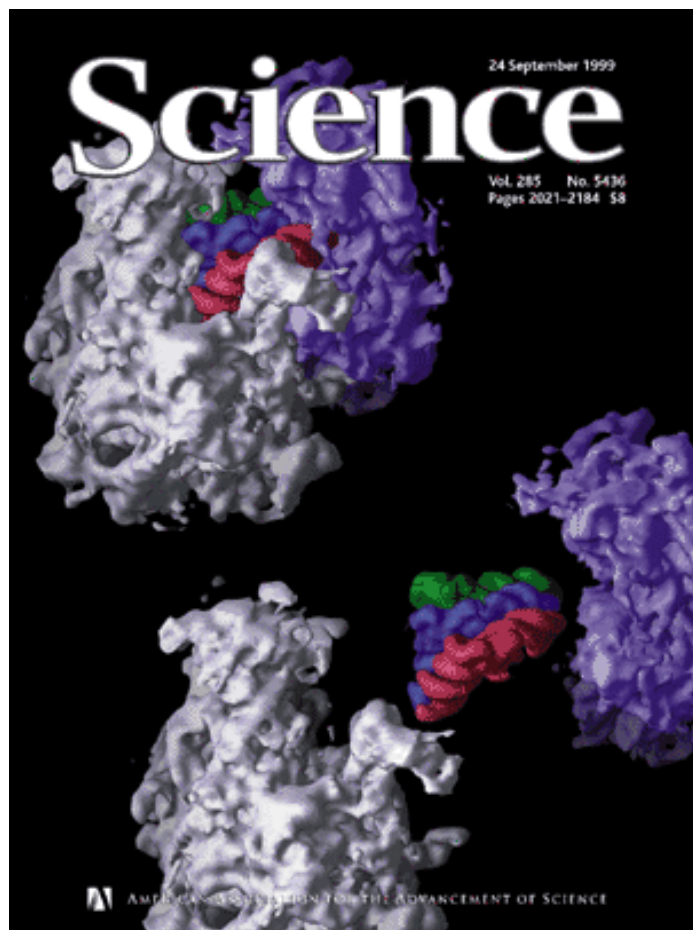


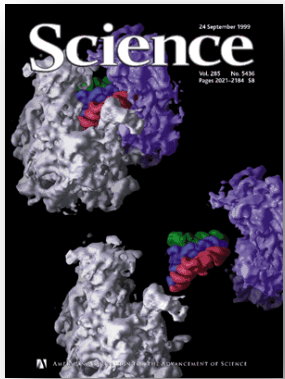
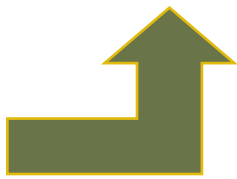
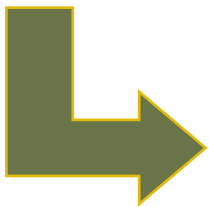
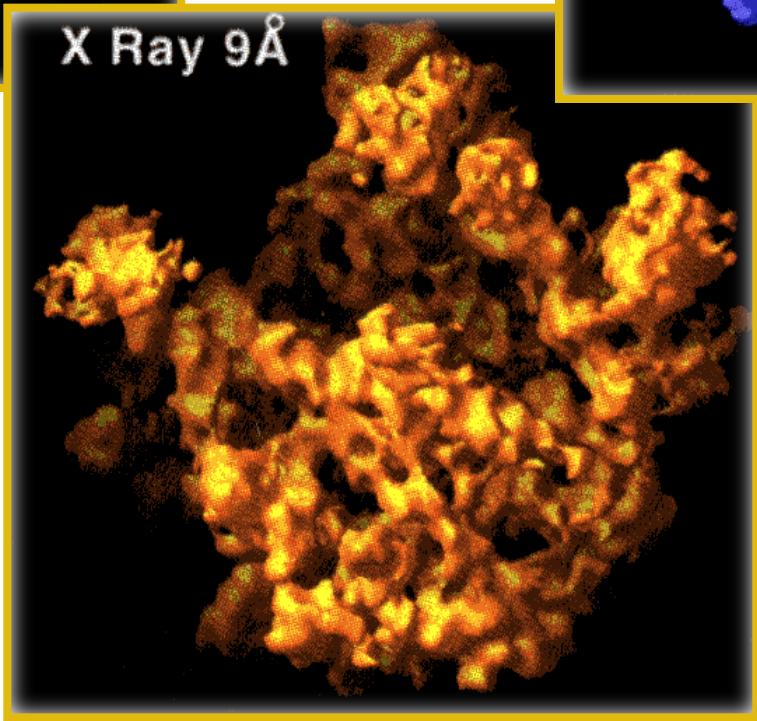
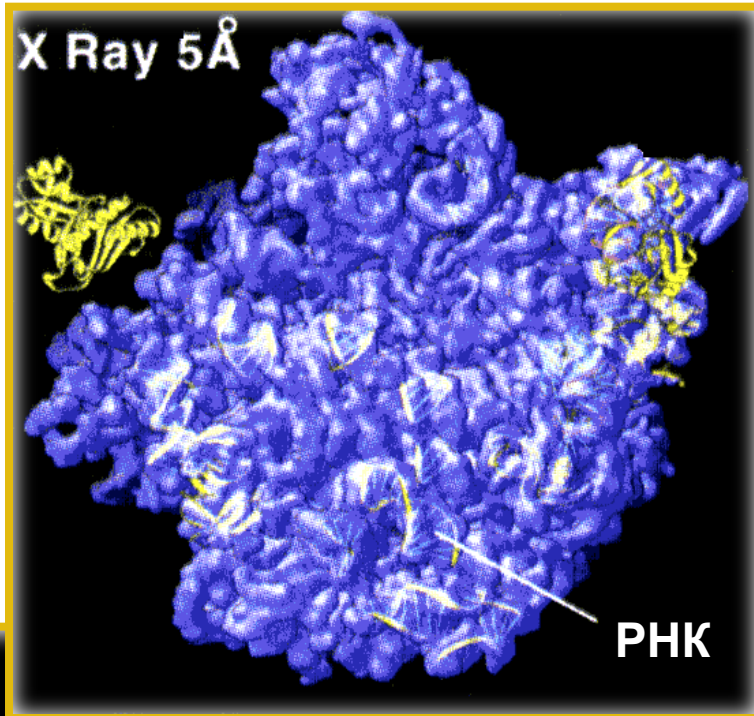
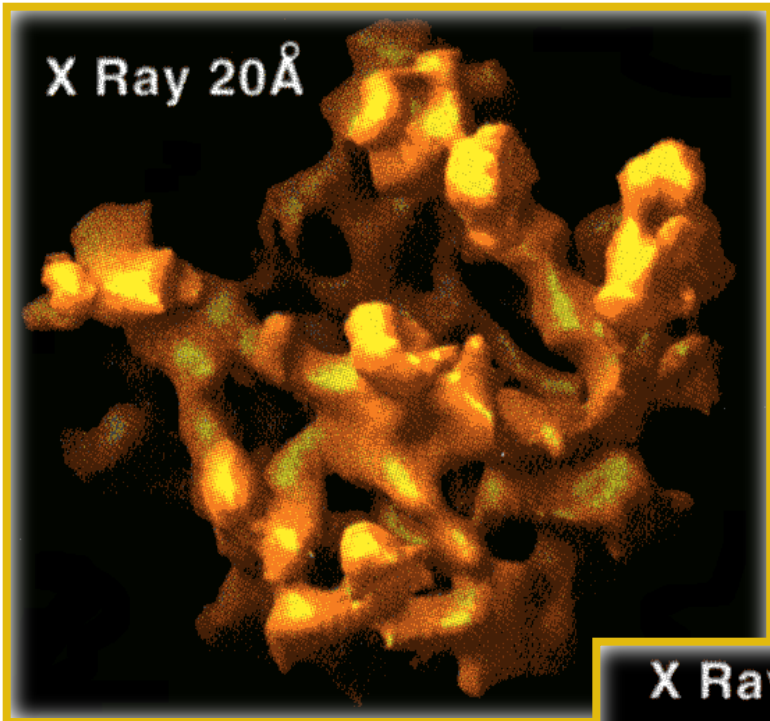
**Сравнение контуров
рибосомальных
субчастиц с
изолированными РНК
по данным
электронной
микроскопии**

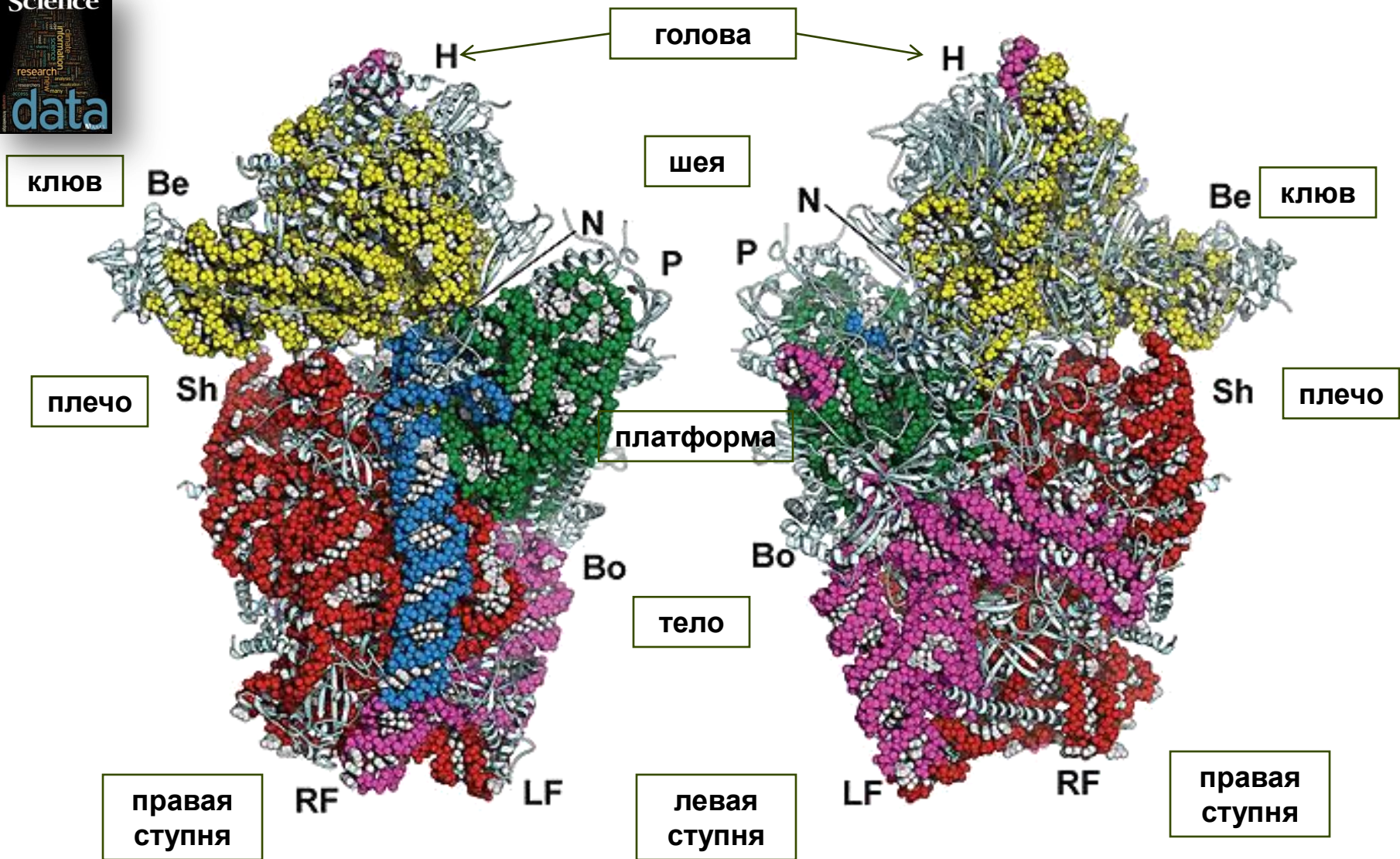
**Взаиморасположение 16S Рнк и
21 белка в рибосомной 30s
субъединице**



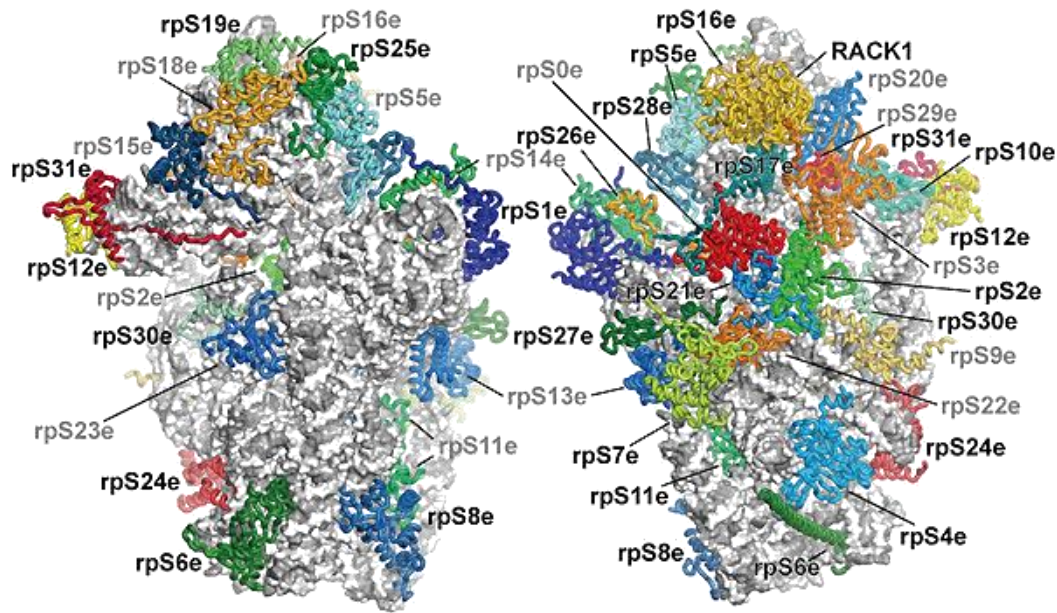
**Г. НОЛЛЕР , М. ЮСУПОВ,
Г. ЮСУПОВА**



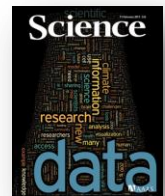




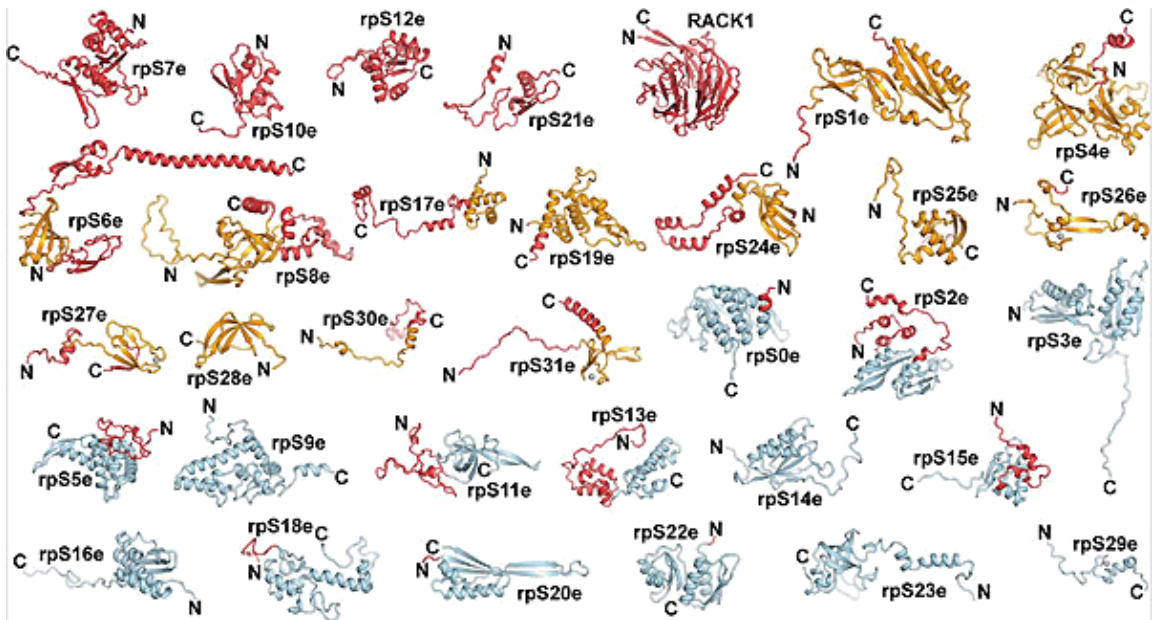
Пространственная укладка третичной структуры 40S-субъединицы



**Архитектура 40S-
субъединицы.
Рибосомальные белки
малой 40S-субъединицы**



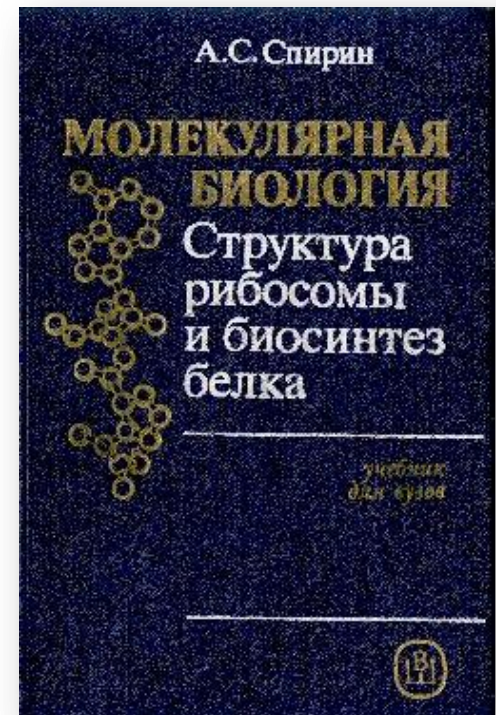
**Пространственная
укладка
рибосомальных
белков
малой 40S-
субъединицы.**



Julius Rahl, Marc Leibundgut, Sandro F. Ataíde, Andrea Haag, Nenad Ban. [Crystal Structure of the Eukaryotic 40S Ribosomal Subunit in Complex with Initiation Factor 1](#) // *Science*. 11 February 2011. V. 331. P. 730–736.



АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ СПИРИН



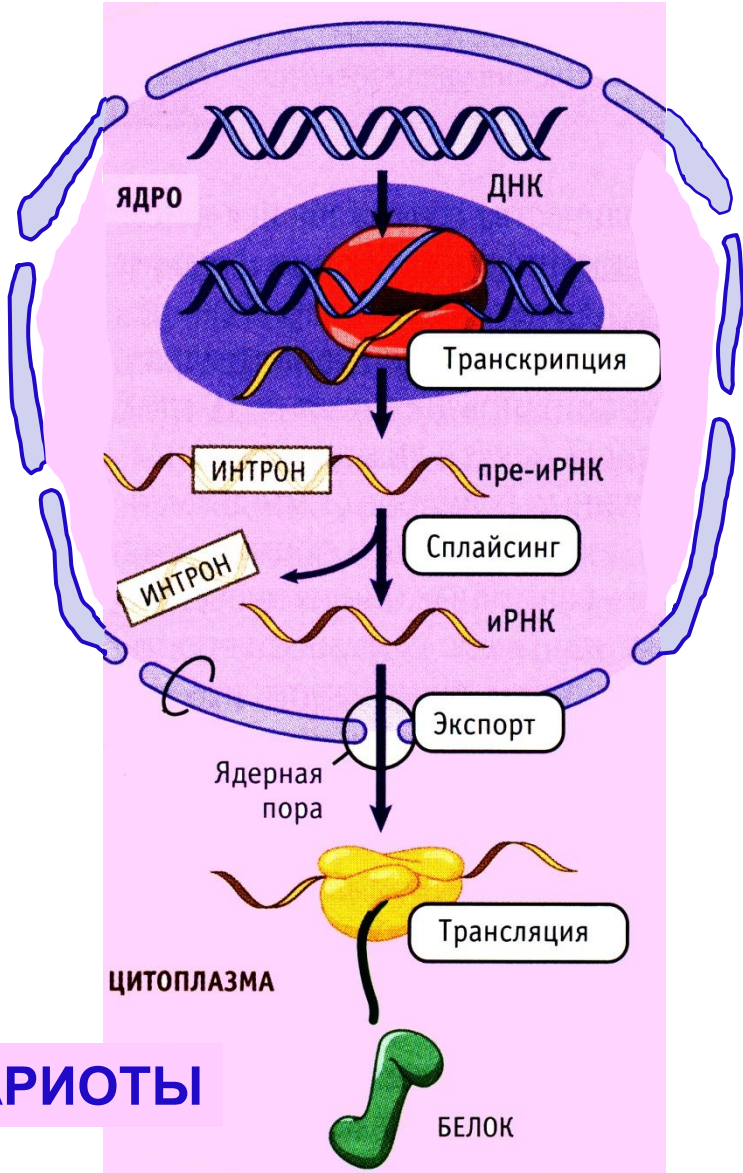
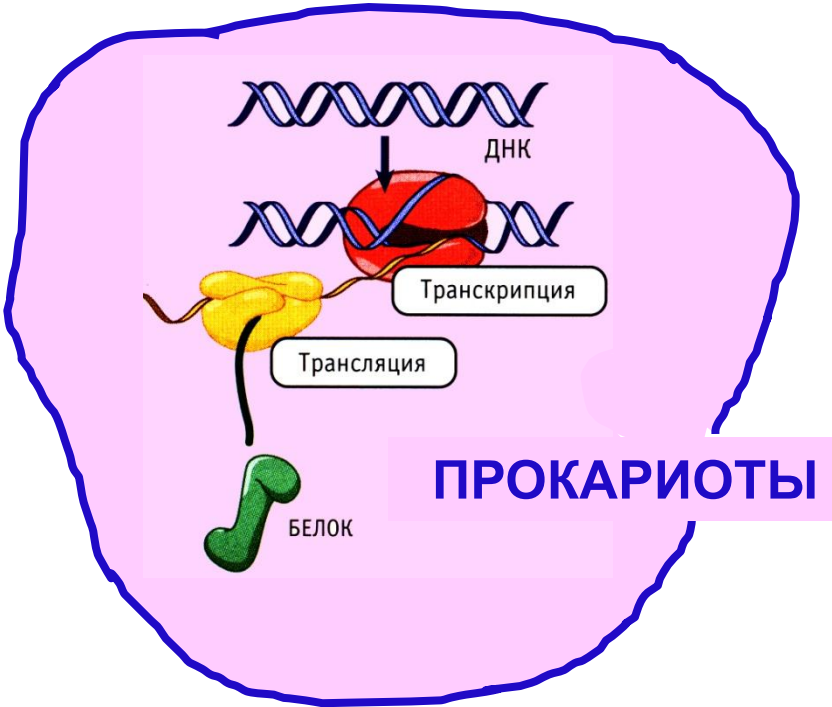
Биосинтез белка - это центральный процесс живой клетки: именно через него "мертвые" молекулы нуклеиновых кислот обретают жизнь, химия превращается в биологию.

ПРОЦЕСС РЕАЛИЗАЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

(ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ)

ВКЛЮЧАЕТ ДВА ЭТАПА
ТРАНСКРИПЦИЮ И **ТРАНСЛЯЦИЮ**

ТРАНСКРИПЦИЯ И ТРАНСЛЯЦИЯ В КЛЕТКАХ ПРОКАРИОТ И ЭУКАРИОТ

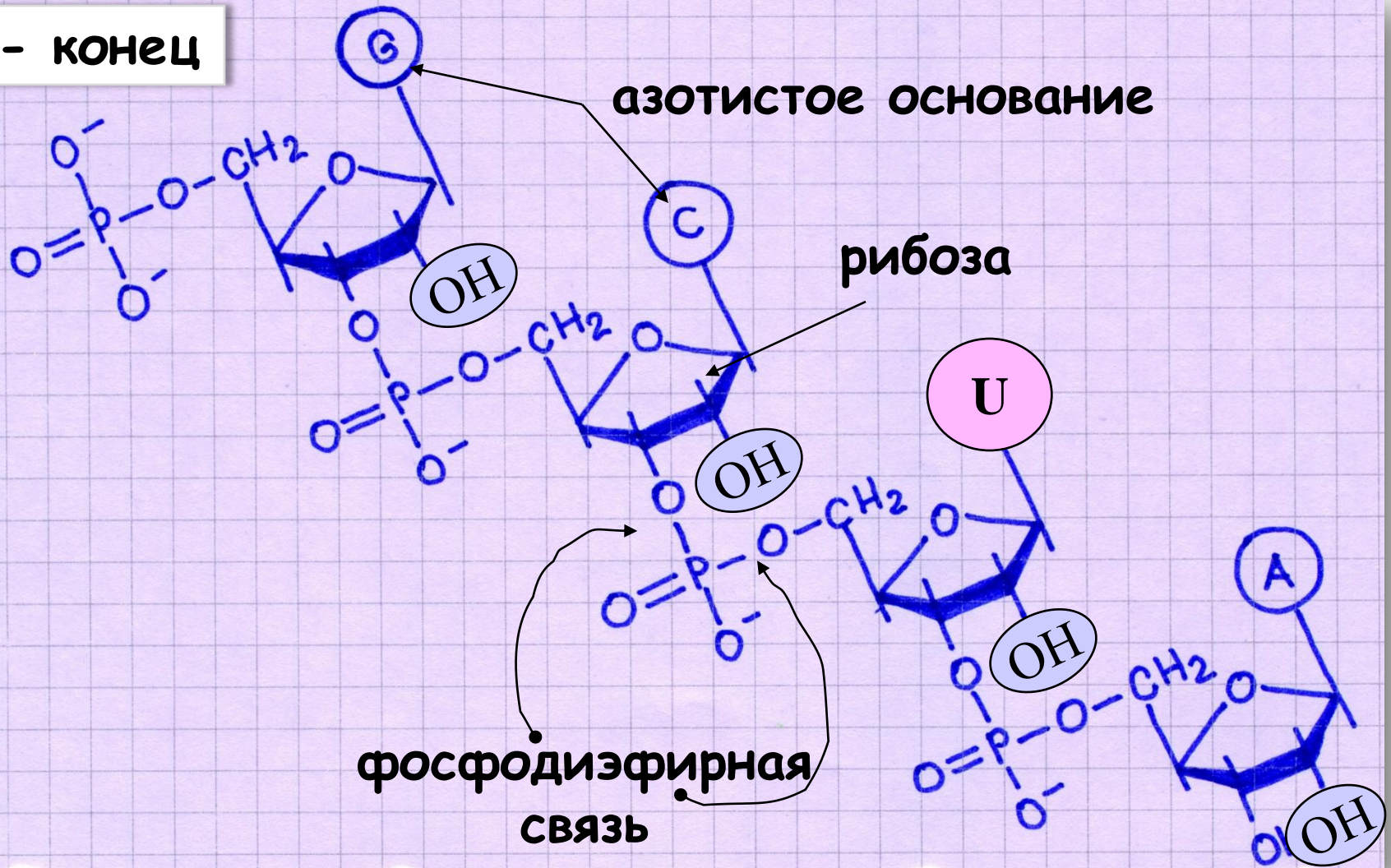


БИОСИНТЕЗ БЕЛКА - ТРАНСЛЯЦИЯ

ЧТО НЕОБХОДИМО?

- 1. ИНФОРМАЦИОННАЯ РНК**
- 2. РИБОСОМЫ**
- 3. АМИНОКИСЛОТЫ**
- 4. ФЕРМЕНТЫ (ФАКТОРЫ)**
- 5. ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ – АТФ, ГТФ**
- 6. ТРАНСПОРТНАЯ РНК**

5' - конец



3' - конец

ИНФОРМАЦИОННАЯ РНК (и-РНК), ИЛИ МАТРИЧНАЯ (м-РНК)

Содержится в ядре и цитоплазме.

Функция ее состоит в переносе информации о структуре белка от ДНК к месту синтеза белка в рибосомах.

На долю и-РНК приходится примерно 0,5—1% от общего содержания РНК клетки.

РИБОСОМНАЯ РНК (Р-РНК)

Это самые крупные РНК в их молекулы входит 3—5 тыс. нуклеотидов

Рибосомная РНК составляет существенную часть структуры рибосомы.

Из общего содержания РНК в клетке на долю р-РНК приходится около 90%.

ТРАНСПОРТНАЯ РНК (Т-РНК)

Молекулы т-РНК самые короткие: они состоят всего из 80—100 нуклеотидов.

Транспортная РНК в основном содержится в цитоплазме клетки.

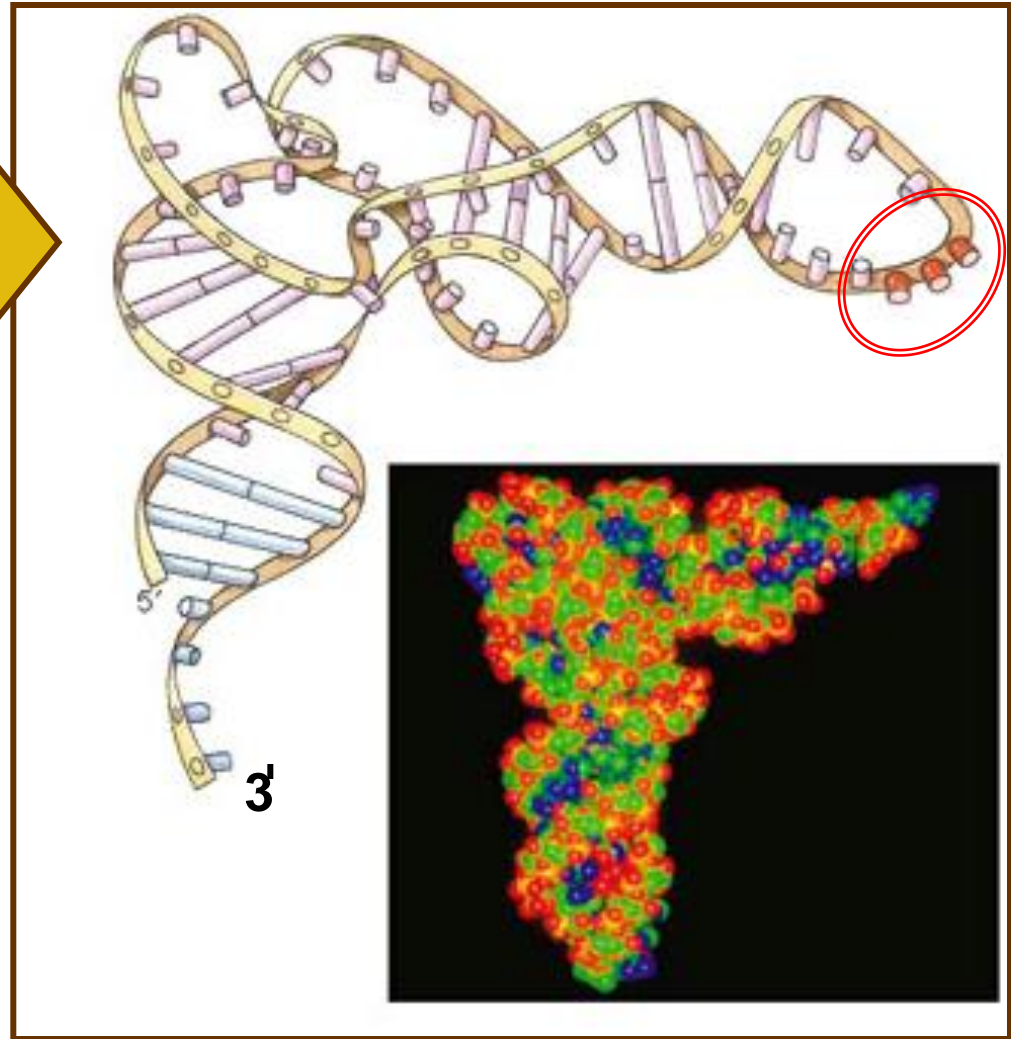
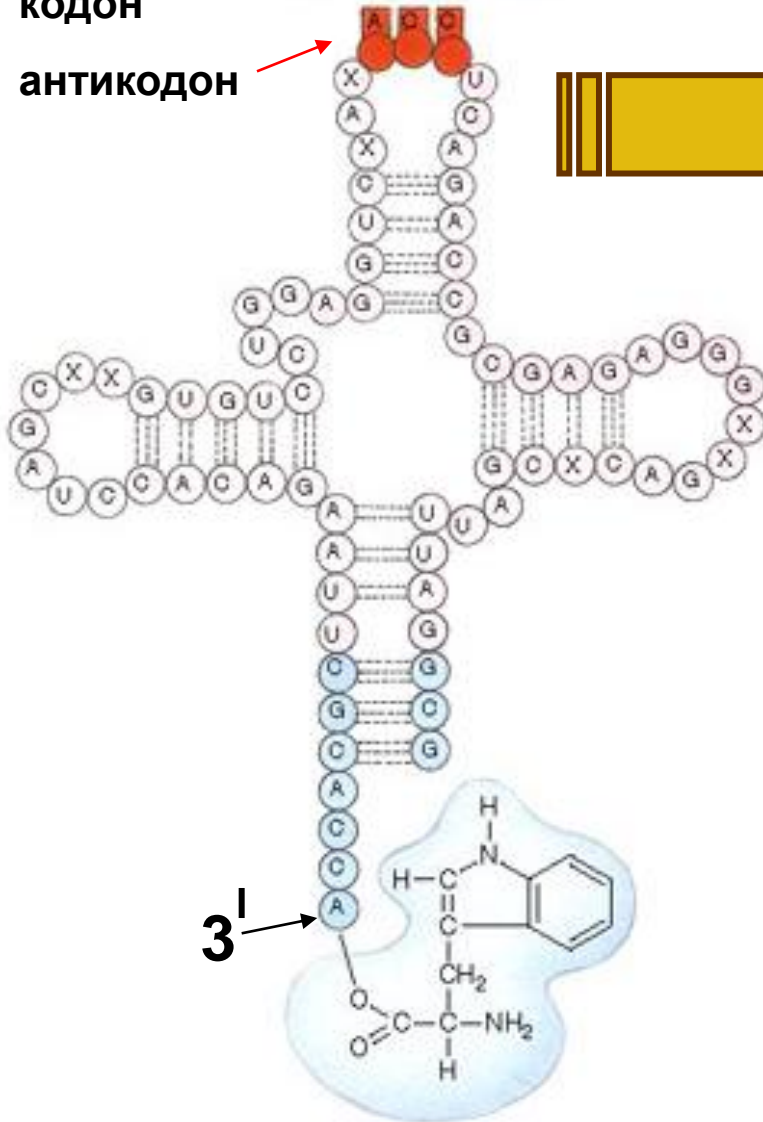
Функция состоит в переносе аминокислот в рибосомы, к месту синтеза белка.

Из общего содержания РНК клетки на долю т-РНК приходится около 10%.

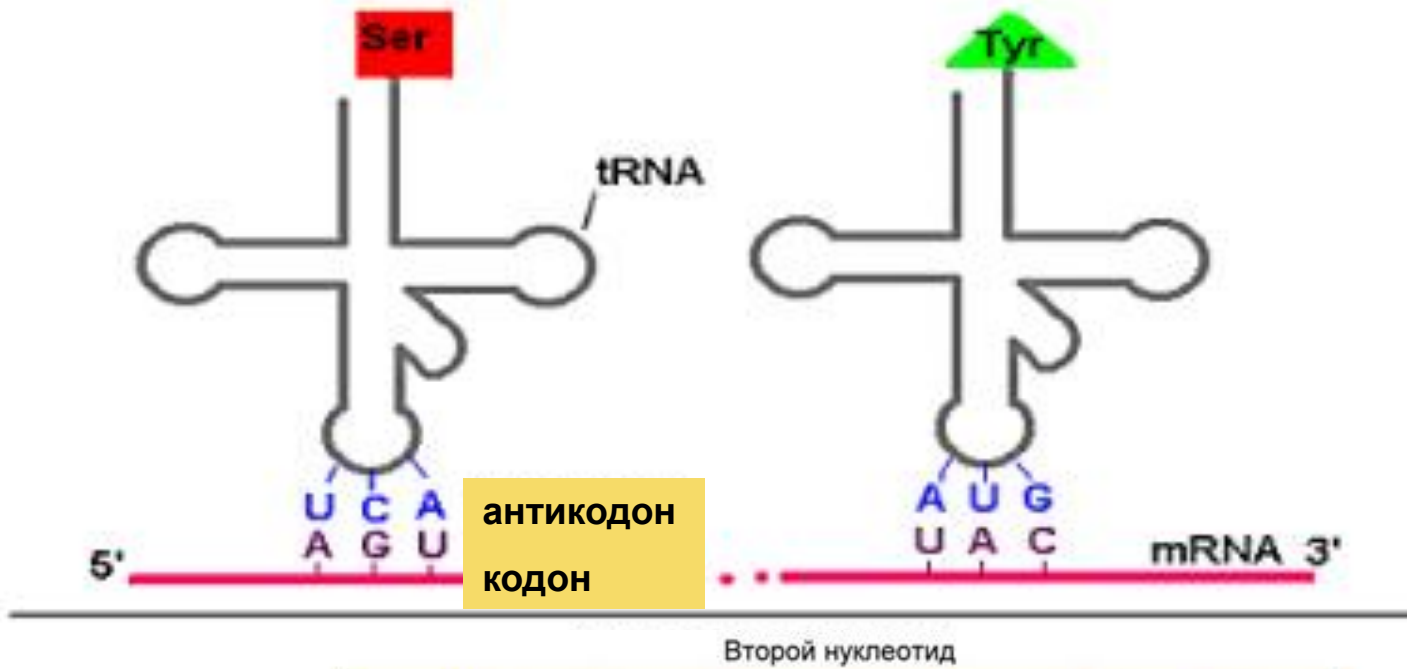
и-РНК

кодон

антикодон



T - РНК



Второй нуклеотид

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

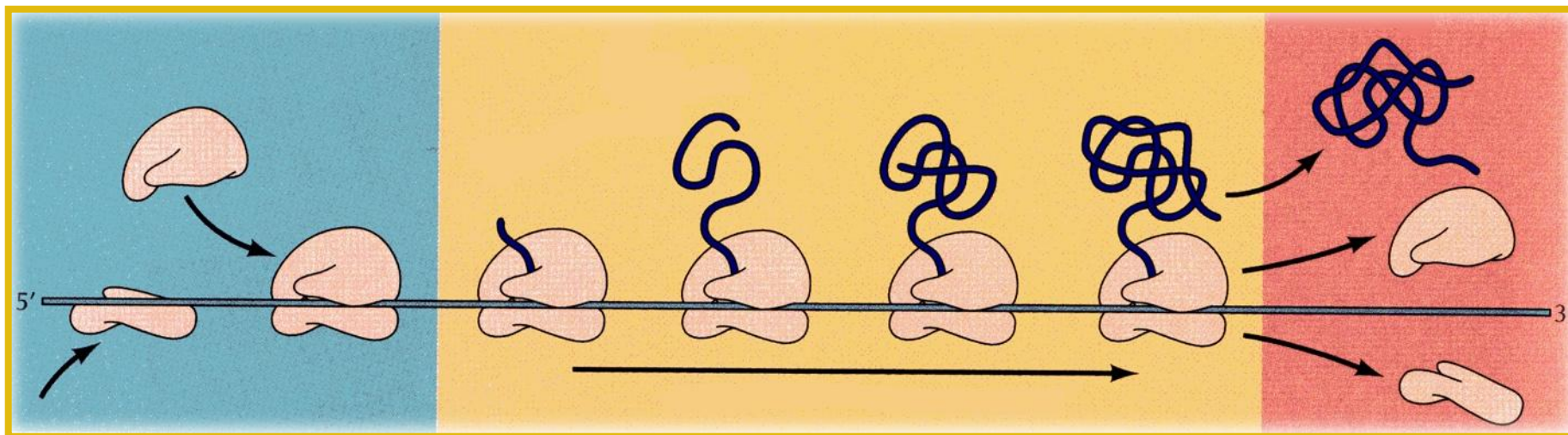
ТАБЛИЦА генетического кода

БИОСИНТЕЗ БЕЛКА

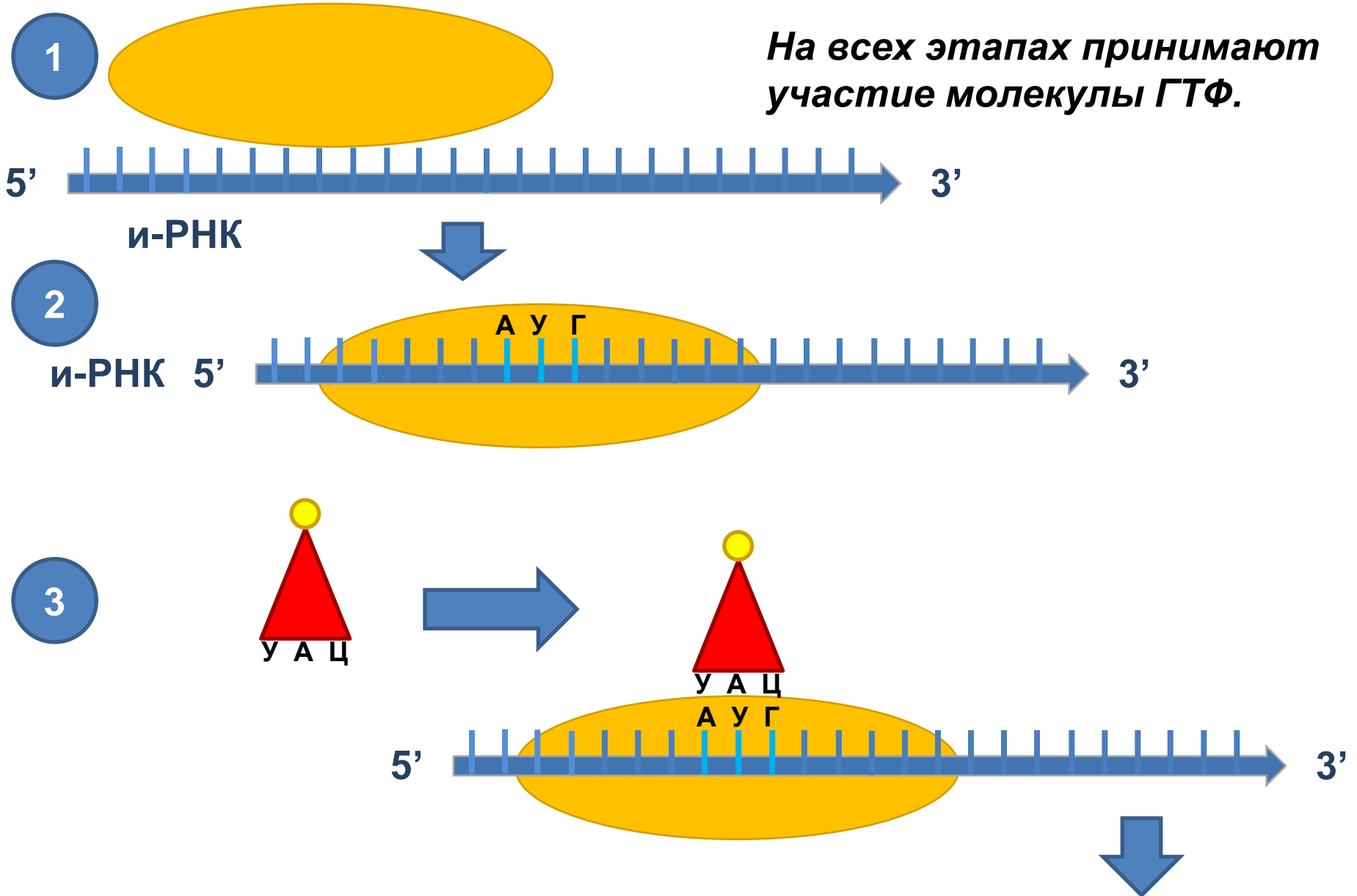
ИНИЦИАЦИЯ

ЭЛОНГАЦИЯ

ТЕРМИНАЦИЯ



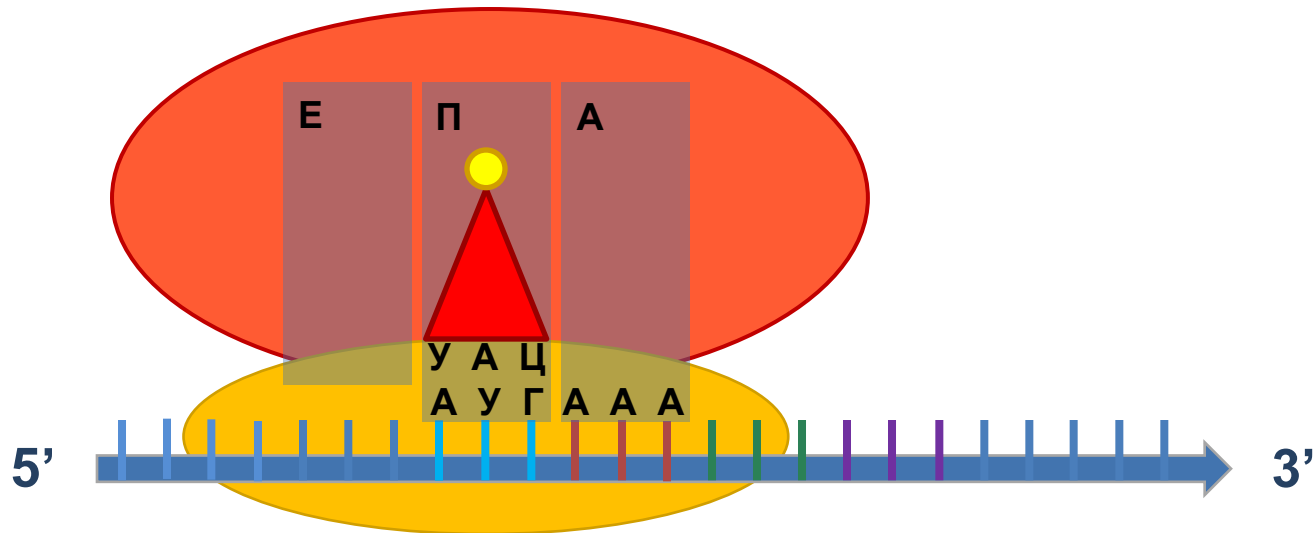
ИНИЦИАЦИЯ



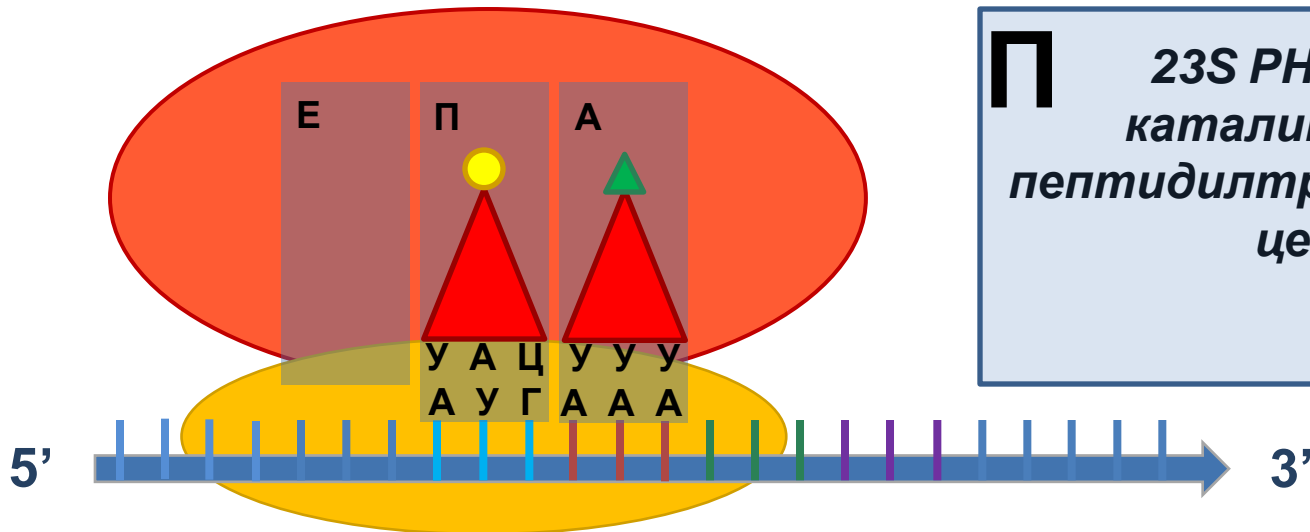
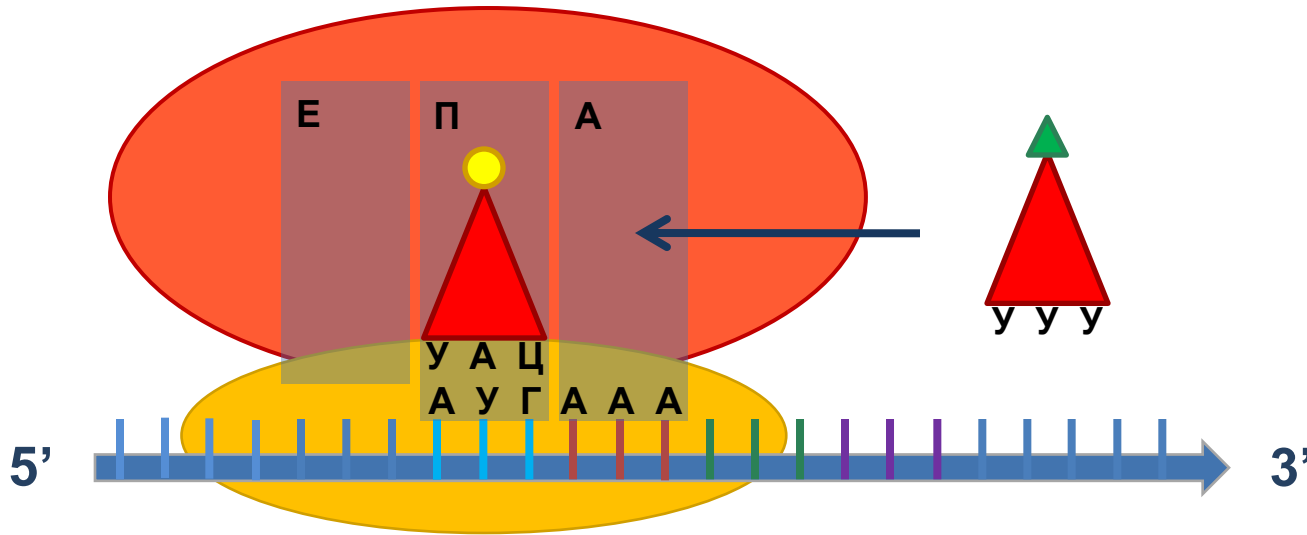
Р-центр – пептидильный, донорный.

А-центр – аминоацильный, акцепторный.

Е-центр – exit

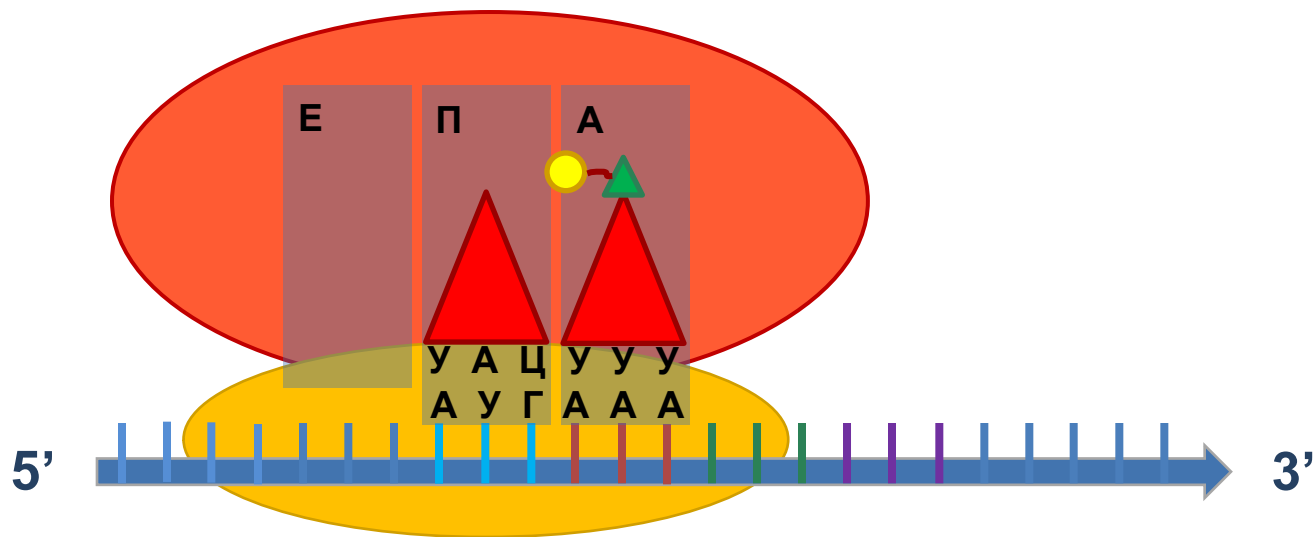


ЭЛОНГАЦИЯ

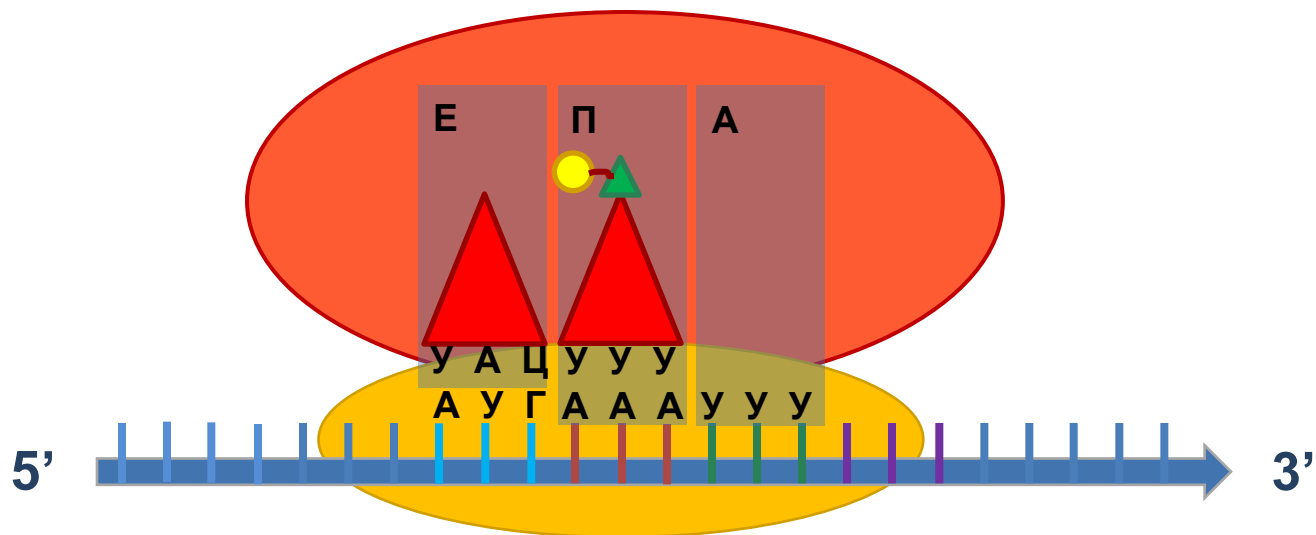


П 23S РНК (28S) –
каталитический
пептидилтрансферазный
центр

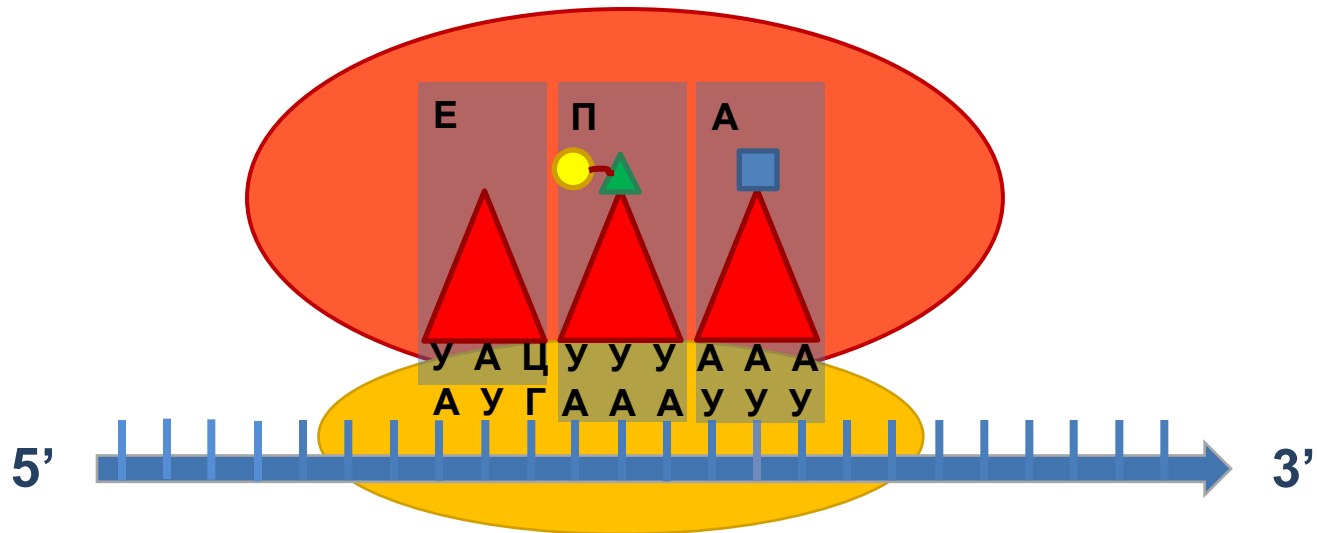
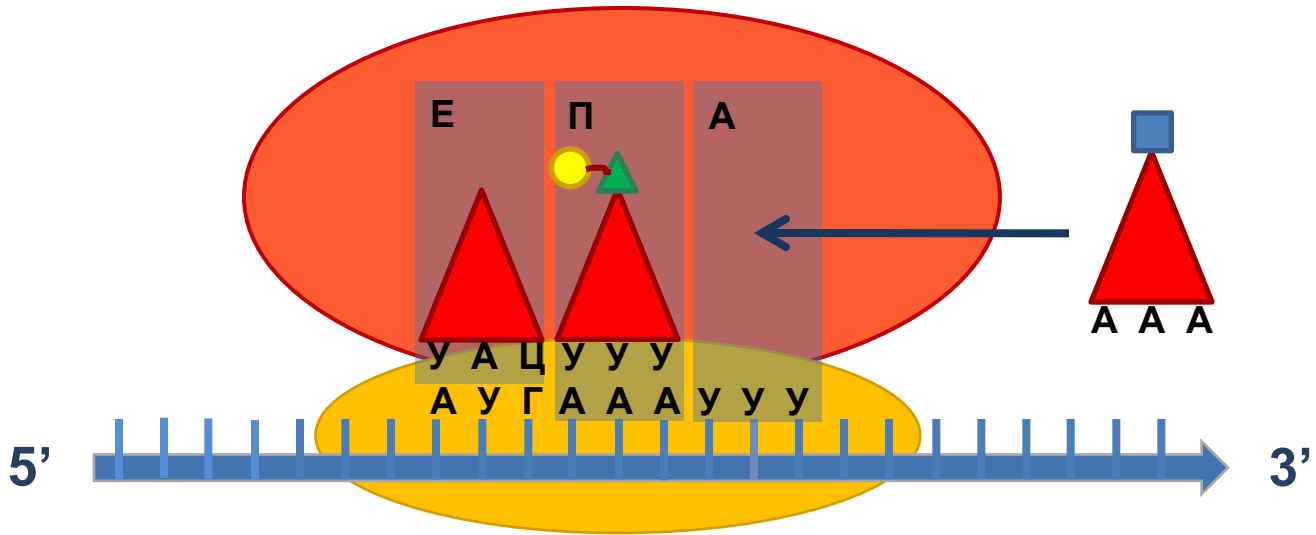
ЭЛОНГАЦИЯ



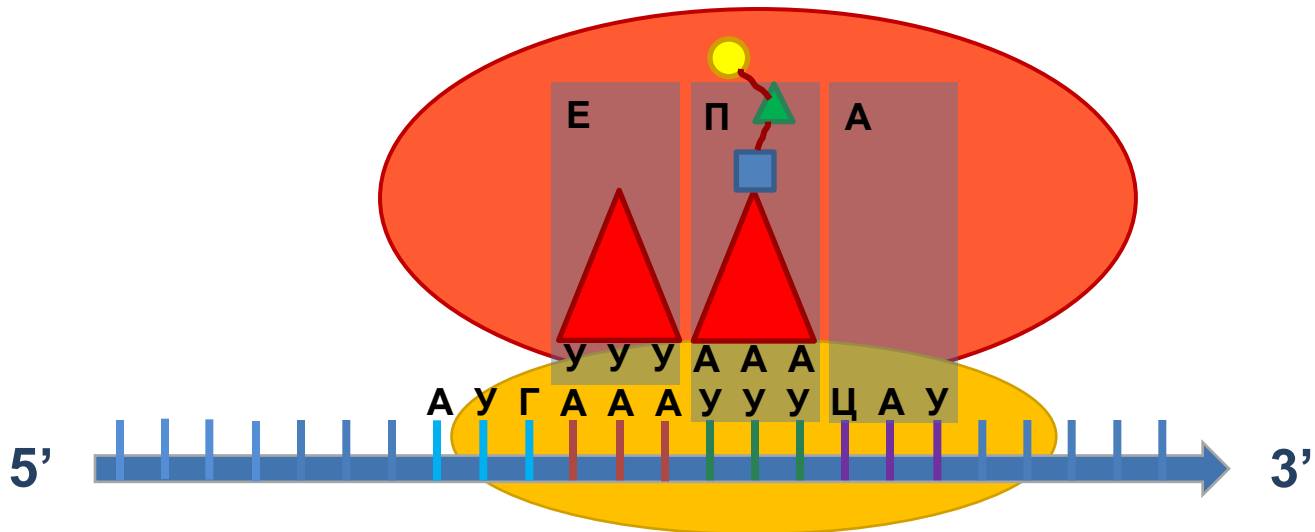
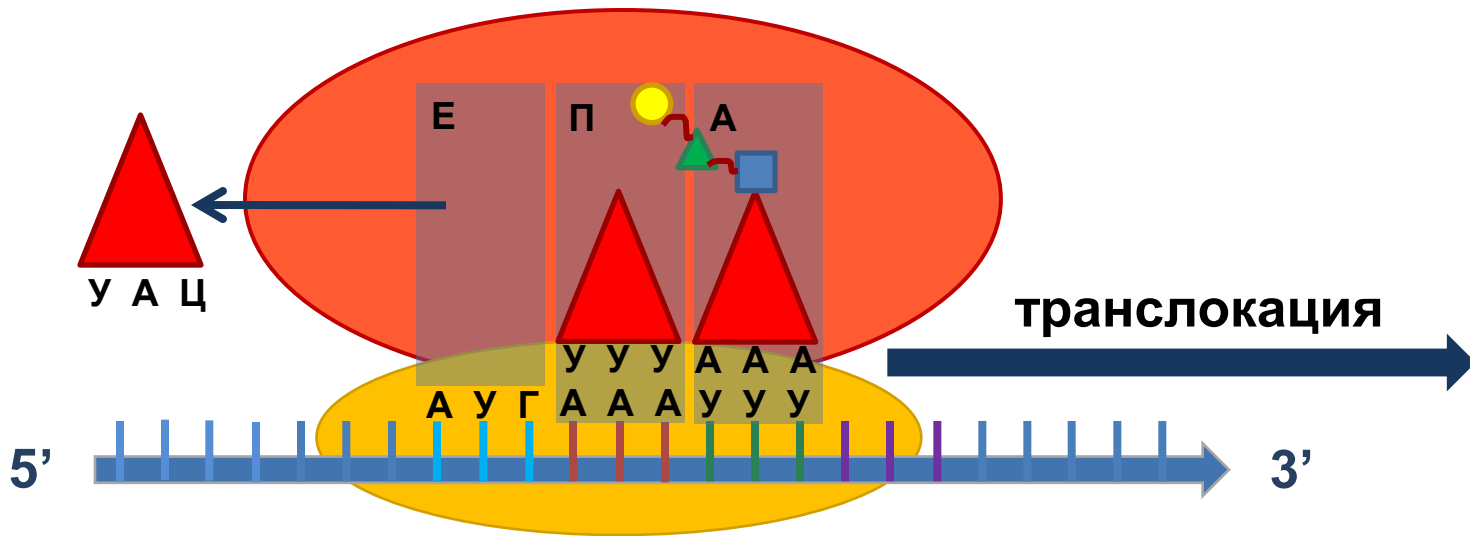
→ транслокация



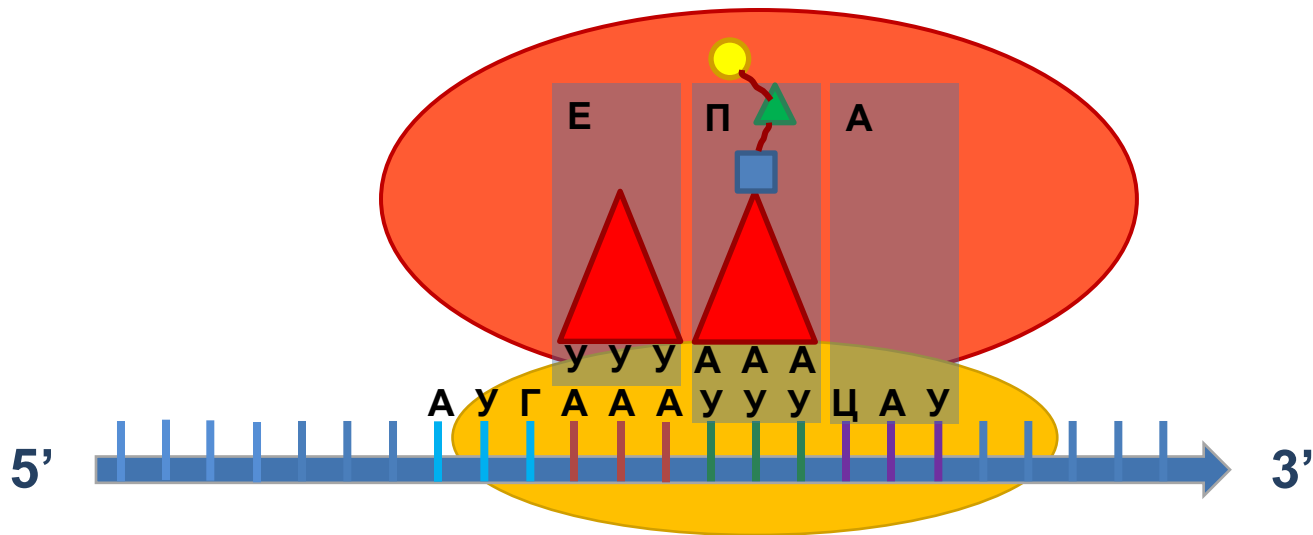
ЭЛОНГАЦИЯ



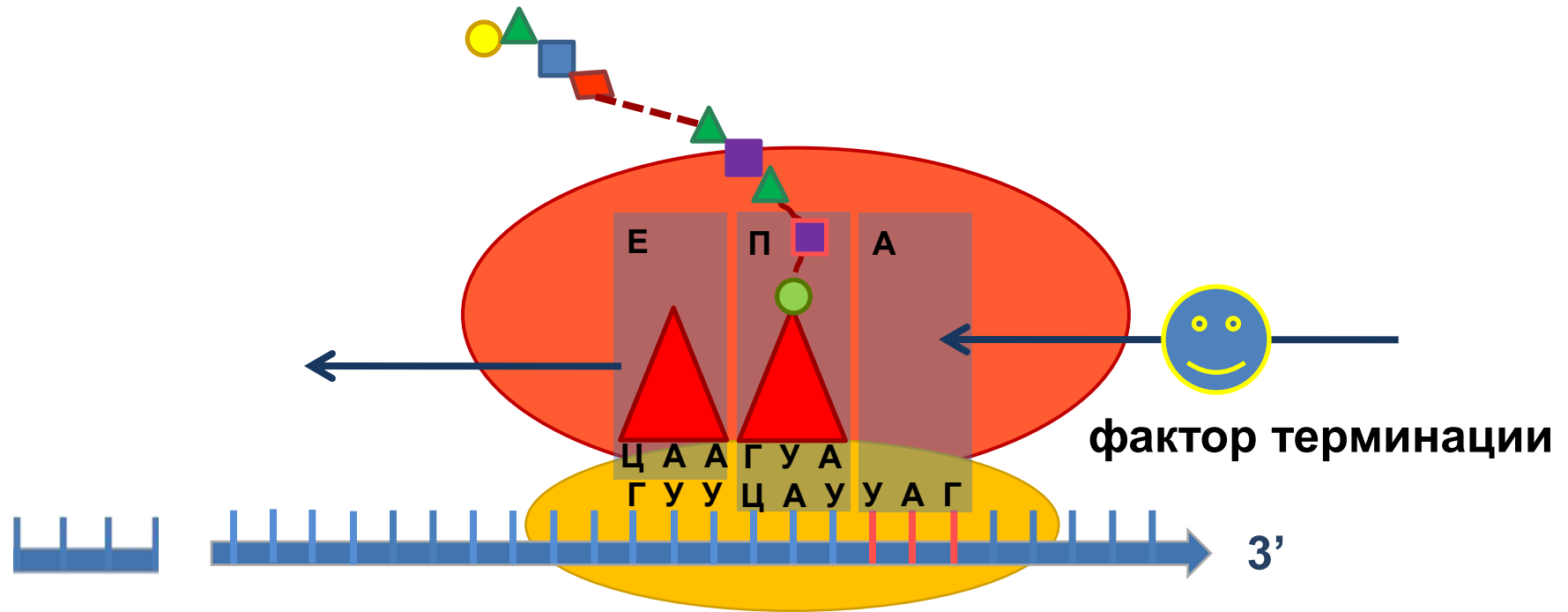
ЭЛОНГАЦИЯ



ЭЛОНГАЦИЯ

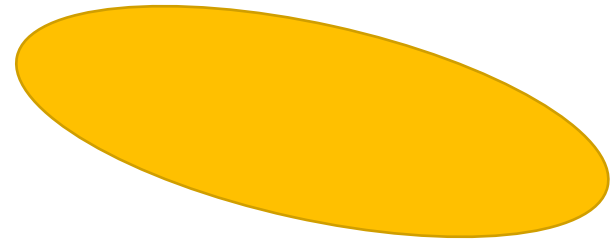
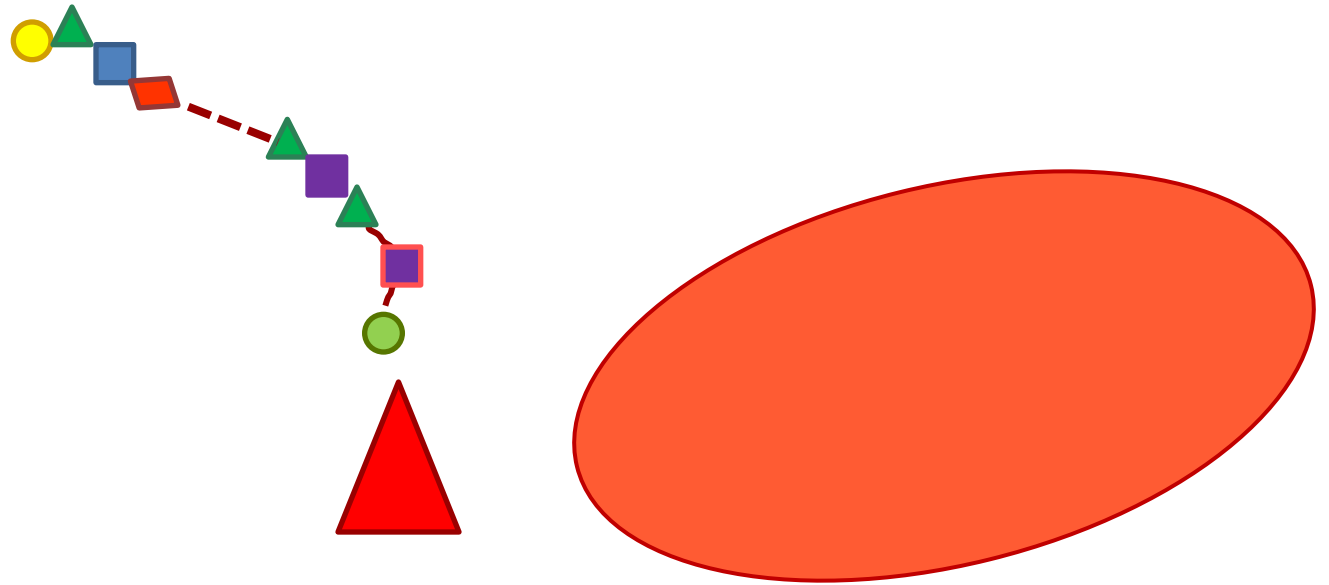


ТЕРМИНАЦИЯ

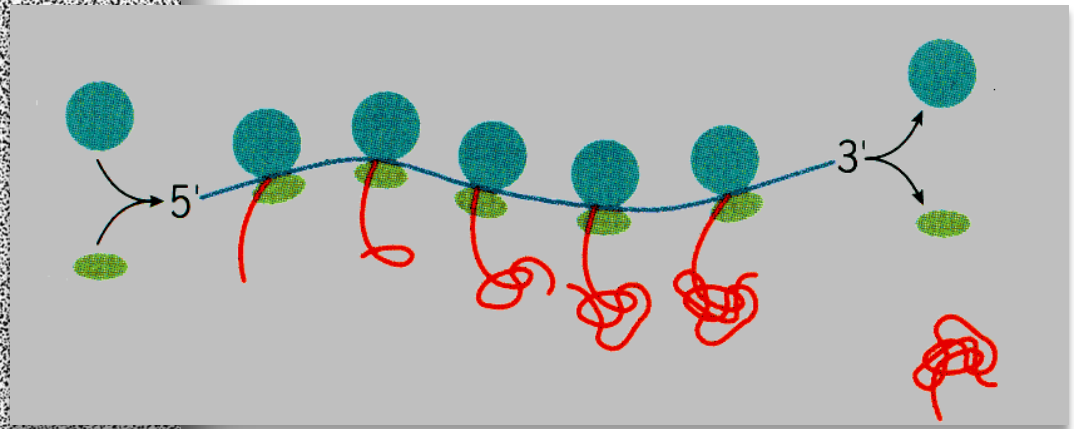
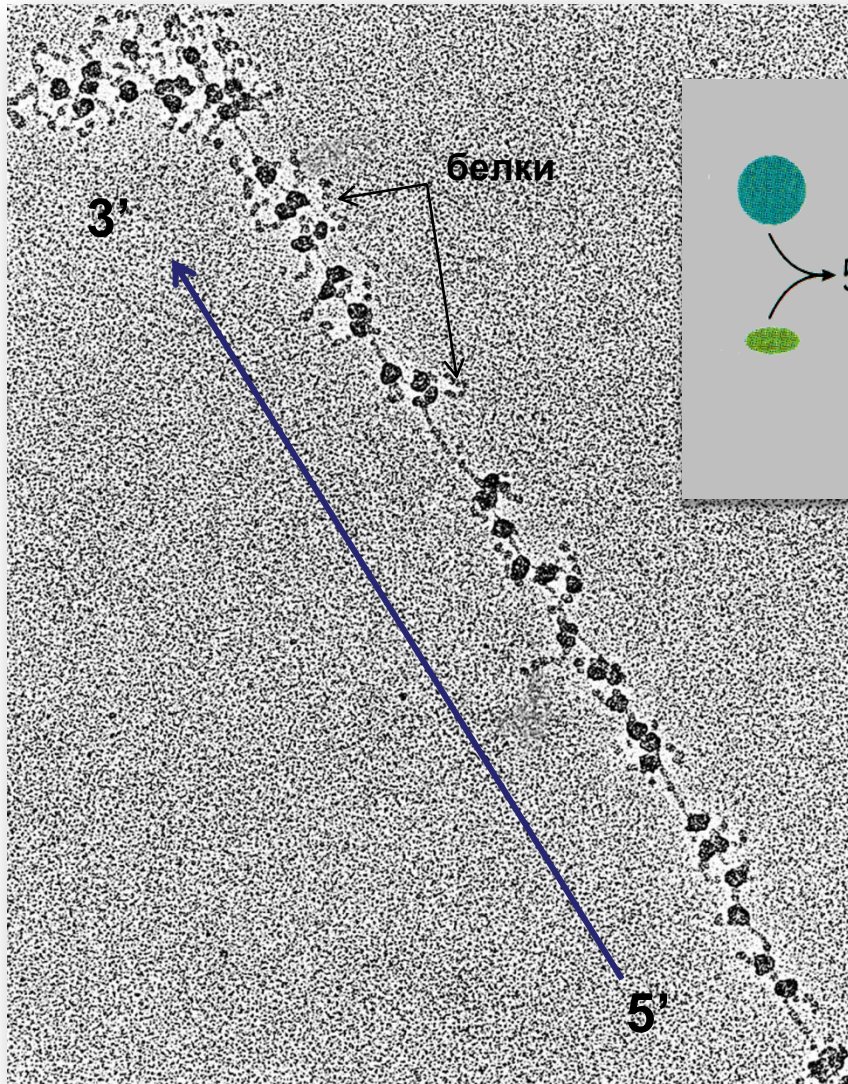


кодоны терминации
- UAG, UAA или UGA

ТЕРМИНАЦИЯ



ПОЛИРИБОСОМЫ



Электроннограмма
полирибосомы

цитоплазма

5' ————— 3'

Цитоплазматический путь

белок

ядро

пероксисомы

митохондрии

хлоропласты

цитоплазма

5' ————— 3'

Секреторный путь

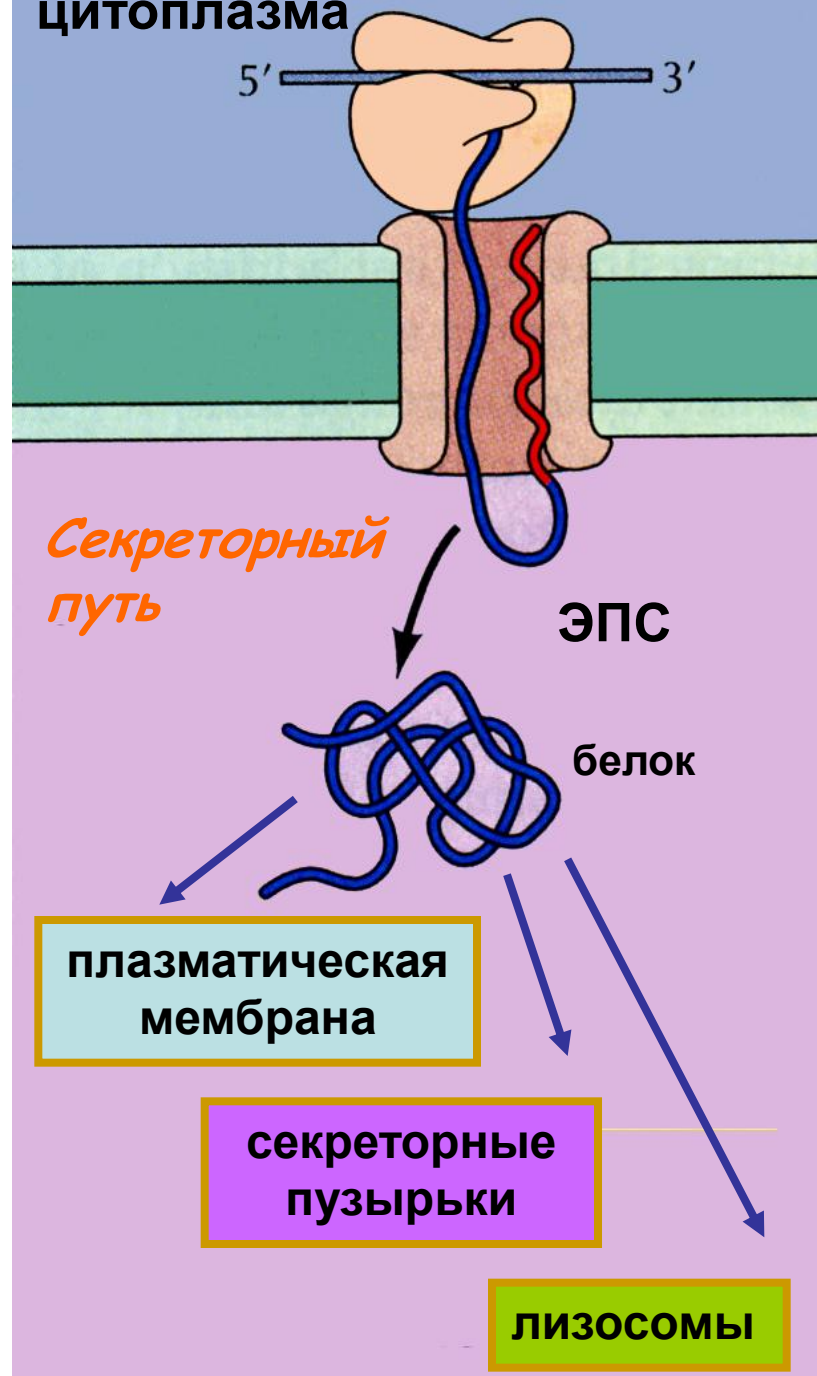
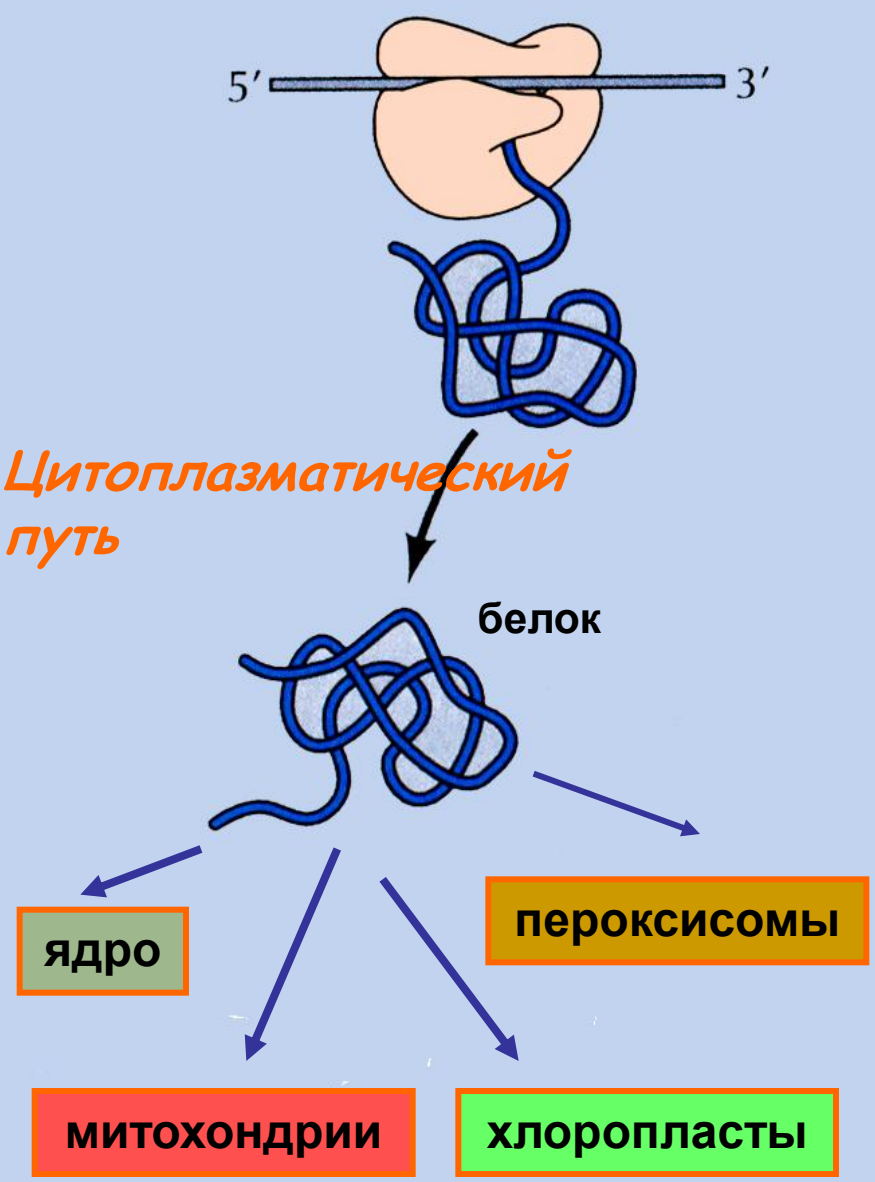
ЭПС

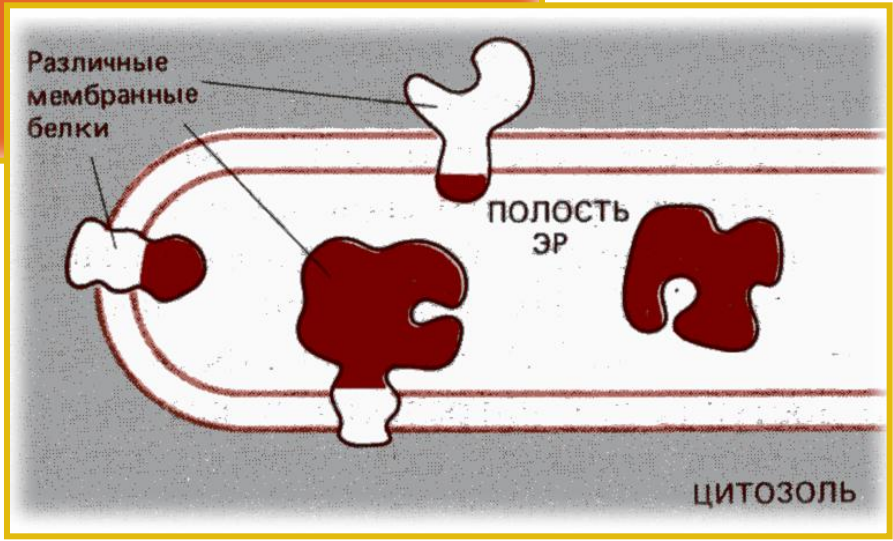
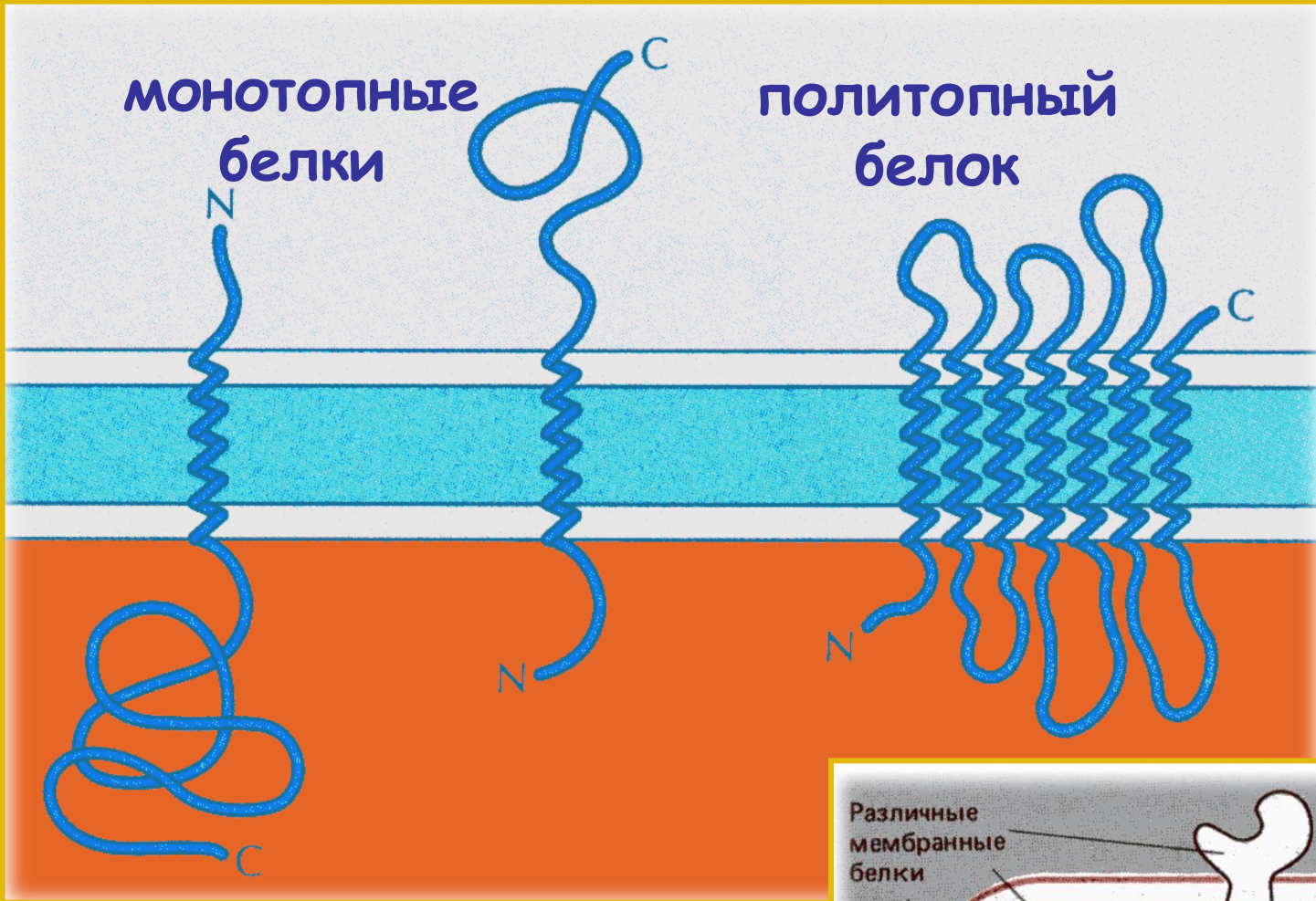
белок

плазматическая мембрана

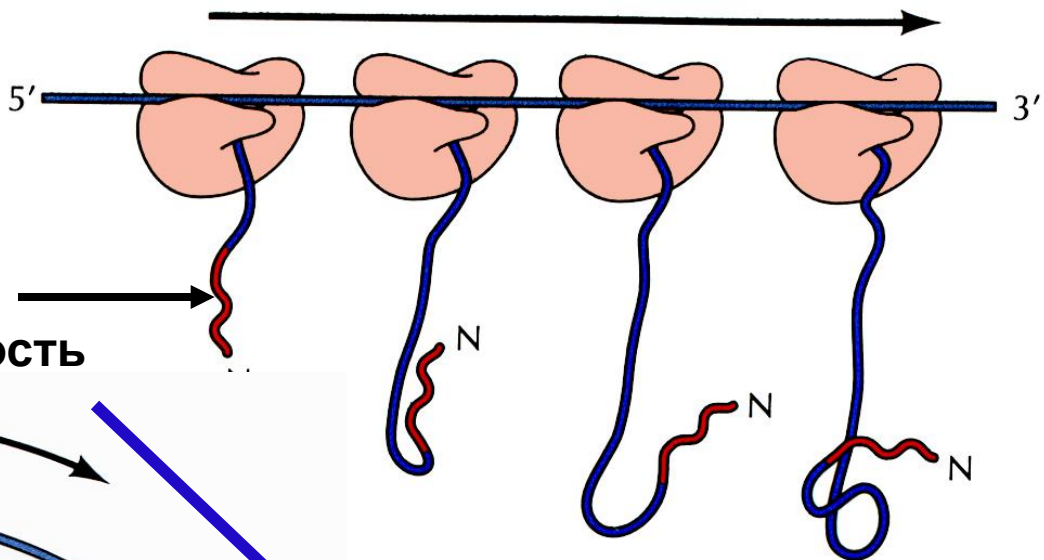
секреторные пузырьки

ЛИЗОСОМЫ

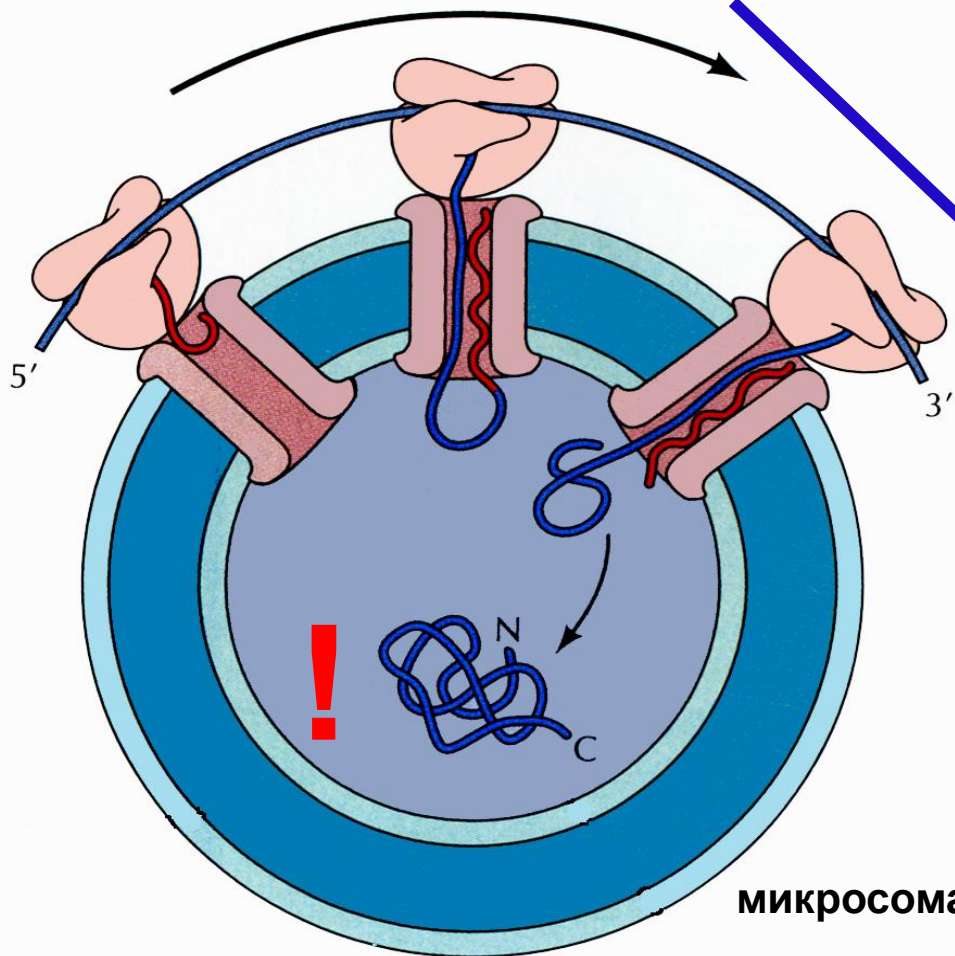




свободные рибосомы



сигнальная последовательность



2

1

НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ

1999



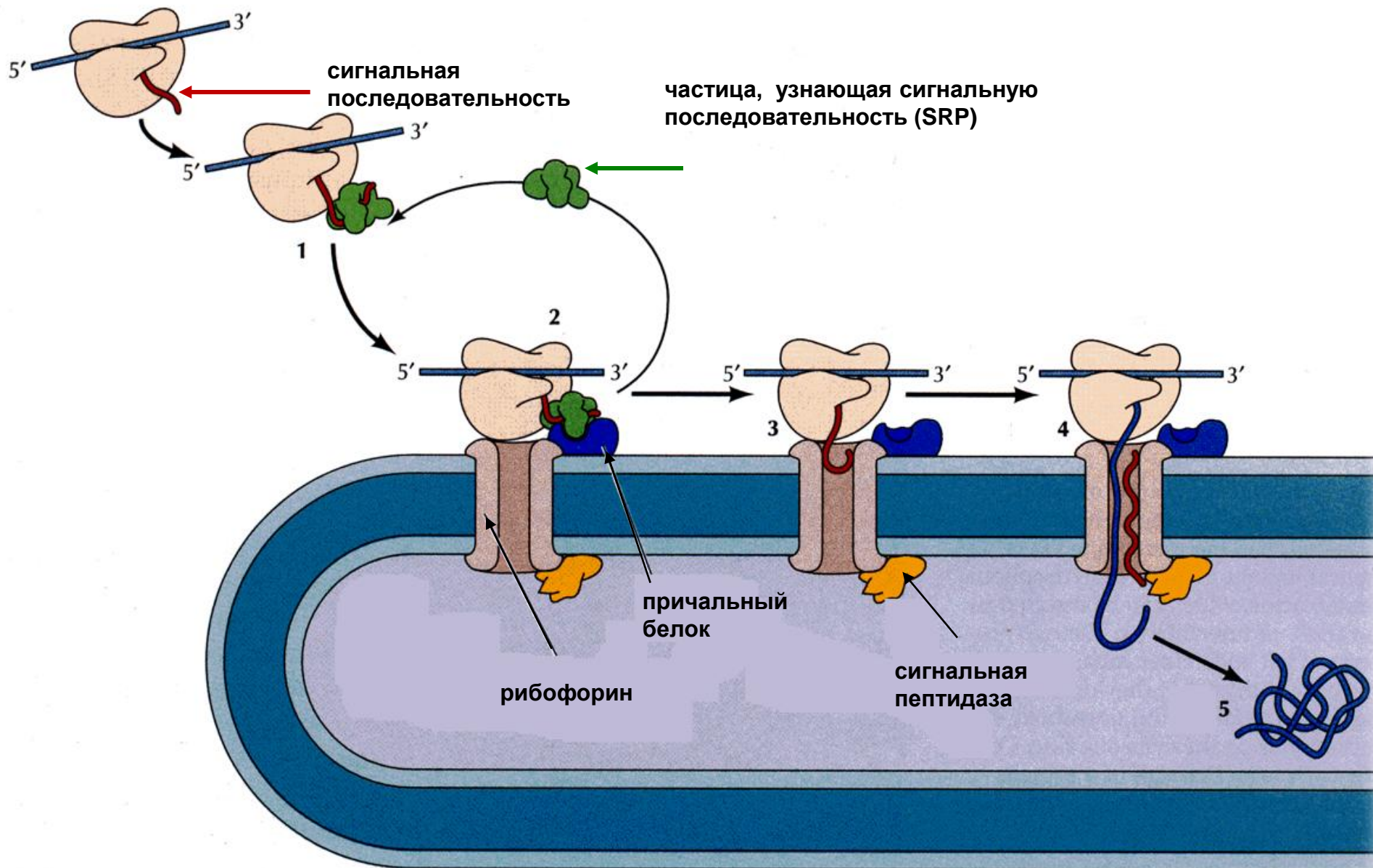
«за открытие того факта, что белки имеют собственные сигналы, управляющие их транспортом и локализацией в клетке»

*«обнаружение в белковой молекуле особого участка – **транспортного кода**, который направляет синтезируемую молекулу белка к определенной части клетки и способствует проникновению этой молекулы сквозь мембраны»*

ГЮНТЕР БЛОБЕЛ

ТИПИЧНЫЕ СИГНАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

| ОРГАНЕЛЛА | Аминокислотная последовательность |
|------------------------------|---|
| КЛЕТОЧНОЕ ЯДРО | -Pro-Pro-Lys-Lys-Lys-Arg-Lys-Val- |
| ТРАНСПОРТИРОВКА К ЭПС | H ₂ N-Met-Met-Ser-Phe-Val-Ser-Leu-Leu-Leu-Val-Gly-Ile-Leu-Phe-Trp-Ala-Thr-Glu-Ala-Glu-Gln-Leu-Thr-Lys-Cys-Glu-Val-Phe-Gln- |
| ЗАДЕРЖКА В ЭПС | -Pro-Pro-Lys-Lys-Lys-Arg-Lys-Val- |
| МИТОХОНДРИЯ (МАТРИКС) | H ₂ N-Met-Leu-Ser-Leu-Arg-Gln-Ser-Ile-Arg-Phe-Phe-Lys-Pro-Ala-Thr-Arg-Thr-Leu-Cys-Ser-Ser-Arg-Tyr-Leu-Leu- |
| ПЕРОКСИСОМА | -Ser-Lys-Leu-COOH |
| ПЕРОКСИСОМА | H ₂ N-----Arg-Leu-X ₅ -His-Leu- |



сигнальная последовательность

частица, узнающая сигнальную последовательность (SRP)

1

2

3

4

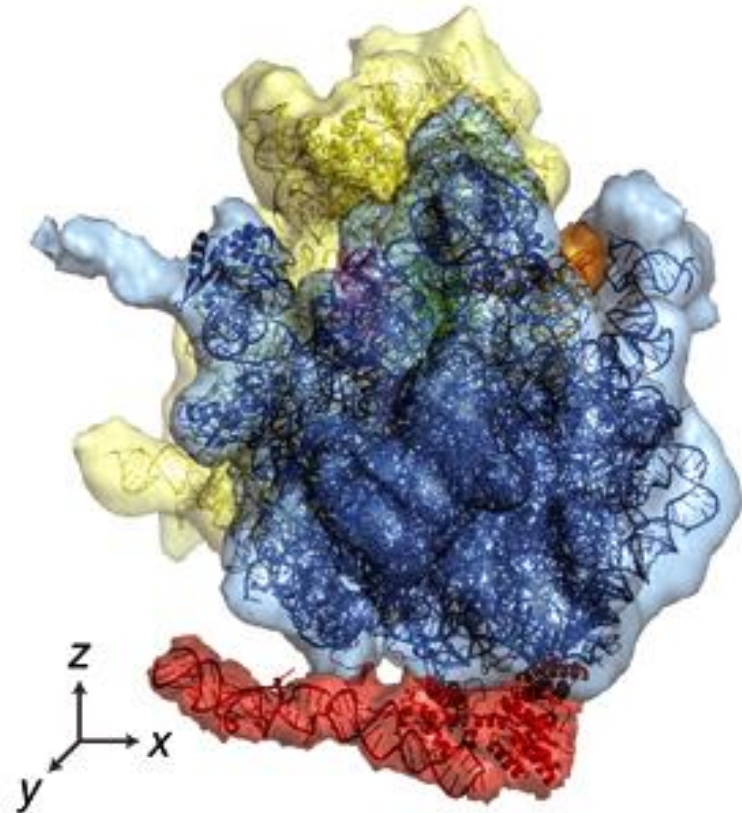
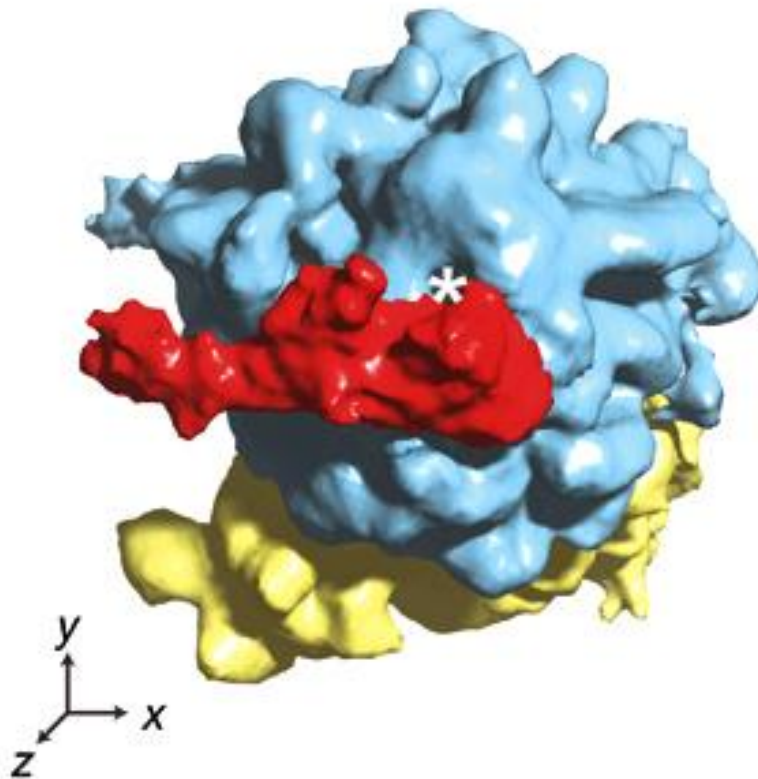
5

рибофорин

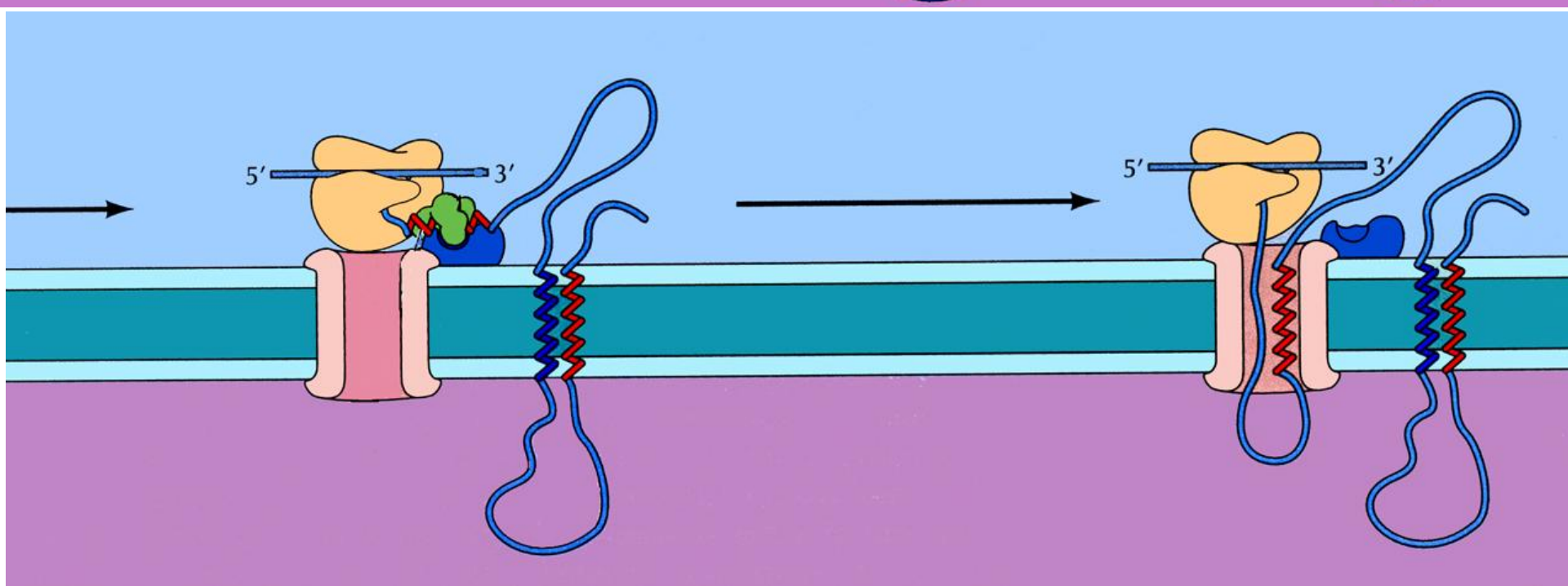
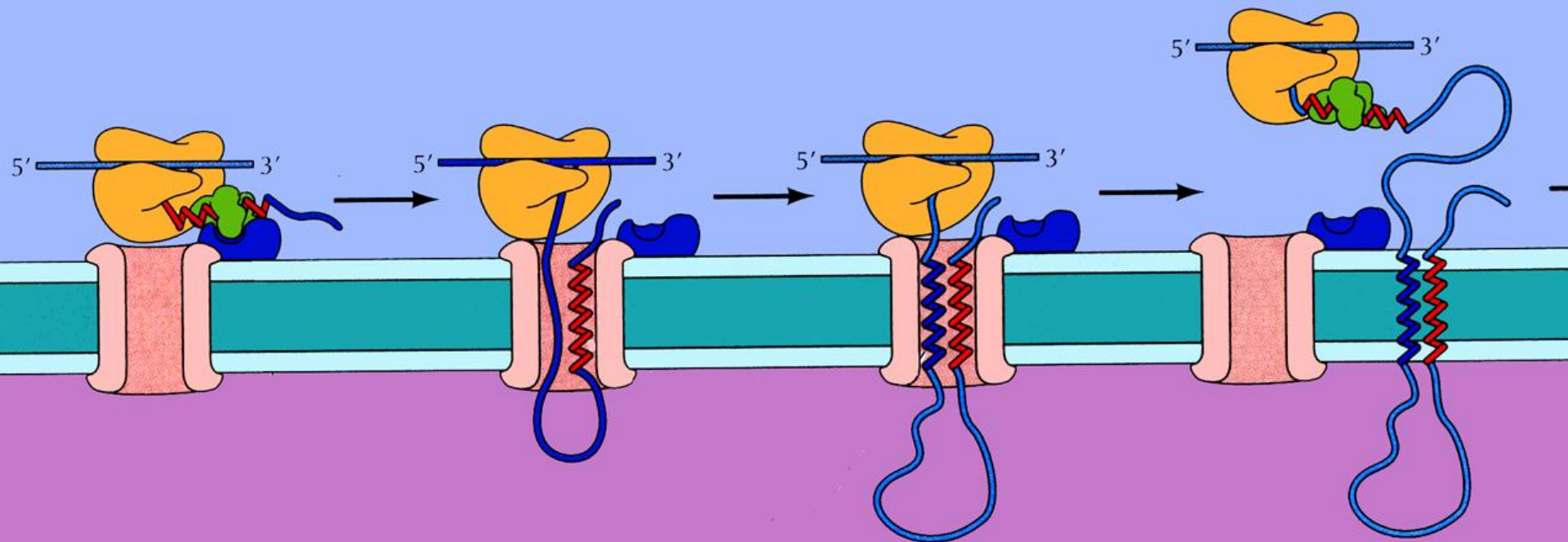
причальный белок

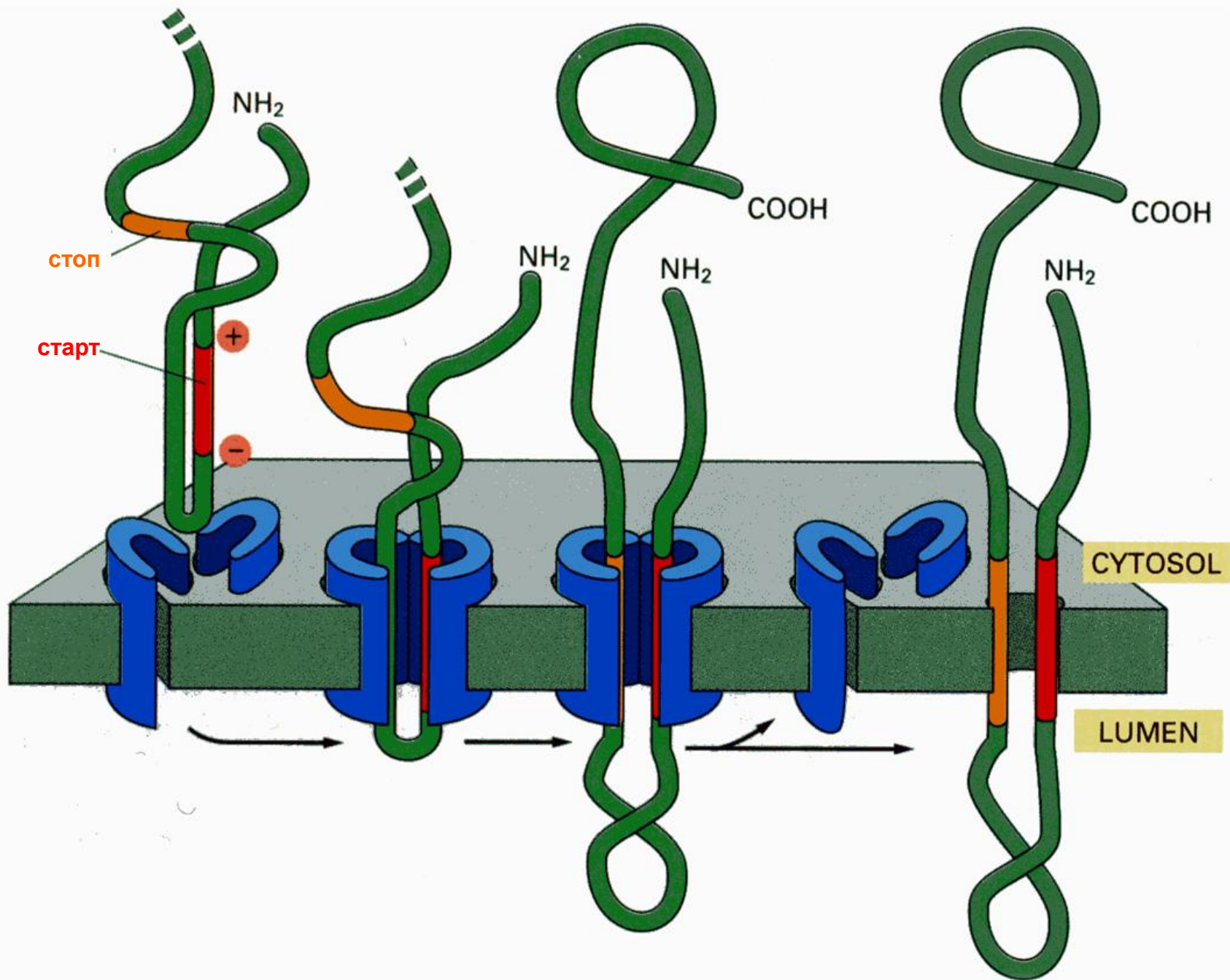
сигнальная пептидаза

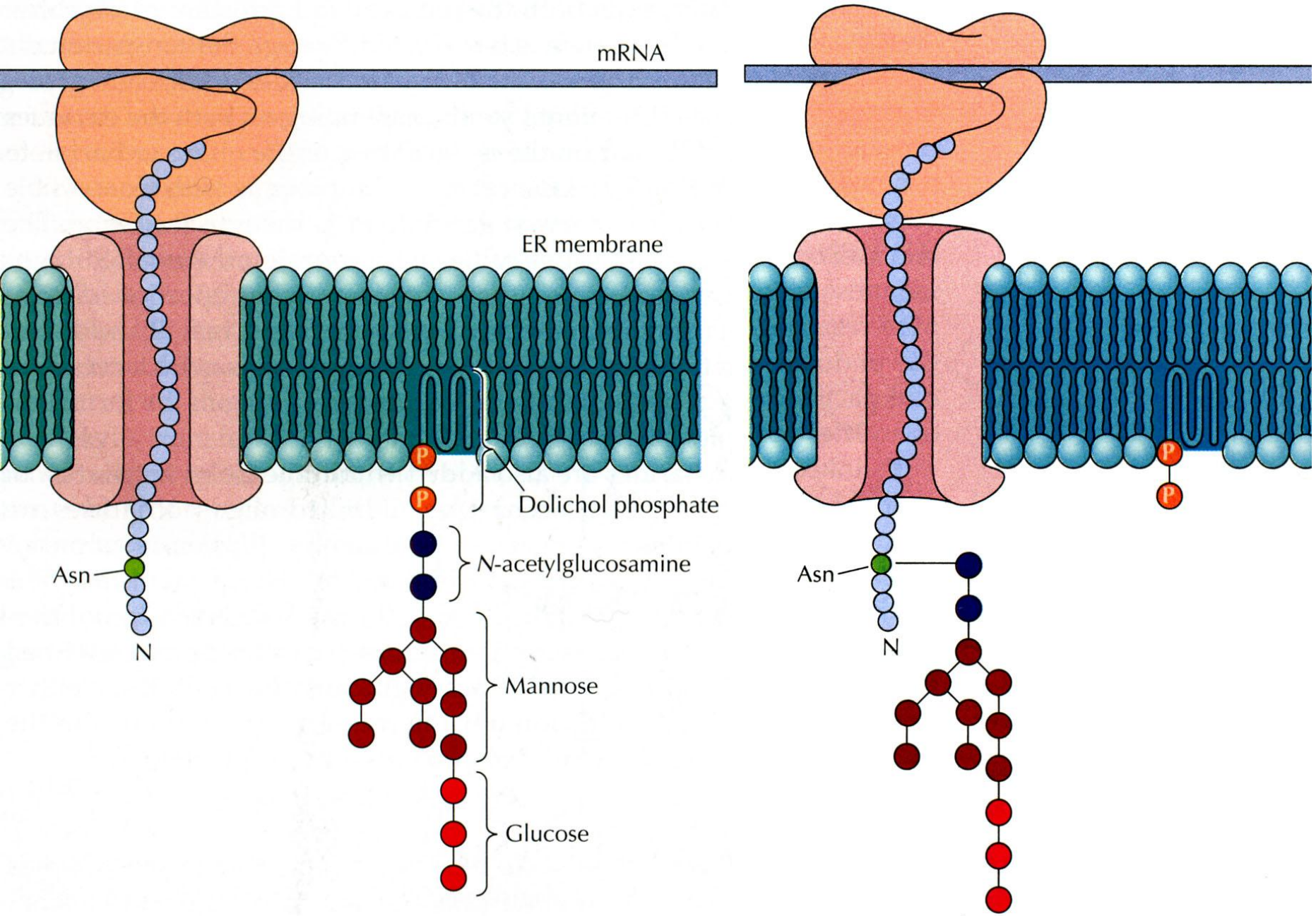
ЧАСТИЦА УЗНАЮЩАЯ СИГНАЛЬНУЮ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ (SRP)



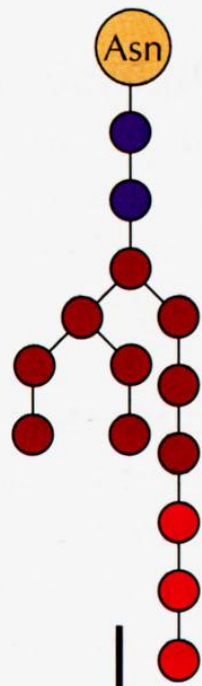
**SRP комплекс - 1 РНК – 7S
и 6 полипептидов.
Размер – 24 x 6 нм**







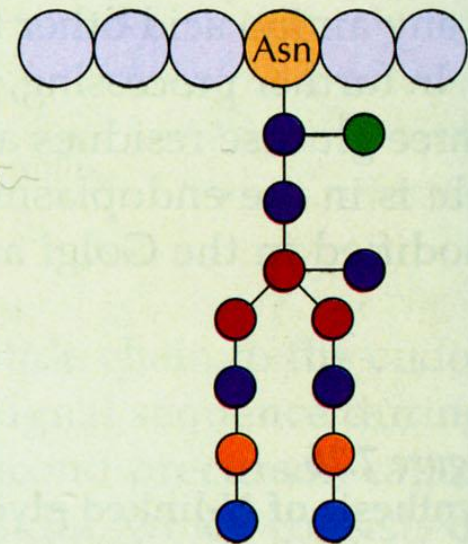
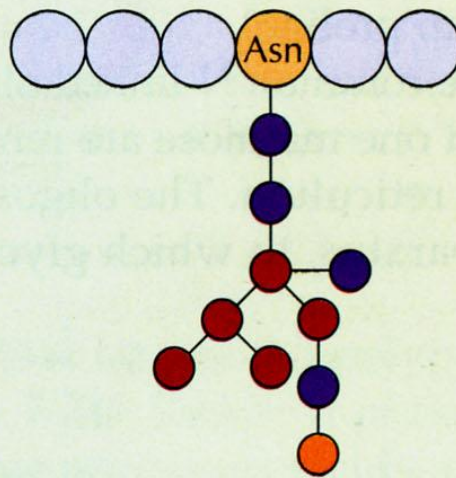
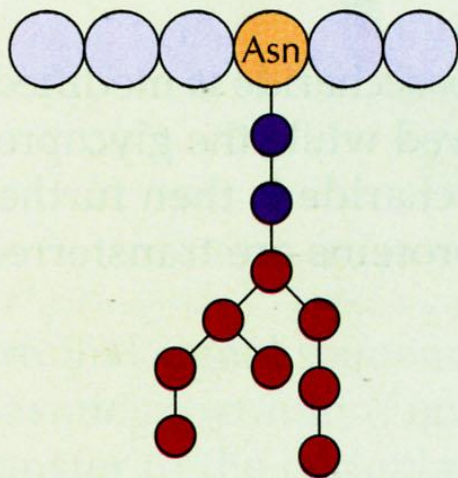
- Mannose
- N-acetylglucosamine
- Glucose
- Galactose
- Fucose
- Sialic acid

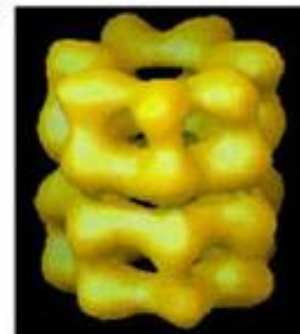
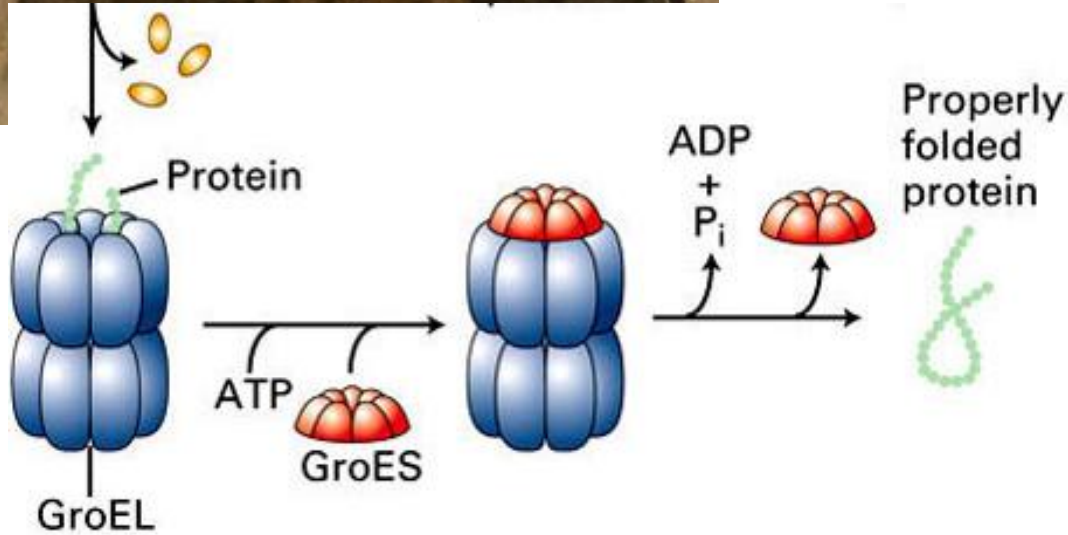
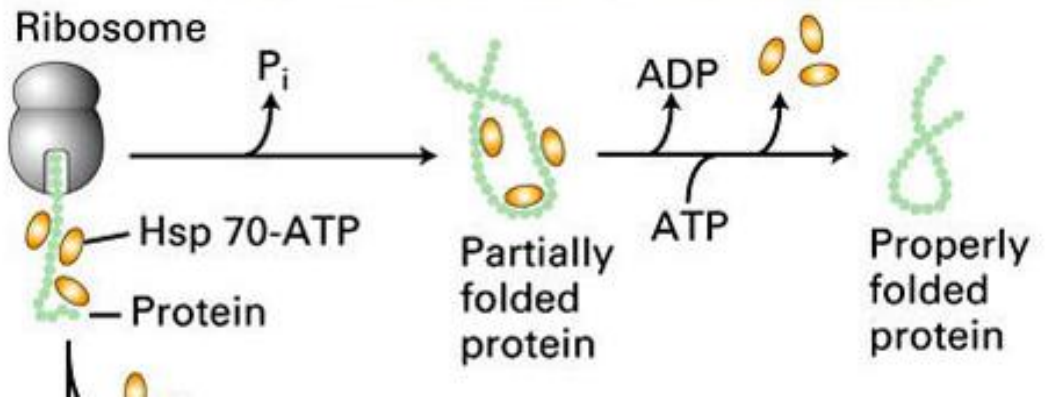


High-mannose oligosaccharide

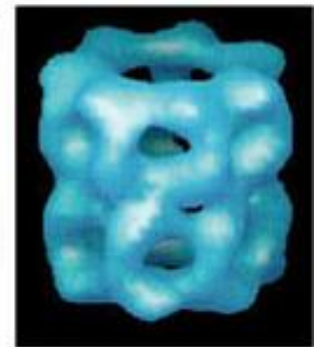
Hybrid oligosaccharide

Complex oligosaccharide





GroEL "relaxed" conformation



GroEL "tight" conformation