

Процесс трансляции

Центральная догма молекулярной биологии

Число триплетов в ДНК



транскрипция

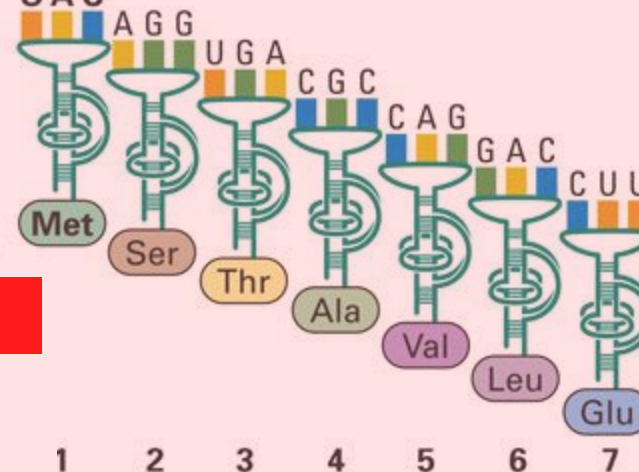
мРНК

AUG UCC ACU GCG GUC CUG GAA

трансляция

полипептид

Число аминокислот в полипептиде



Трансляция – это осуществляемый рибосомами синтез белка из аминокислот на матрице мРНК (или и РНК).

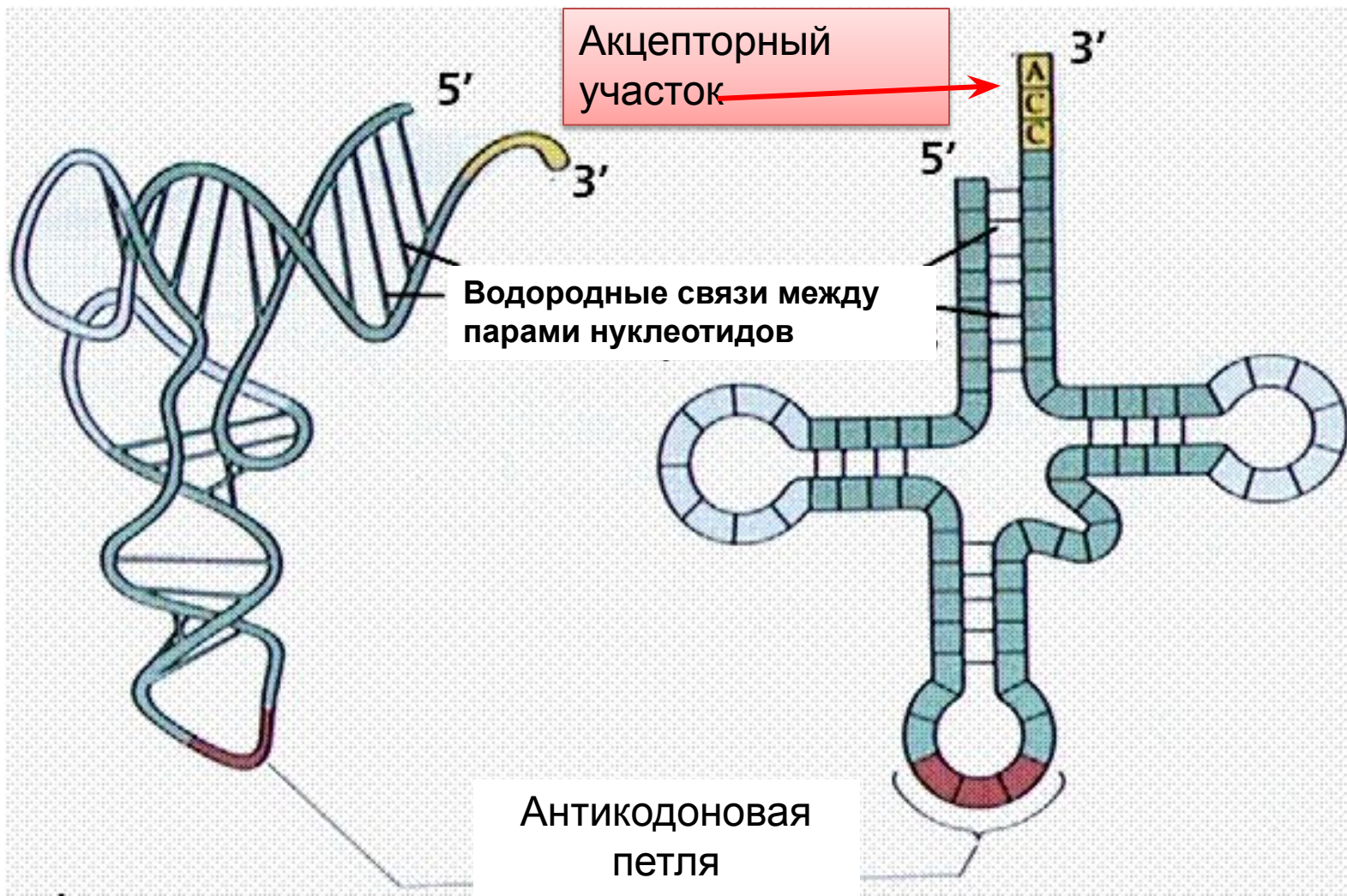
Составляющие элементы процесса трансляции: аминокислоты, тРНК, рибосомы, мРНК, ферменты для аминоацилирования тРНК, белковые факторы трансляции (*белковые факторы инициации, элонгации, терминации - специфические вне ribосомные белки, необходимые для процессов трансляции*), источники энергии АТФ и ГТФ, ионы магния (*стабилизируют структуру рибосом*).

Аминокислоты

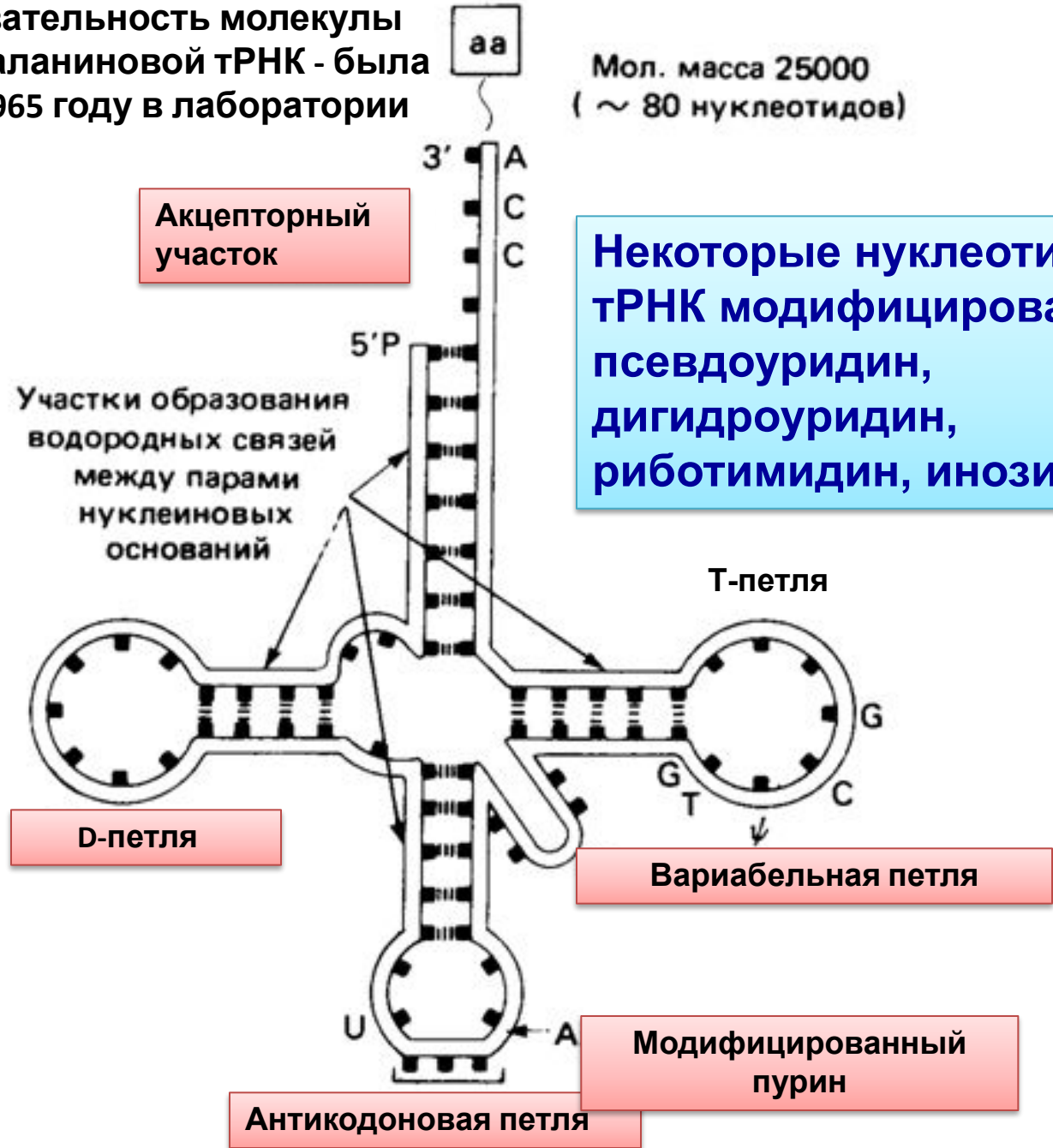
В синтезе белка участвует 20 аминокислот.

тРНК

Размер тРНК примерно 80 нуклеотидов. тРНК действуют как адапторы между кодонами на мРНК и аминокислотами, которые они кодируют.



Впервые последовательность молекулы тРНК - дрожжевой аланиновой тРНК - была расшифрована в 1965 году в лаборатории Р. Холли



Мол. масса 25000
(~ 80 нуклеотидов)

Некоторые нуклеотиды в тРНК модифицированы - это псевдоуридин, дигидроуридин, риботимидин, инозин и др.

Акцепторный участок

Участки образования водородных связей между парами нуклеиновых оснований

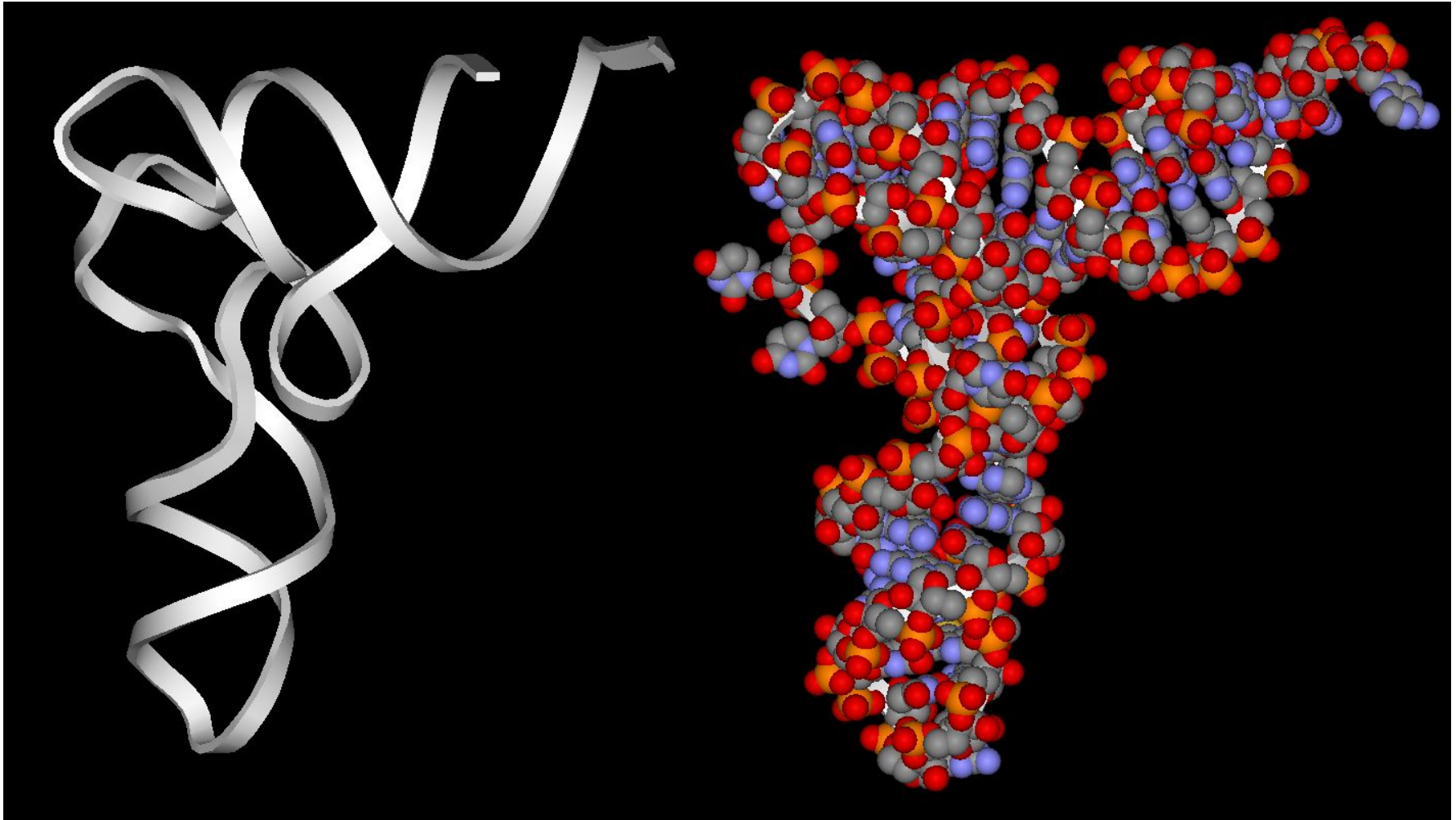
D-петля

Варибельная петля

Модифицированный пурин

Антикодоновая петля

тРНК: пространственная структура



Аминокислота

3'-конец

5'-конец

**ТφС-
петля**

D-петля

**Антикодонавая
петля**

Антикодон

Для каждой из 20 аминокислот в клетках есть фермент, осуществляющий синтез соответствующей аминоацил-тРНК (общее название - аминоацил-тРНК-синтетаза).

- Каждая тРНК специфична к одной аминокислоте и к одному кодону мРНК
- Аминокислота активируется (с использованием АТФ) и присоединяется к тРНК с помощью фермента аминоацил-тРНК синтетазы



включающую две стадии:



Чтобы аминокислота «узнала» свое место в будущей полипепетидной цепи, она должна связаться с ***транспортной РНК*** (tPНК), выполняющей адапторную функцию. Затем tPНК, связавшаяся с аминокислотой «узнает» соответствующий кодон на мРНК.

тРНК и аминоксил-тРНК синтетаза



Узнавание кодона мРНК

- Взаимодействие **кодон** - **антикодон** основано на принципах комплементарности и антипараллельности:
 - 3'----Ц - Г- А*-----5' Антикодон тРНК
 - 5'-----Г- Ц- У*-----3' Кодон мРНК
- 
- Гипотеза качания (wobble)
была предложена Ф. Криком:
 - 3'- основание кодона мРНК имеет нестрогое спаривание с 5'- основанием антикодона тРНК:
например, У (мРНК) может взаимодействовать с **А** и **Г** (тРНК)
 - Некоторые тРНК могут спариваться с более, чем одним кодоном.

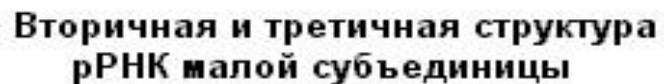
Wobble bases

tRNA	C	A	G	U	I
mRNA	G	U	C U	A G	C A U

Wobble bases

mRNA	C	A	G	U
tRNA	G I	U I	C U	A G I

Рибосомы

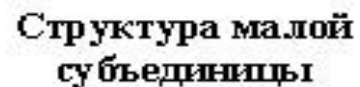


(no Wimberly et al., Nature 2000, 407: 327-339)

Рибосома состоит из большой и малой субъединицы.

Основу структуры каждой субъединицы составляет сложным образом свернутая рРНК.

К каркасу из рРНК присоединяются рибосомные белки.



Структура рибосом про- и эукариотических организмов.

Прокариотическая рибосома		Эукариотическая рибосома	
70S		80S	
50S	30S	60S	40S
5S и 23S рРНК	16S рРНК	5S, 5.8S и 28S рРНК	18S рРНК
34 белка	21 белок	не менее 50 белков	не менее 33 белков

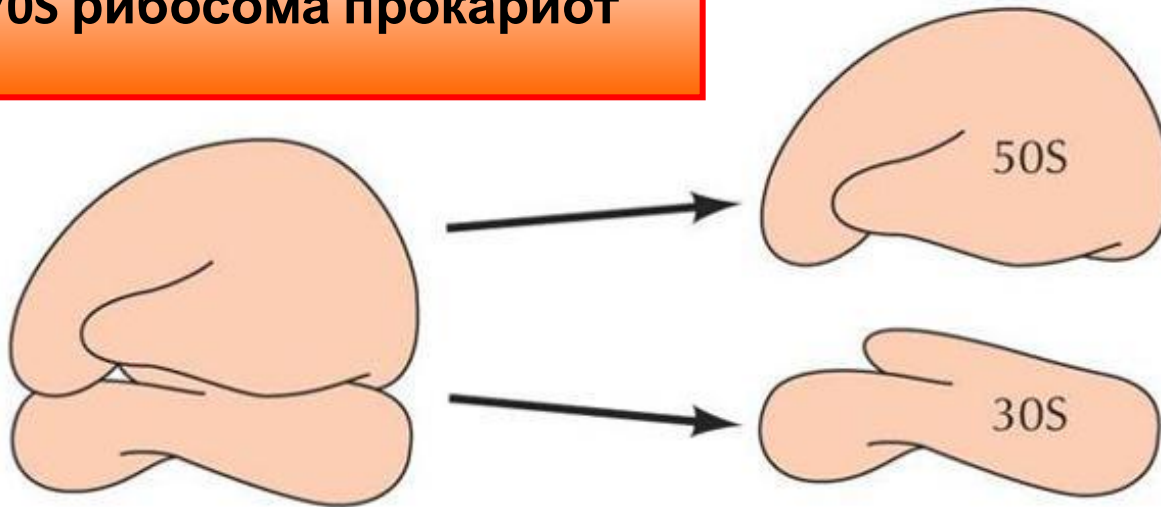
рРНК – одноцепочечная структура длиной от 100 до 3 000 нуклеотидов в зависимости от конкретных типов рРНК

Рибосомы на 40 % состоят из рРНК и на 60 % - из рибосомальных белков

- **рРНК – однонитчатая цепь длиной от 100 до 3 000 нуклеотидов в зависимости от типов рРНК**

В рибосоме 40% составляет рРНК и 60% рибосомальные белки

70S рибосома прокариот

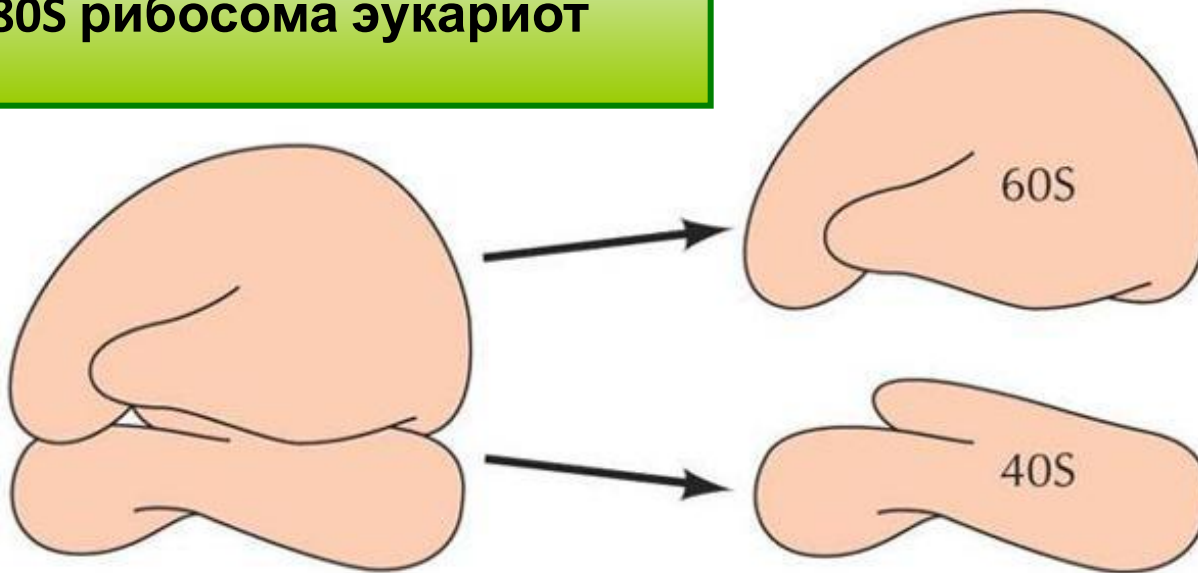


23S, 5S рРНК;
34 белка

16S рРНК;
21 белок



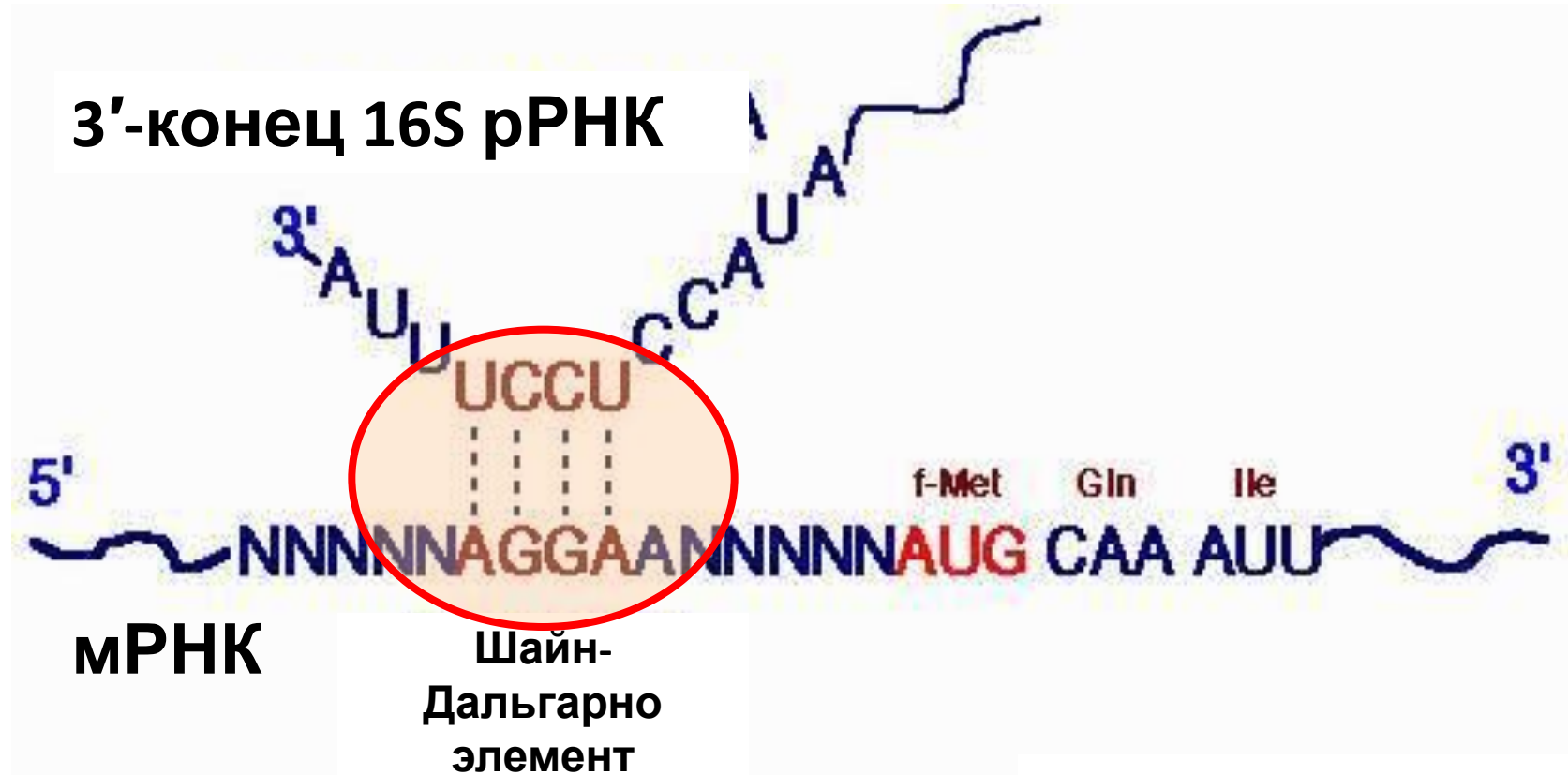
80S рибосома эукариот



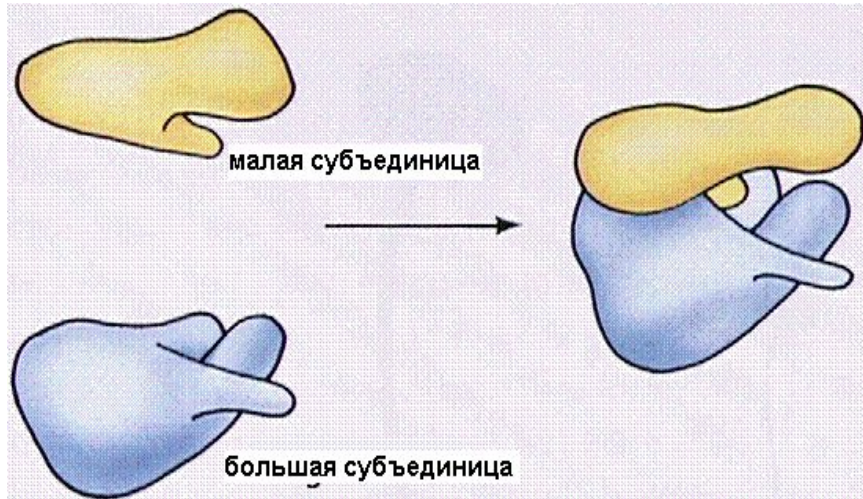
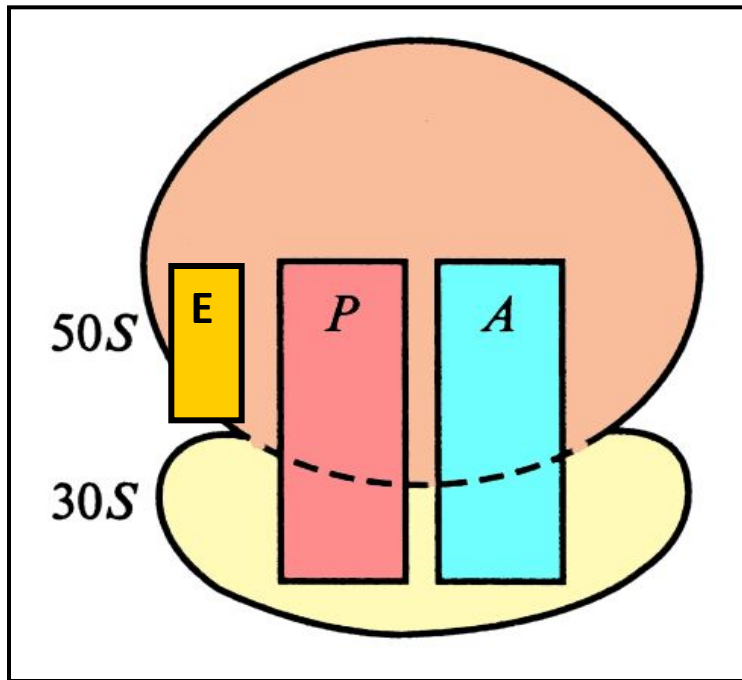
28S, 5,8S и 5S
рРНК;
45 белков

18S рРНК;
30 белков

Взаимодействие 16S рРНК (находящейся в 30S субчастице
рибосомы с областью Шайн-Дальгарно на мРНК

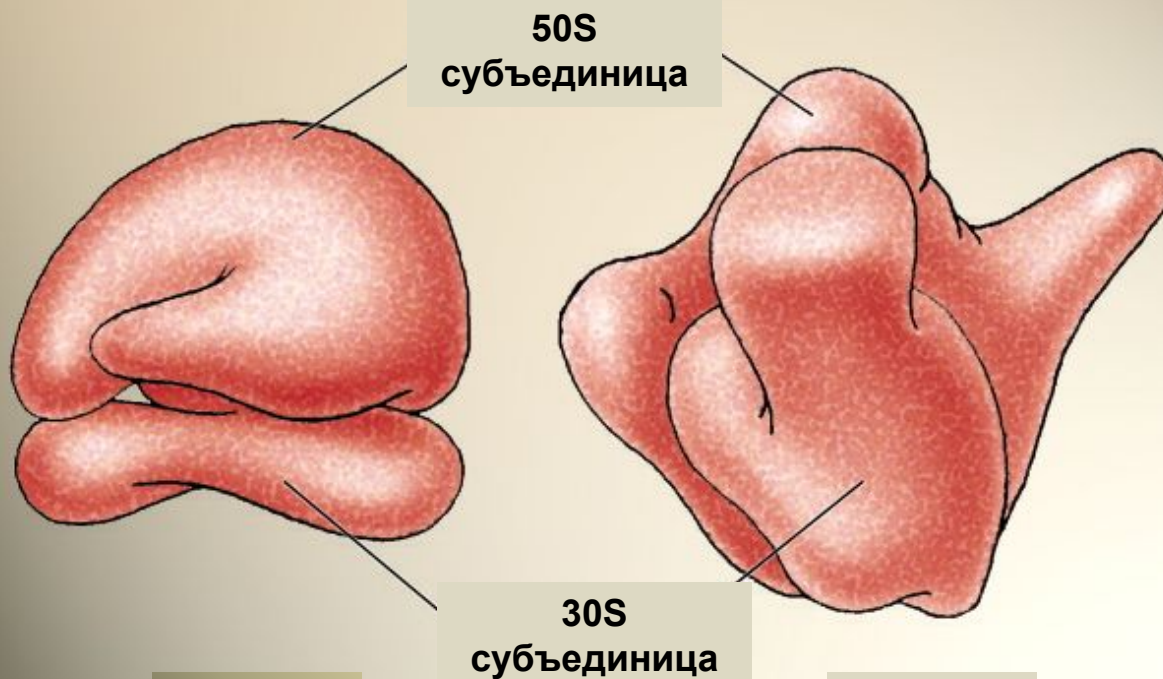


Функциональные участки рибосом



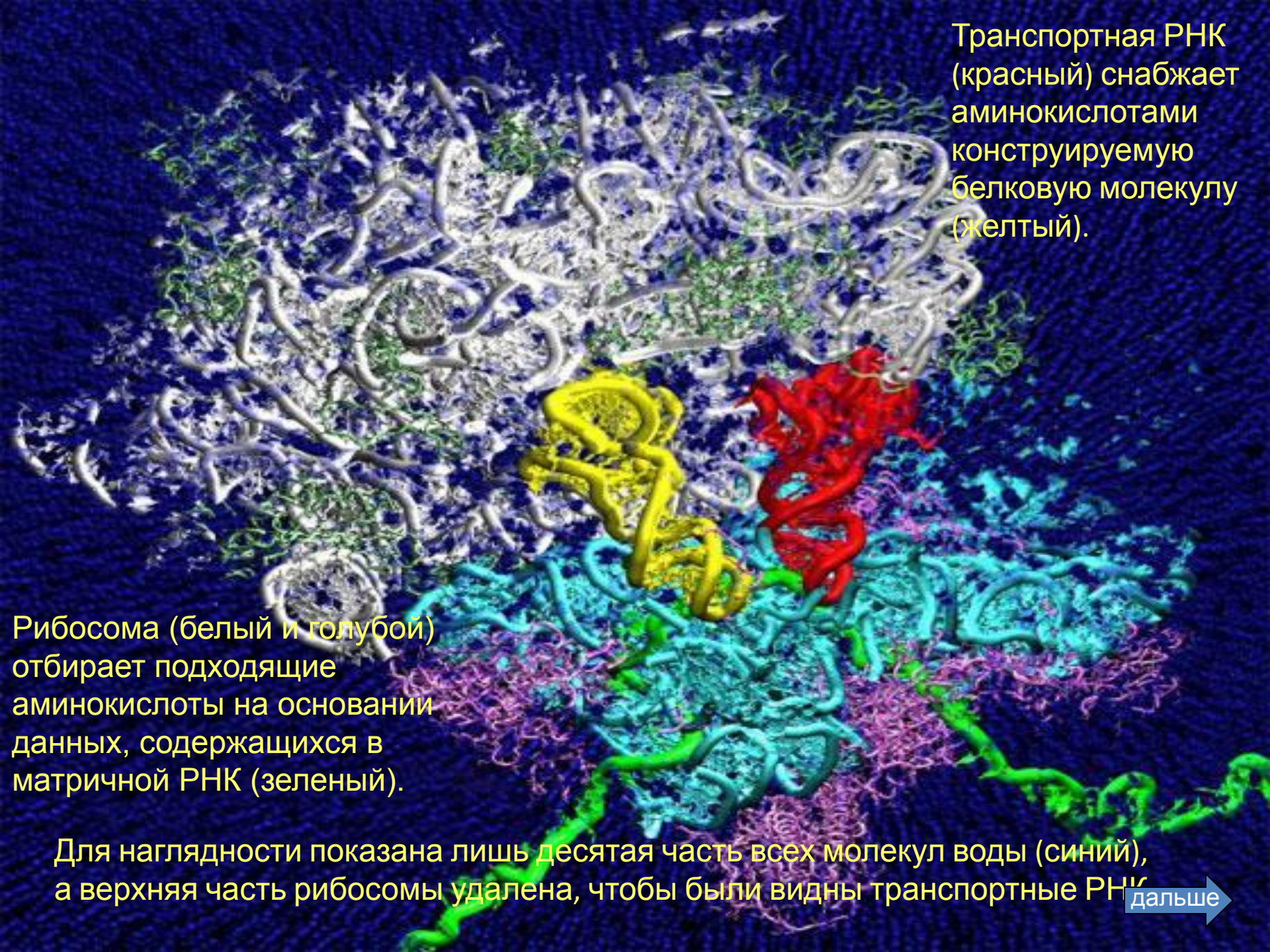
- **P** – пептидильный участок для пептидил-тРНК
- **A** – аминоацильный участок для аминоацил-тРНК
- **E** – участок для выхода тРНК из рибосомы

РИБОСОМА



Сотрудникам Лос-Аламосской национальной лаборатории удалось создать **динамическую модель работы рибосомы**, синтезирующей молекулу белка. Чтобы воспроизвести крохотную долю одного из фундаментальных биологических процессов, американским исследователям понадобился суперкомпьютер **мощность 768 микропроцессоров**, работавших в течение **260 дней**.

Им пришлось учитывать взаимодействие 2,64 миллионов атомов, из которых на модель собственно рибосомы пришлась лишь четверть миллиона, а остальные изображали молекулы воды внутри и снаружи рибосомы. В течение **9 месяцев** американским исследователям удалось «снять» 20 миллионов кадров, **отражающих лишь 2 наносекунды** из жизни рибосомы.

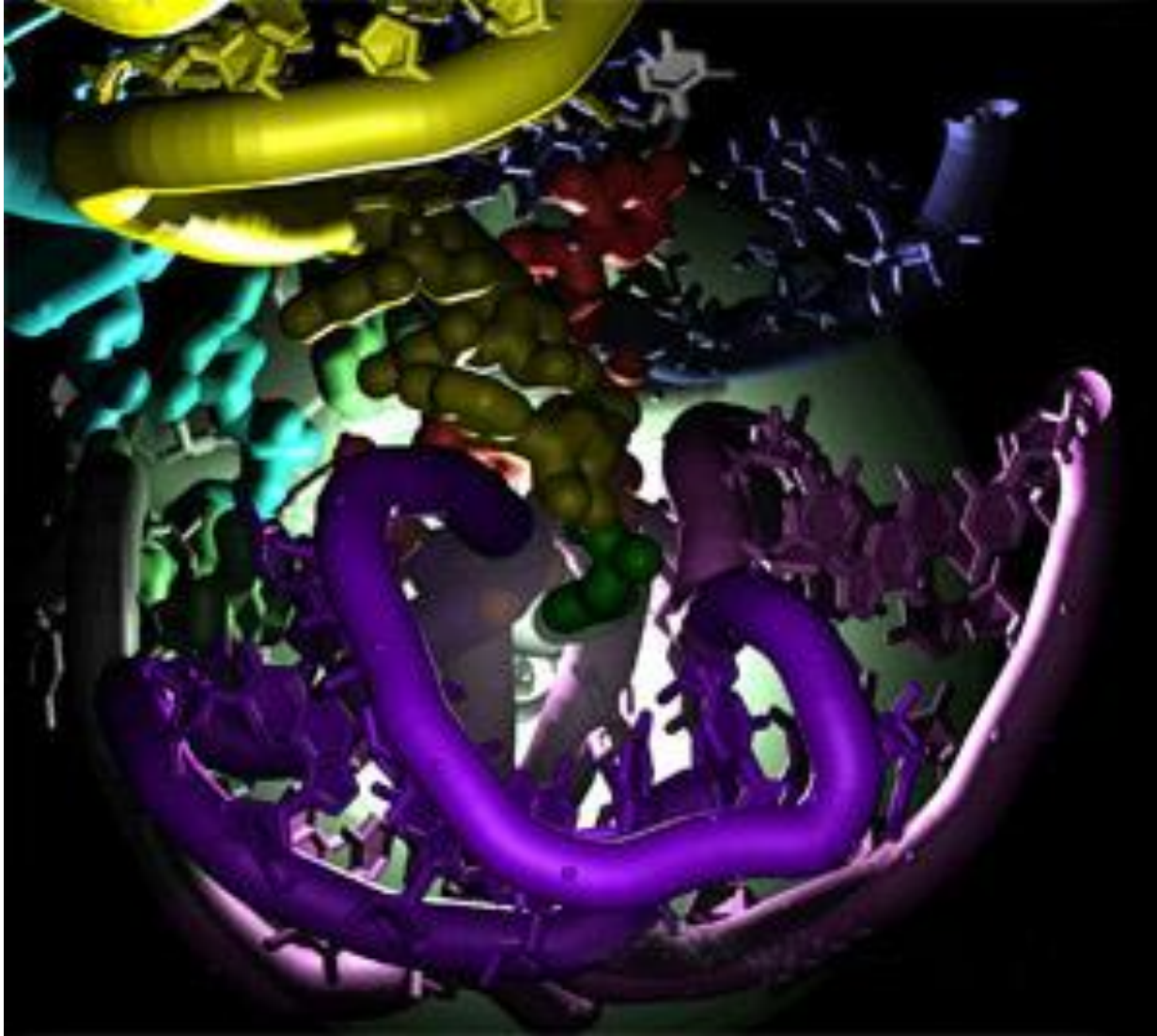


Транспортная РНК (красный) снабжает аминокислотами конструируемую белковую молекулу (желтый).

Рибосома (белый и голубой) отбирает подходящие аминокислоты на основании данных, содержащихся в матричной РНК (зеленый).

Для наглядности показана лишь десятая часть всех молекул воды (синий), а верхняя часть рибосомы удалена, чтобы были видны транспортные РНК

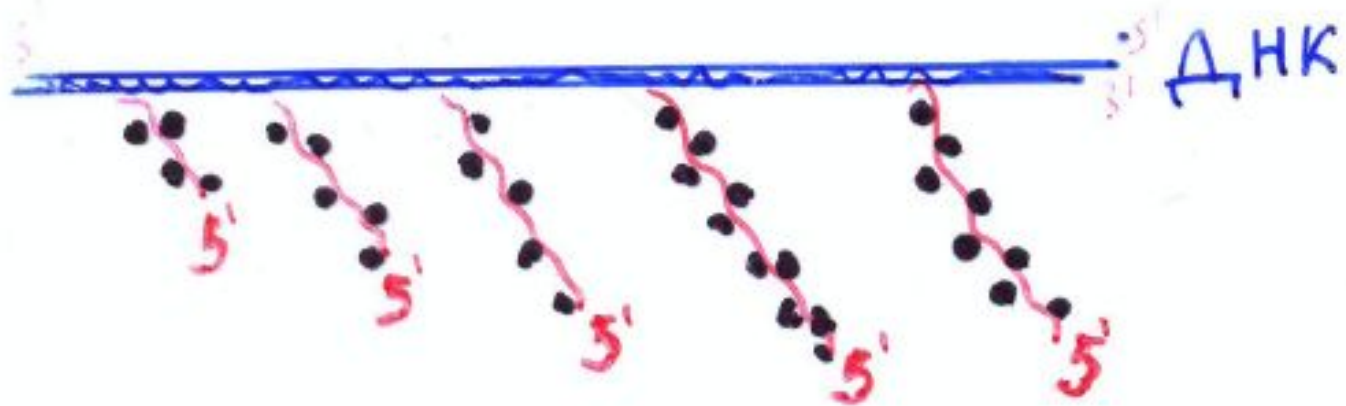
дальше



Аминокислоты (зеленый), доставленные молекулами транспортных РНК (желтый), проходят через коридор рибосомы (фиолетовый).



ПОЛИСОМА ЭУКАРИОТ



ПОЛИСОМА ПРОКАРИОТ

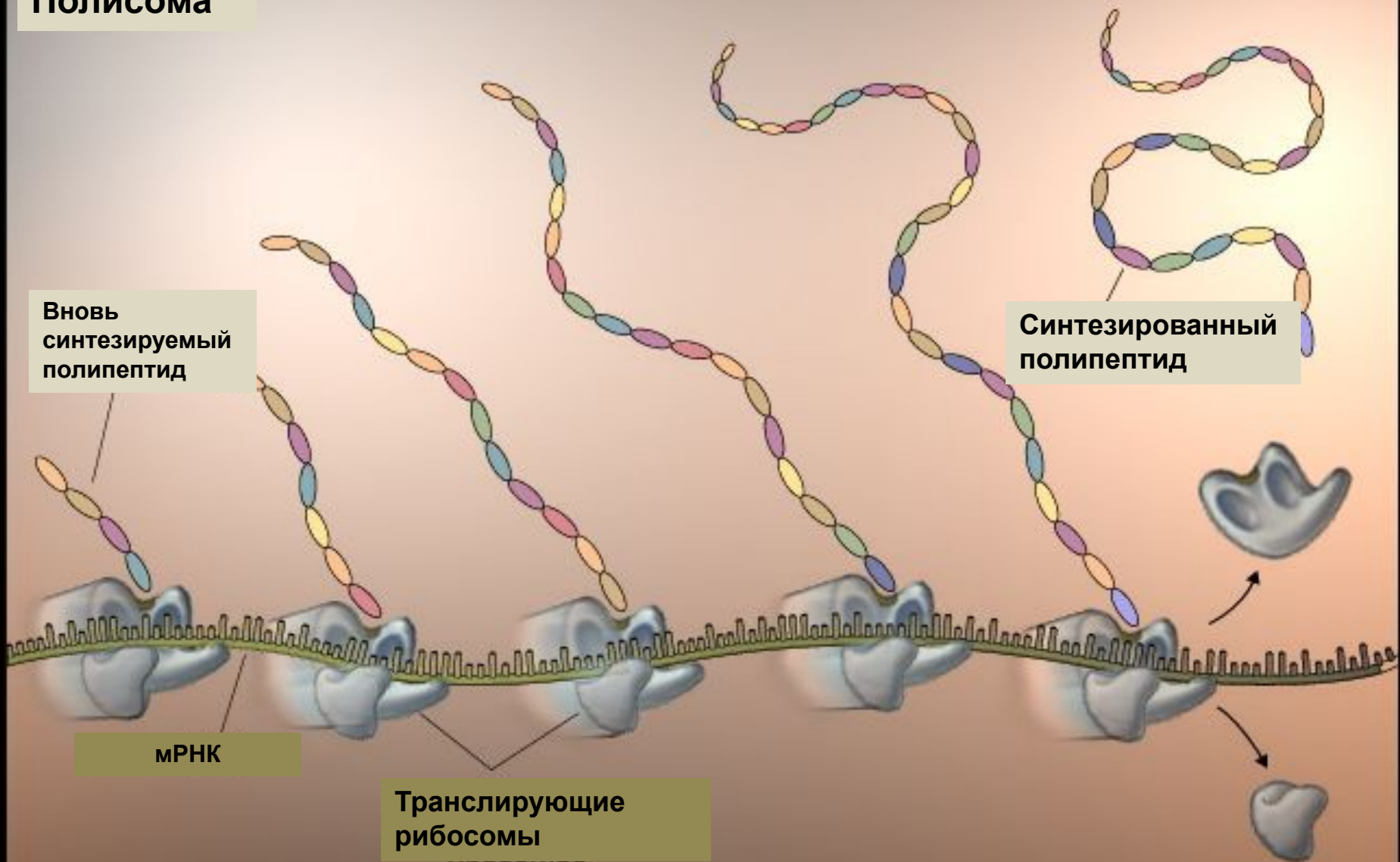
Полисома

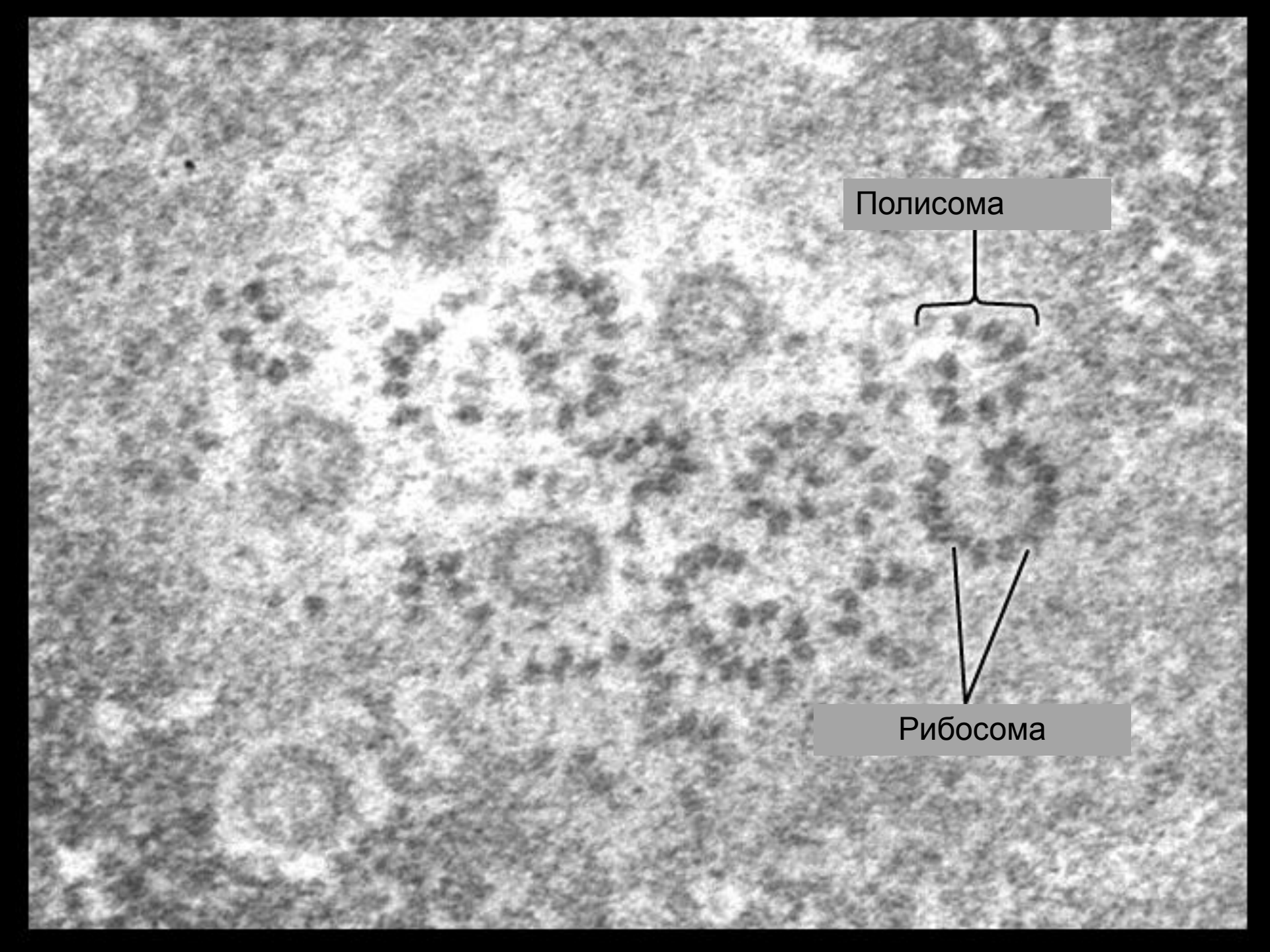
Вновь
синтезируемый
полипептид

Синтезированный
полипептид

мРНК

Транслирующие
рибосомы





Полисома

This electron micrograph shows a dense field of cellular components. A label 'Полисома' (Polysome) is positioned in the upper right, with a bracket pointing to a cluster of dark, granular structures. Another label 'Рибосома' (Ribosome) is in the lower right, with a V-shaped bracket pointing to individual dark granules. The background is a light gray, textured surface.

Рибосома