

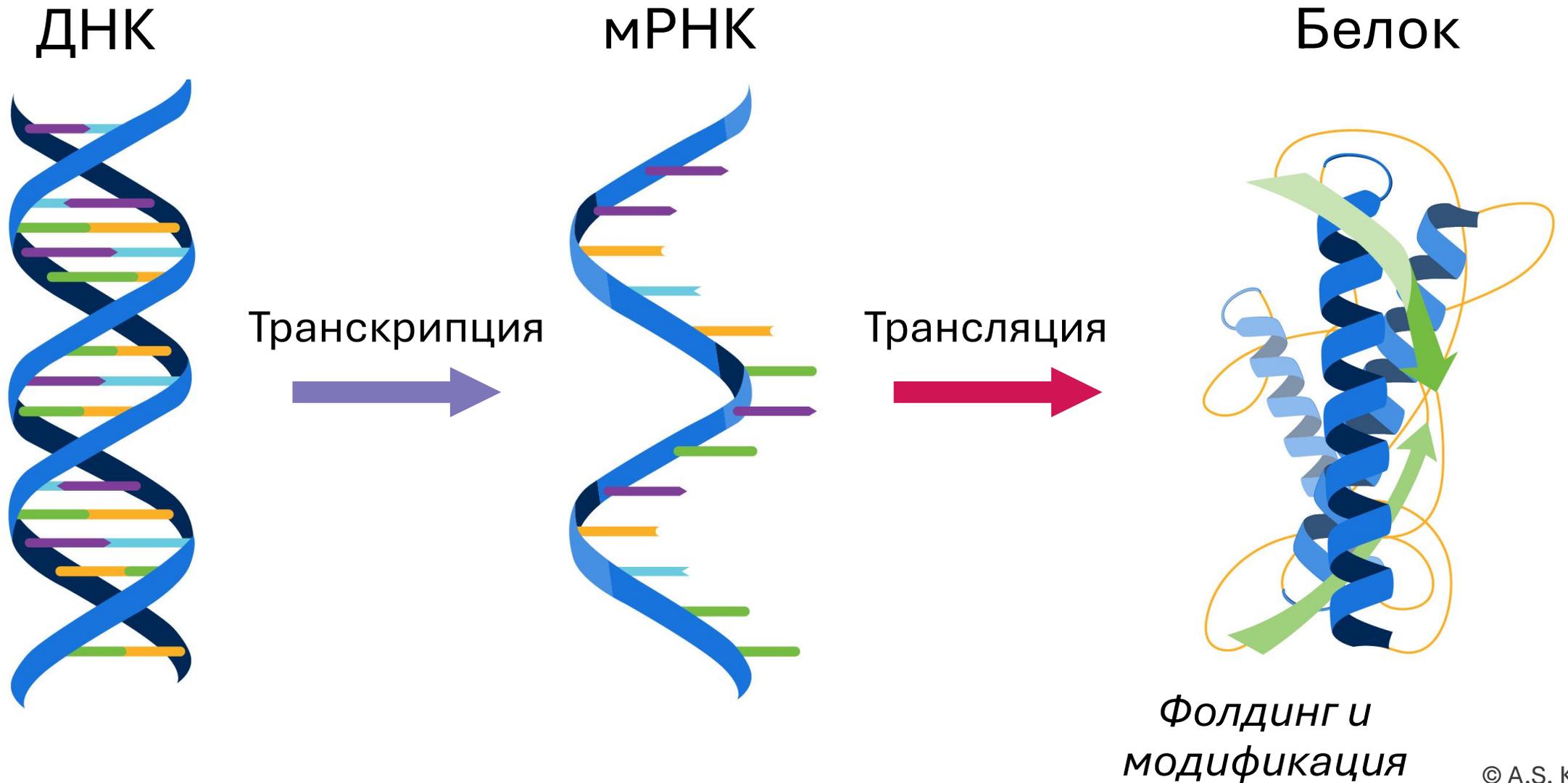
О структуре и функции рибосом

Красников Андрей Сергеевич

Сотрудник Лаборатории структуры и
функции рибосомы (ИХБФМ СО РАН),
преп. СУНЦ НГУ



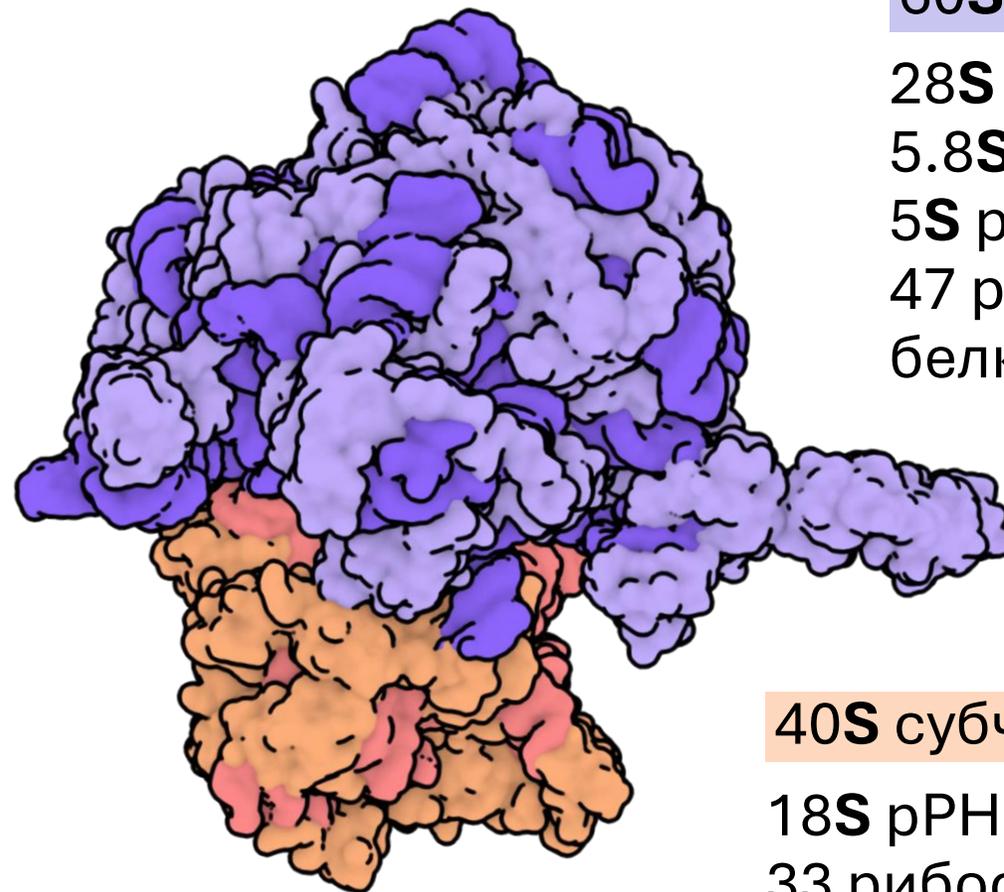
Центральная догма молекулярной биологии



Что такое рибосома и что она делает?

- Сложнейшая молекулярная «машина» клетки
- Осуществляет перевод (трансляцию) генетической информации с молекул мРНК в полипептидные цепи белков
- **Транслируется мРНК**, а не белки или рибосома!
- Рибосома состоит из двух **субчастиц** – малой (40S) и большой (60S)

Вопрос: в чем разница между «субчастицей» и «субъединицей»?



80S рибосома
человека

60S субчастица

28S рРНК
5.8S рРНК
5S рРНК
47 рибосомных
белков

40S субчастица

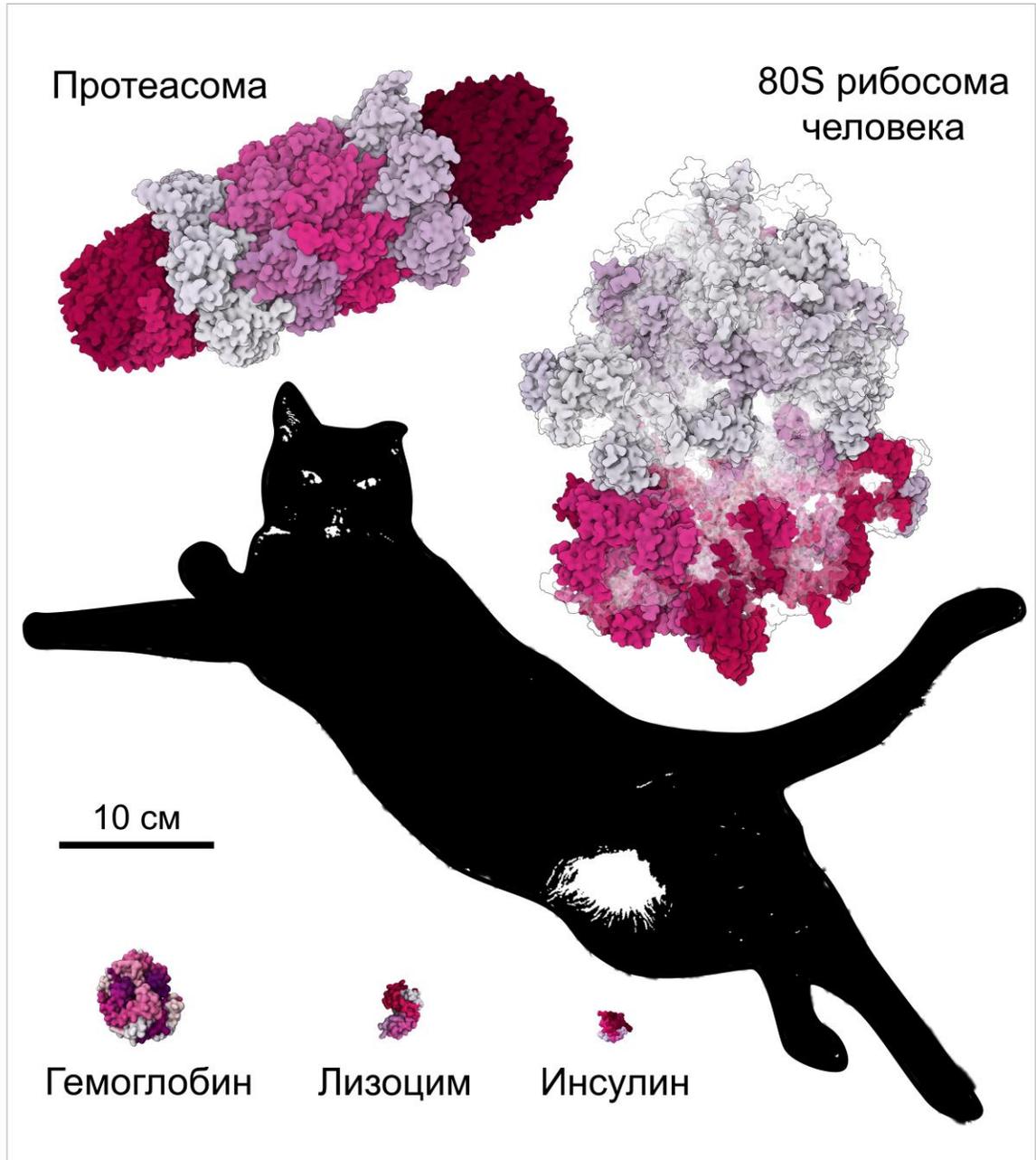
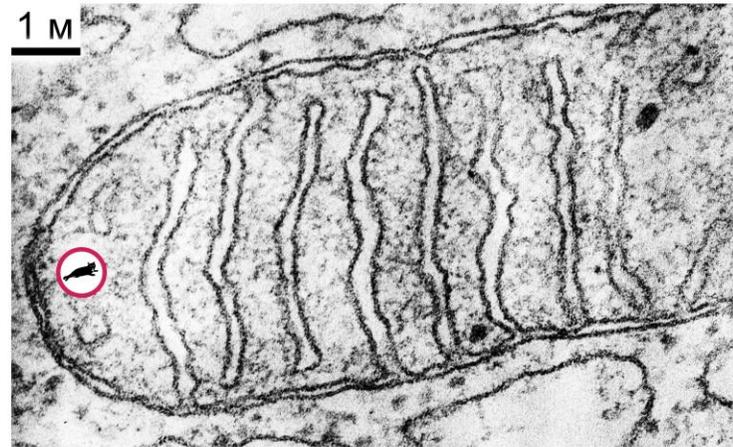
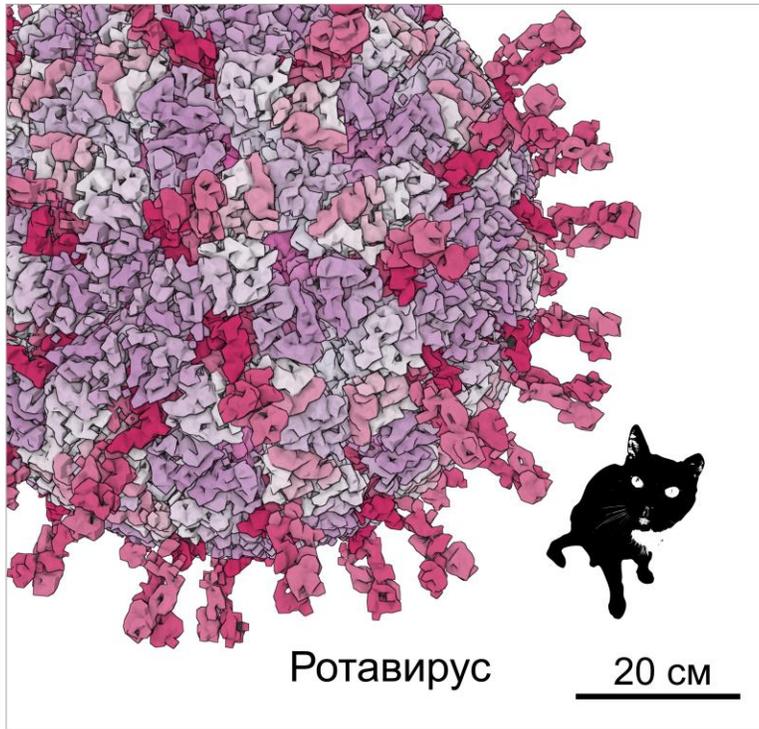
18S рРНК
33 рибосомных
белка

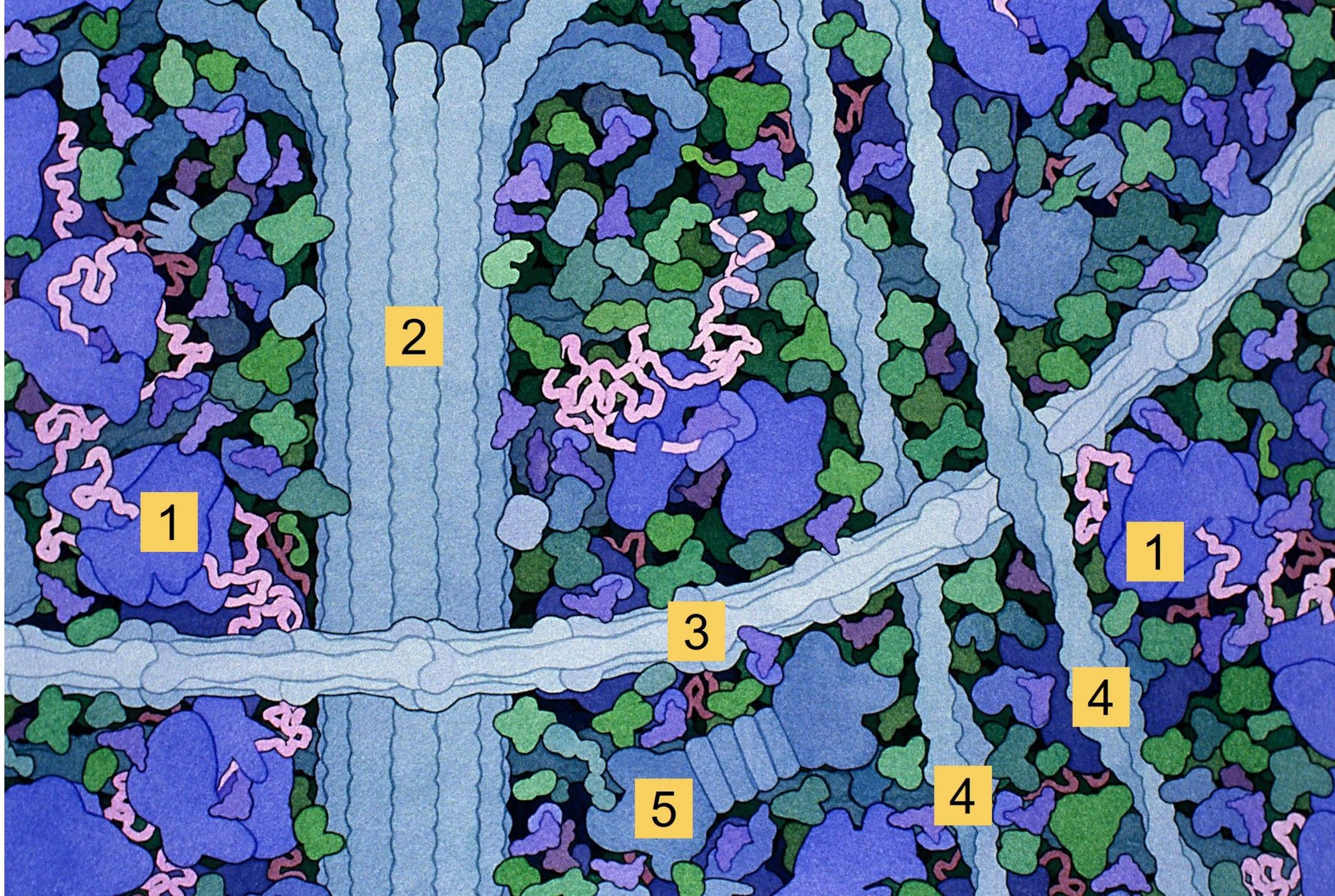
3

У разных организмов разное количество белков в рибосоме

Тип рибосом		Константа Сведберга	Компоненты малой субчастицы*	Компоненты большой субчастицы*
Цитозольные	Эукариоты (<i>H. sapiens</i>)	80S	40S (18S рРНК + 33 белка)	60S (28S рРНК, 5S рРНК, 5,8S рРНК + 47 белков)
	Эукариоты (<i>S. cerevisiae</i>)	80S	40S (18S рРНК + 33 белка)	60S (25S рРНК, 5S рРНК, 5,8S рРНК + 46 белков)
	Археи (<i>Pyrococcus furiosus</i>)	70S	30S (16S рРНК + 27 белков)	50S (23S рРНК, 5S рРНК + 42 белка)
	Бактерии (<i>E. coli</i>)	70S	30S (16S рРНК + 21 белок)	50S (23S рРНК, 5S рРНК+ 33 белка)

1 нм = 1 см

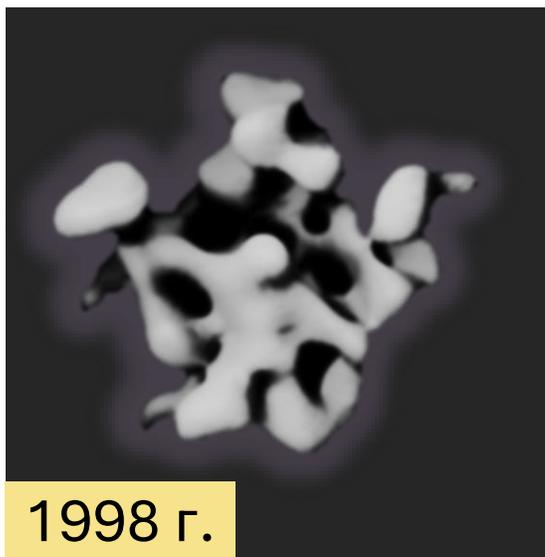




Расшифровка структуры рибосомы

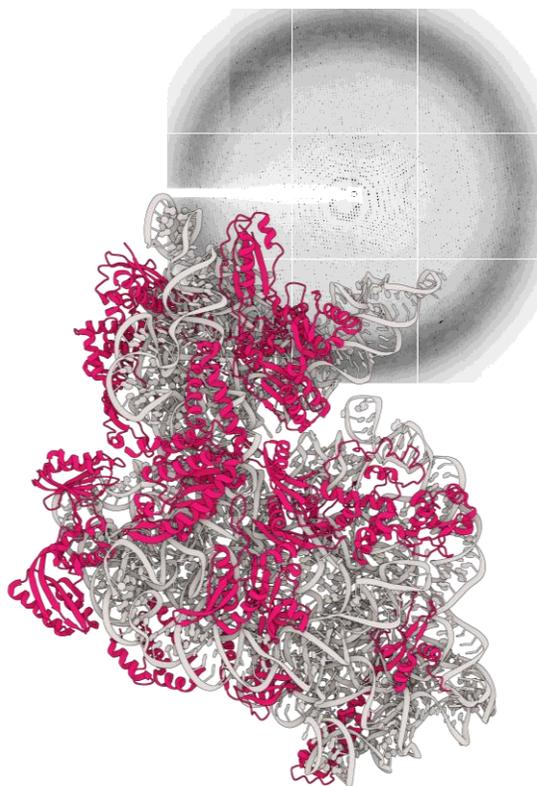


1977 г.

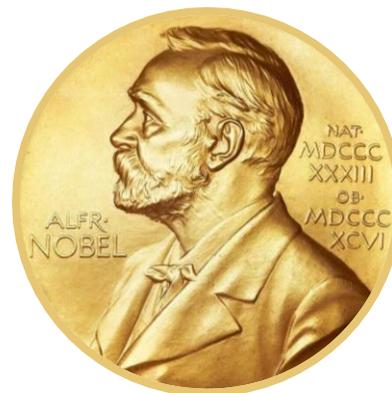


1998 г.

РСА

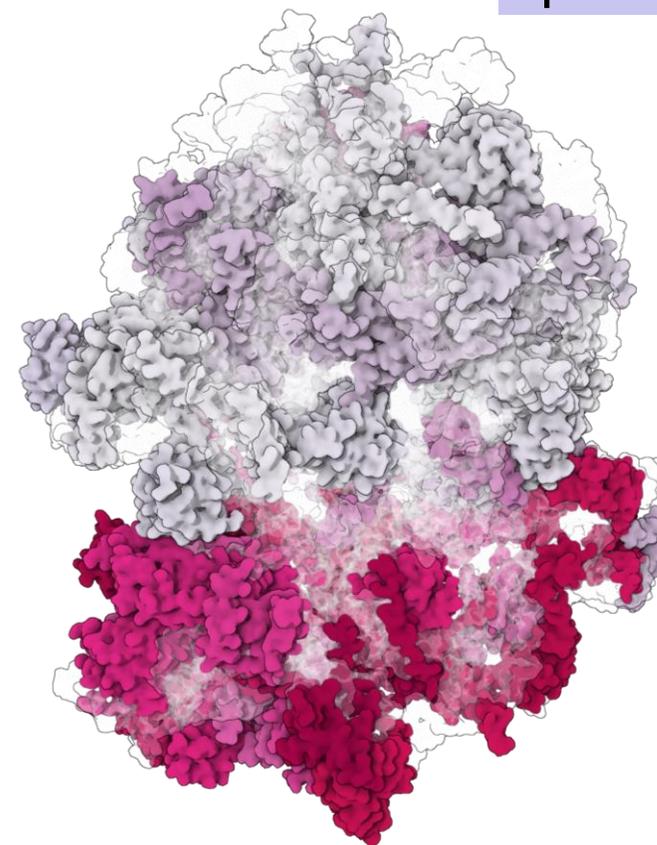


2002 г.



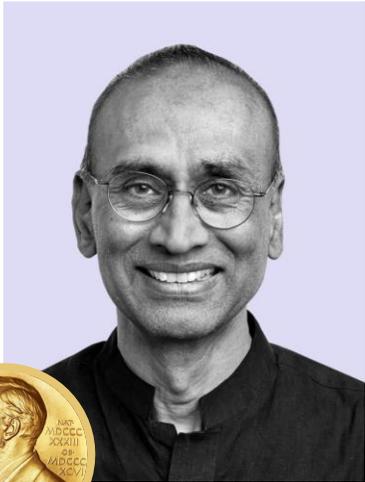
2009 г.

Крио-ЭМ

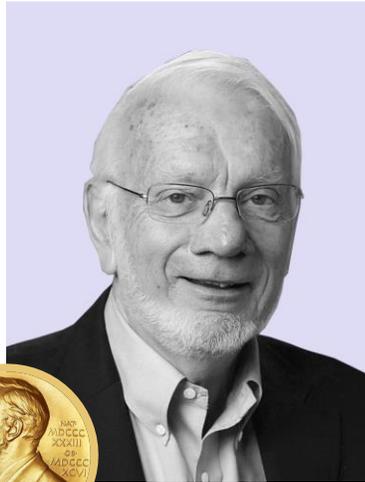


2016-2024 гг.

Нобелевская премия по химии (2009 г.) за исследования структуры и функции рибосомы



Венкатраман
Рамакришнан



Томас А. Стейц



Ада Э. Йонат



Марат М.
Юсупов

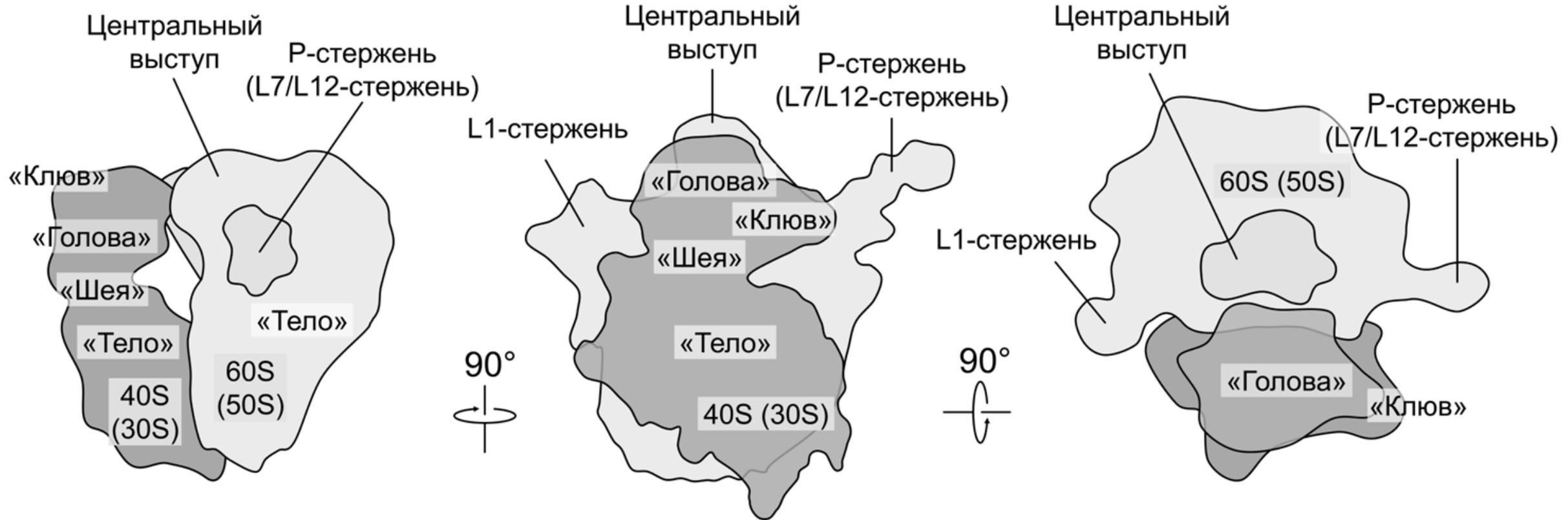
2011 г.



Ненад Бан

2011 г.

Структура рибосомы



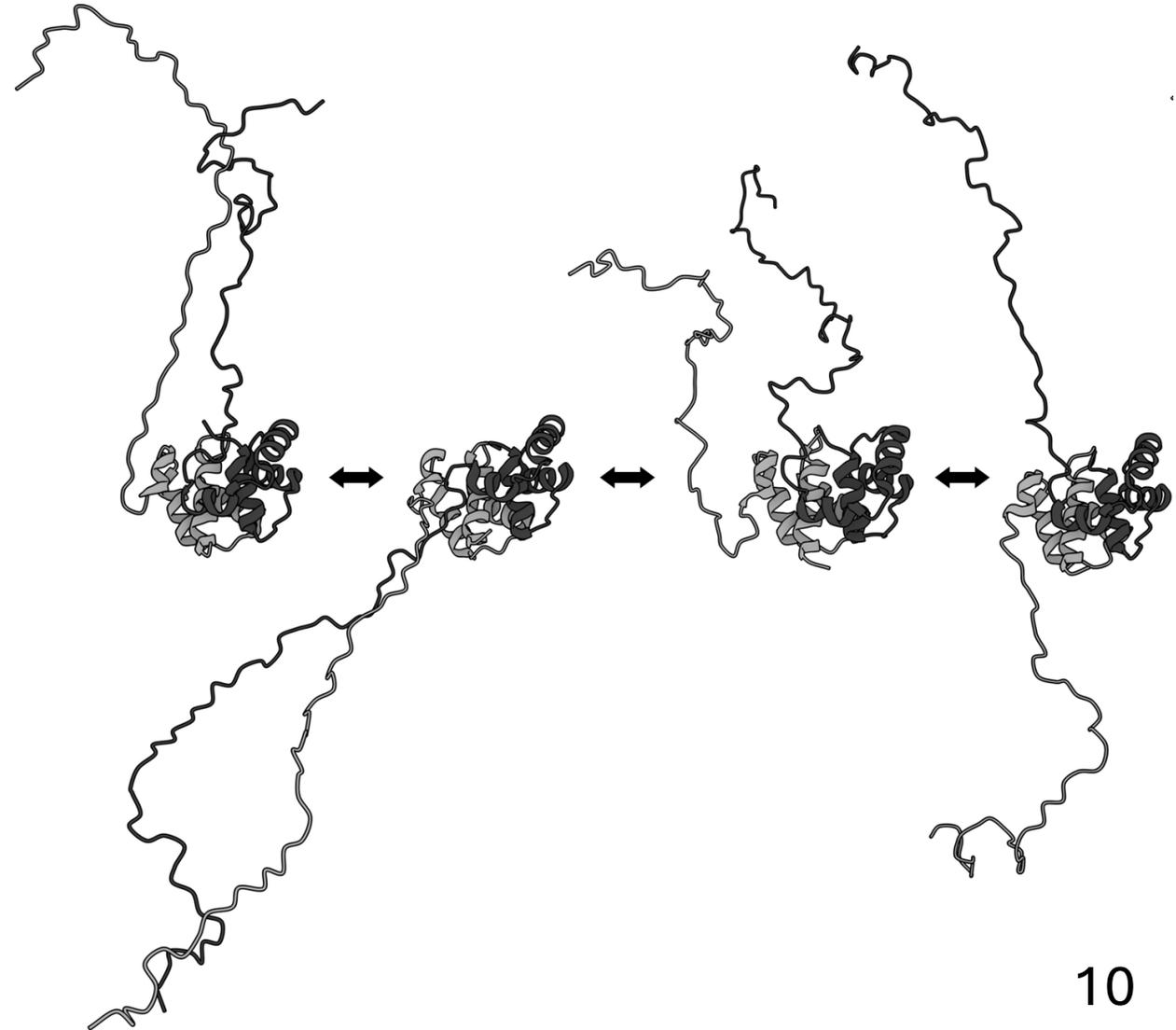
Оказывается, рибосома – не выглядит как два булыжника(!), а имеет определенные морфологические структуры

Структура рибосомных белков

- Почти все рибосомные белки содержат большое количество положительно заряженных остатков **аргинина** и **лизина**
- Обладают неупорядоченными участками (класс неструктурированных белков)

Вопрос: какие классы белков вам известны?

Вопрос: какие еще неструктурированные белки вам «встречались»?



Номенклатура рибосомных белков

Первая буква – принадлежность к систематической группе (**u** – универсальный, **b** – бактериальный, **e** – эукариотический)

Второй индекс – расположение на рибосоме (**S** – малая субчастица, **L** – большая субчастица)

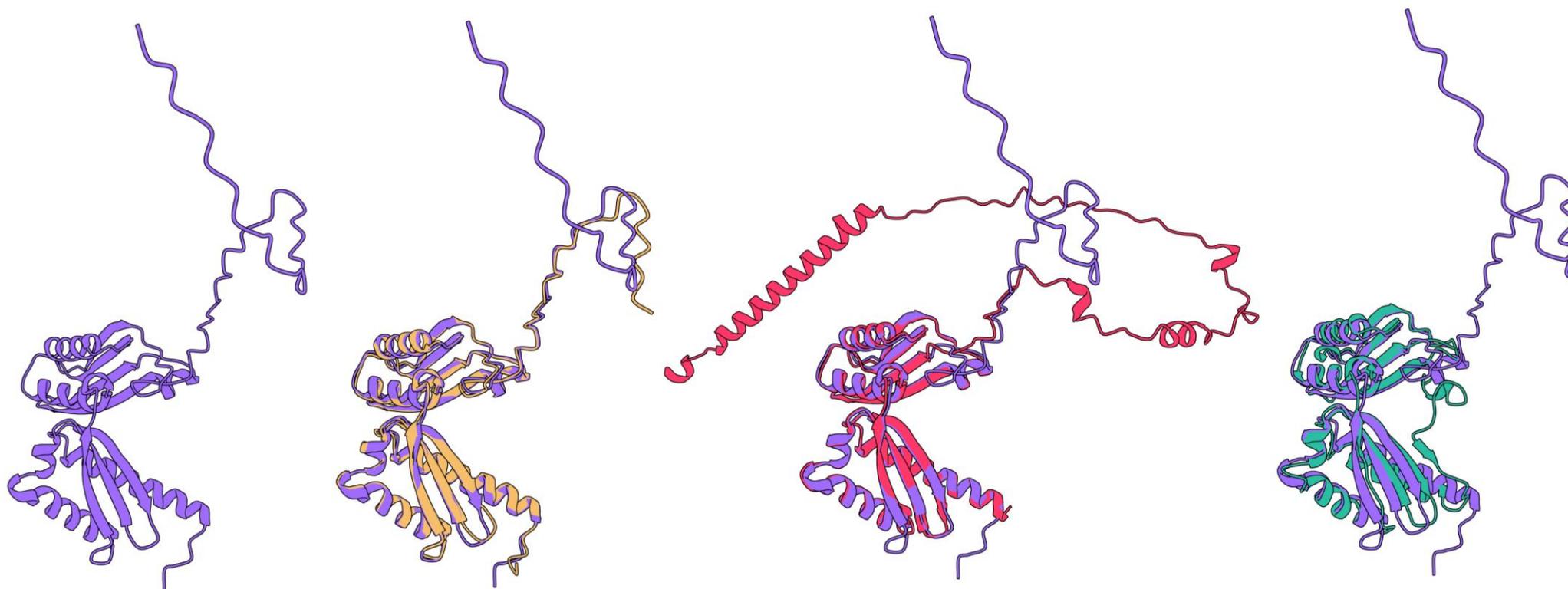
Численный номер – присваивался исходя из характерного положения белковых пятен на 2D-электрофореграмме

uS3

bS1

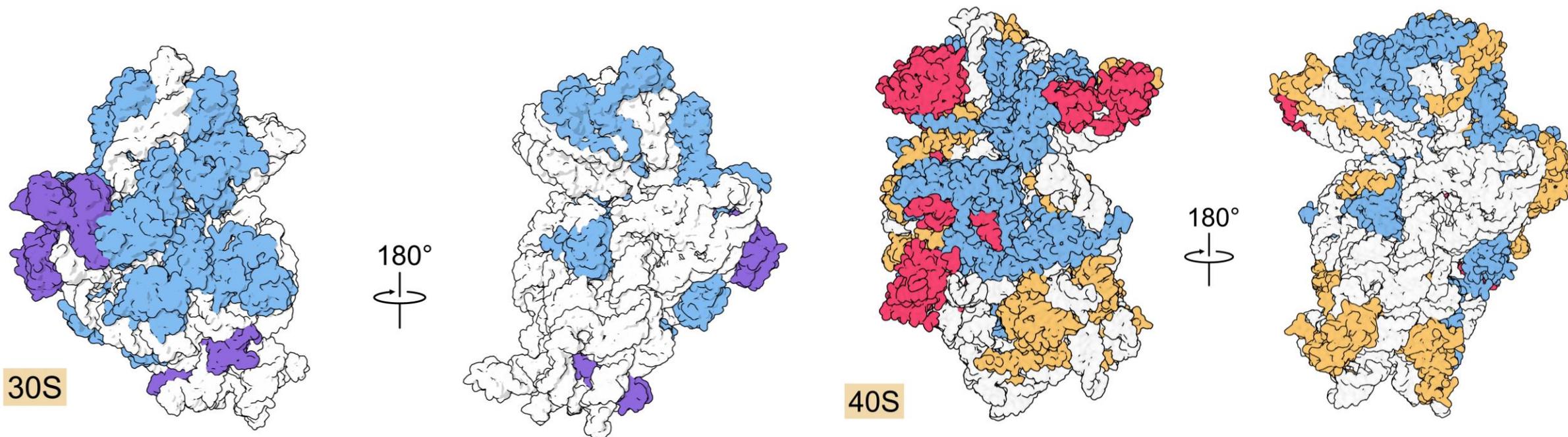
eL42

Эволюция структуры рибосомных белков



- В процессе эволюции сохраняется пространственная структура белка, тогда как аминокислотные последовательности сохраняются мало относительно дальних групп

Эволюция структуры рибосомных белков



Внешняя сторона

Внутренняя сторона

Внешняя сторона

Внутренняя сторона

■ Рибосомные белки, специфичные для бактерий ■ Универсальные рибосомные белки ■ Рибосомные белки, специфичные для эукариот ■ Рибосомные белки, специфичные для эукариот и архей □ рРНК

- Обратите внимание, белков больше на внешней стороне субчастиц, чем на контактной!

Структура рибосомной РНК

- Много модифицированных нуклеозидов
- рРНК имеют очень сложную пространственную структуру
- В процессе эволюции сохраняется вторичная и третичная структура рРНК, тогда как первичная сохраняется мало
- **Консервативный «кор» и сегменты экспансии**

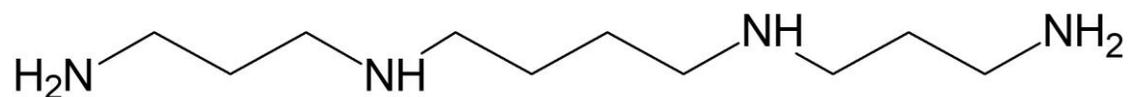
Организм	рРНК	
	В малой субчастице	В большой субчастице
Эукариоты (<i>H. sapiens</i>)	18S (~1870 н.)	28S (~5030 н.); 5.8S (~160 н.); 5S (121 н.)
Эукариоты (<i>S. cerevisiae</i>)	18S (~1800 н.)	25S (~3395 н.); 5.8S (~160 н.); 5S (121 н.)
Археи (<i>P. furiosus</i>)	16S (1495 н.)	23S (~3050 н.) 5S (~125 н.)
Бактерии (<i>E. coli</i>)	16S (~1540 н.)	23S (~2930 н.) 5S (120 н.)

Именно рРНК узнает правильный кодон-антикодовый комплекс мРНК-тРНК

Именно рРНК катализирует реакцию синтеза пептидной связи на рибосоме!

Что еще есть в рибосоме?

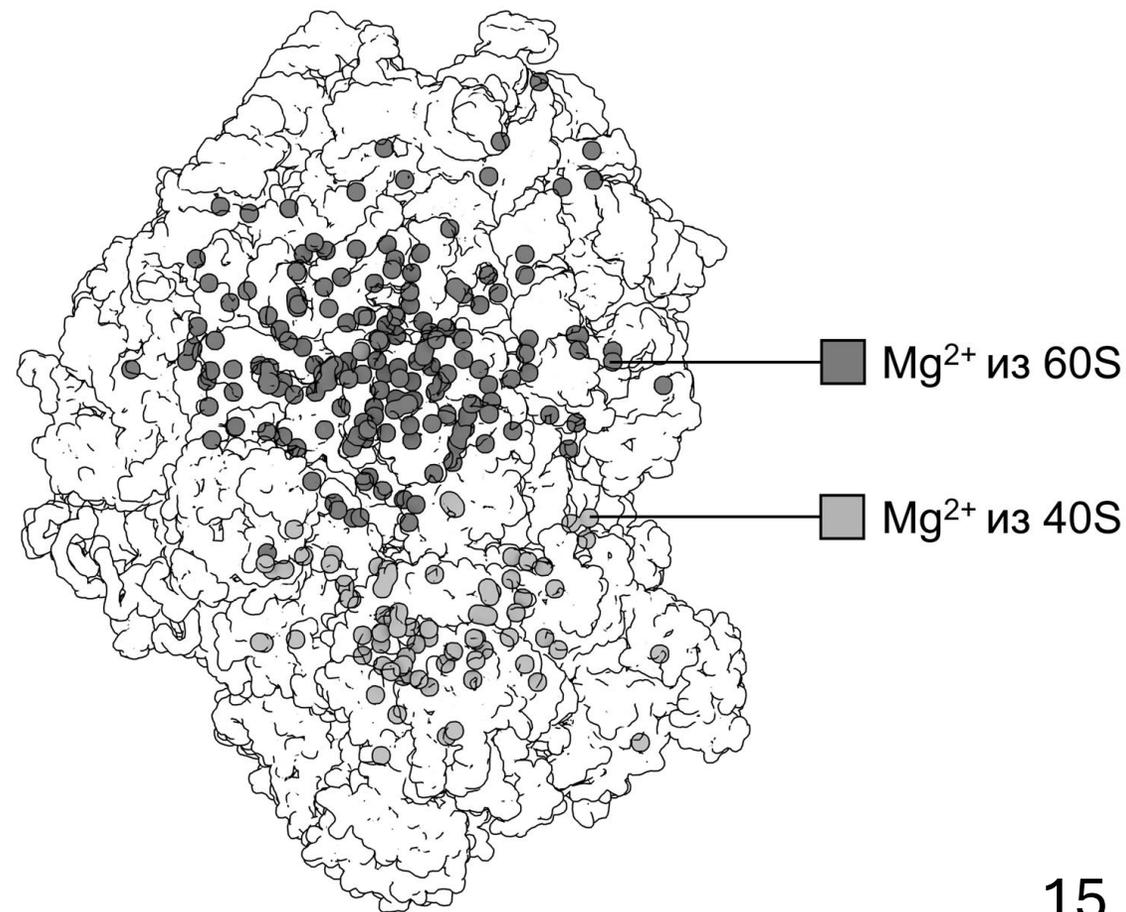
- Ионы Mg^{2+} , K^+ , Zn^{2+} (меньше всего)
- Полиамины



Спермин

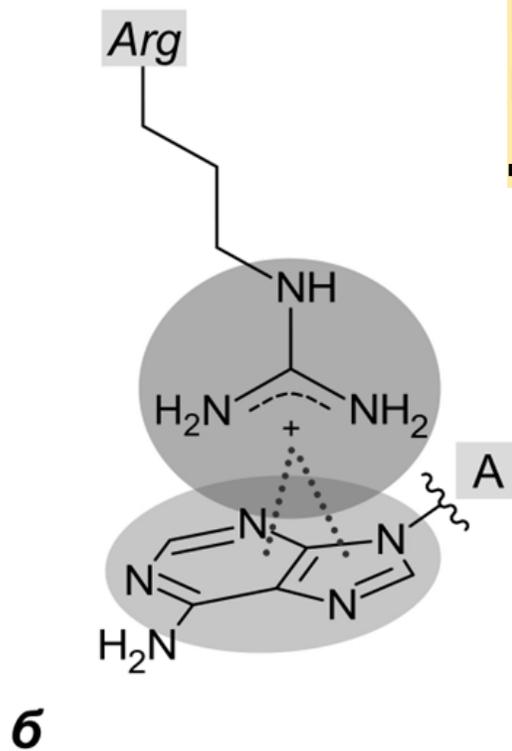
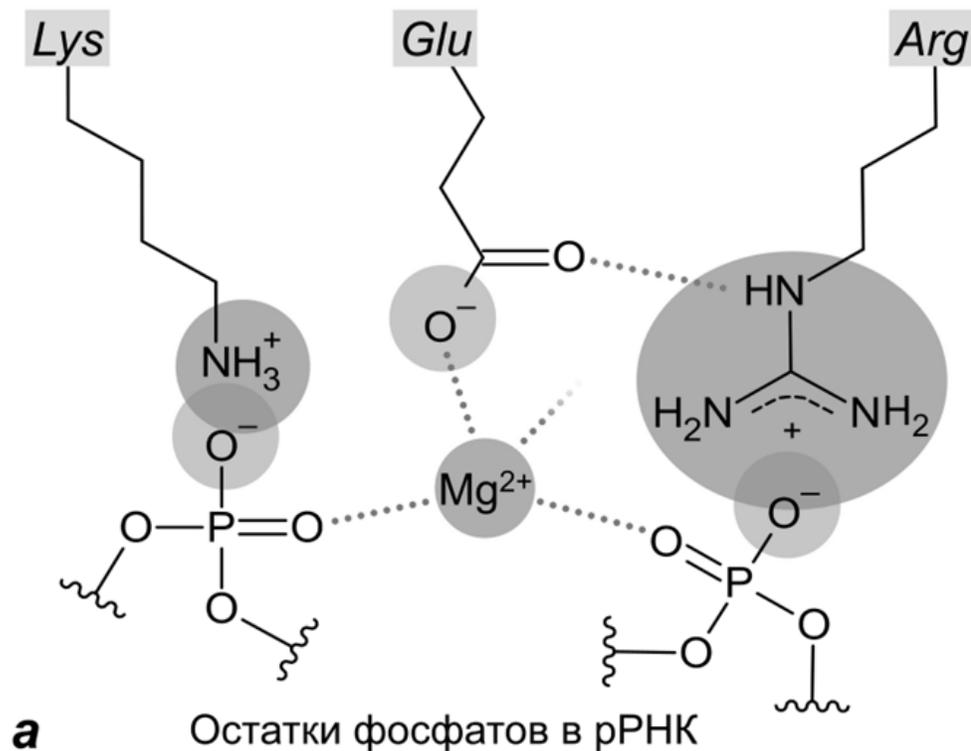


Спермидин

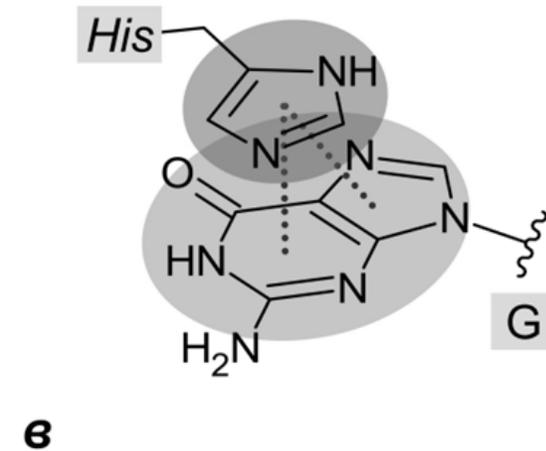


Вопрос: зачем нужны ионы и полиамины?

Взаимодействия между белками и рРНК в рибосоме



Вопрос: почему в рибосоме практически отсутствуют дисульфидные связи?

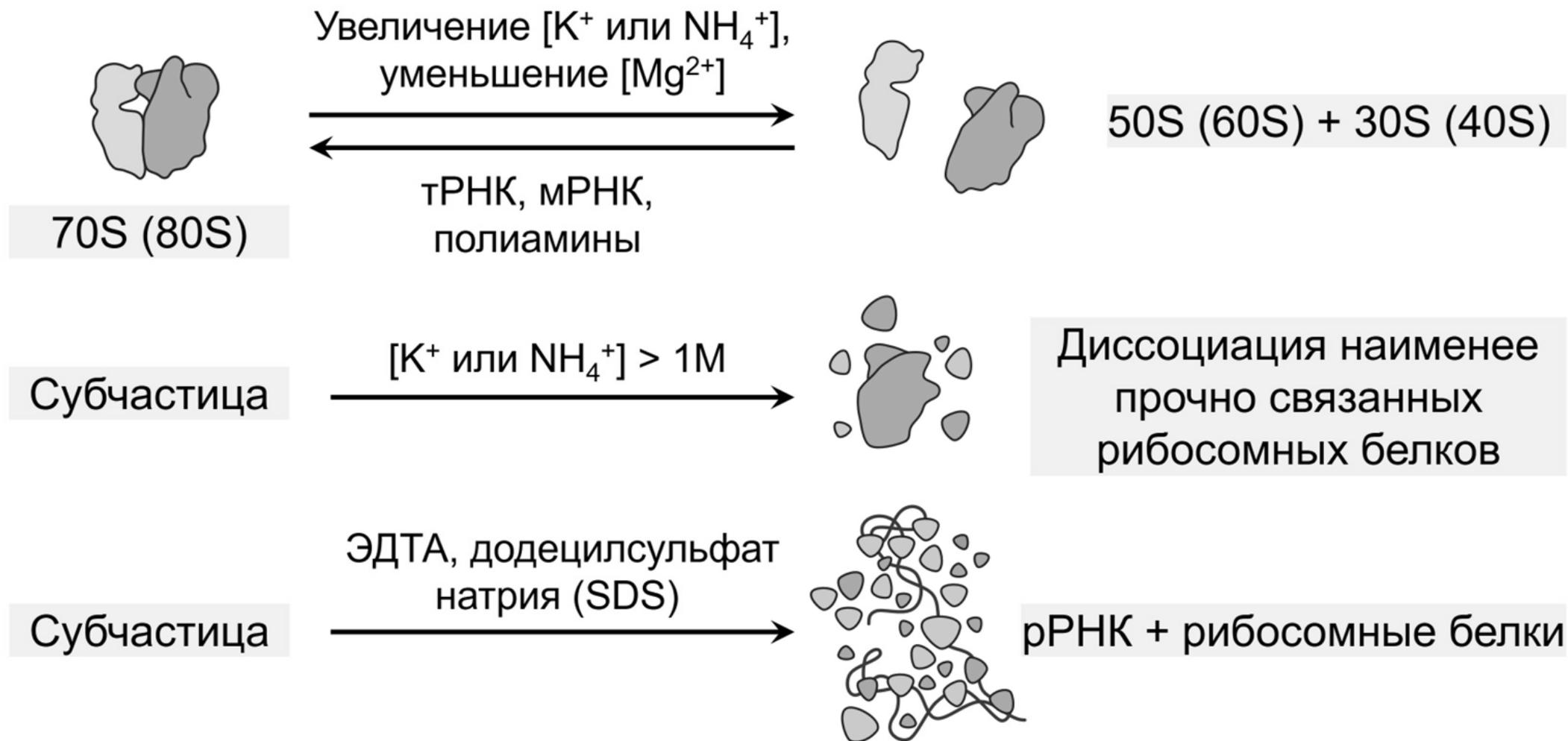


- Водородные
- Ионные
- Координационные (с ионами металлов)

- Стекинг-взаимодействия
- Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия

Вопрос: можно ли разобрать рибосому на составные части?

Можно ли разобрать рибосому на составные части?



Вопрос: можно ли собрать рибосому из составных частей *in vitro*?

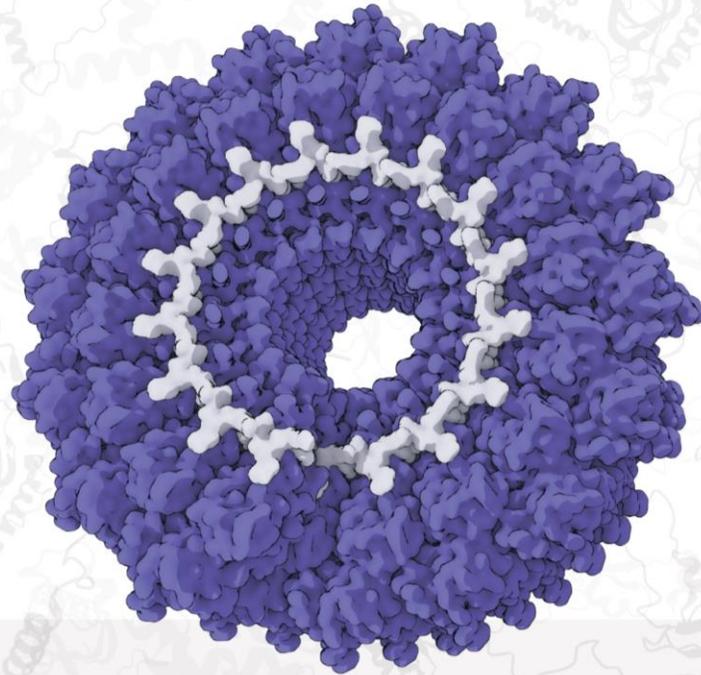
Вопрос: можно ли собрать рибосому из составных частей *in vitro*?

- Рибосому бактерий собрать можно
- Рибосому эукариот пока что не удается

А. С. Красников
С. Д. Мызина

БИОМОЛЕКУЛЫ

ЧАСТЬ 1:
Аминокислоты и белки



<https://e-lib.nsu.ru/dsweb/Get/Resource-8959/page0000.pdf/view>

Д.М. Грайфер, А.С. Красников, Н.А. Моор

НА ПУТИ К БЕЛКУ

