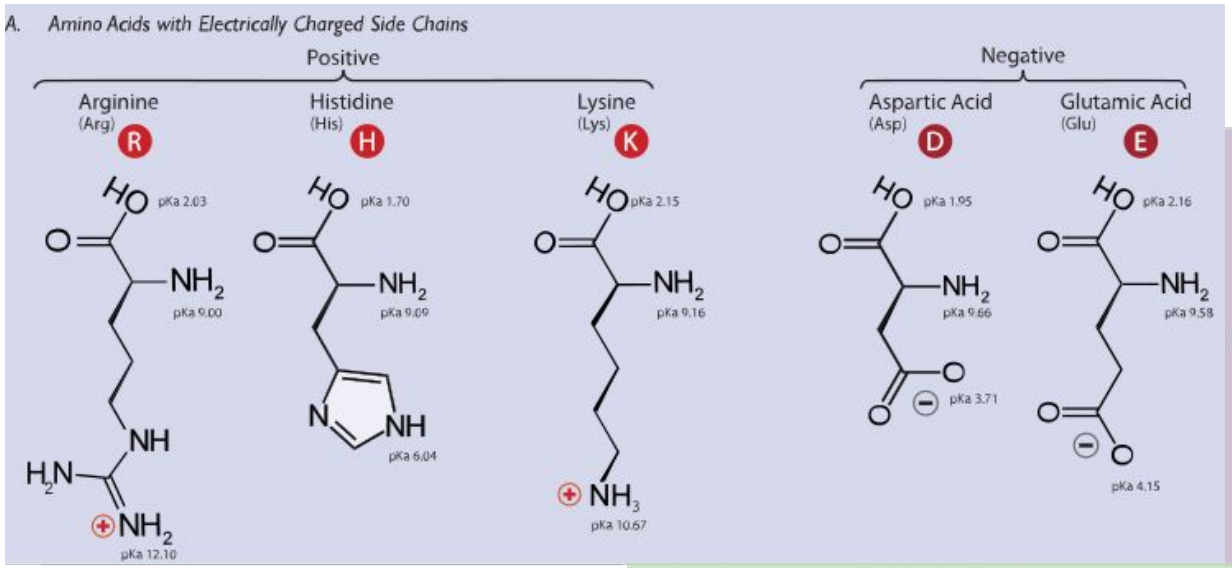
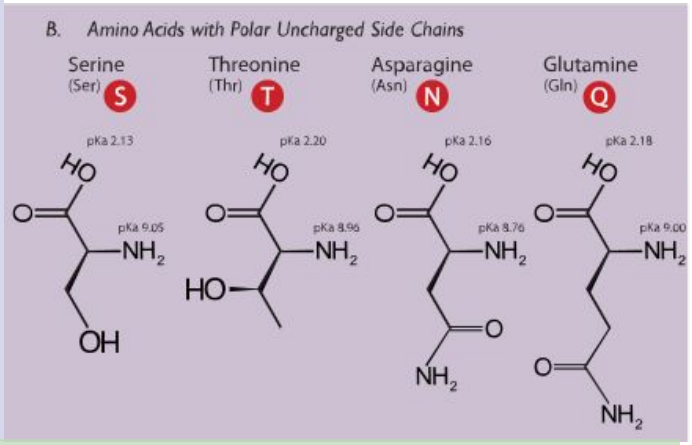
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

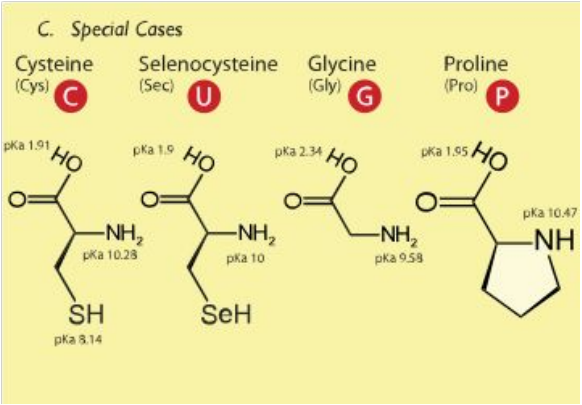
Основы молекулярной биологии
Трансляция

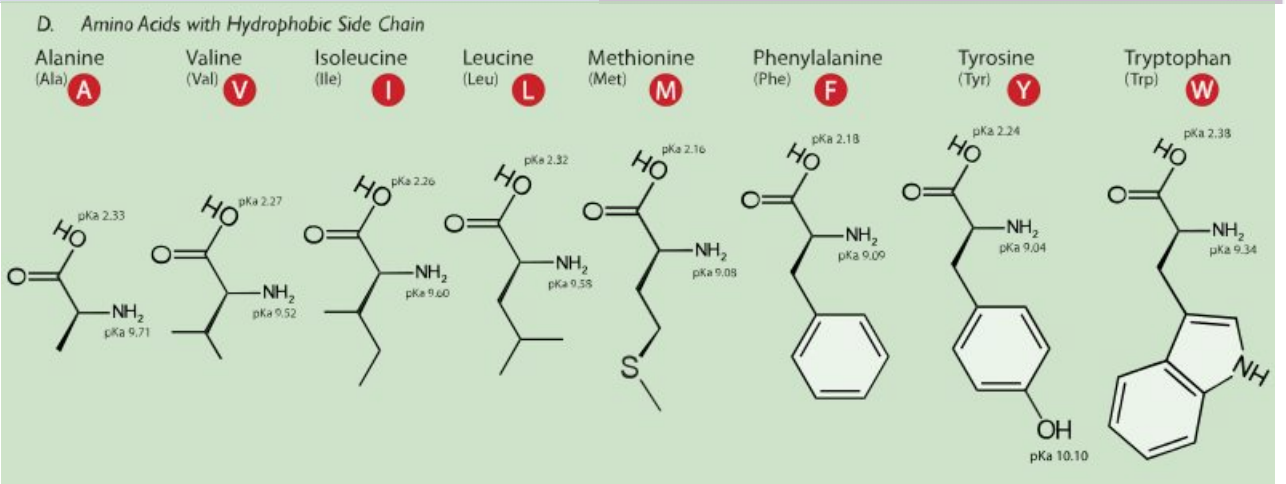
Генетический код

Перевод (translation) с языка нуклеотидов на язык аминокислот

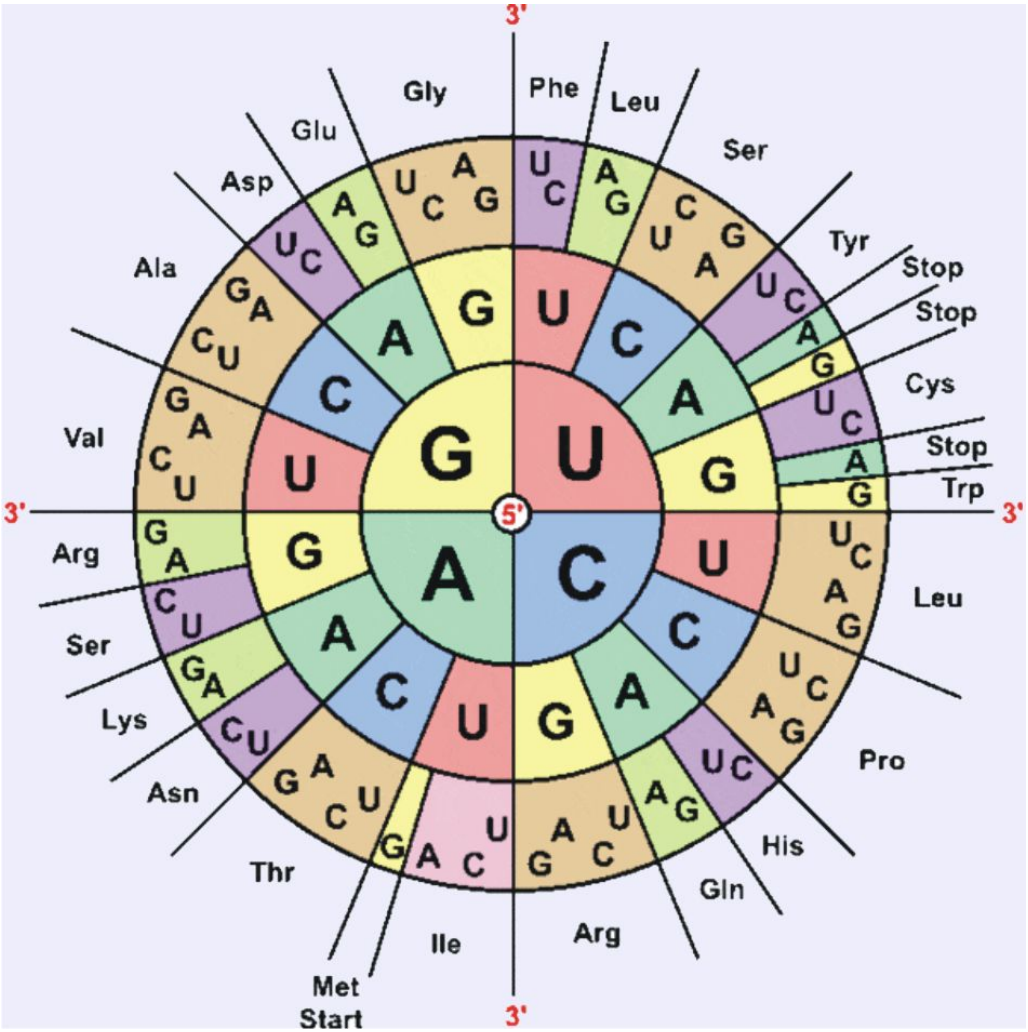








Генетический код

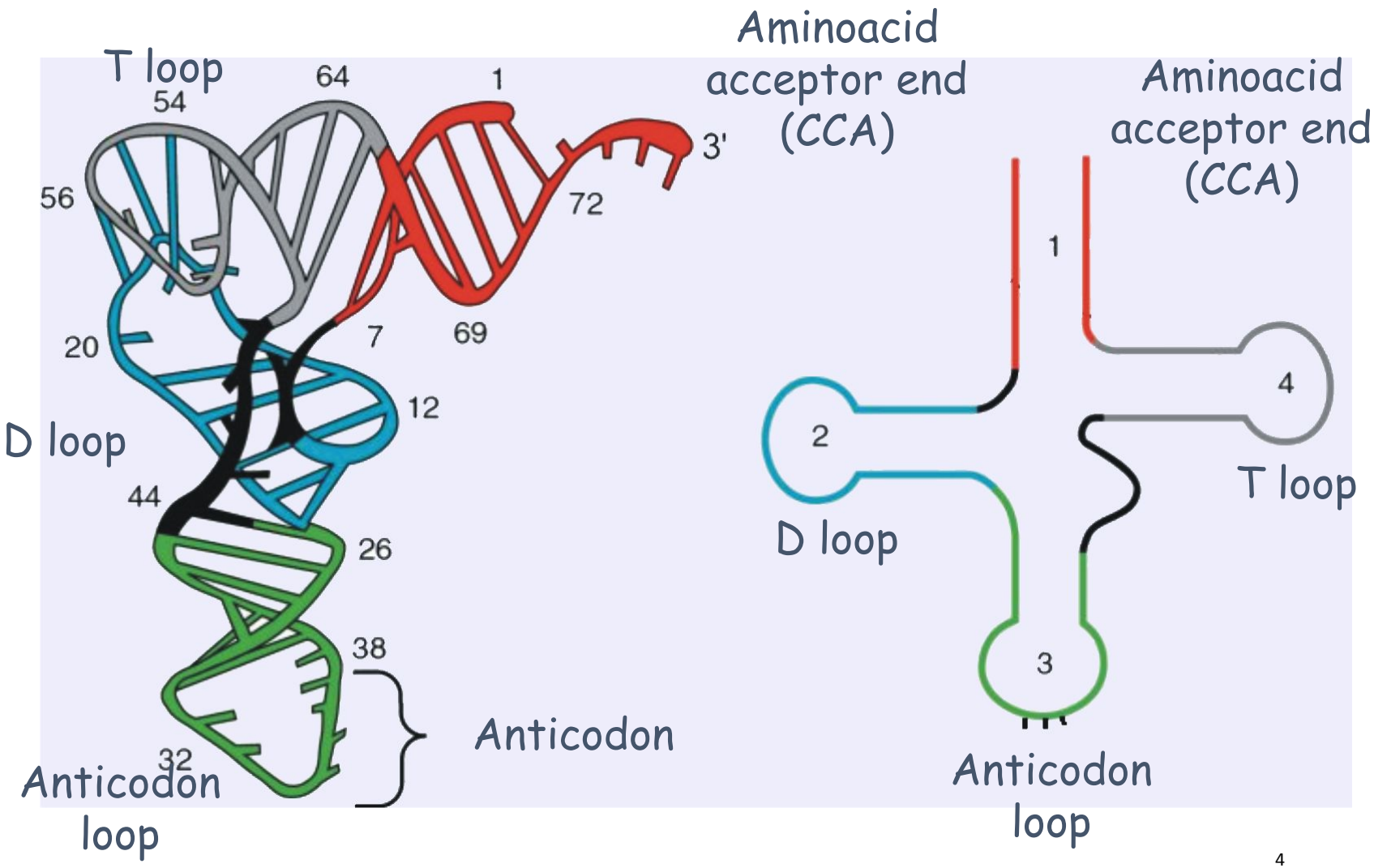


Стартовые кодоны:
AUG(GUG, UUG) Met
Стоп-кодоны:
UAA, UAG, UGA

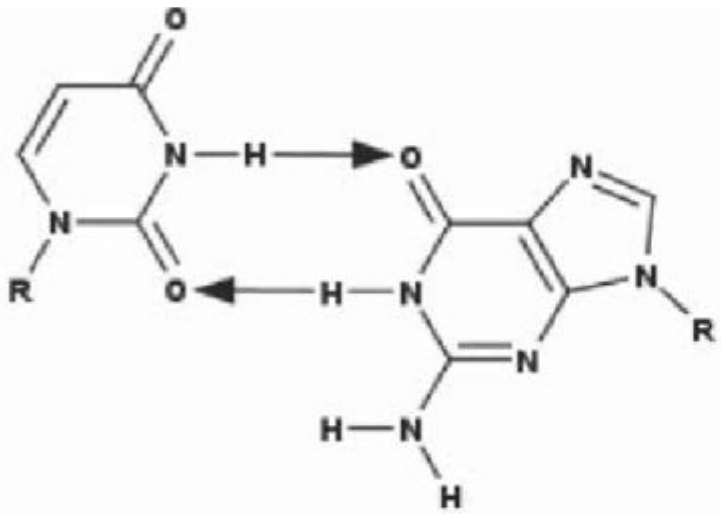
Генетический код:
- непрерывный (нет пробелов и «накладок»)
- вырожденный (1 аминокислота может кодироваться несколькими кодонами)
- однозначный (один кодон – не более одной аминокислоты)
- триплетный

NN…N | *AUG* | *NNN* | *NNN* | *NNN* | *NNN* | *UGA* | *NN…N*

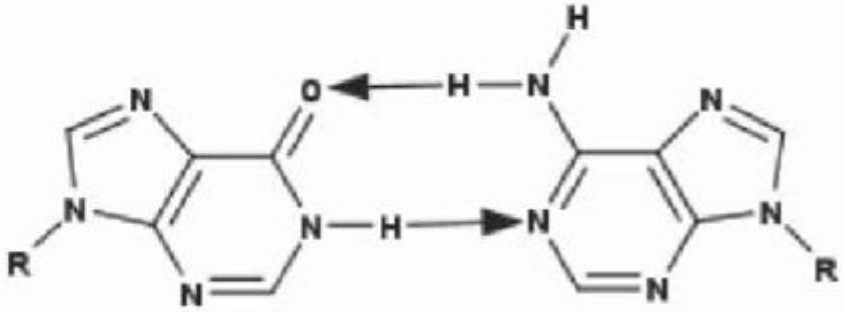
тРНК – молекула-адаптер для аминокислот



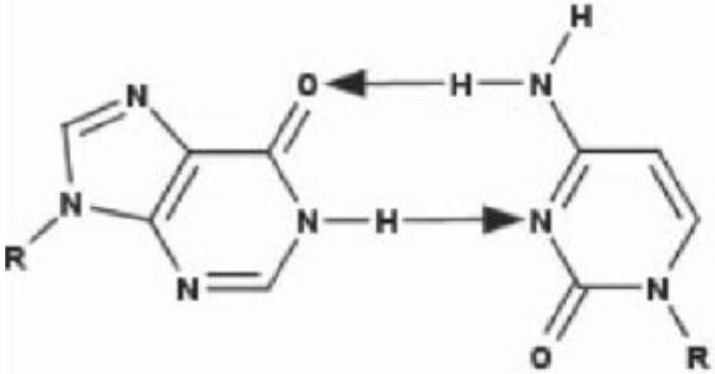
Неоднозначные пары оснований (wobble pair)



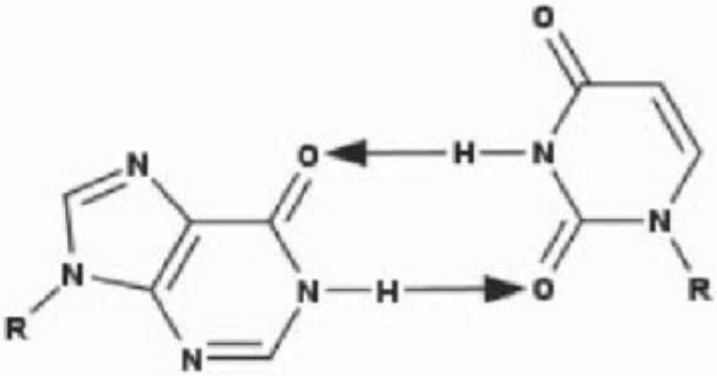
Wobble U_{34}○G3 Base Pair



Wobble I_{34}○A3 Base Pair

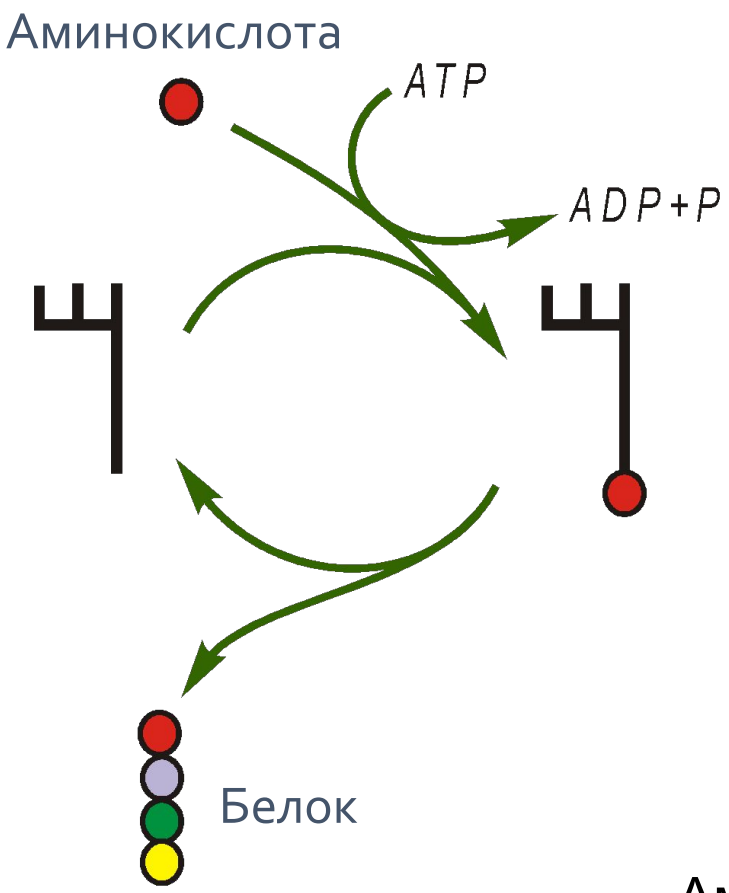


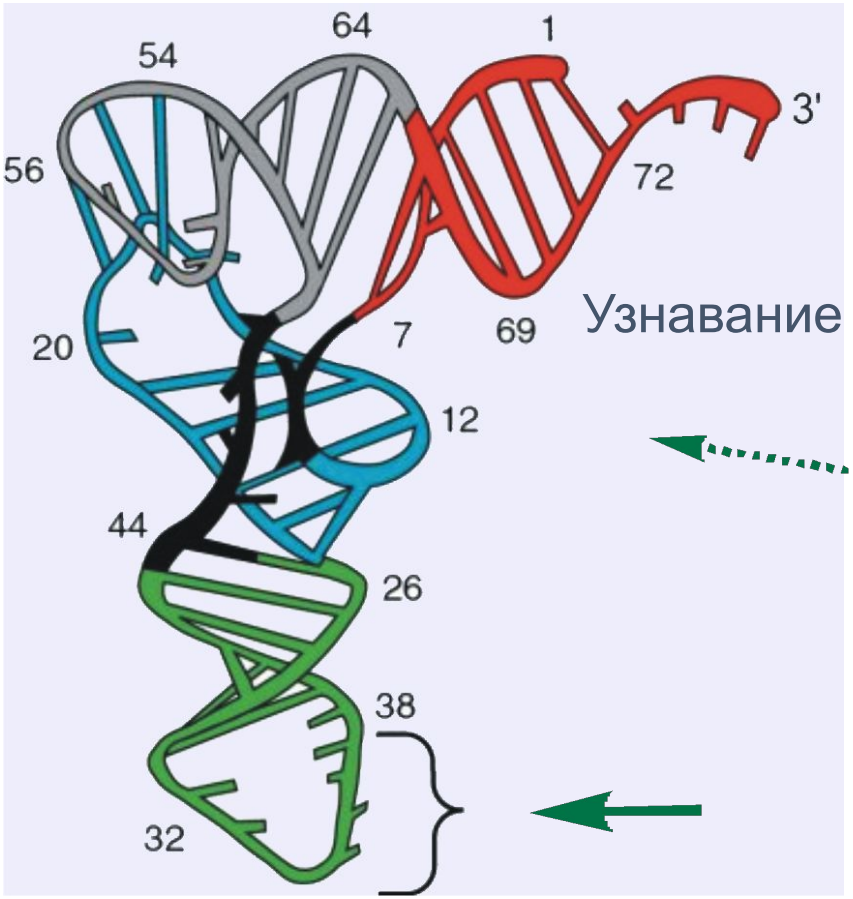
Wobble I_{34}○C3 Base Pair



Wobble I_{34}○U3 Base Pair

Как к тРНК присоединяется нужная аминокислота?

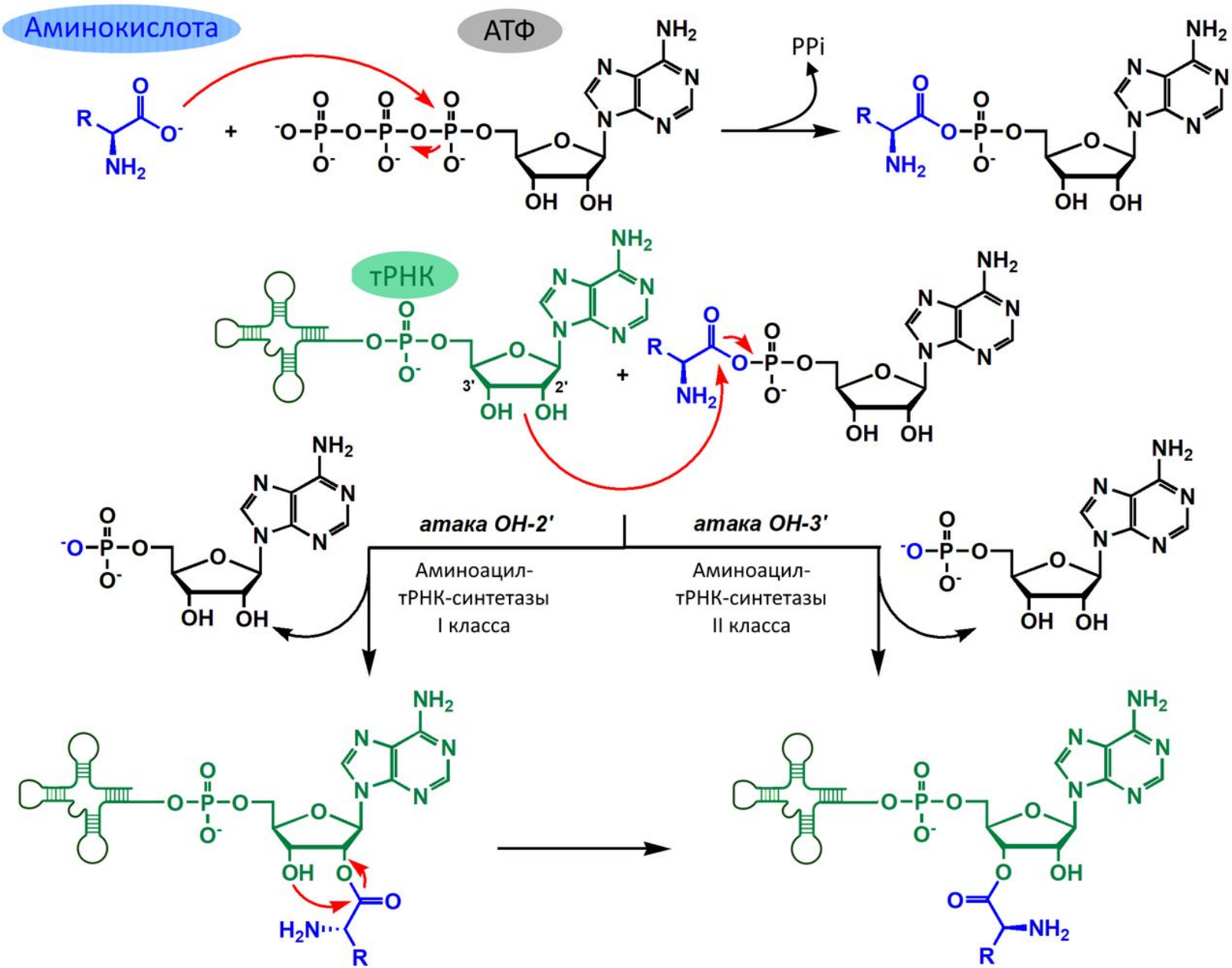




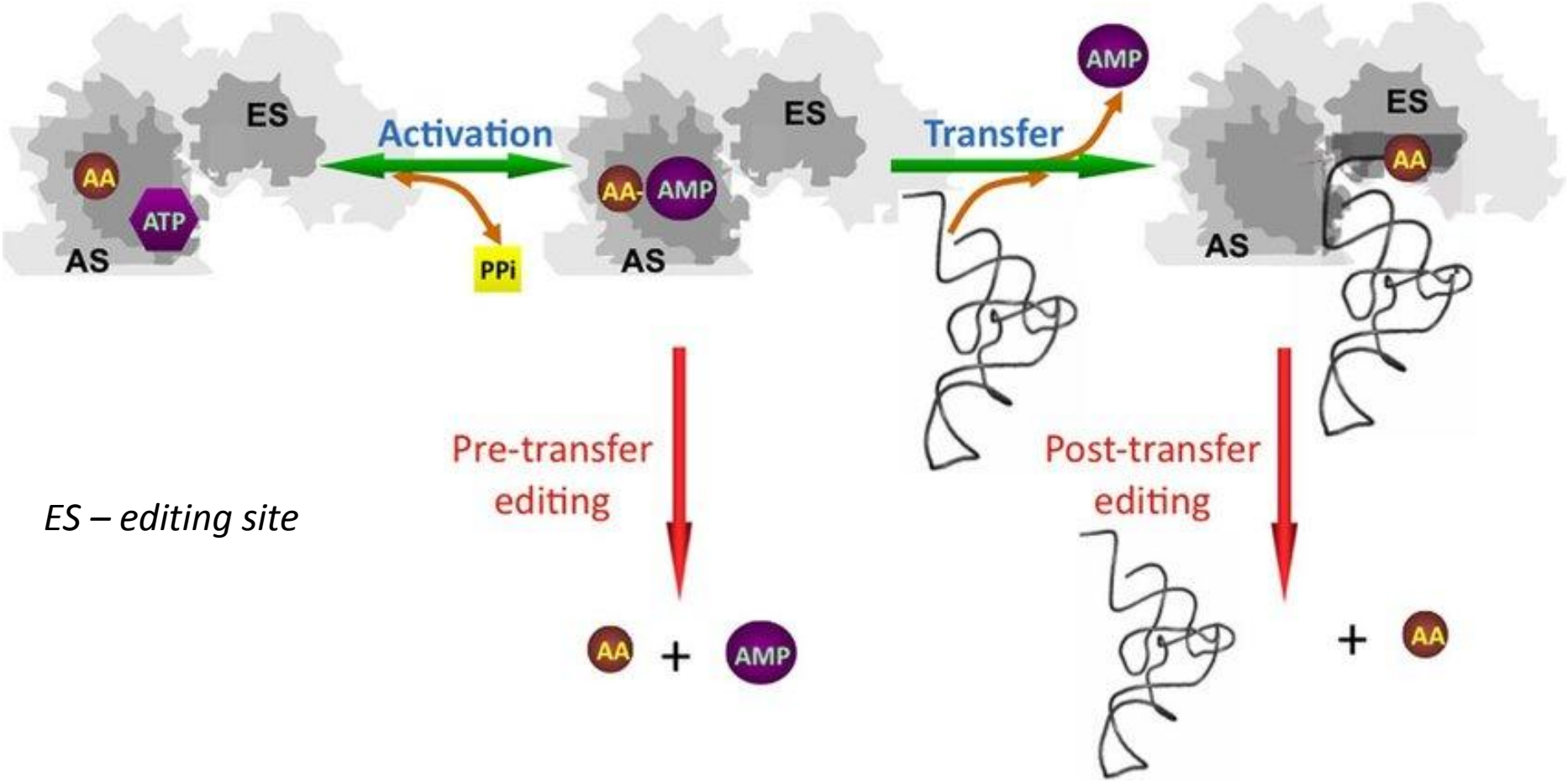
Узнавание тРНК

Аминоацил-тРНКсинтетаза определяет соответствие аминокислоты и тРНК

Механизм аминоацилирования тРНК



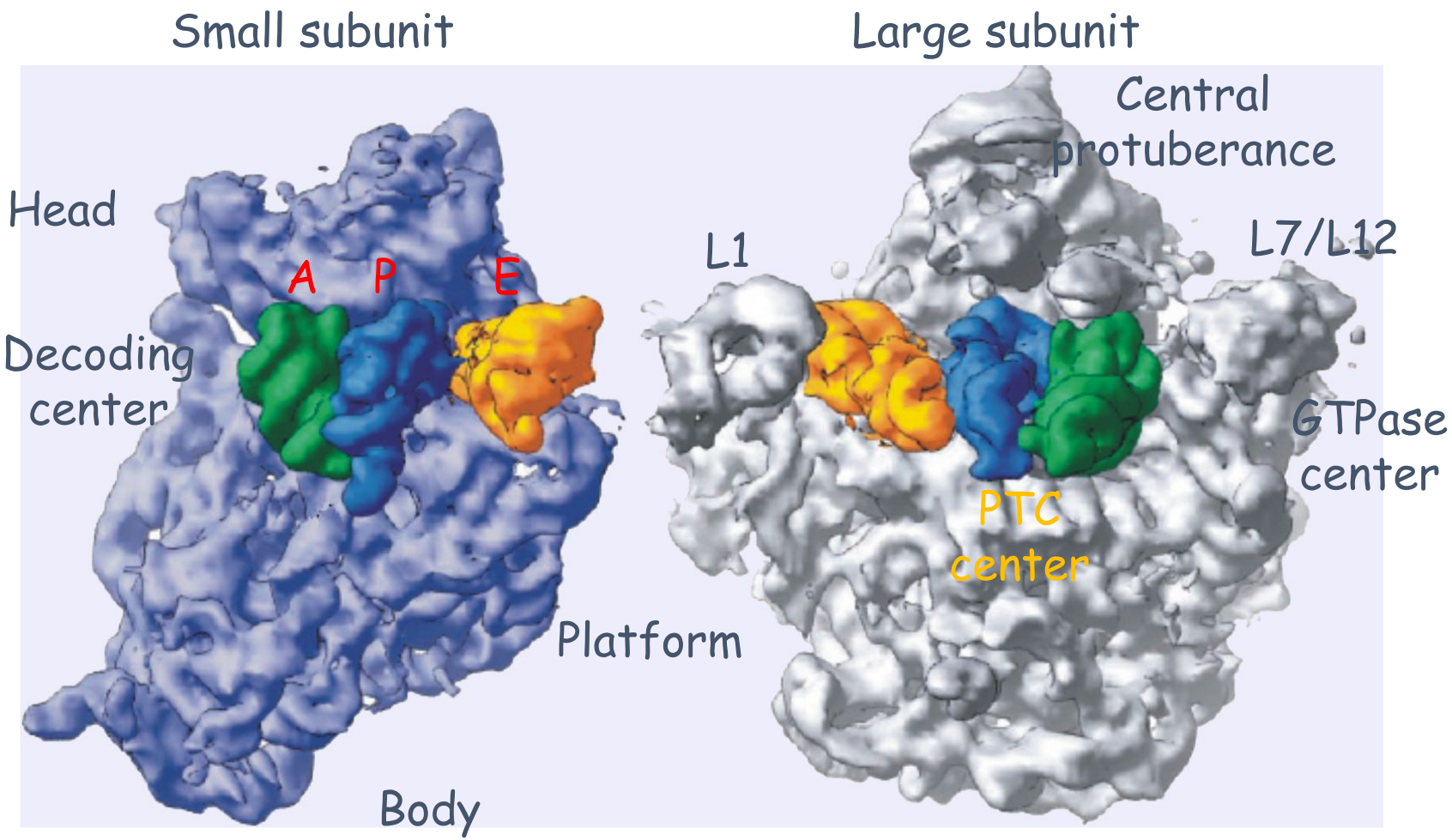
Редактирующая активность аминоацилил-тРНК синтетаз



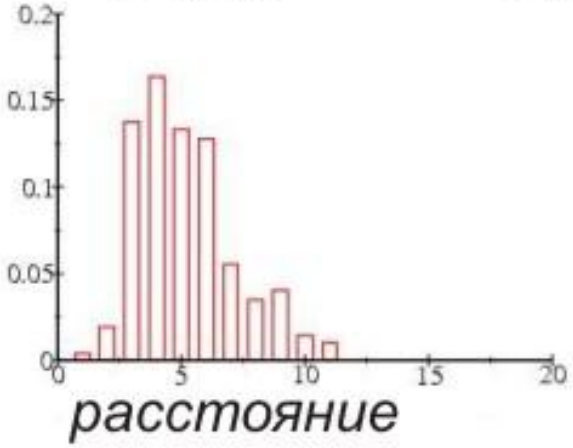
ES – editing site

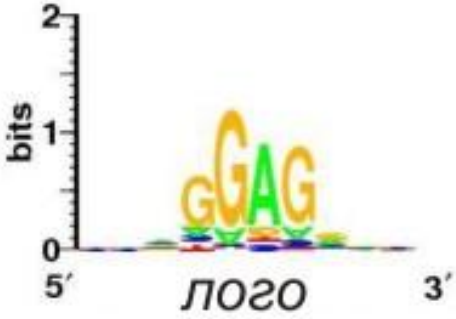
! Частота ошибок аминоацил-тРНКсинтетаз не превышает $1:10^4$-$1:10^5$ – «суперспецифичность»

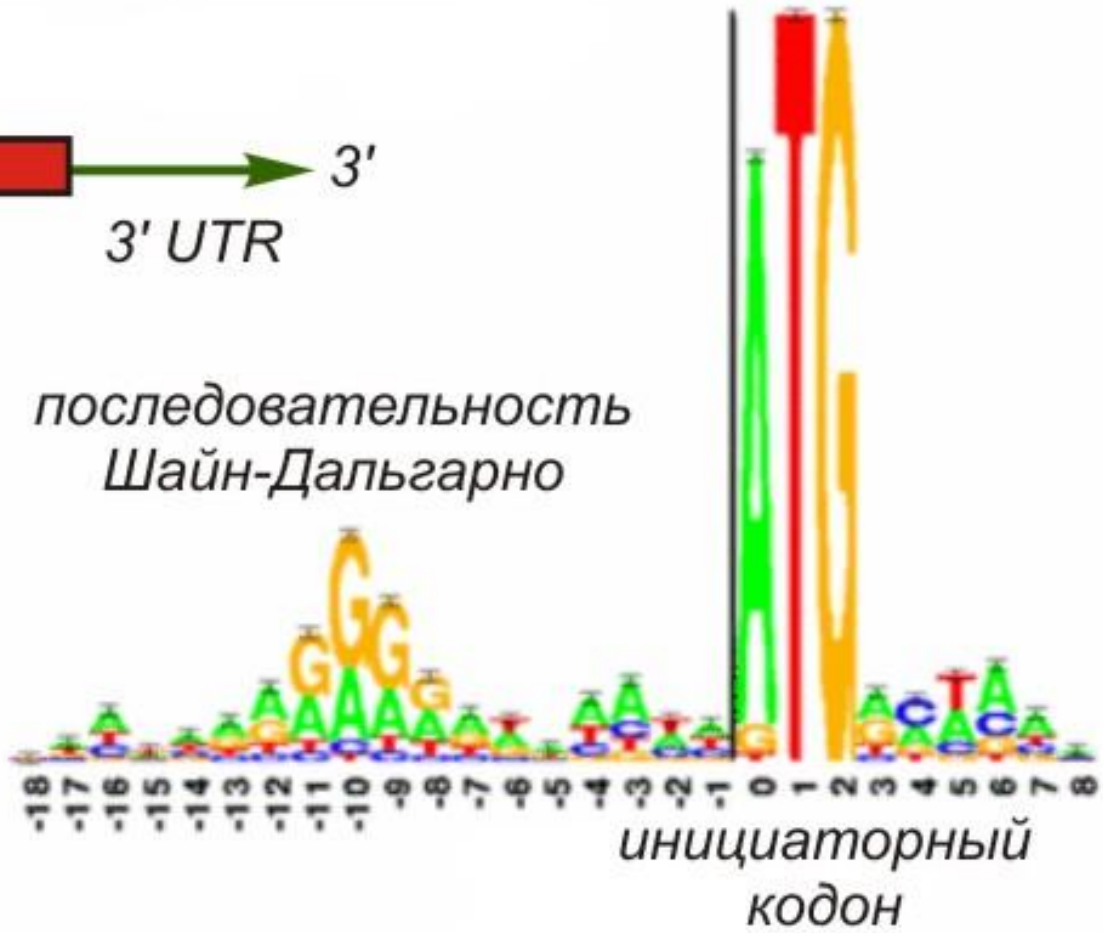
Структура бактериальной рибосомы



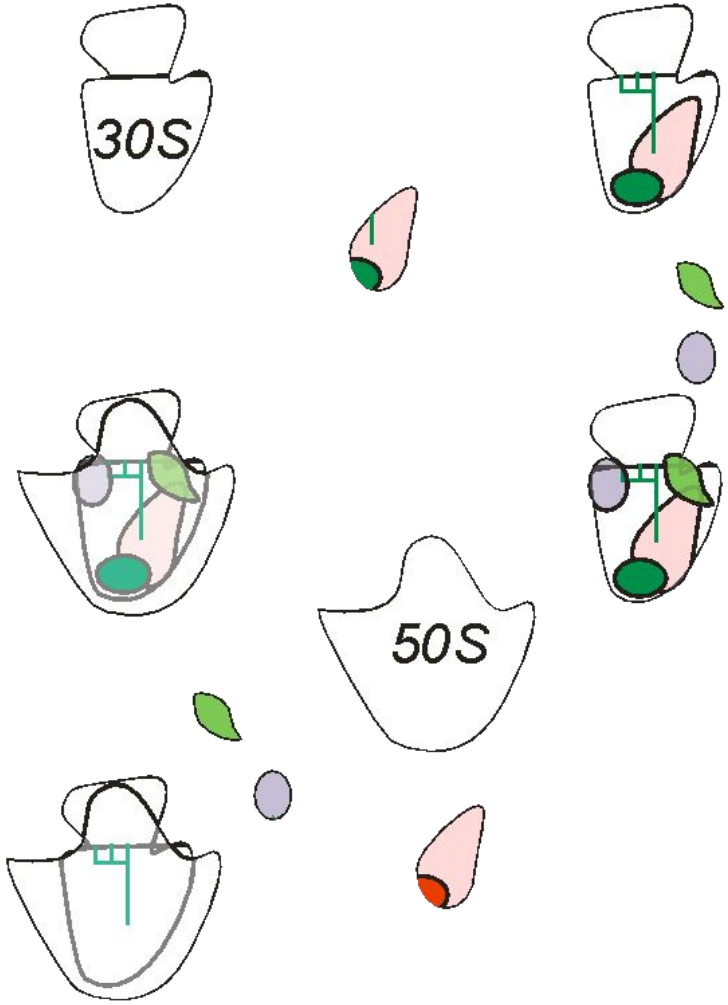
Строение бактериальной мРНК

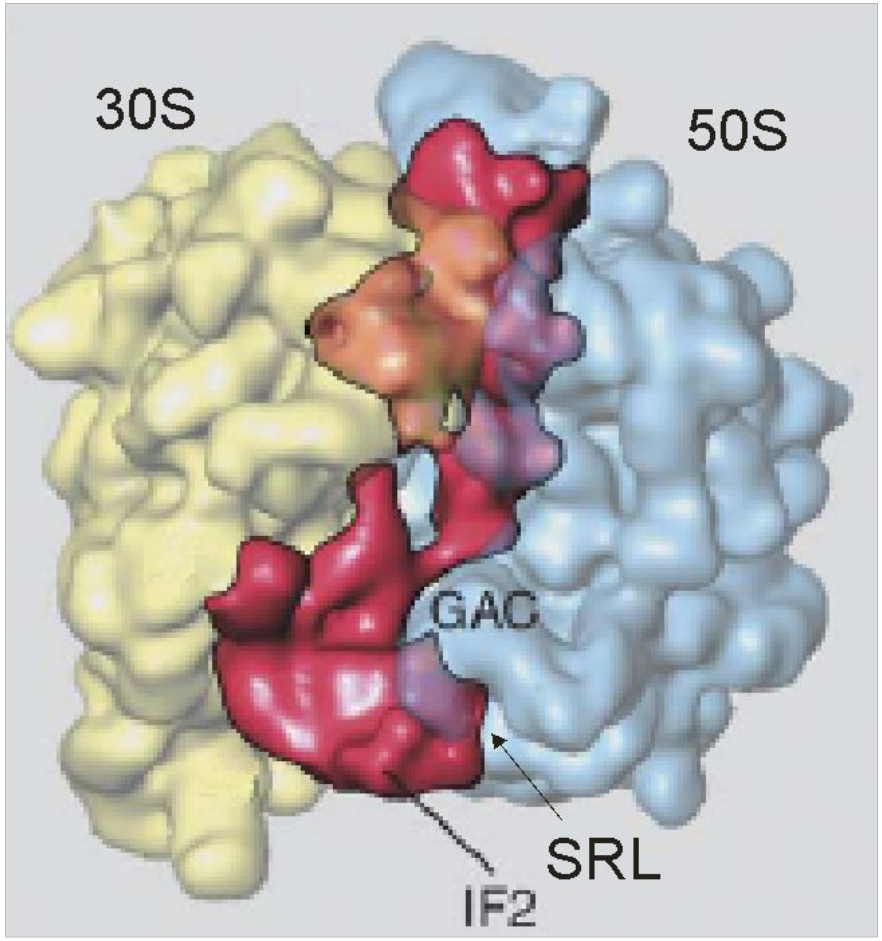






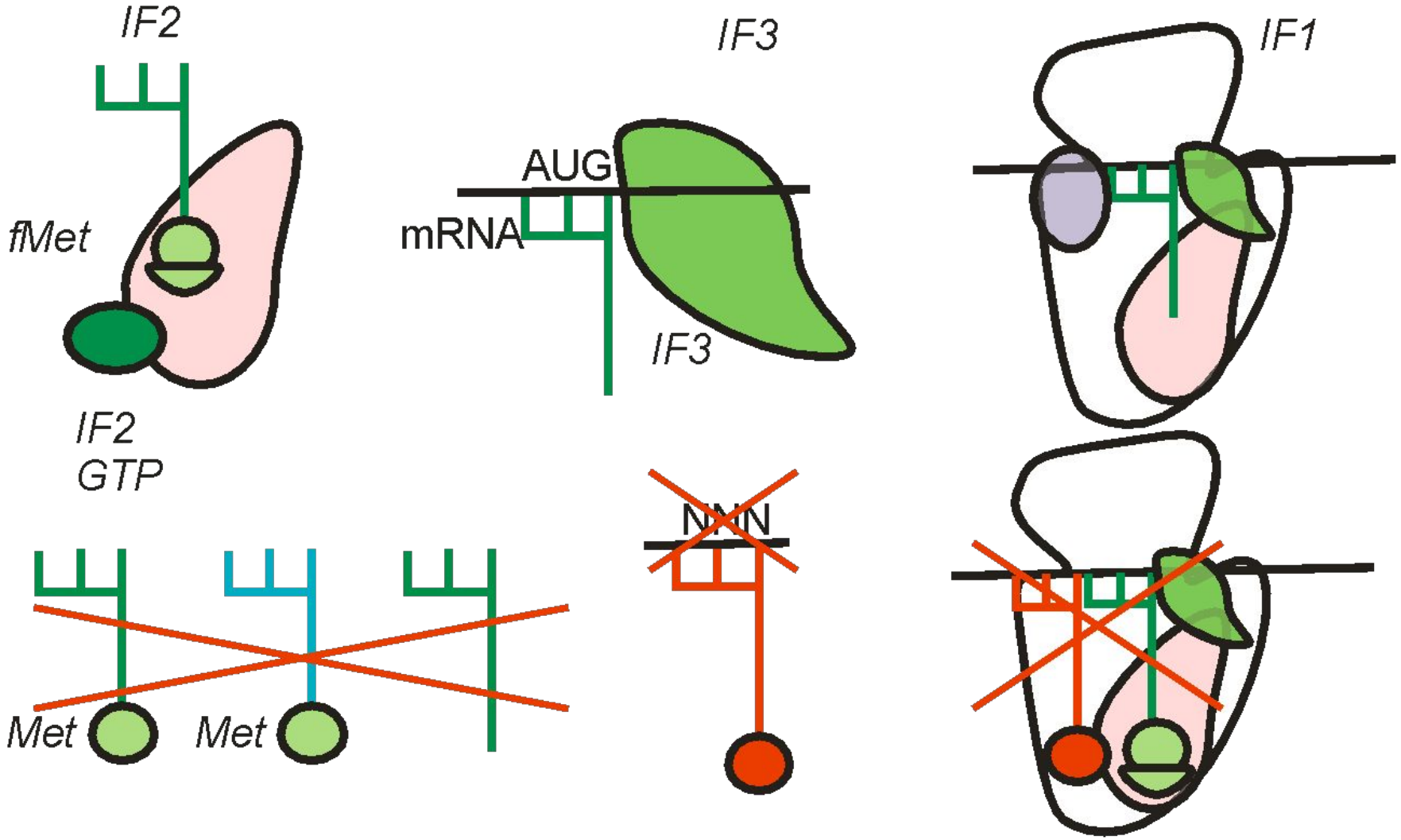
Инициация трансляции у бактерий



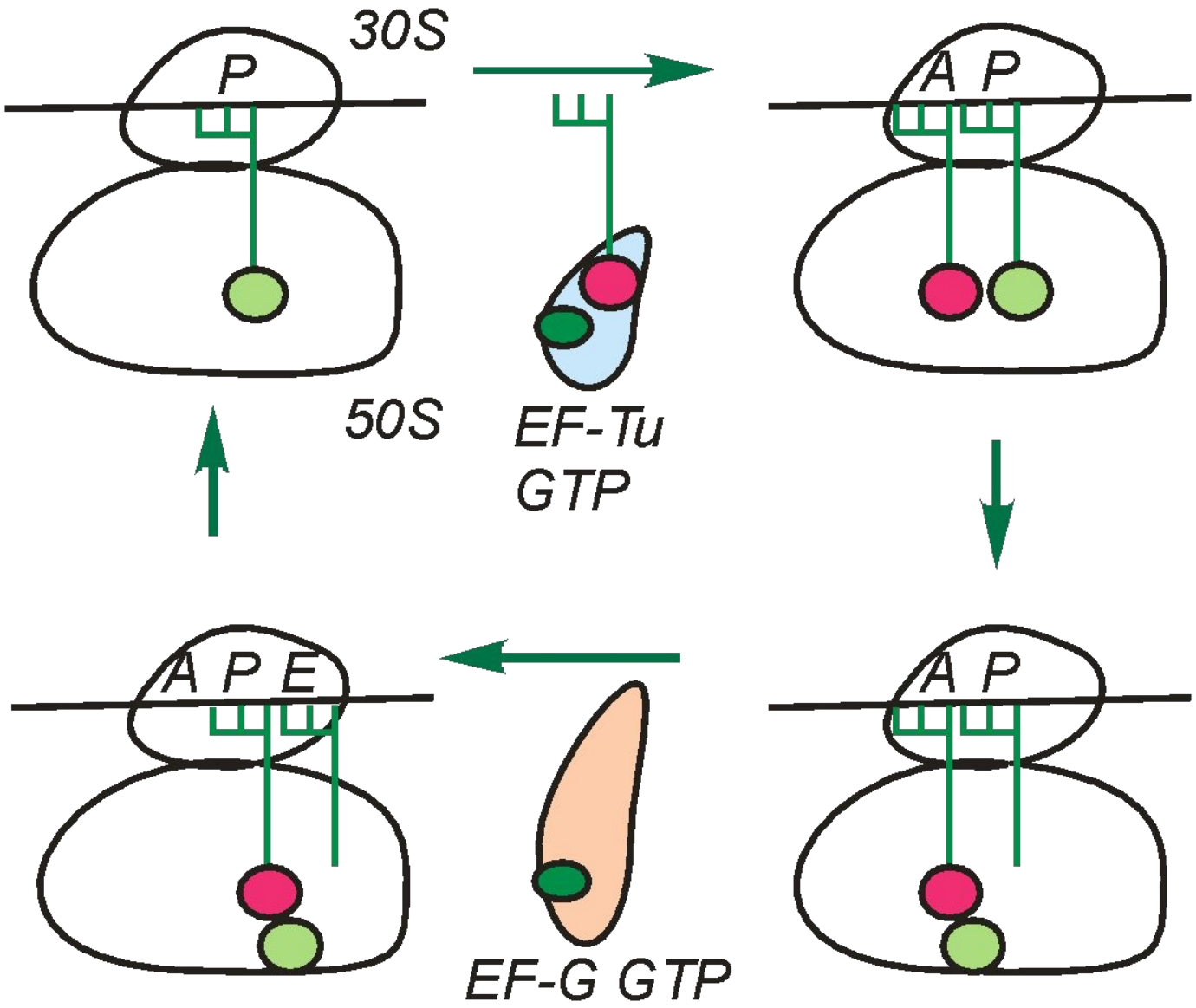


мРНК связывается с малой субъединицей при помощи последовательности Шайн-Дальгарно и инициаторной тРНК. Затем присоединяются другие факторы инициации, и затем - большая субъединица рибосомы.

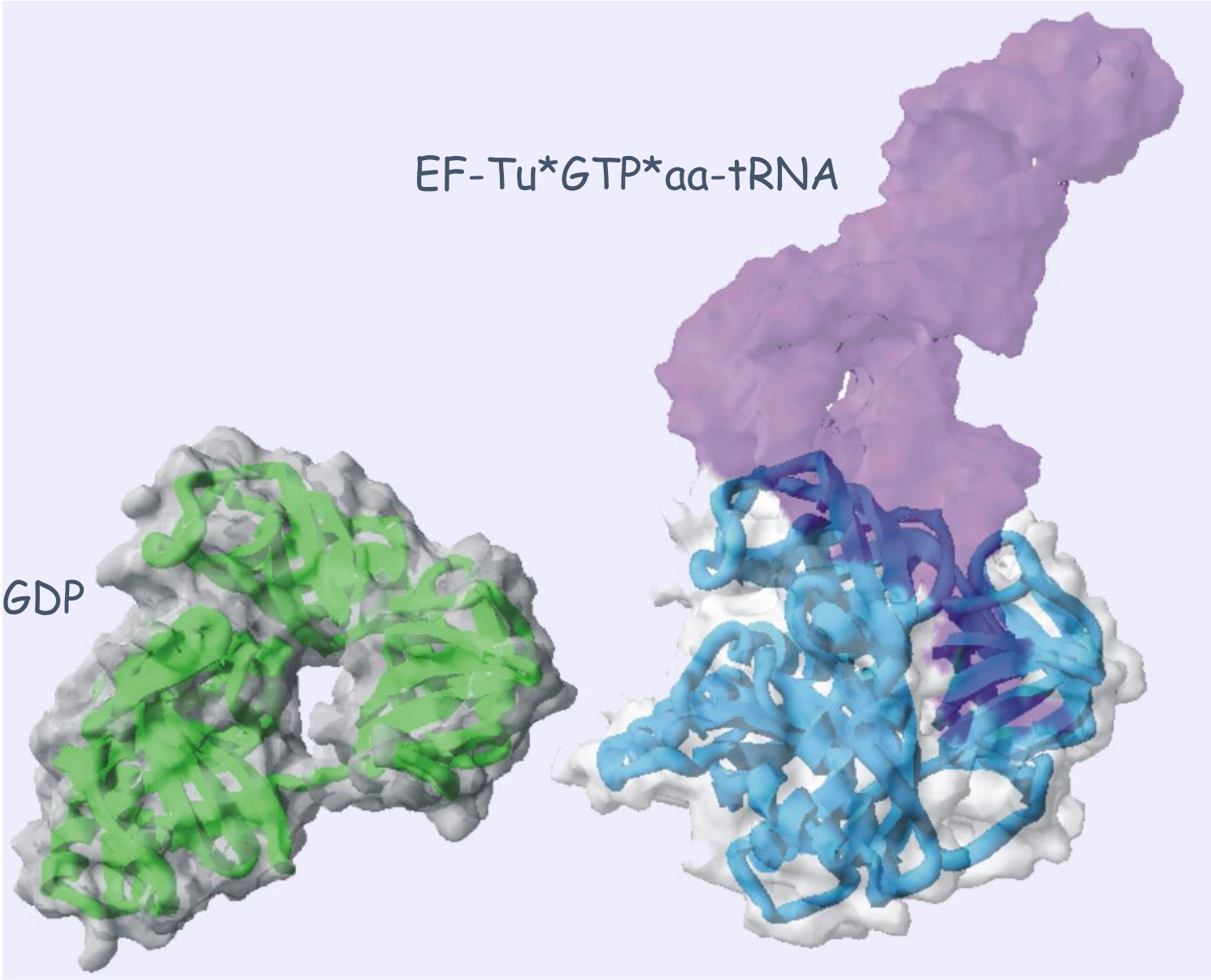
Функциональная роль факторов инициации



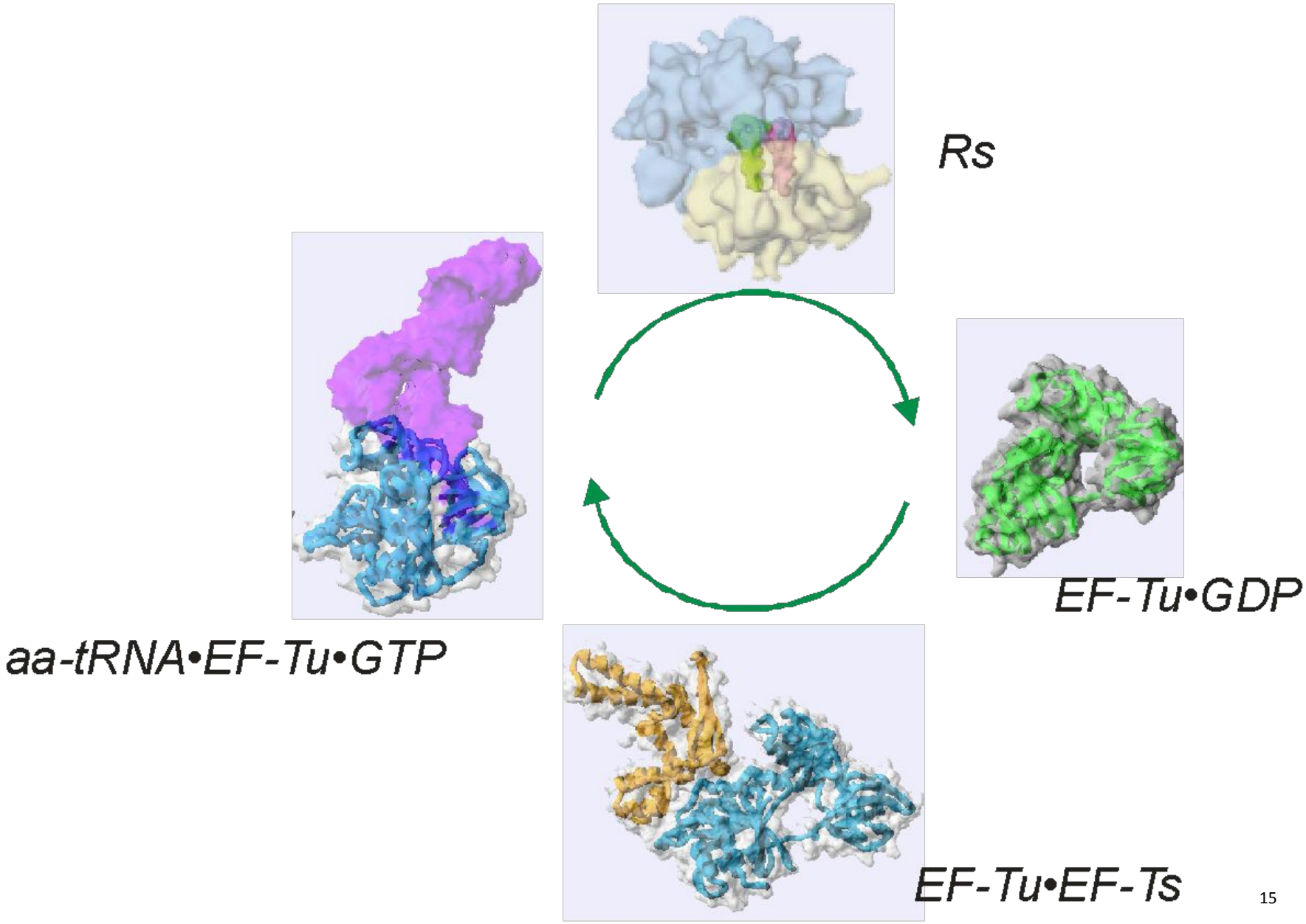
Цикл элонгации трансляции



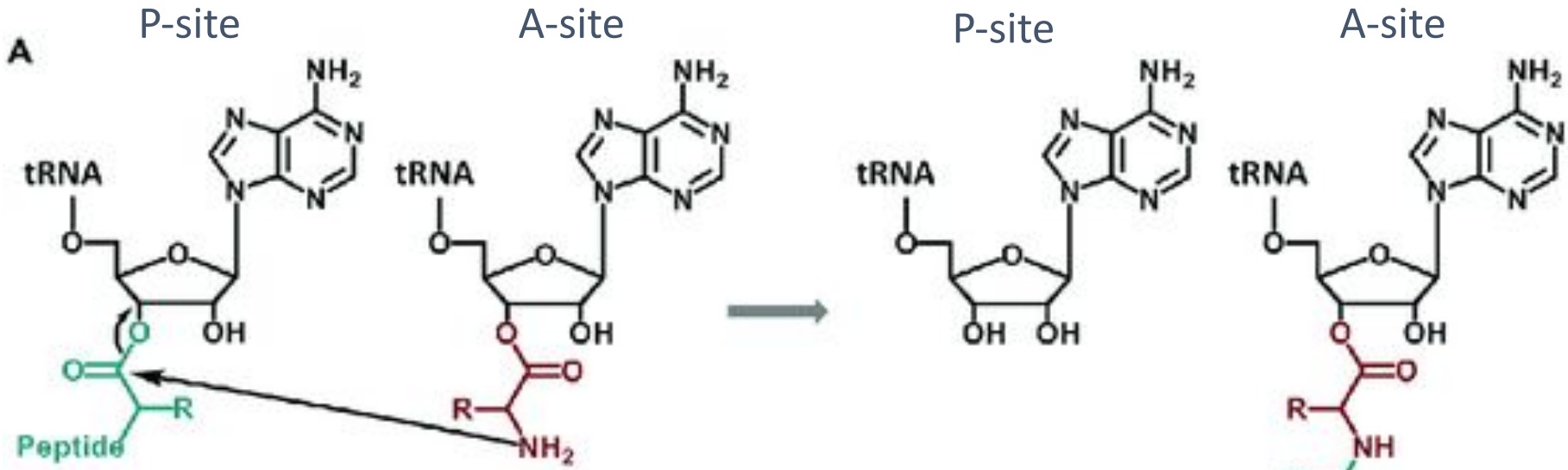
EF-Tu приносит аминоацил-тРНК

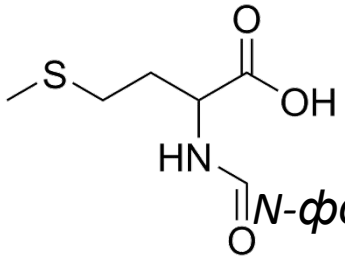


EF-Tu: цикл работы

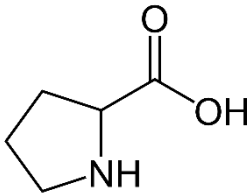


Пептидилтрансферазная реакция

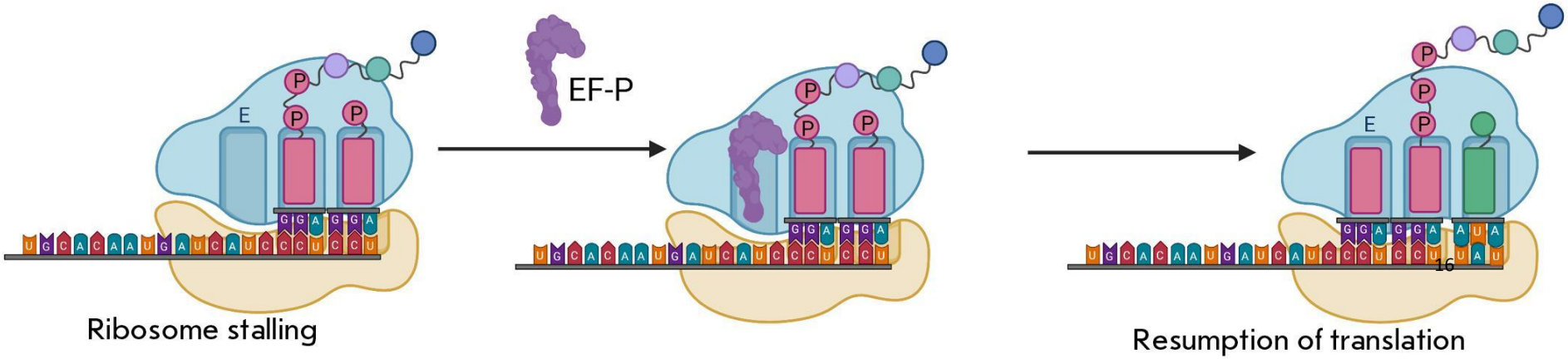




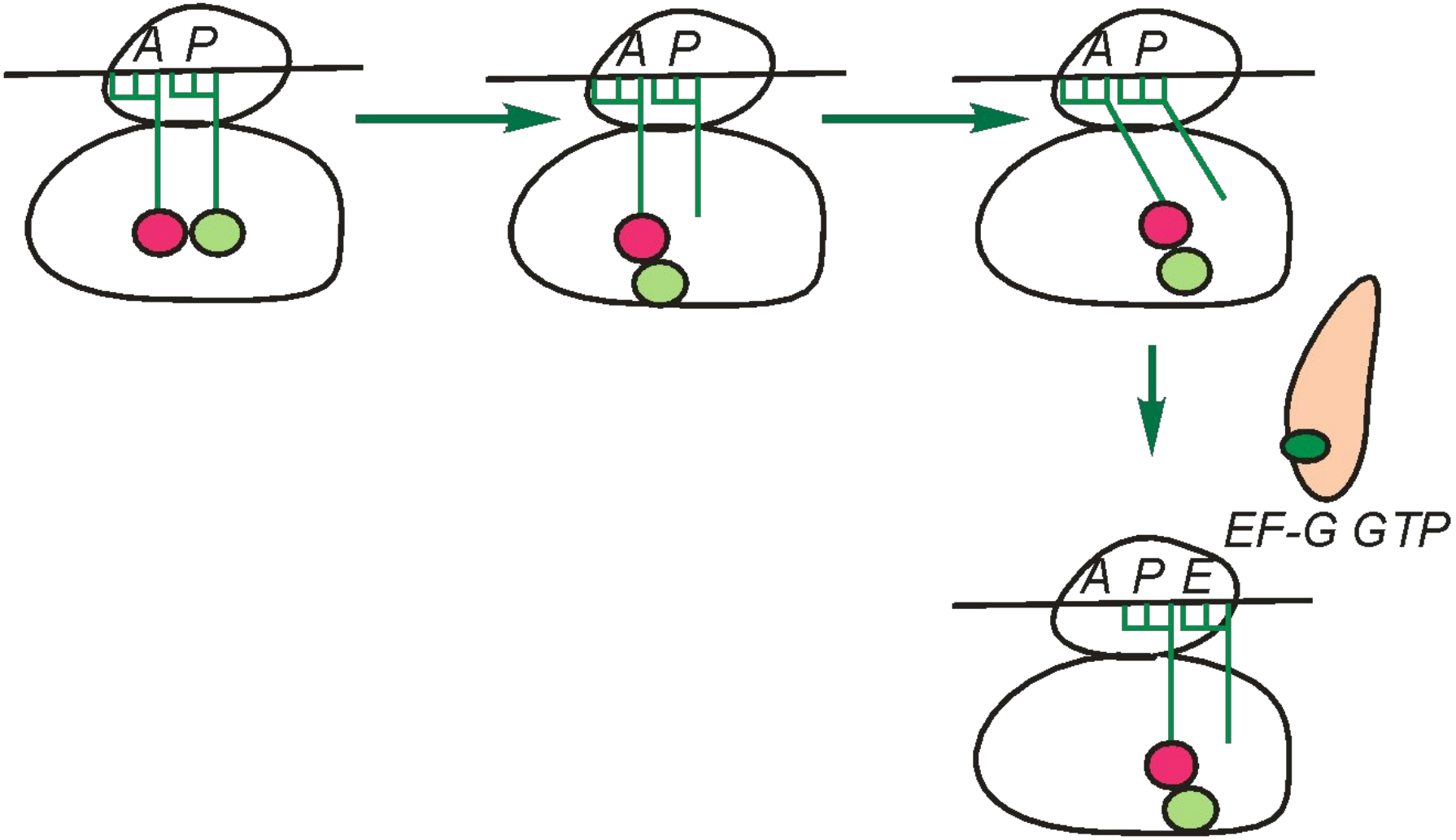
N-формилметионин



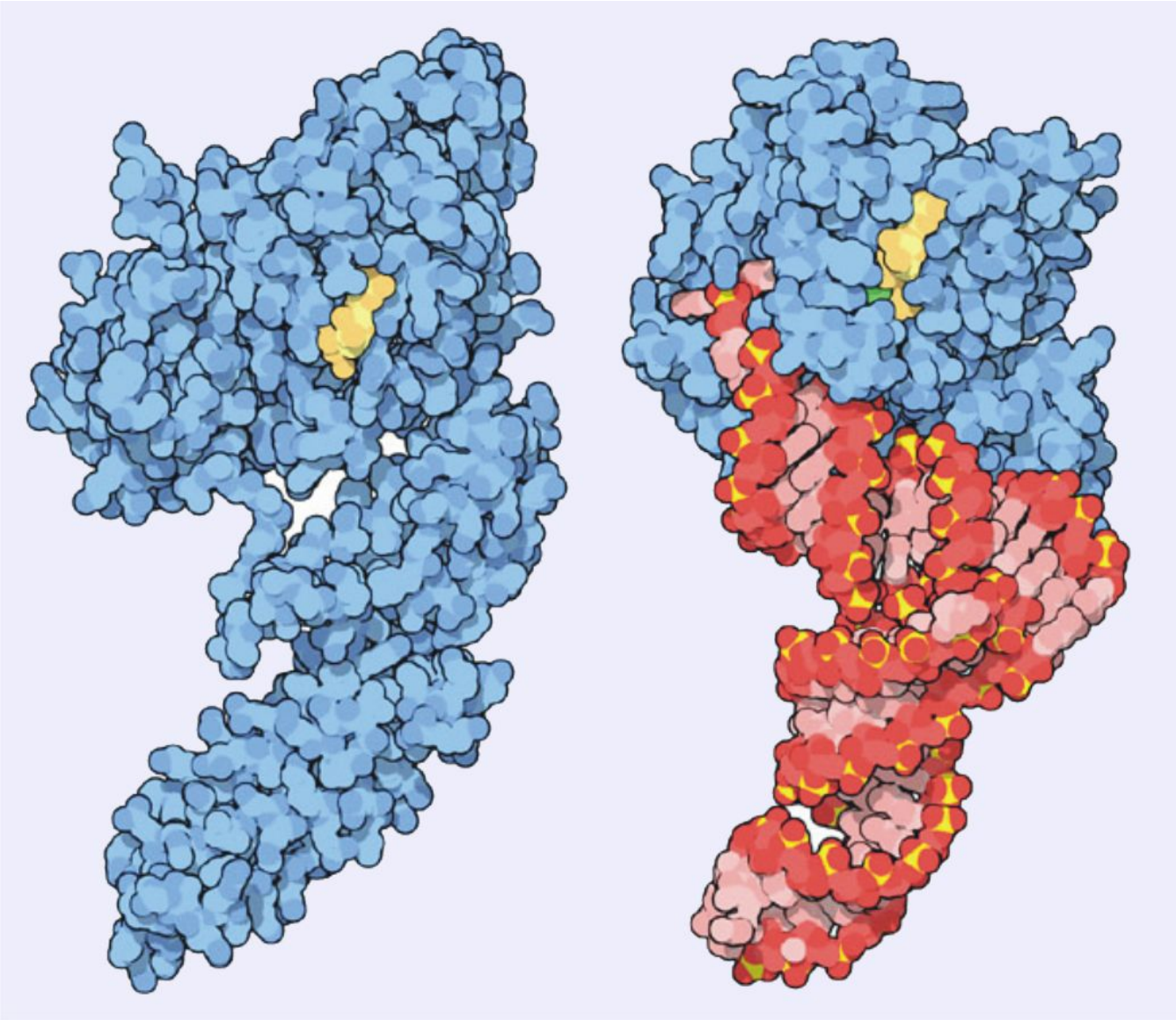
Пролин



Транслокация состоит из нескольких последовательных стадий

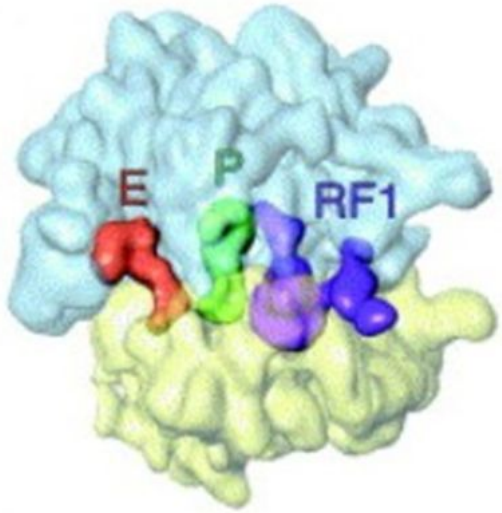


Структурное сходство между катализатором транслокации – EF-G*GTP и аа-тРНК*EF-Tu*GTP



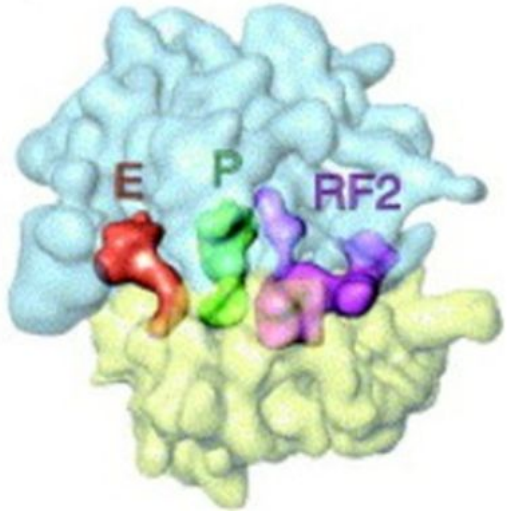
Терминация трансляции

RF1 и RF2 узнают стоп-кодоны и отсоединяют пептид от тРНК



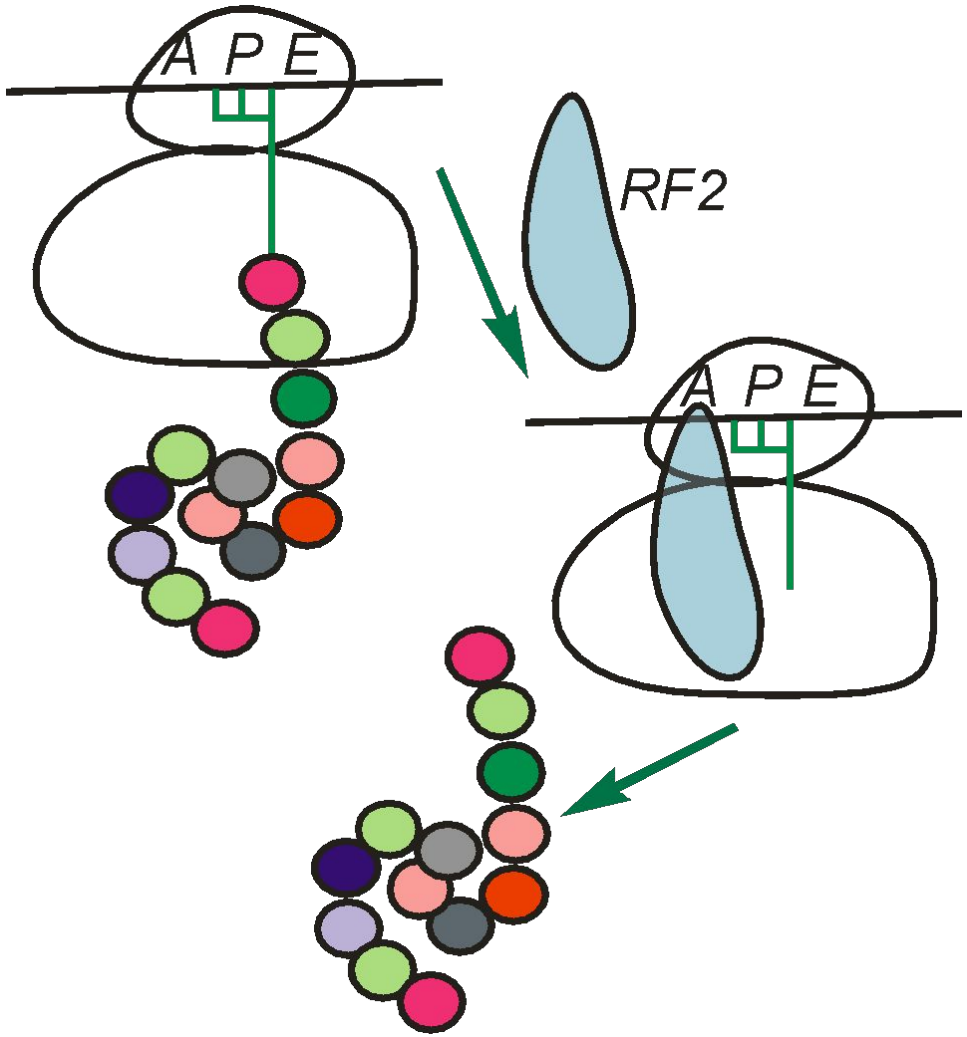
RF1

UAA, UAG

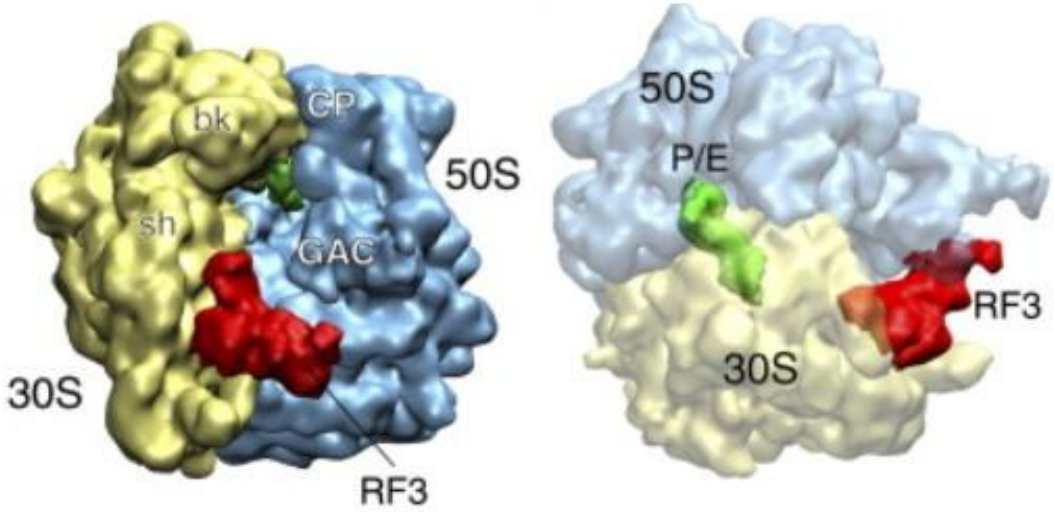


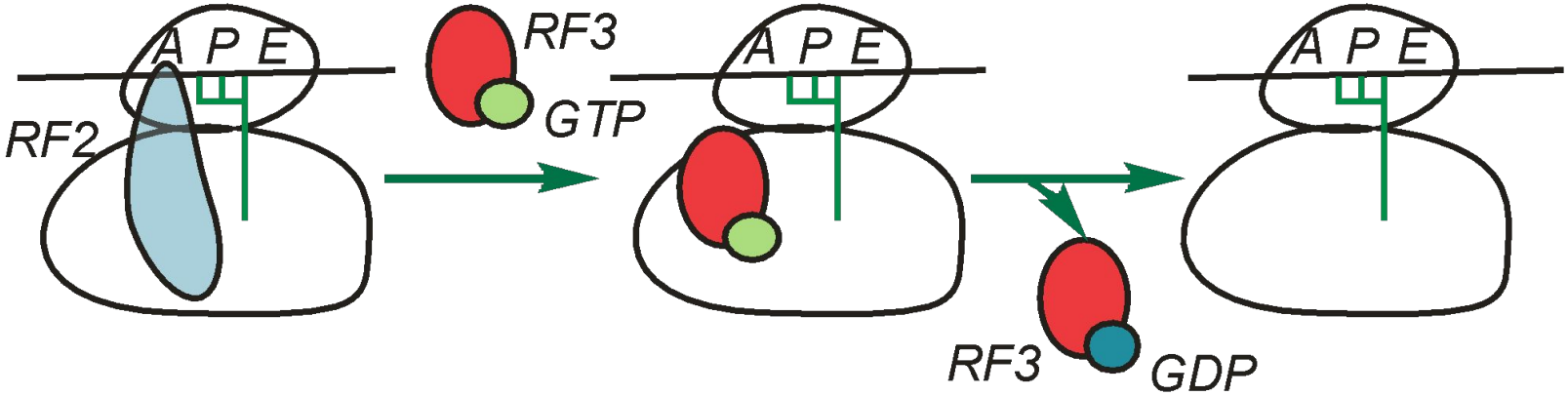
RF2

UAA, UGA

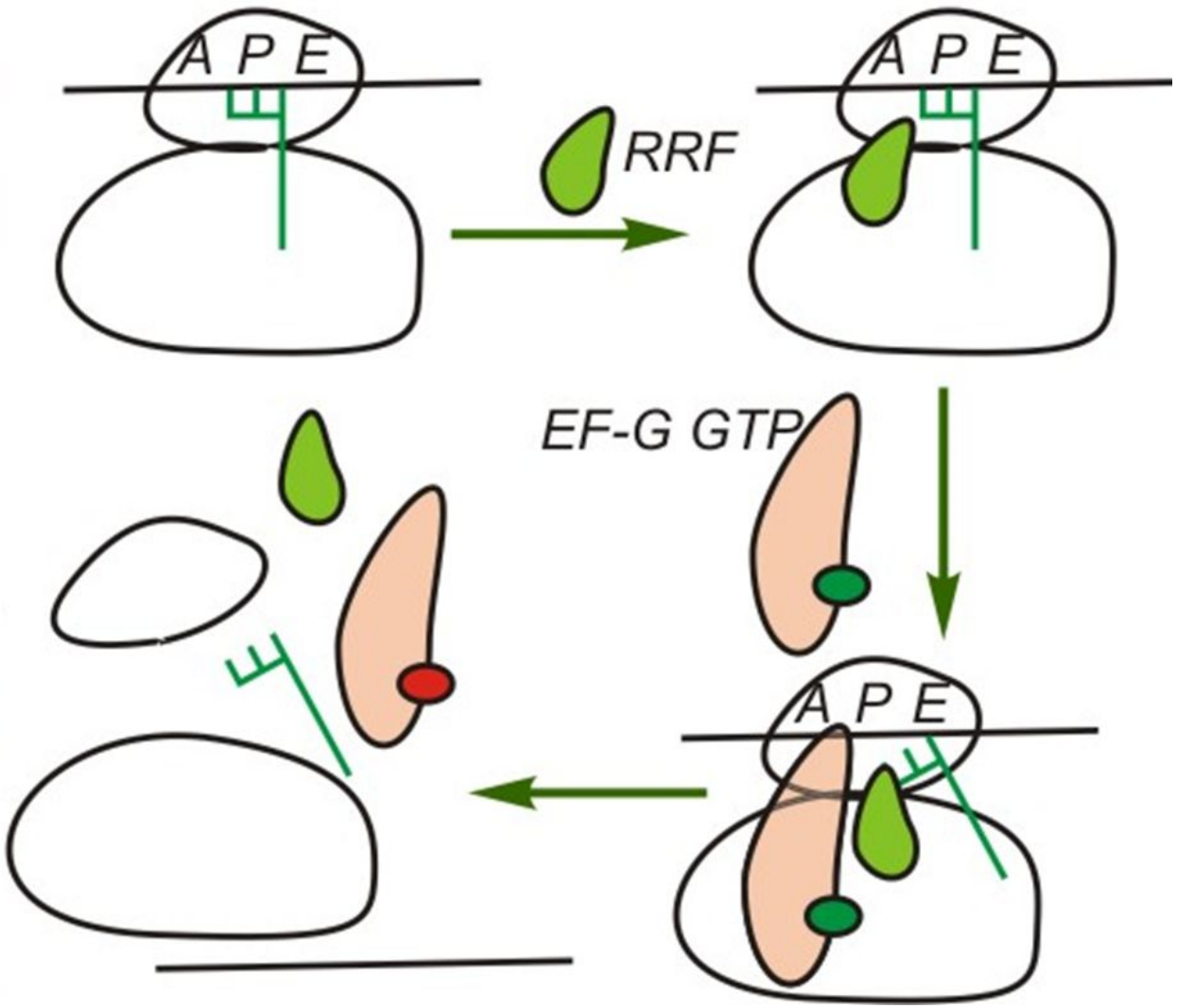


Терминация трансляции
RF3 необходим для вытеснения RF1 или RF2





Терминация трансляции
RRF нужен для разборки рибосомы



Трансляция у эукариот
устройство мРНК

Бактериальная мРНК

Полицистронная мРНК

ORF – Open Reading Frame

Эукариотическая мРНК

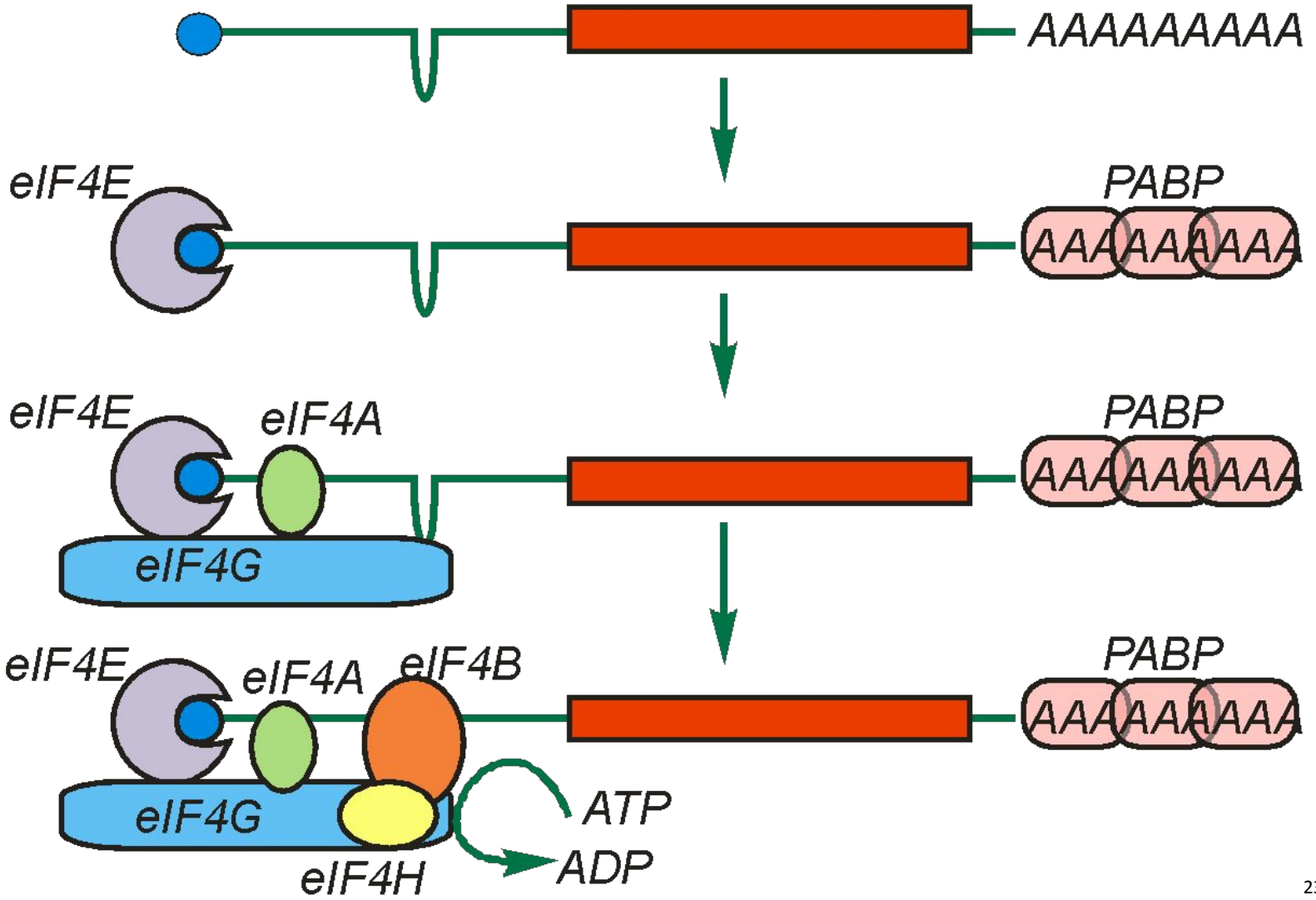
Кэп

Только один цистрон («рамка считывания»)

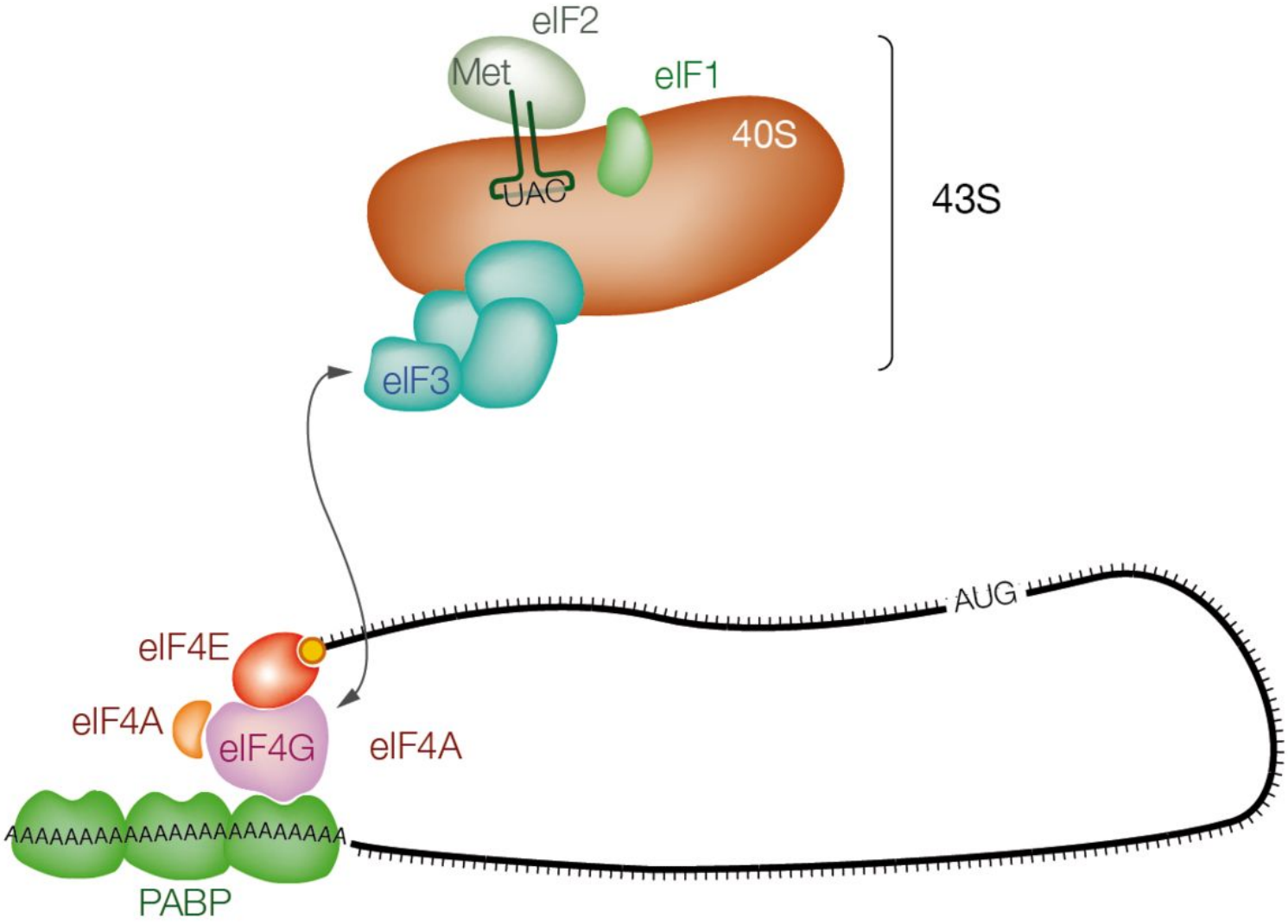
поли-А

Последовательность Козак: (gcc)**gccRcc**<u>AUG</u>**G**, где R = A или G

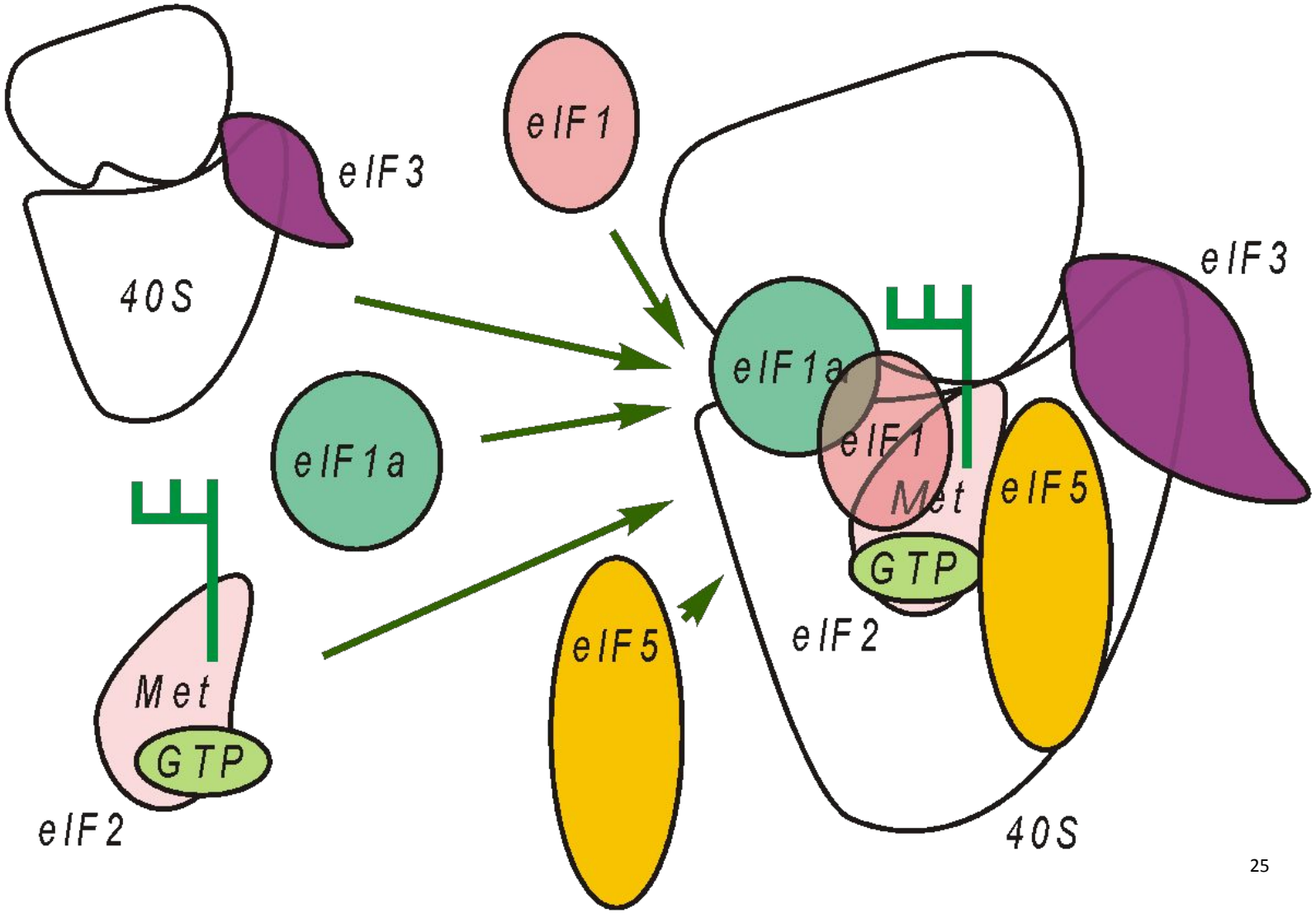
Инициация трансляции у эукариот: мРНК



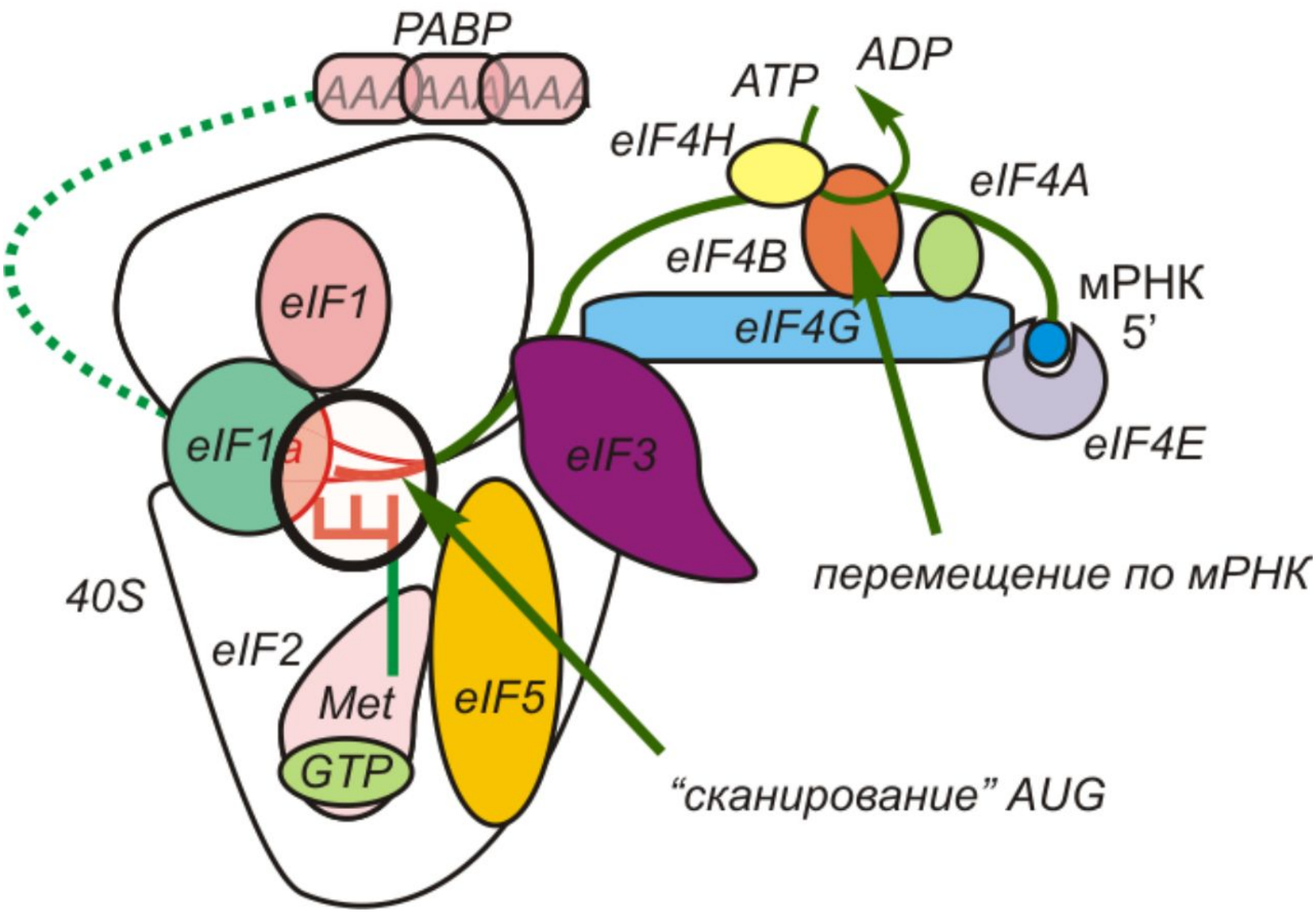
«Циклическая» мРНК у эукариот



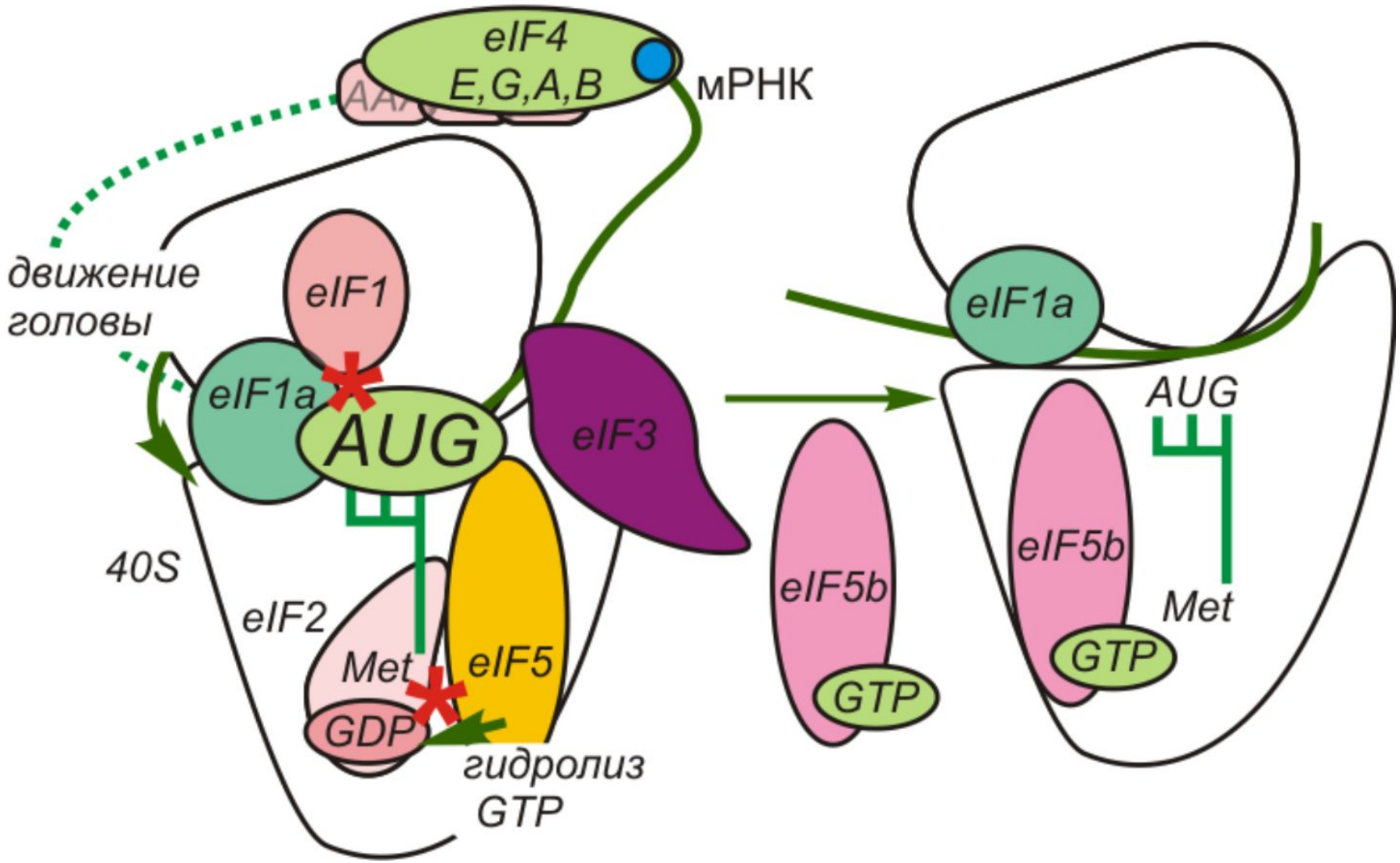
Инициация трансляции у эукариот: малая субъединица рибосомы



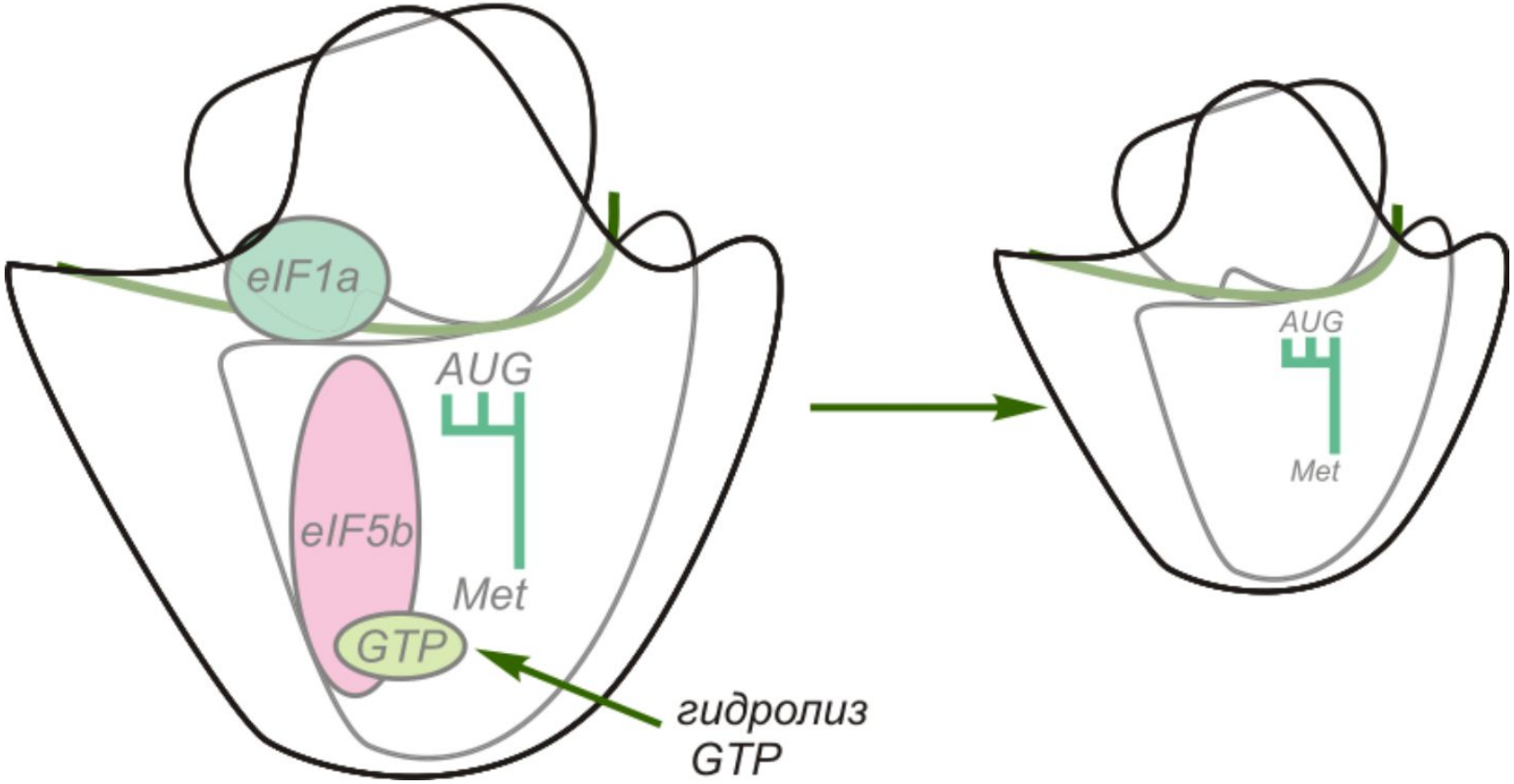
Инициация трансляции у эукариот: сканирование мРНК в поисках AUG-кодона



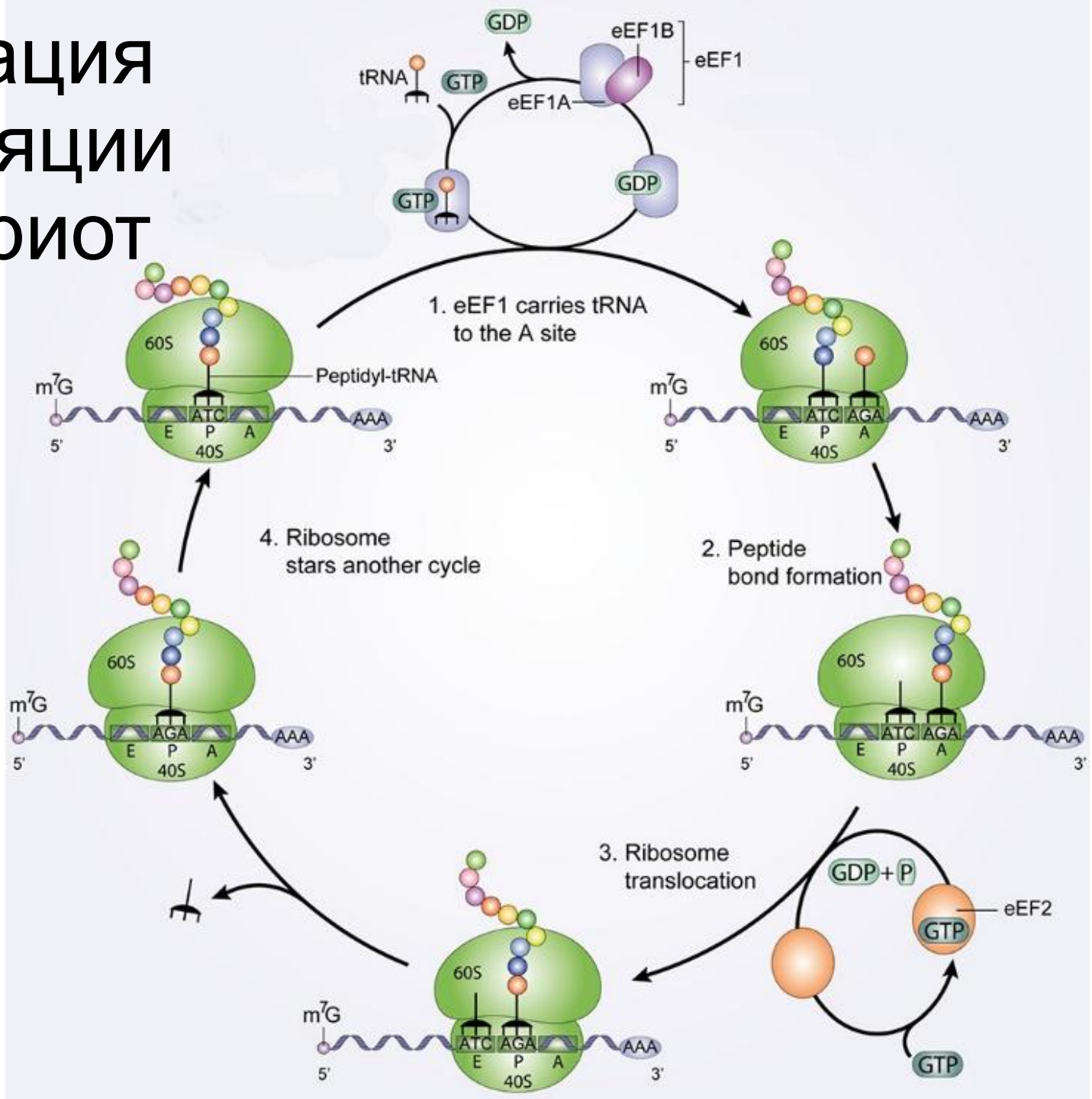
Инициация трансляции у эукариот: сканирование мРНК в поисках AUG-кодона



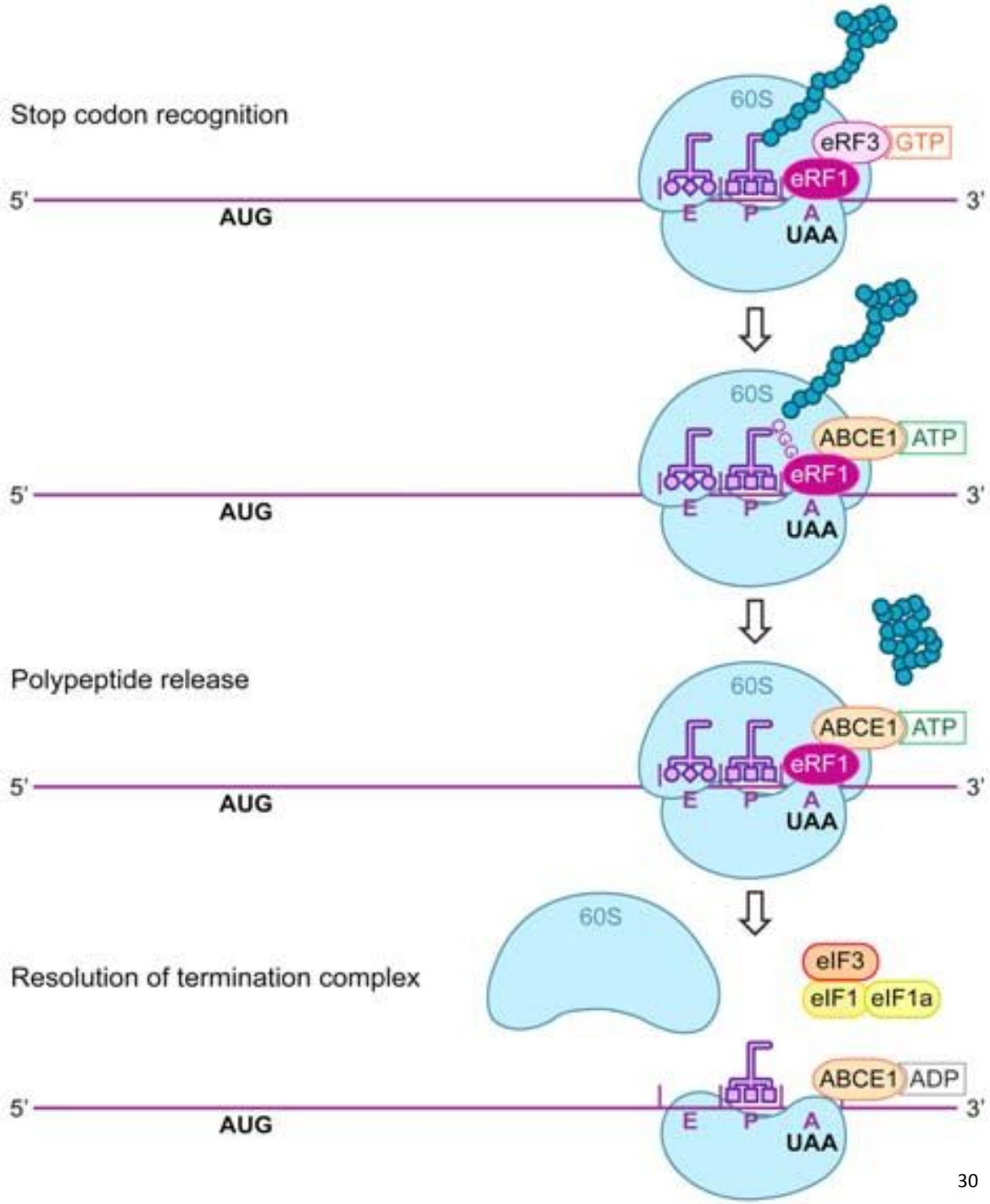
Инициация трансляции у эукариот: присоединение большой субъединицы



Элонгация трансляции у эукариот



Терминация трансляции у эукариот



Альтернативный вариант инициации трансляции:
IRES-элементы (internal ribosome entry site)

Обычная мРНК

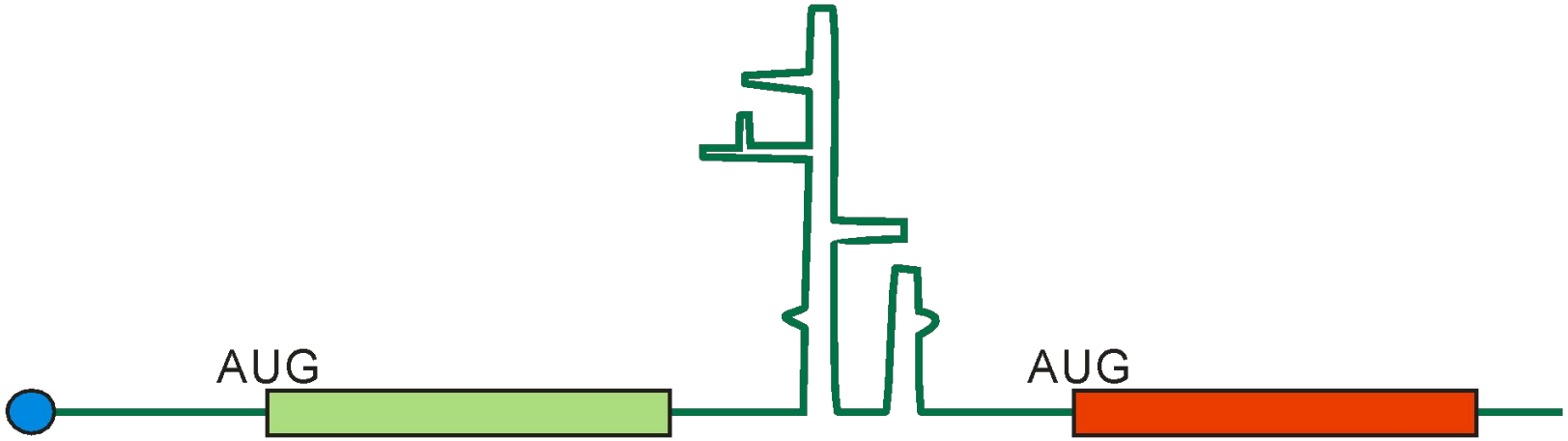
мРНК, содержащая IRES (например, вирусная)

Нет кэпа (не требуется для инициации),
Нет сканирования,
Трансляция начинается не с первого AUG-кодона

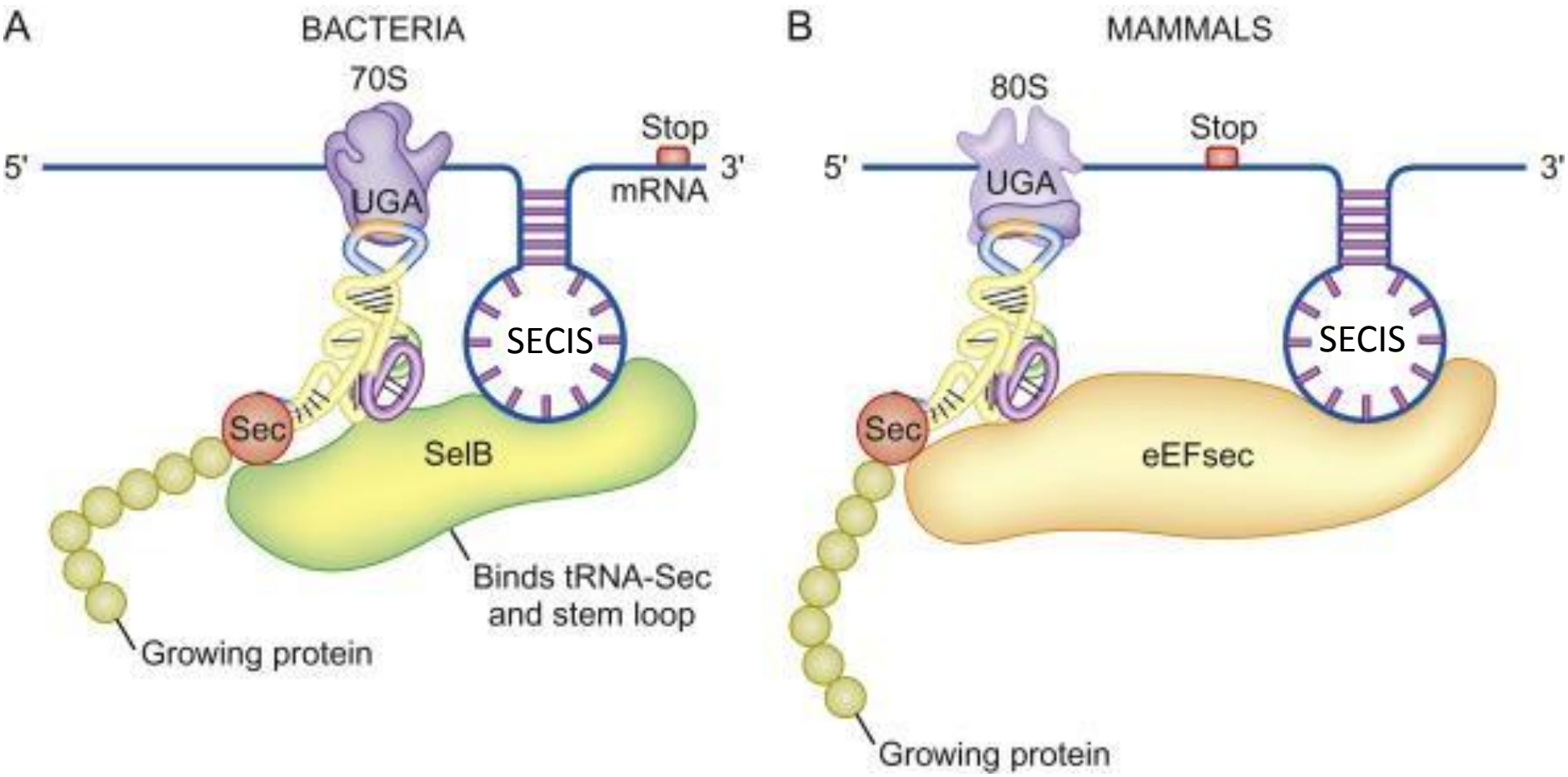
IRES – Internal Ribosome Entry Site

Альтернативный вариант инициации трансляции: IRES-элементы (internal ribosome entry site)

Для поиска IRES-элементов можно использовать бицистронные конструкции с двумя различными репортёрными белками



Селеноцистеин (Sec)



SECIS – SElenoCysteine Insertion Sequence