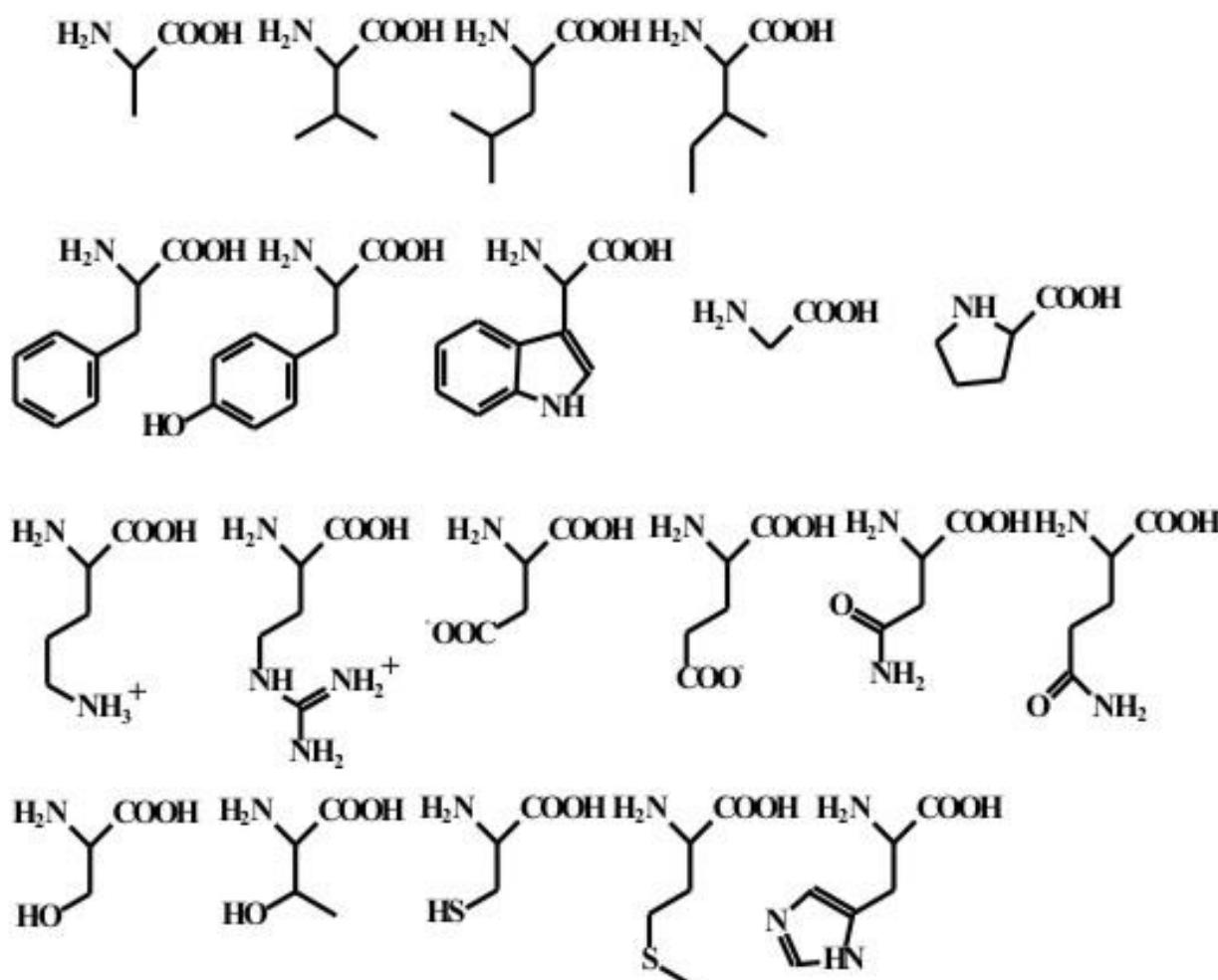
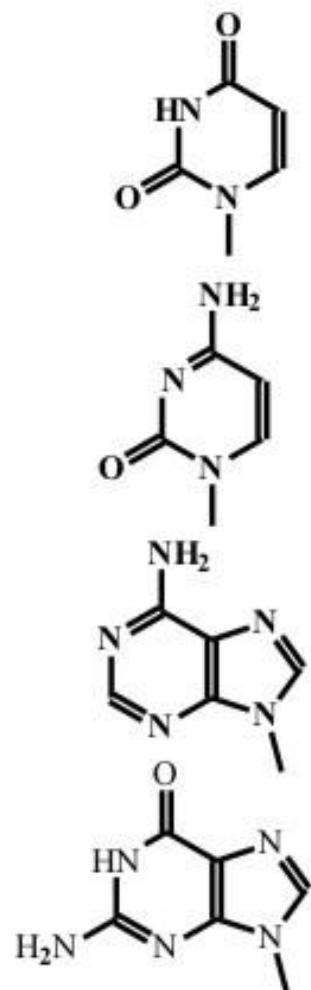


# **Биосинтез БЕЛКА**

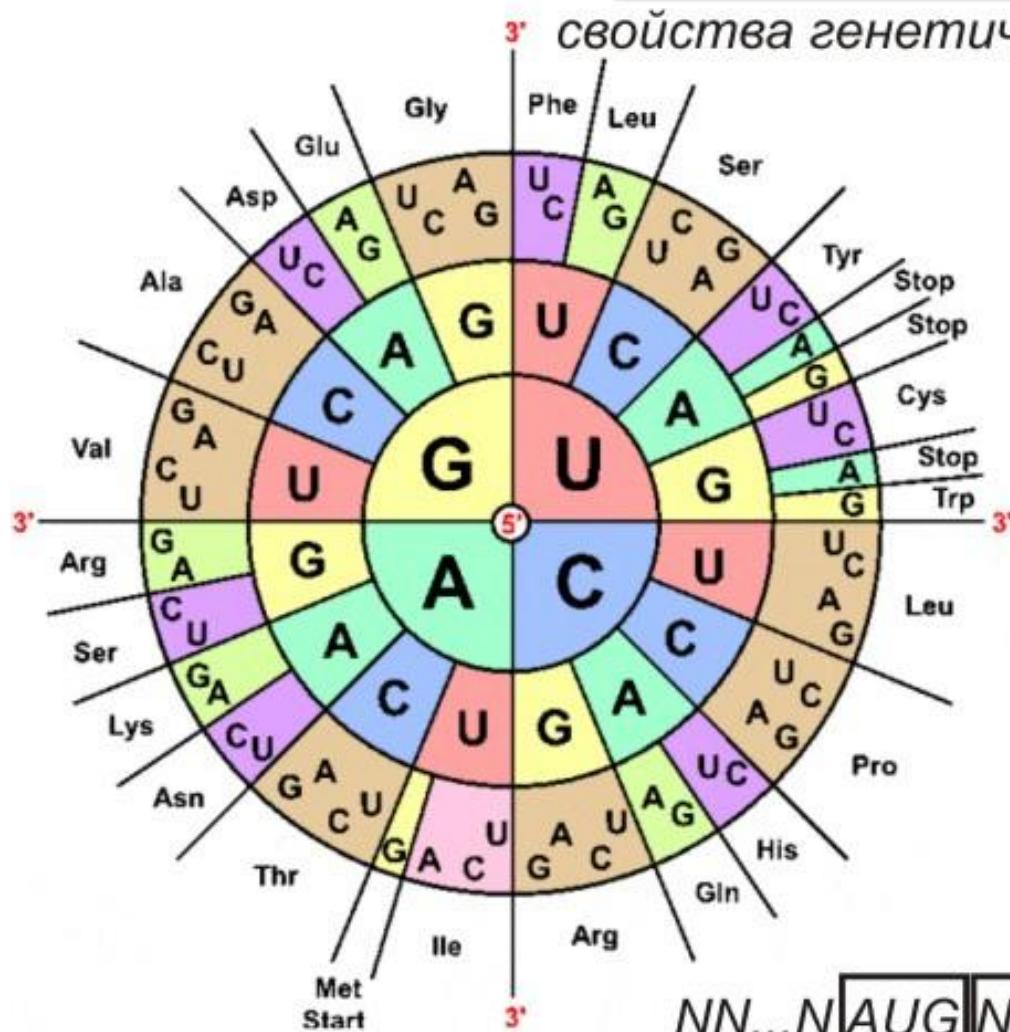
Лекции 8-9

## Генетический код

“перевод” с языка нуклеотидов на язык аминокислот



## Генетический код

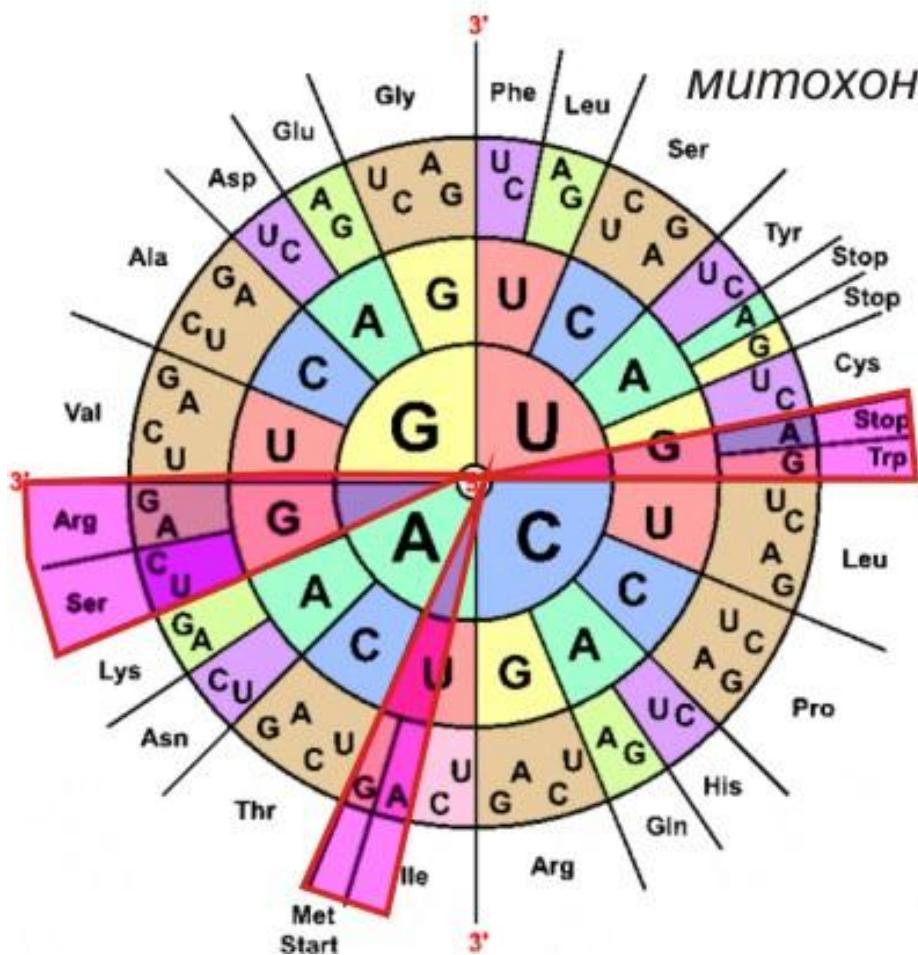


NN...N AUG NNN NNN NNN NNN UGA NN...N

## Генетический код

вариации генетического кода

*C. albicans*



*Leu CUG*

→ Ser

Stop UGA

→ Trp

Ile AUA

→ Met

Leu CUA

→ Thr

Arg AGA

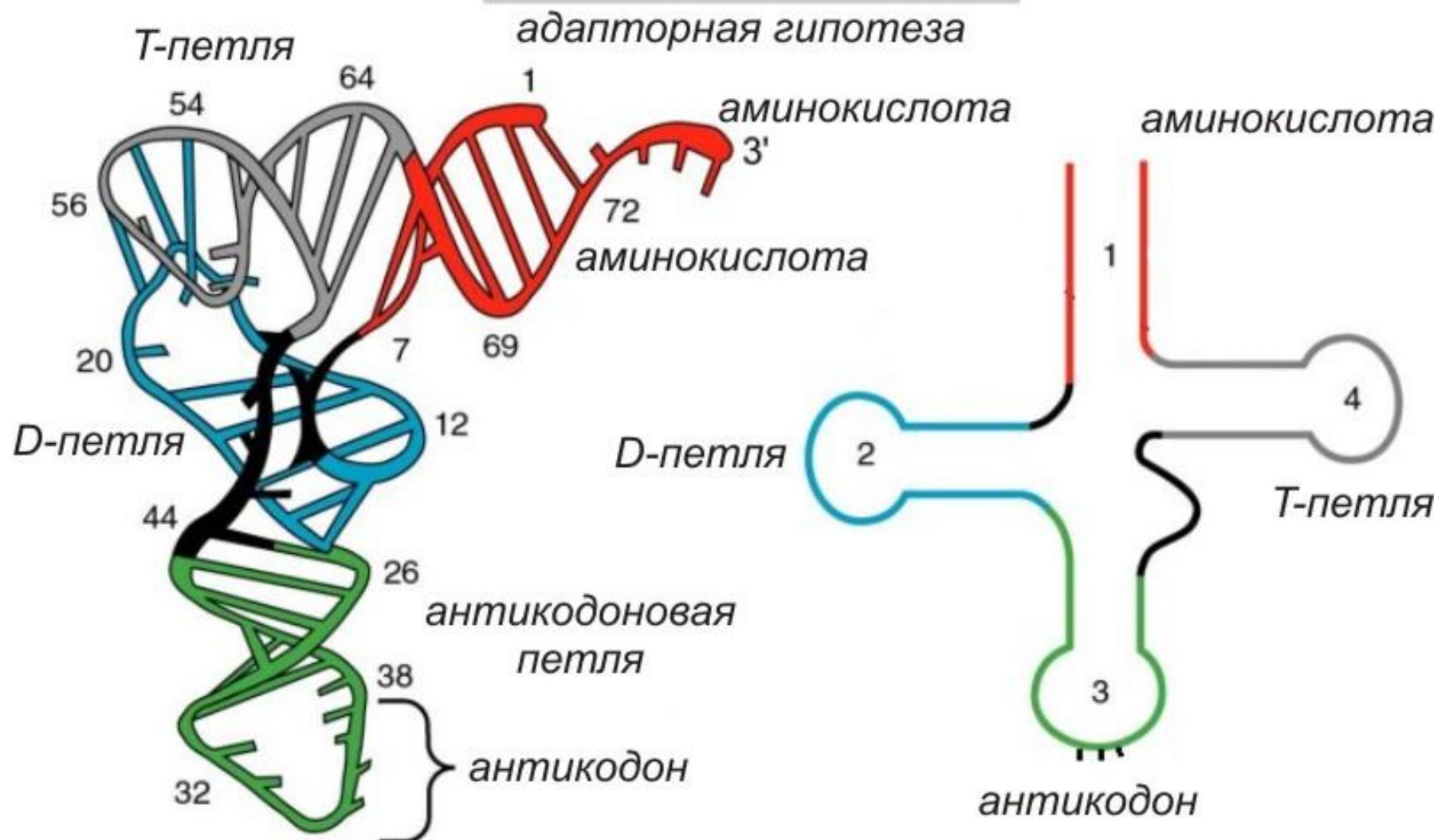
→ Stop, Ser

Arg AGG

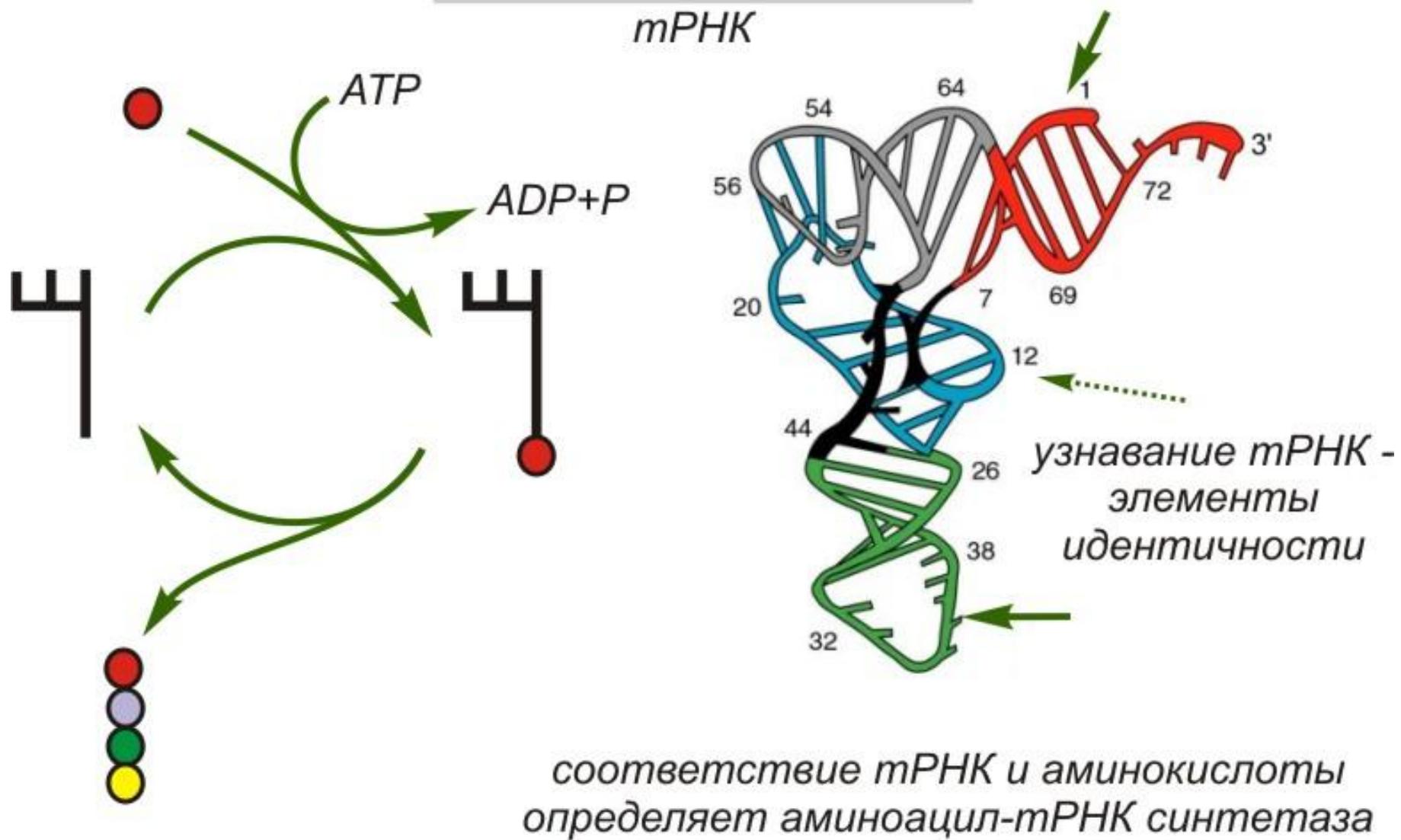
→ Stop, Ser

многие вариации  
генетического кода  
упрощают его

## Генетический код



## Генетический код



## Генетический код

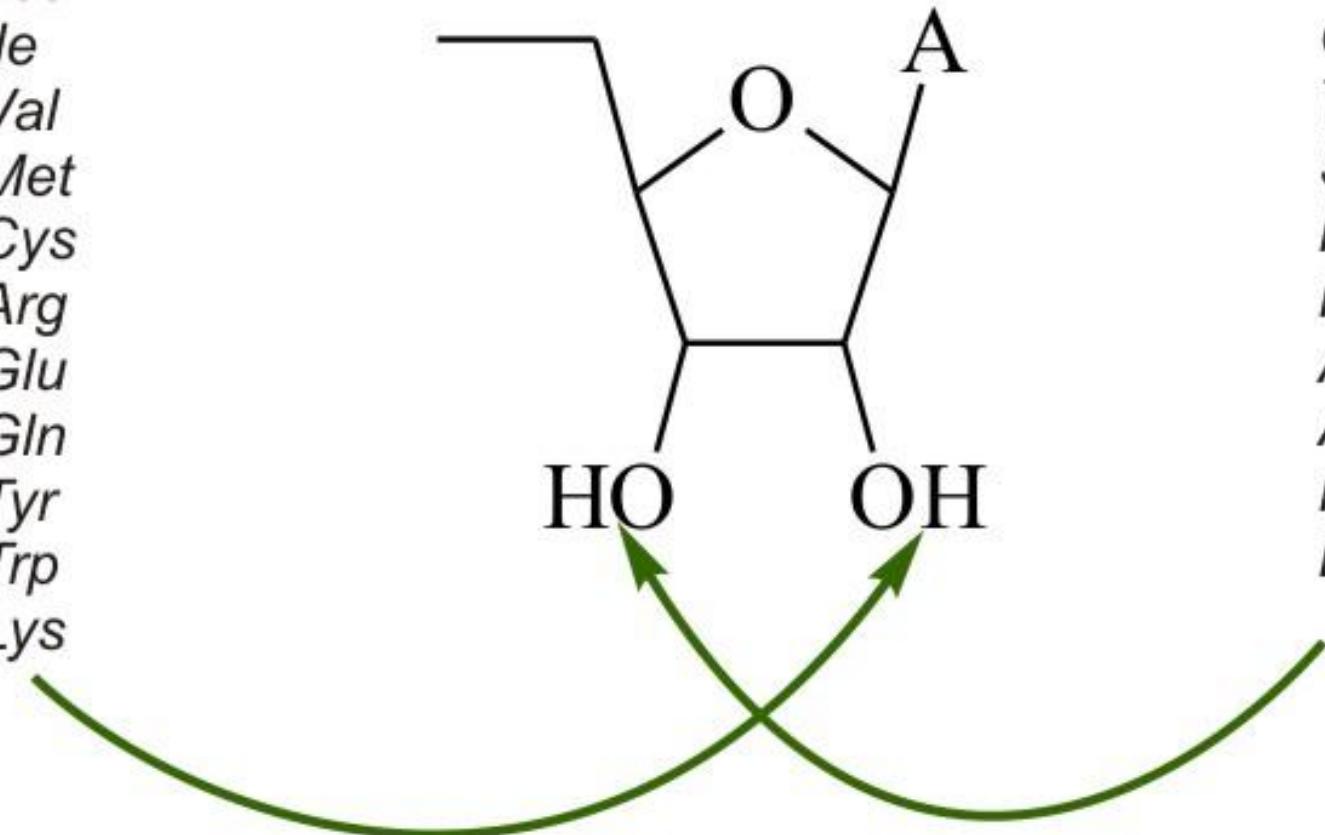
аминоацил-тРНК синтетазы

класс I

Leu  
Ile  
Val  
Met  
Cys  
Arg  
Glu  
Gln  
Tyr  
Trp  
Lys

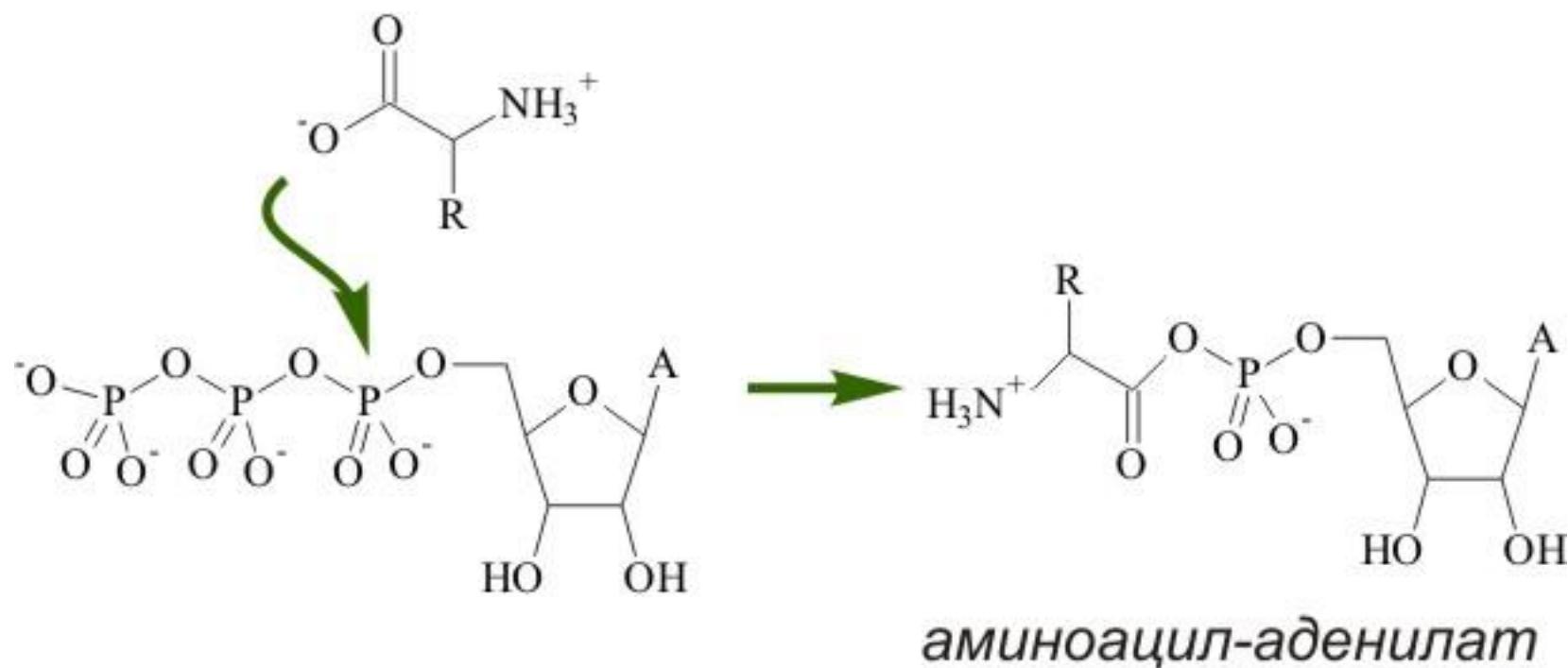
класс II

Ala  
Gly  
Thr  
Ser  
Pro  
His  
Asp  
Asn  
Phe  
Lys



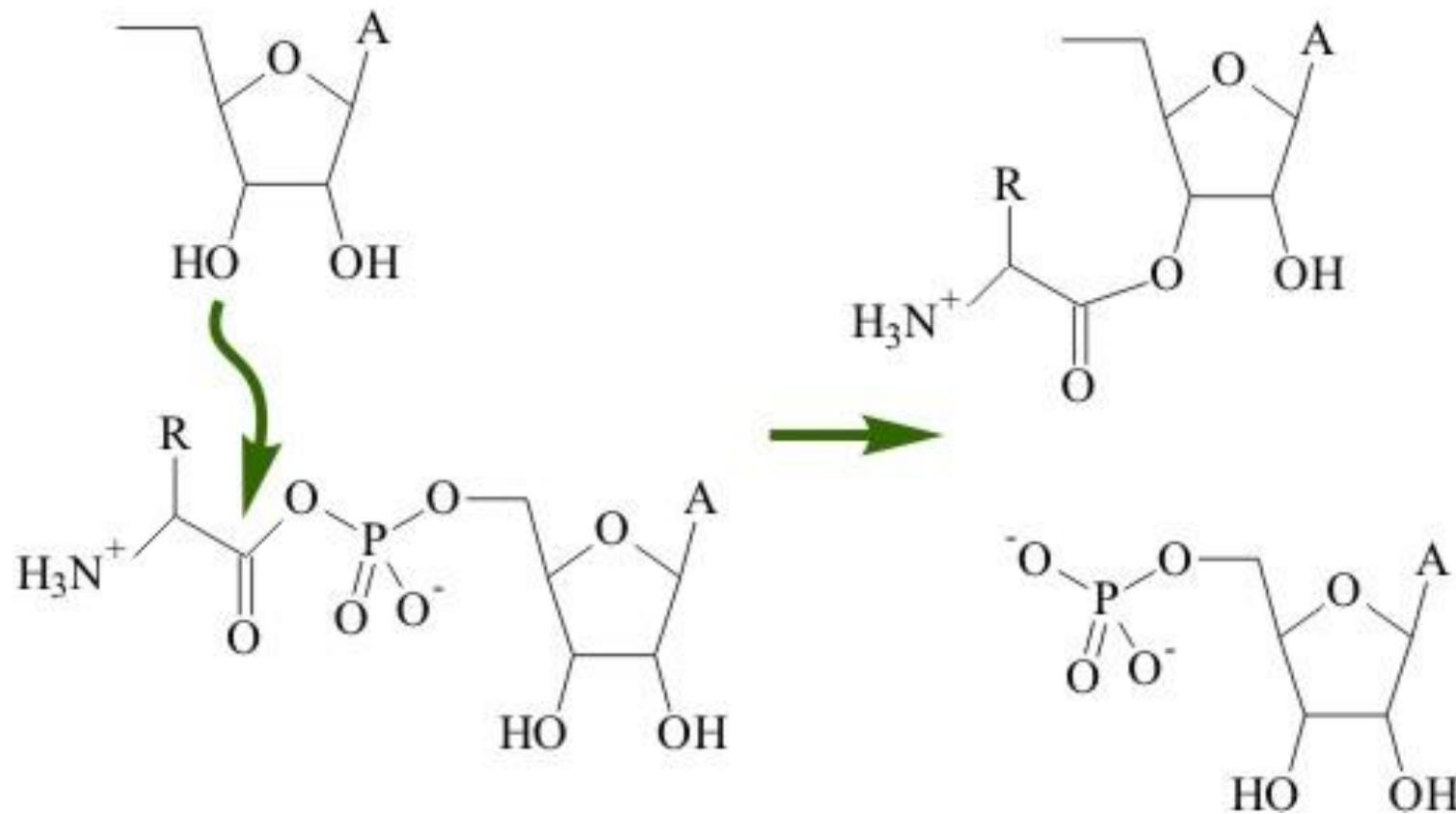
## Генетический код

аминоацил-тРНК синтетазы: механизм реакции



## Генетический код

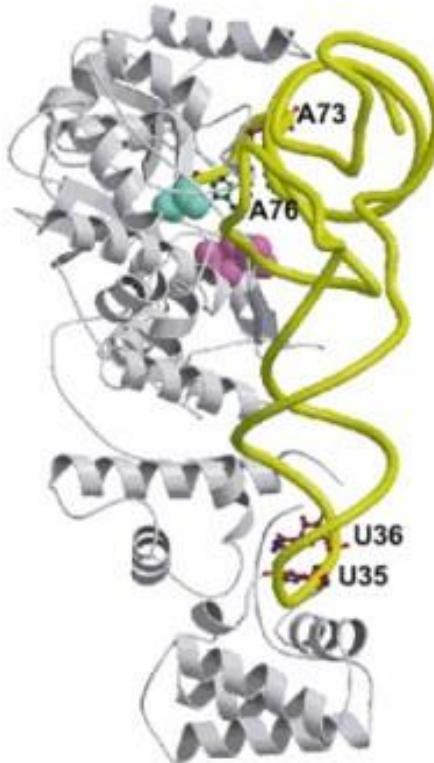
аминоацил-тРНК синтетазы: механизм реакции



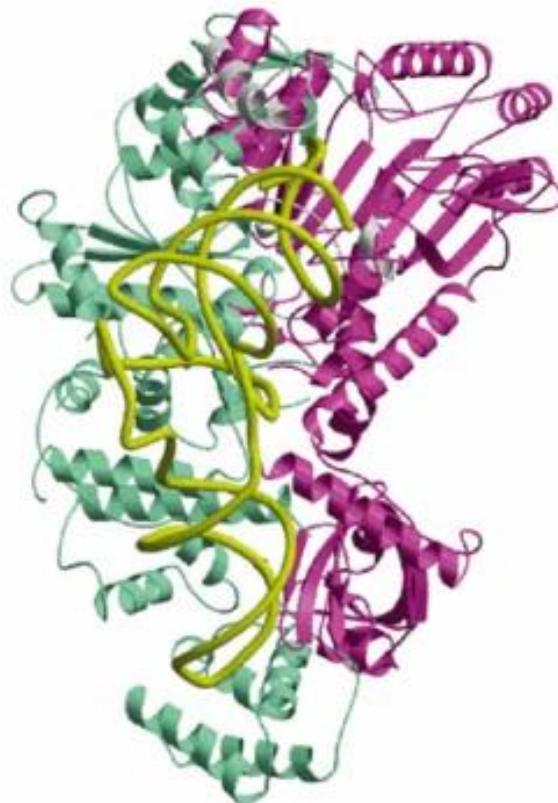
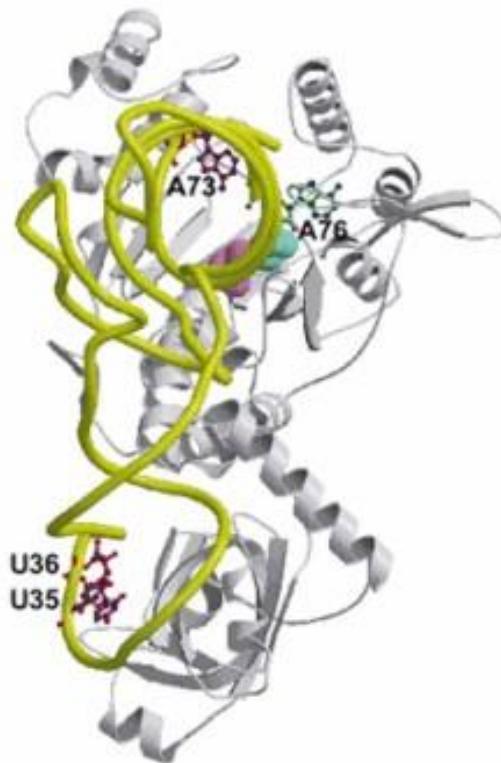
## Генетический код

“структурная комплементарность” аминоацил-*tRNA* синтетаз I и II классов на примере LysRS

класс I

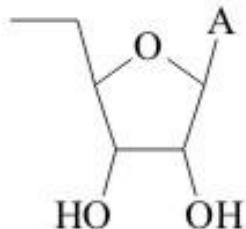
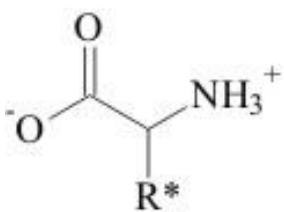
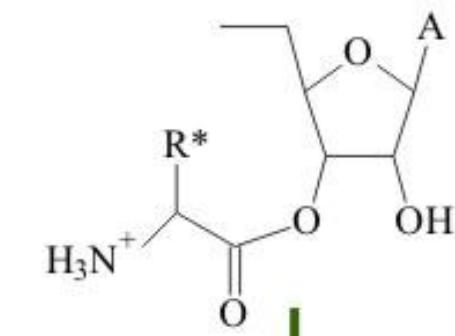


класс II

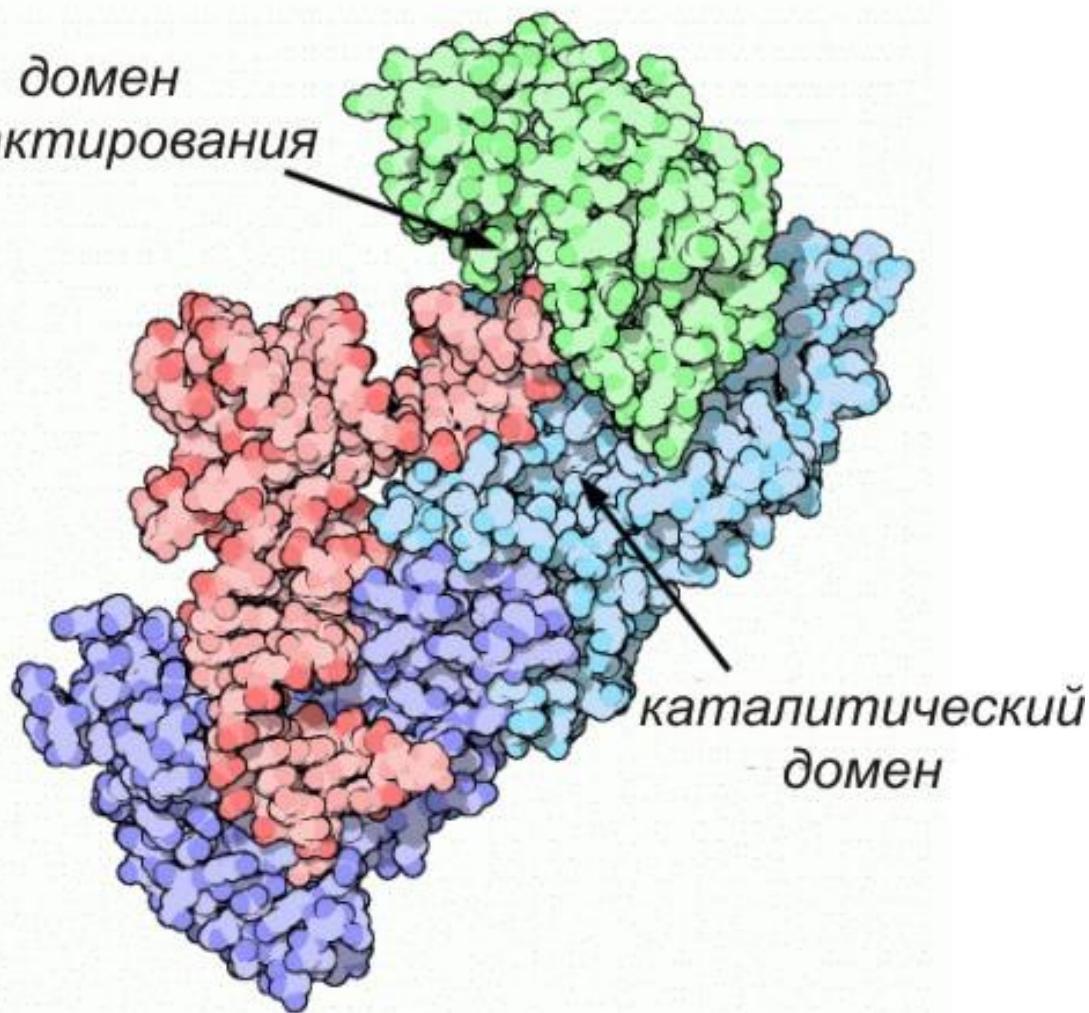


## Генетический код

аминоацил-tРНК синтетазы: редактирование



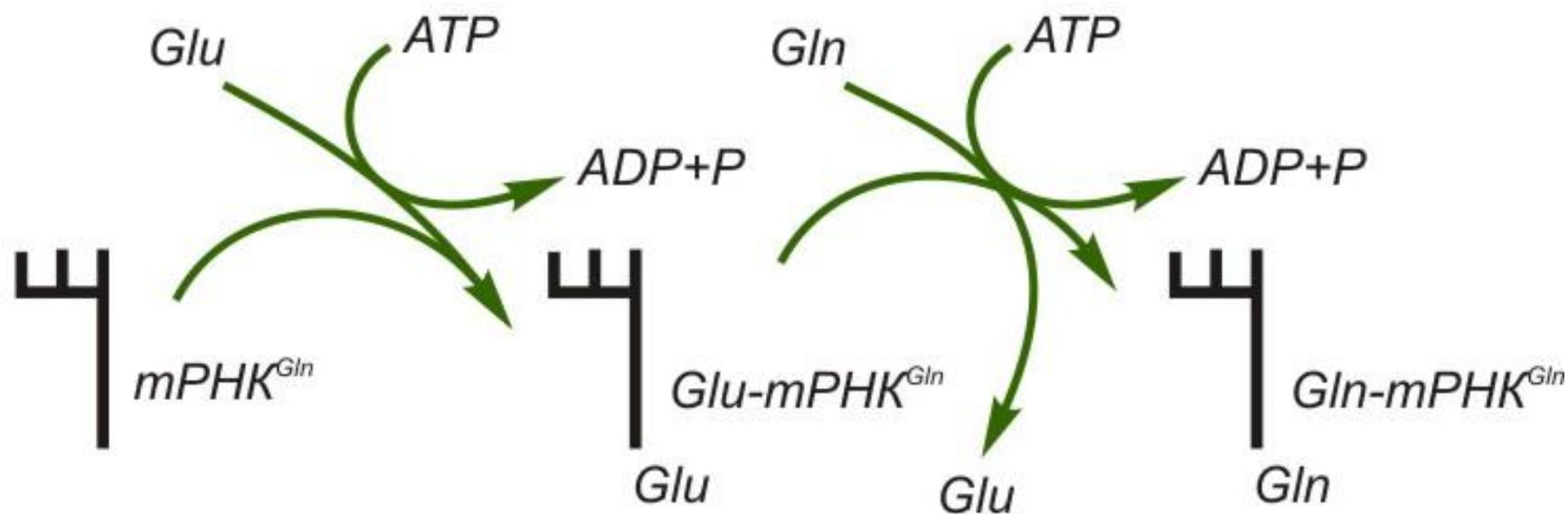
домен  
редактирования



катализитический  
домен

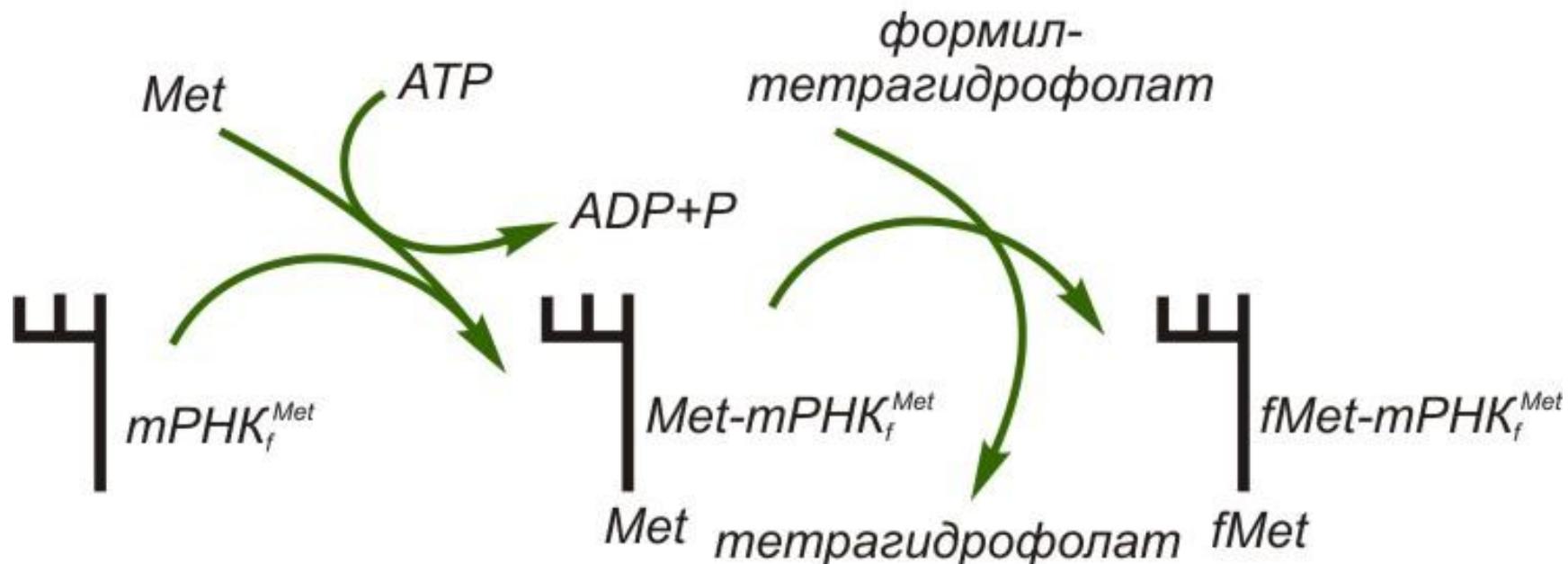
## Генетический код

У некоторых организмов (грам-положительные бактерии, археи)  
 $\text{Asn-mPHK}^{\text{Asn}}$  и  $\text{Gln-mPHK}^{\text{Gln}}$   
образуются особым образом



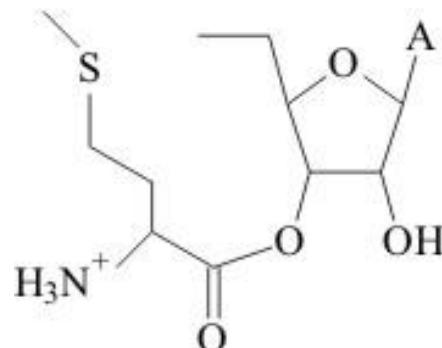
## Генетический код

инициаторная  $f\text{Met-mPHK}_f^{\text{Met}}$  бактерий  
также образуются особым образом

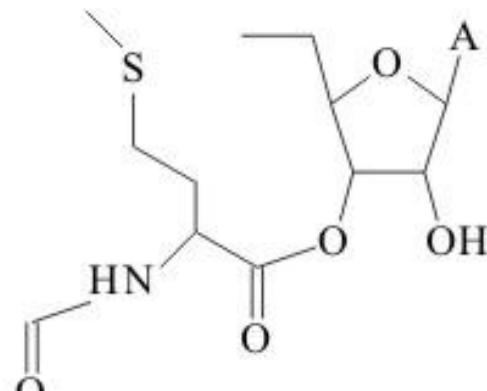


## Генетический код

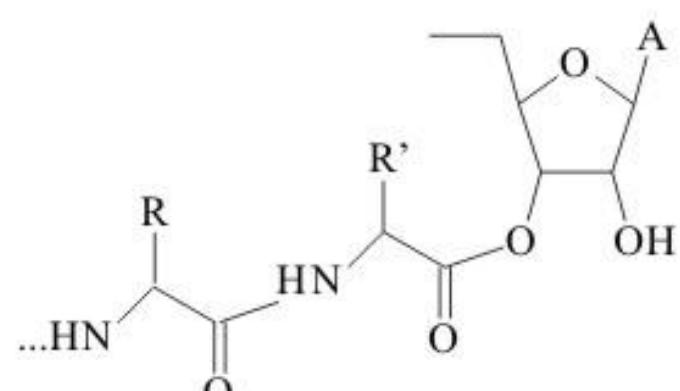
инициаторная  $fMet\text{-}mRNA_f^{Met}$   
похожа на пептидил- $mRNA$ , а не на аминоацил- $mRNA$



$Met\text{-}mRNA^{Met}$



$fMet\text{-}mRNA_f^{Met}$



пептидил- $mRNA$

## Рибосома

состав

малая субчастица

16S pРНК (1542 н.)

21 белок (S1-S21)

большая субчастица

23S pРНК (2904 н.)

5S pРНК (120 н.)

30 белков (L1-L36)

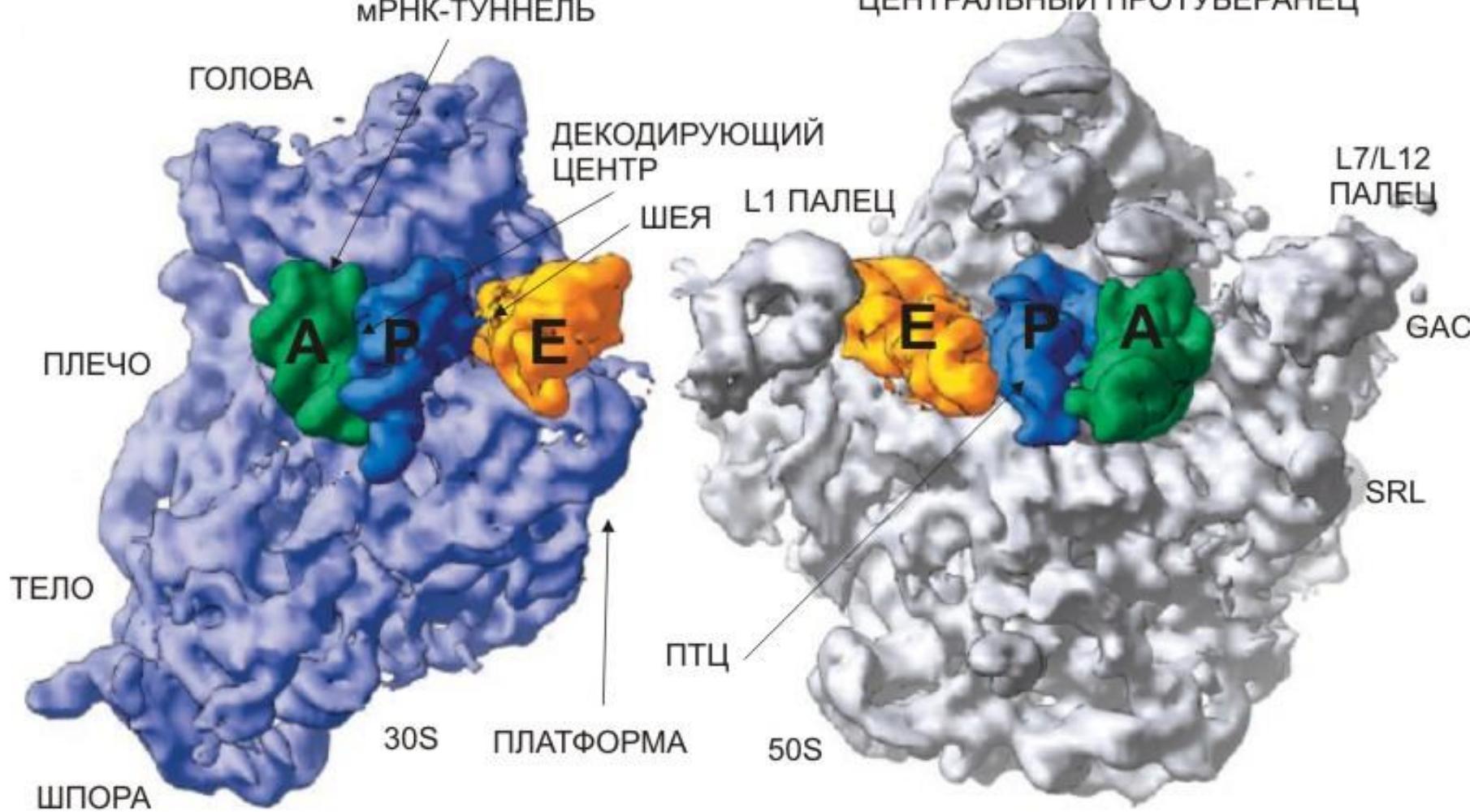
основная функция

декодирование мРНК

синтез белка

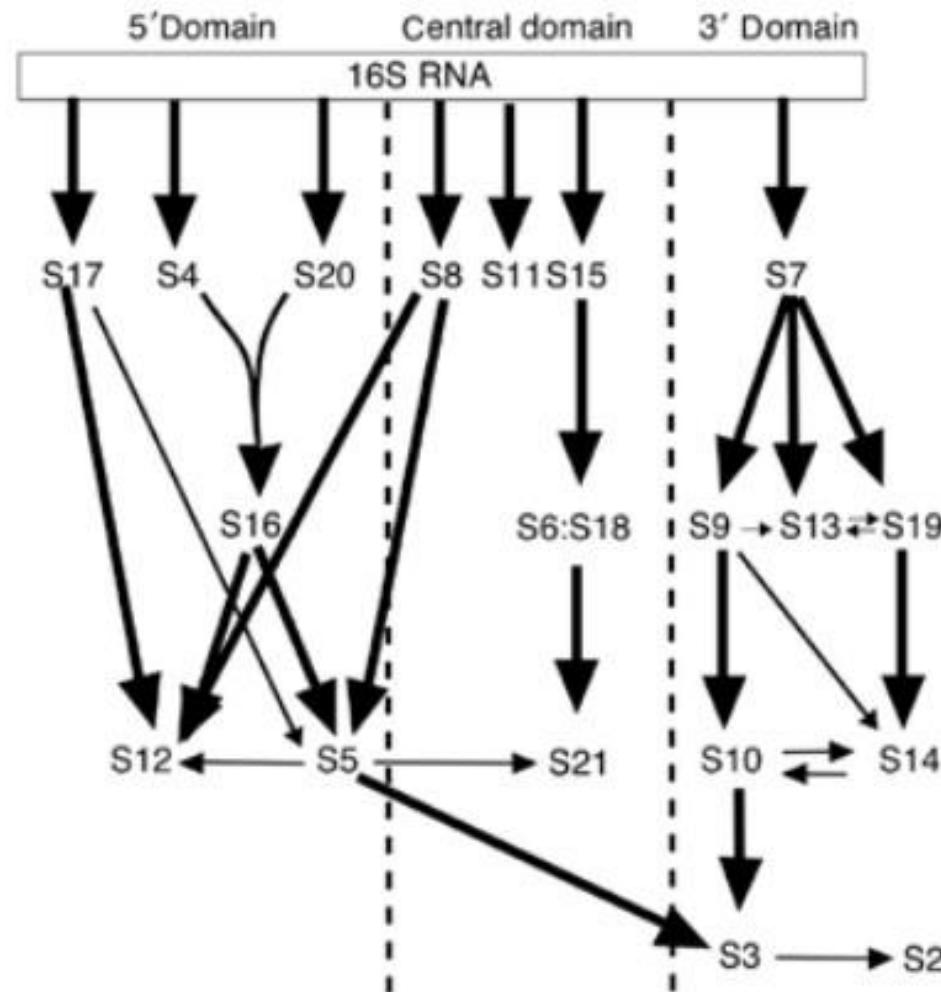
## Рибосома

структура и функциональные центры  
мРНК-ТУННЕЛЬ                            ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ПРОТУБЕРАНЦ



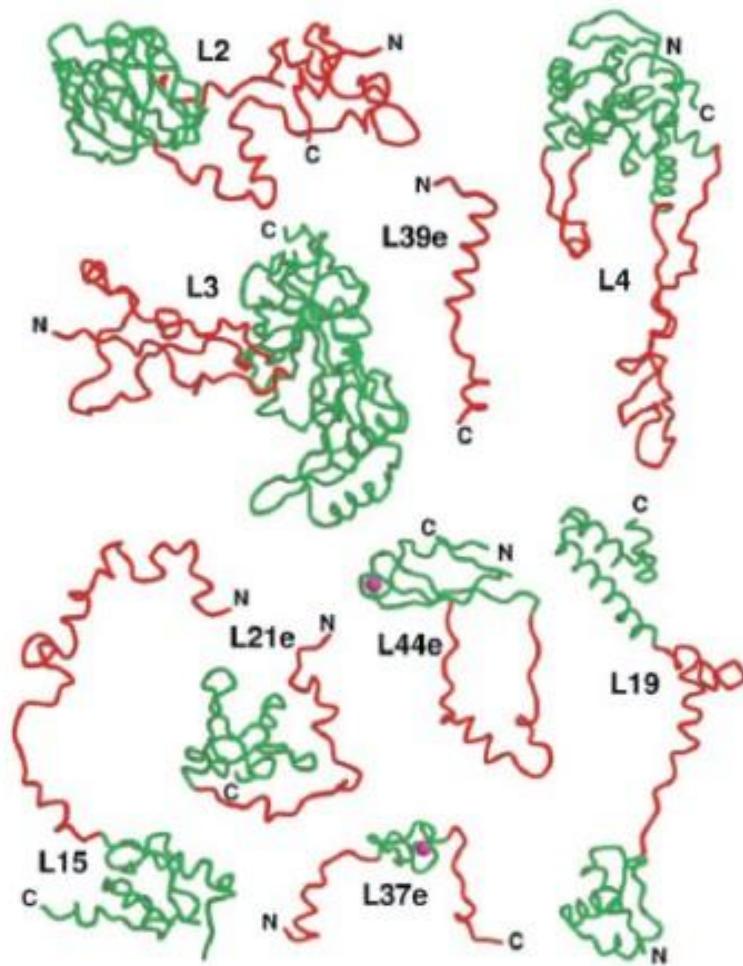
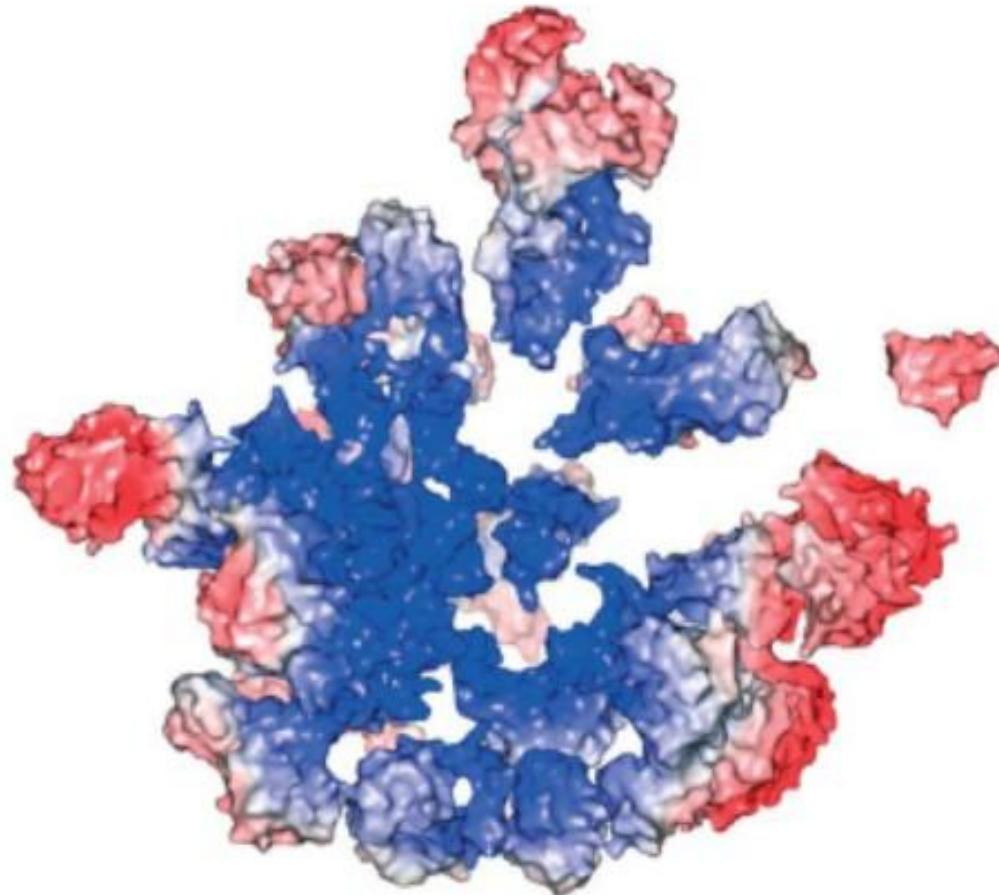
## Рибосома

присоединение белков и модификации РНК происходят в определенном порядке



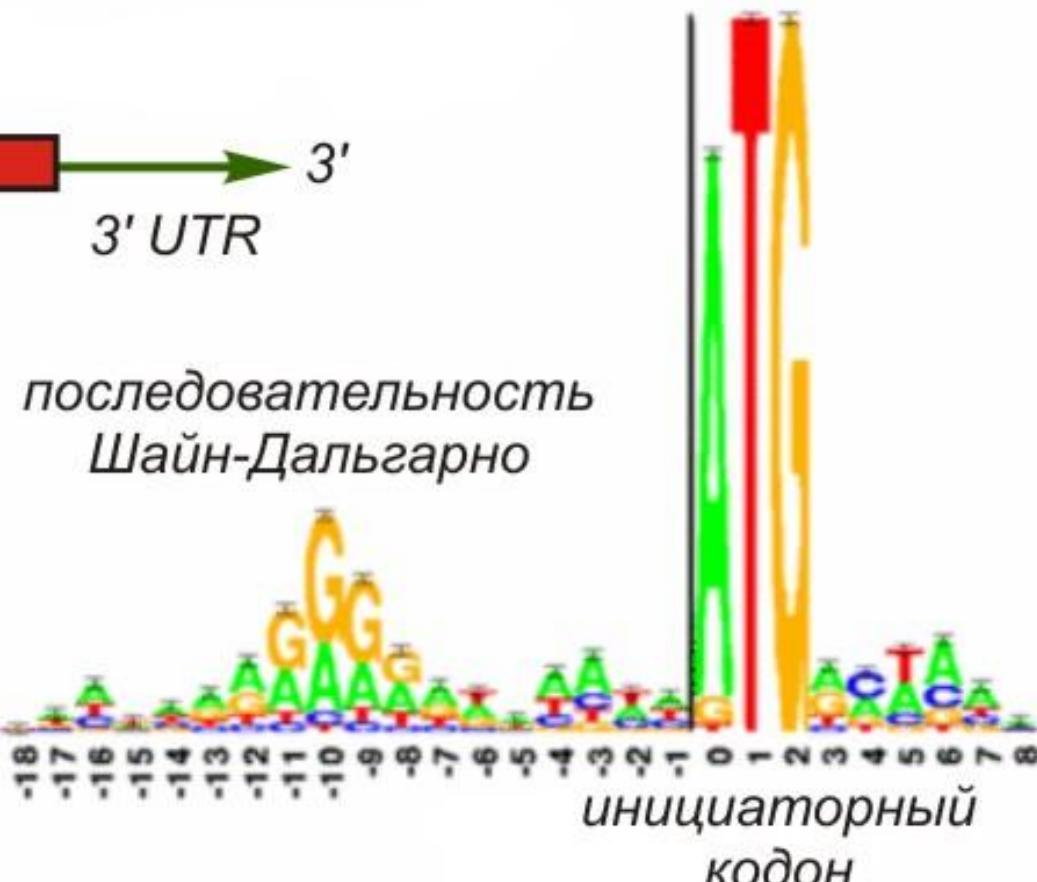
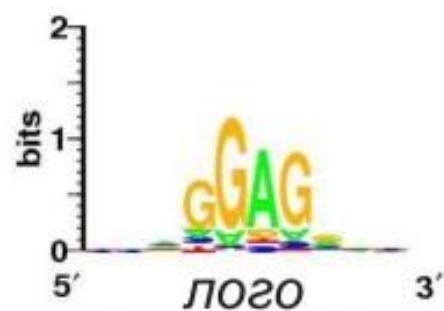
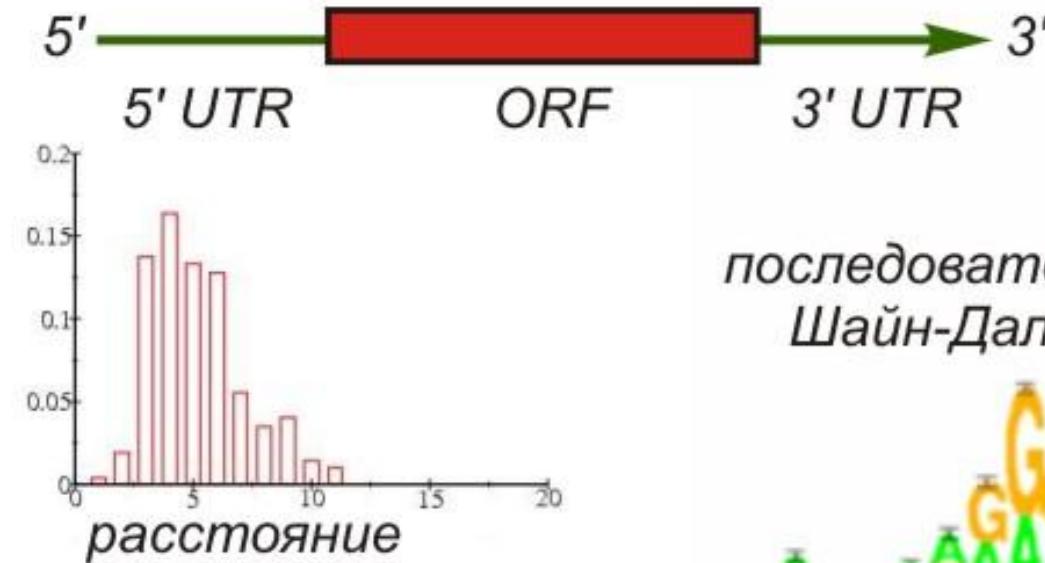
## Рибосома

рибосомные белки (вместе с ионами  $Mg^{2+}$ ) выполняют роль “клея”



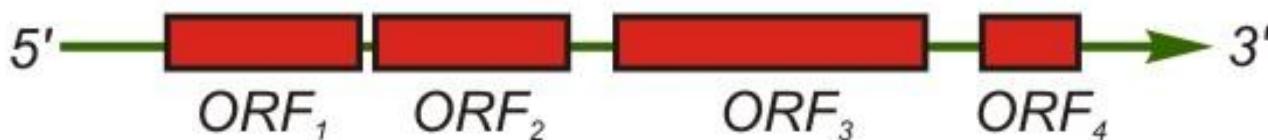
## Инициация трансляции у бактерий

особенности строения мРНК

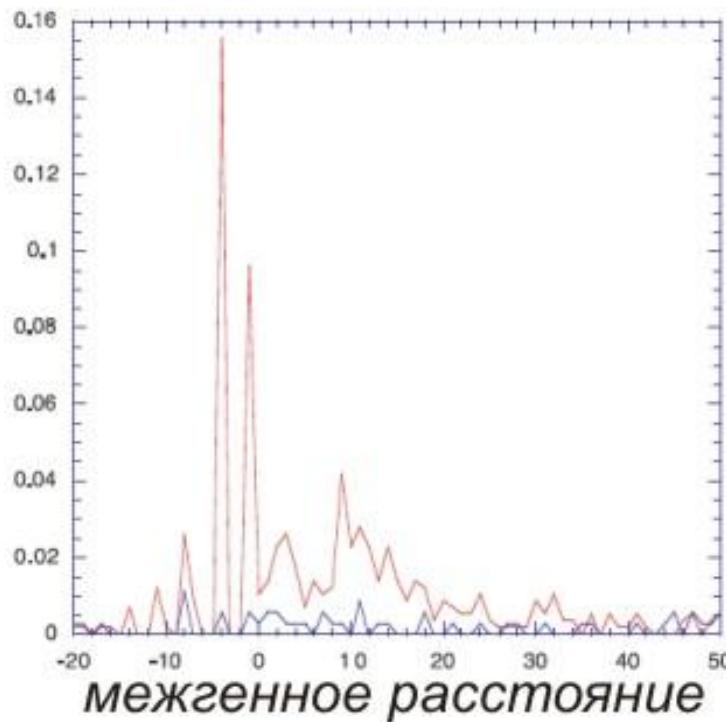
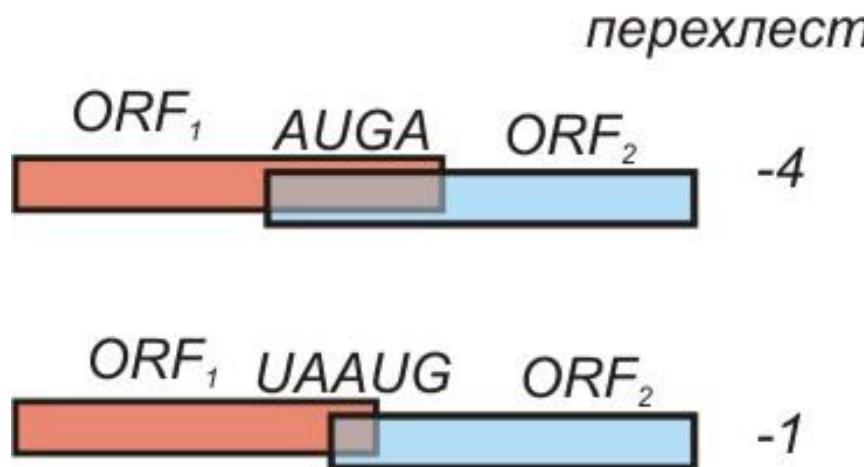


## Инициация трансляции у бактерий

особенности строения мРНК  
полицистронные мРНК (опероны)

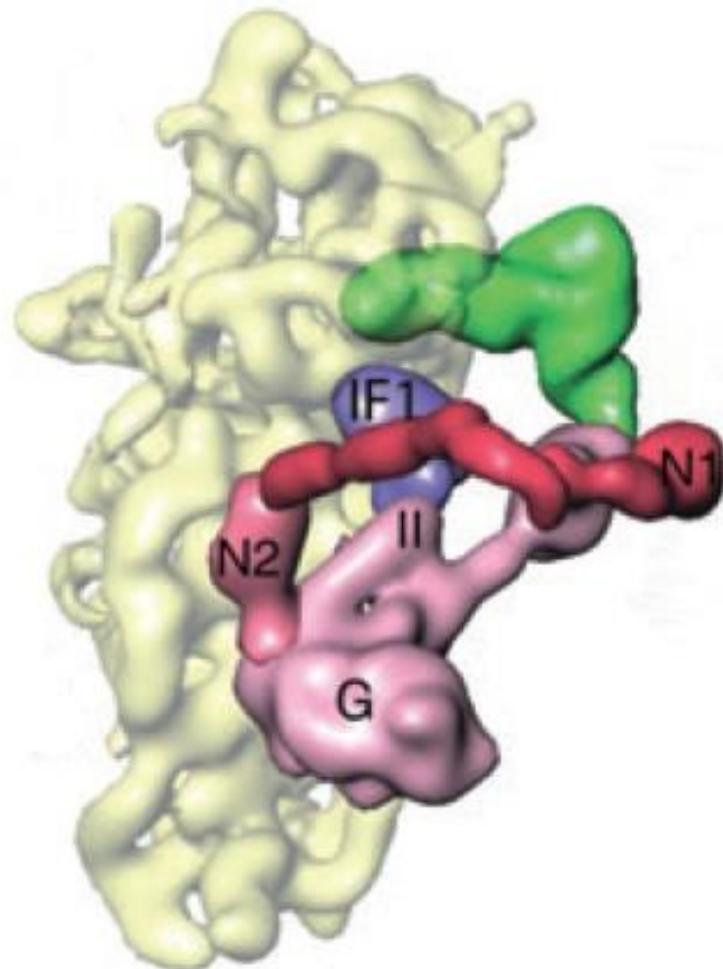
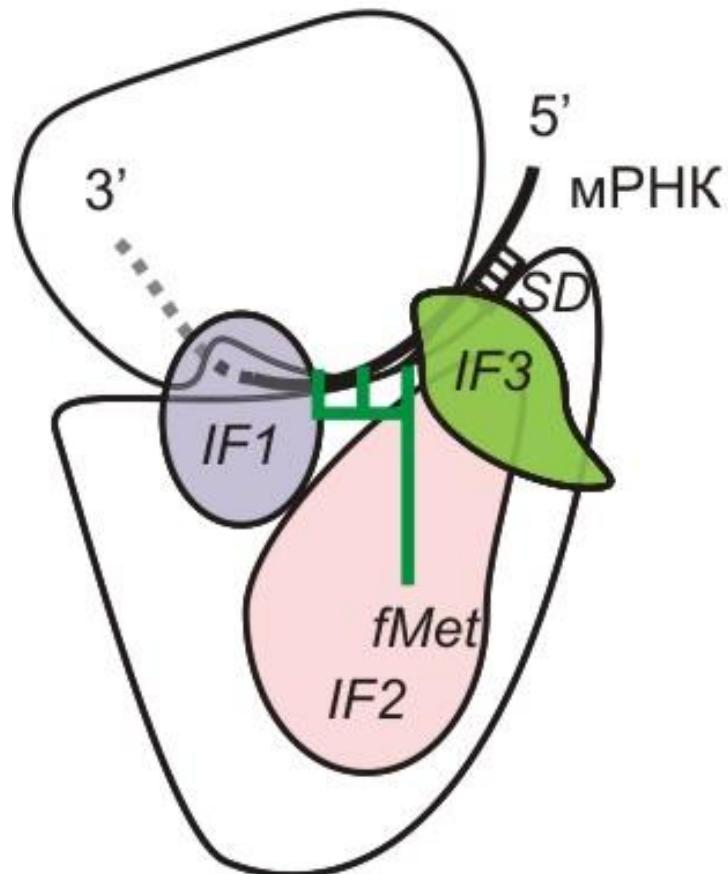


кодирующие области могут “заходить” друг на друга



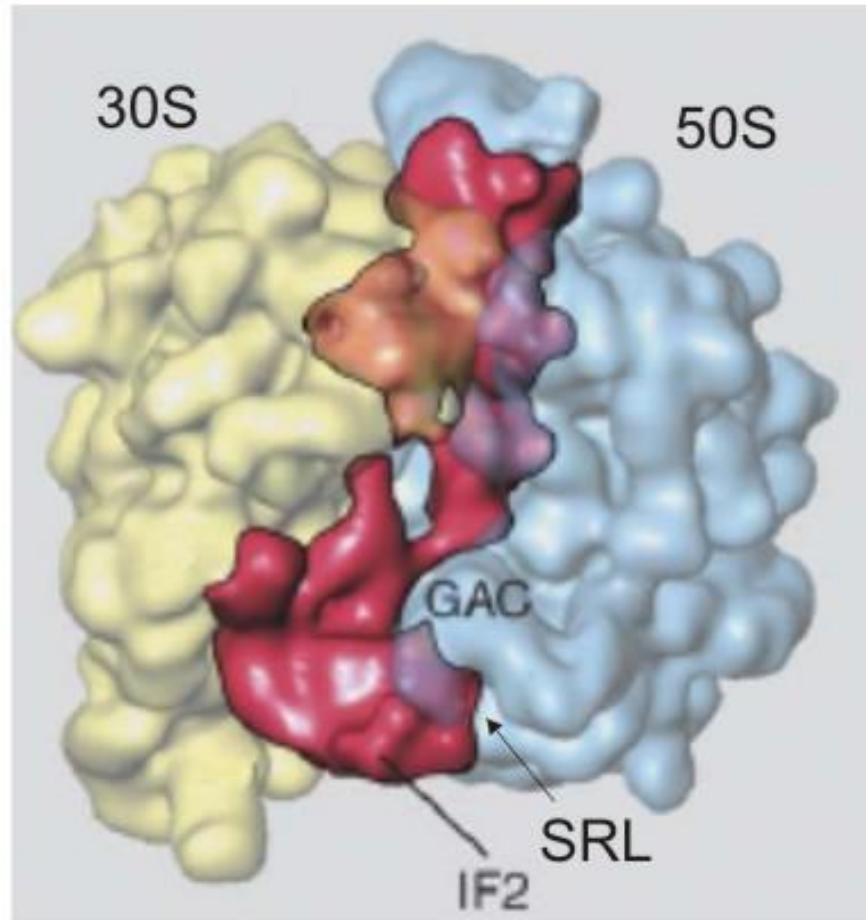
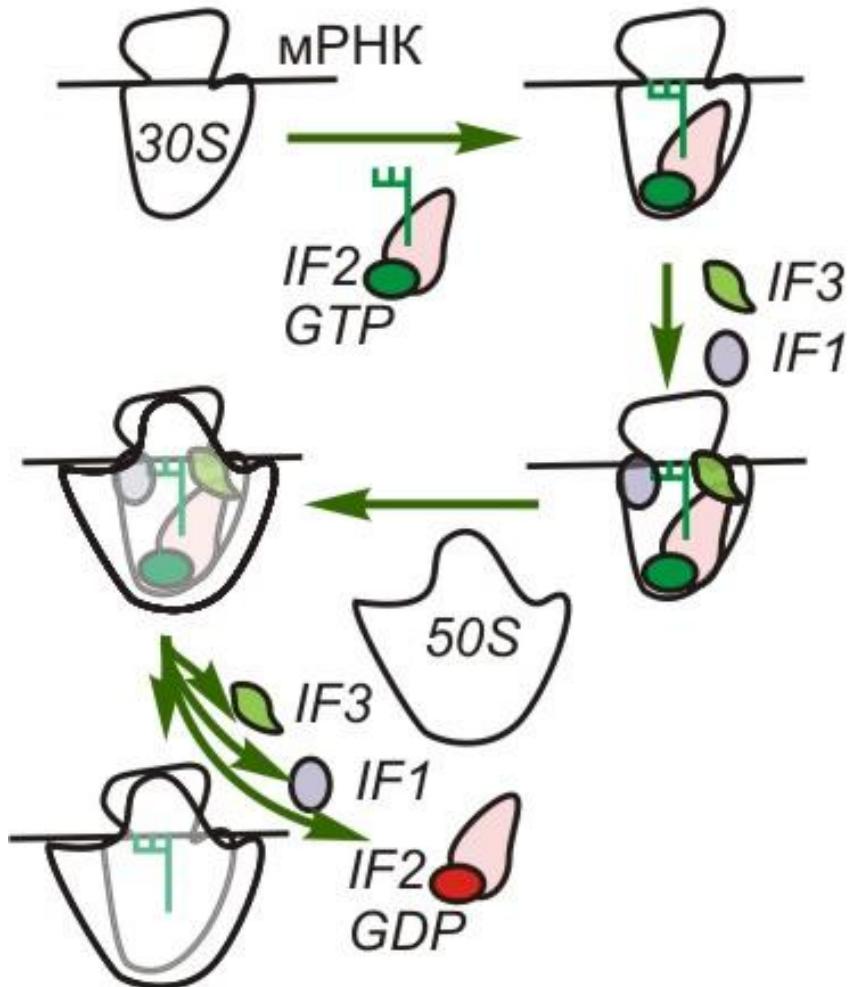
## Инициация трансляции у бактерий

мРНК связывается с малой субчастицей с помощью SD-последовательности и инициаторной тРНК



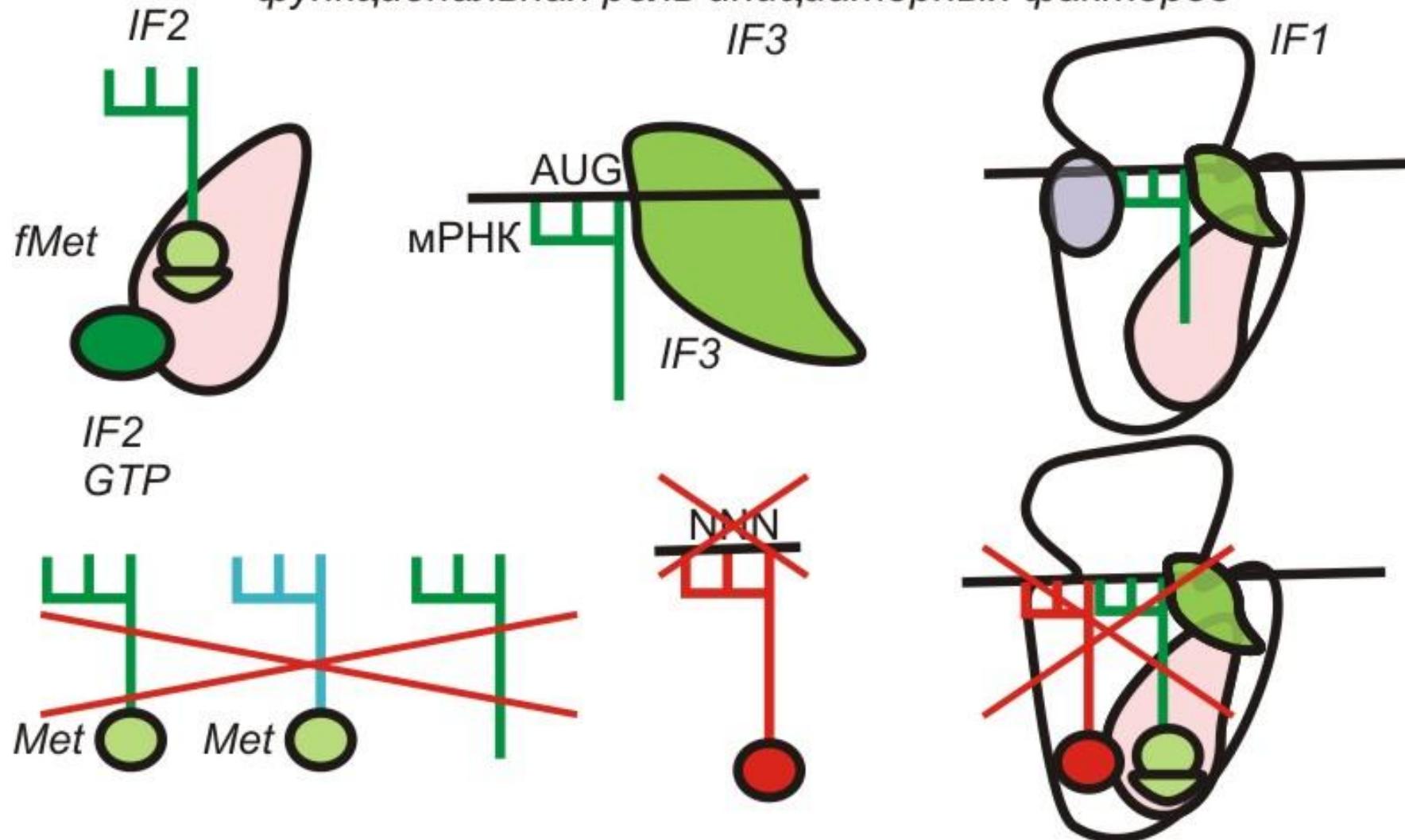
## Инициация трансляции у бактерий

пре-инициаторный комплекс присоединяет большую субчастицу



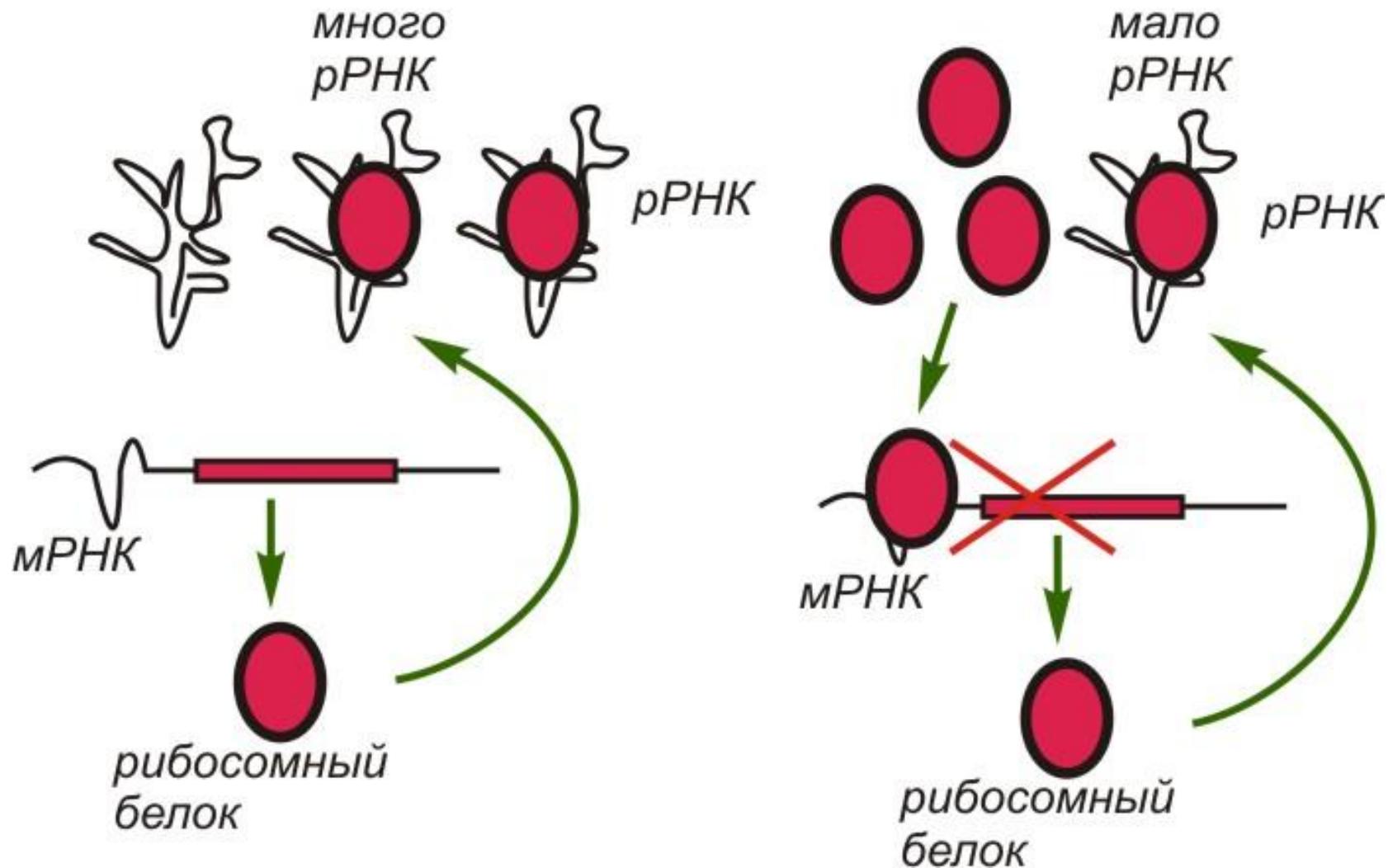
## Инициация трансляции у бактерий

функциональная роль инициаторных факторов



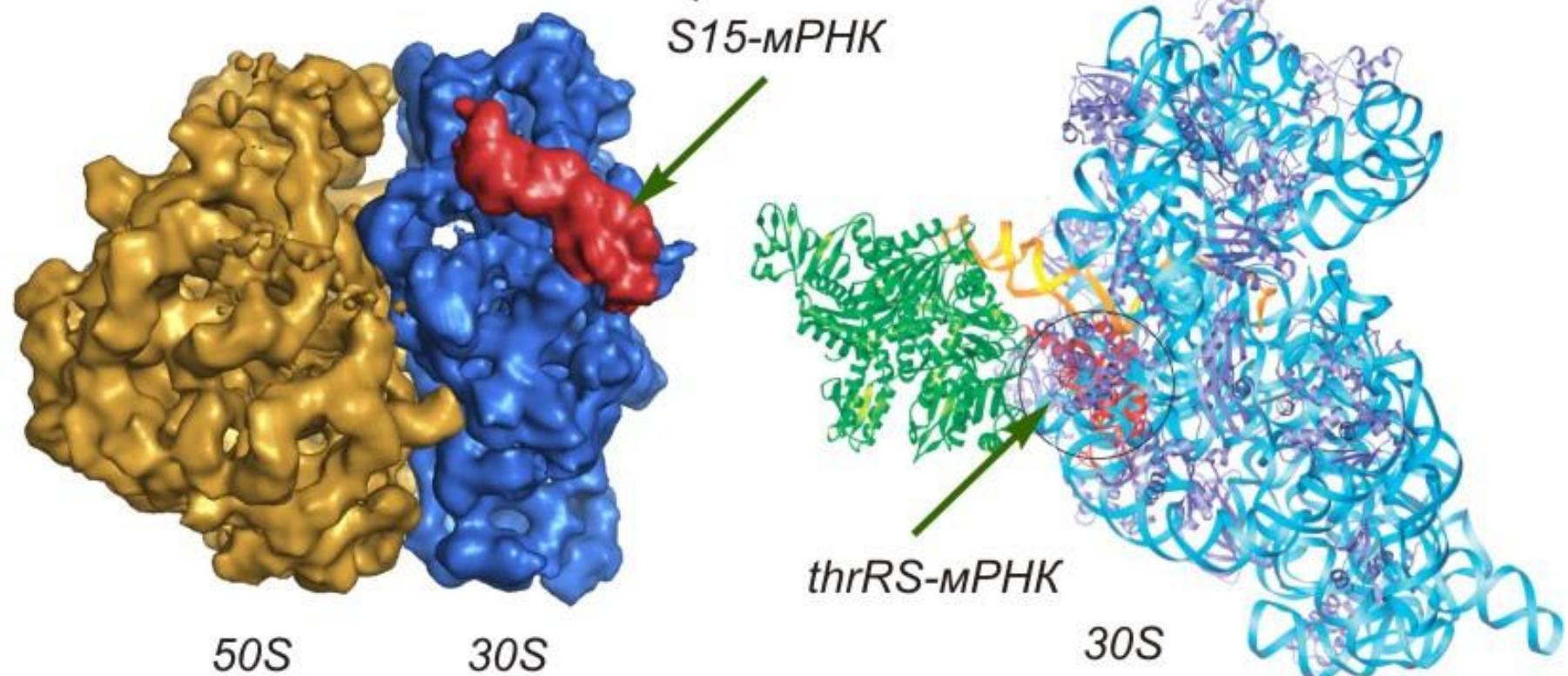
## Инициация трансляции у бактерий

регуляция инициации трансляции: рибосомные белки



## Инициация трансляции у бактерий

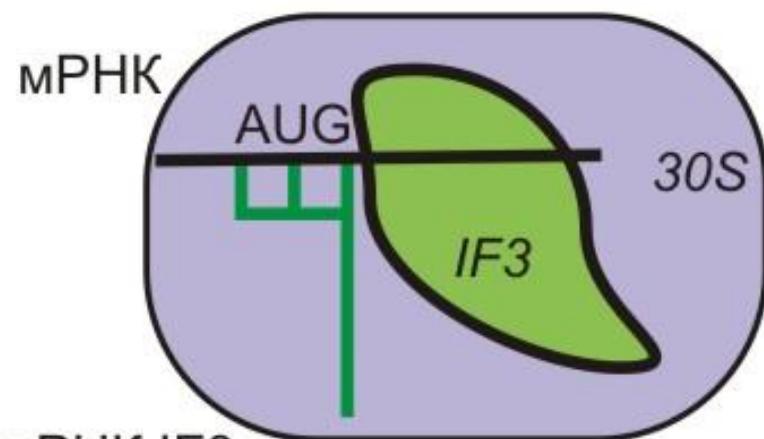
регуляция инициации трансляции  
мРНК-рибосома-белок



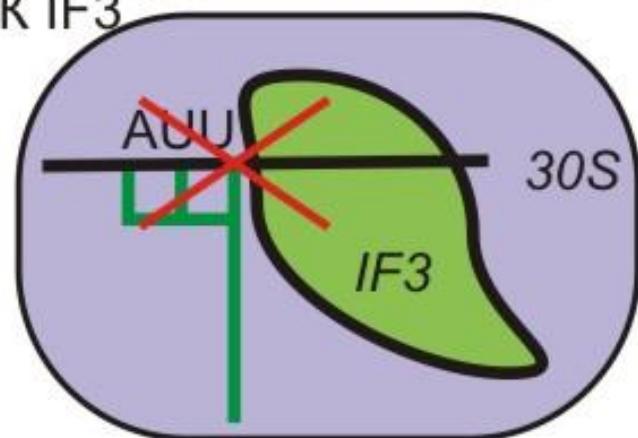
## Инициация трансляции у бактерий

регуляция инициации трансляции мРНК IF3

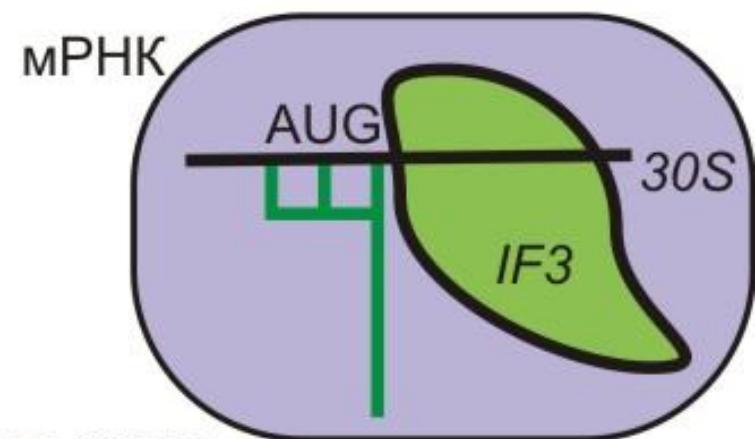
много IF3



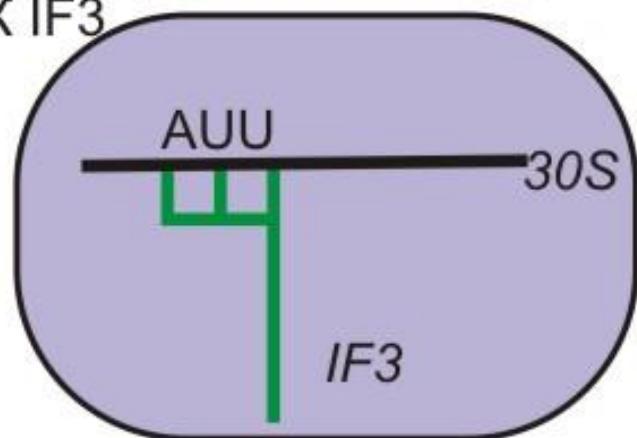
мРНК IF3



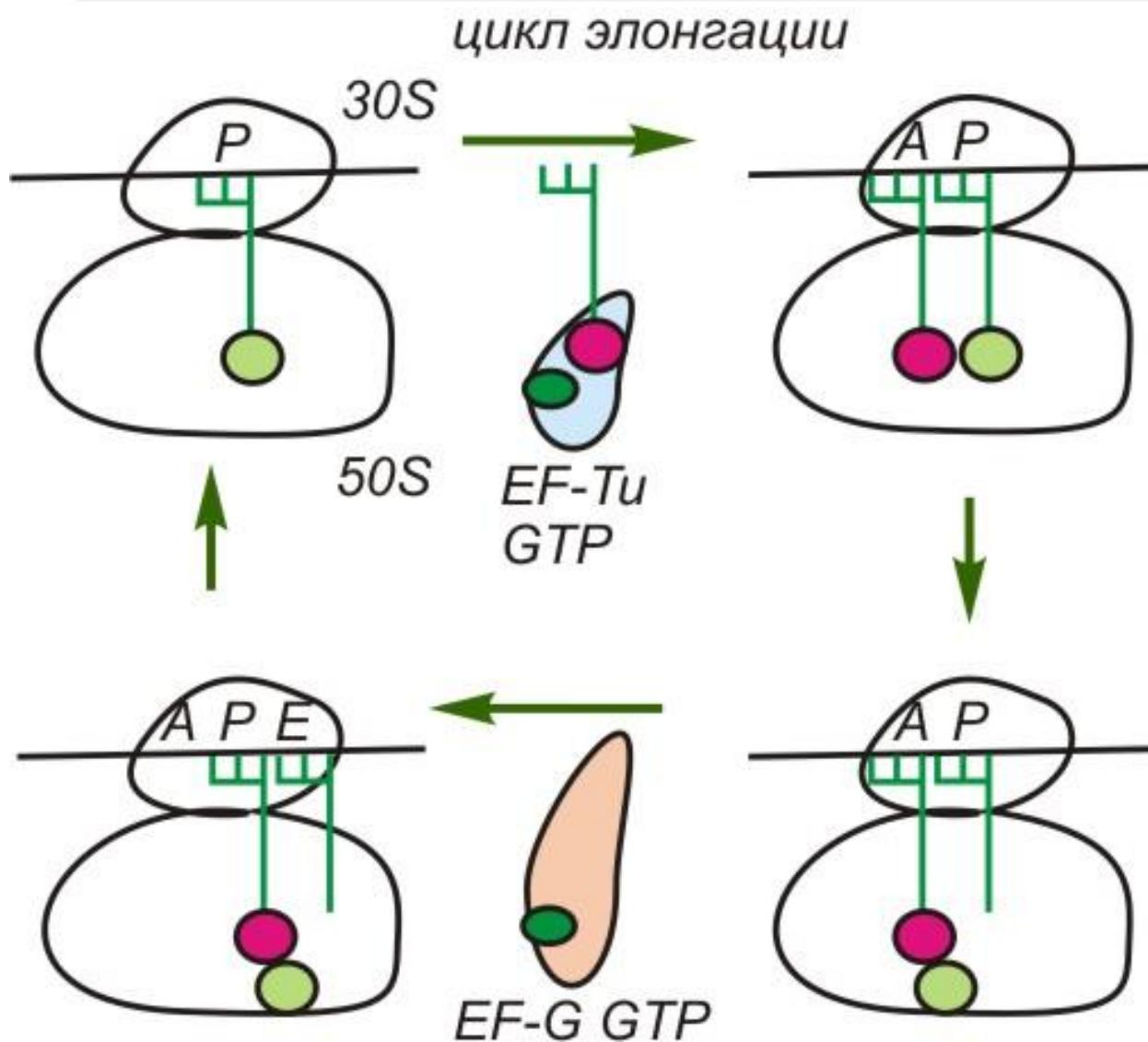
мало IF3



мРНК IF3

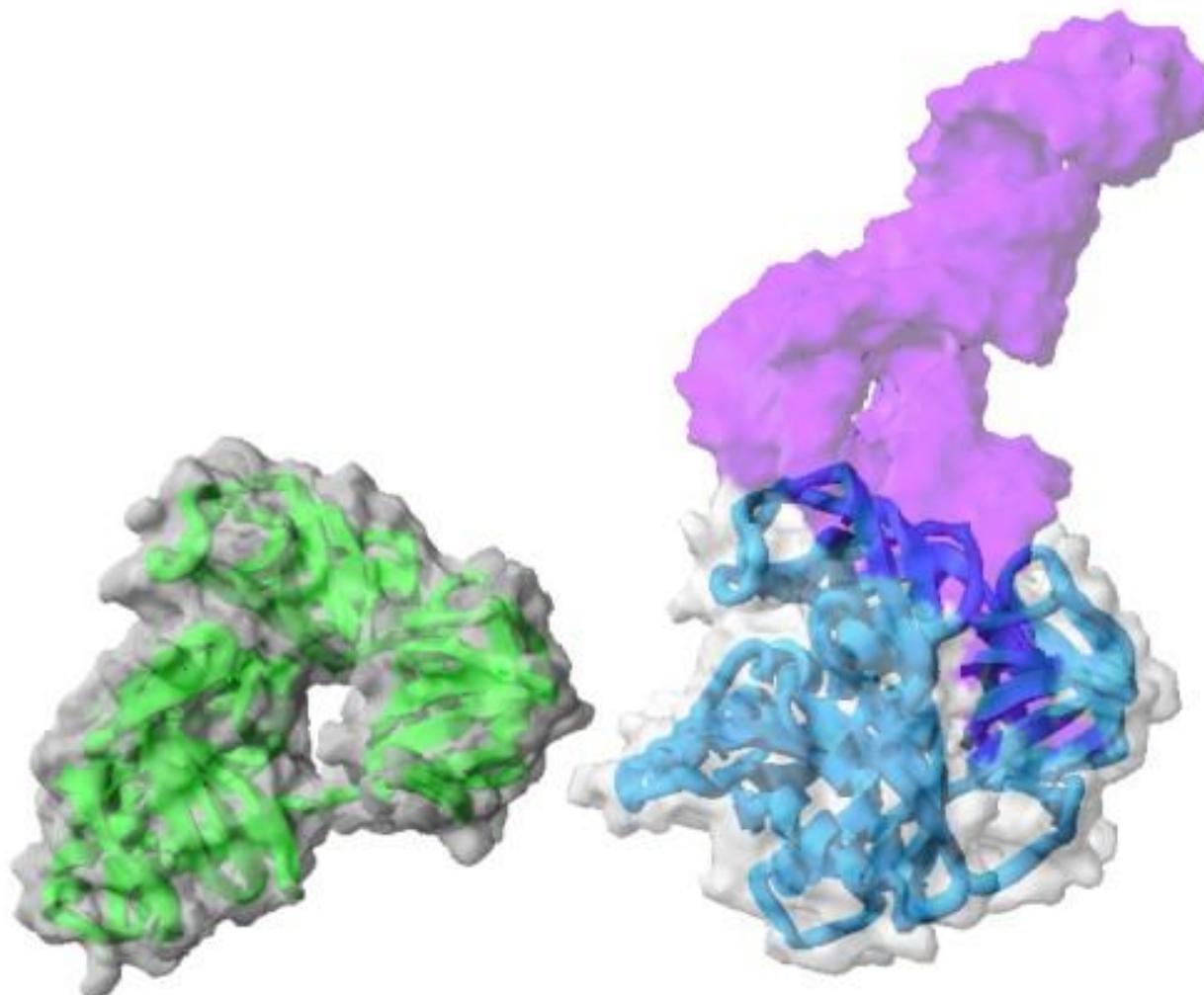


## Элонгация трансляции у бактерий



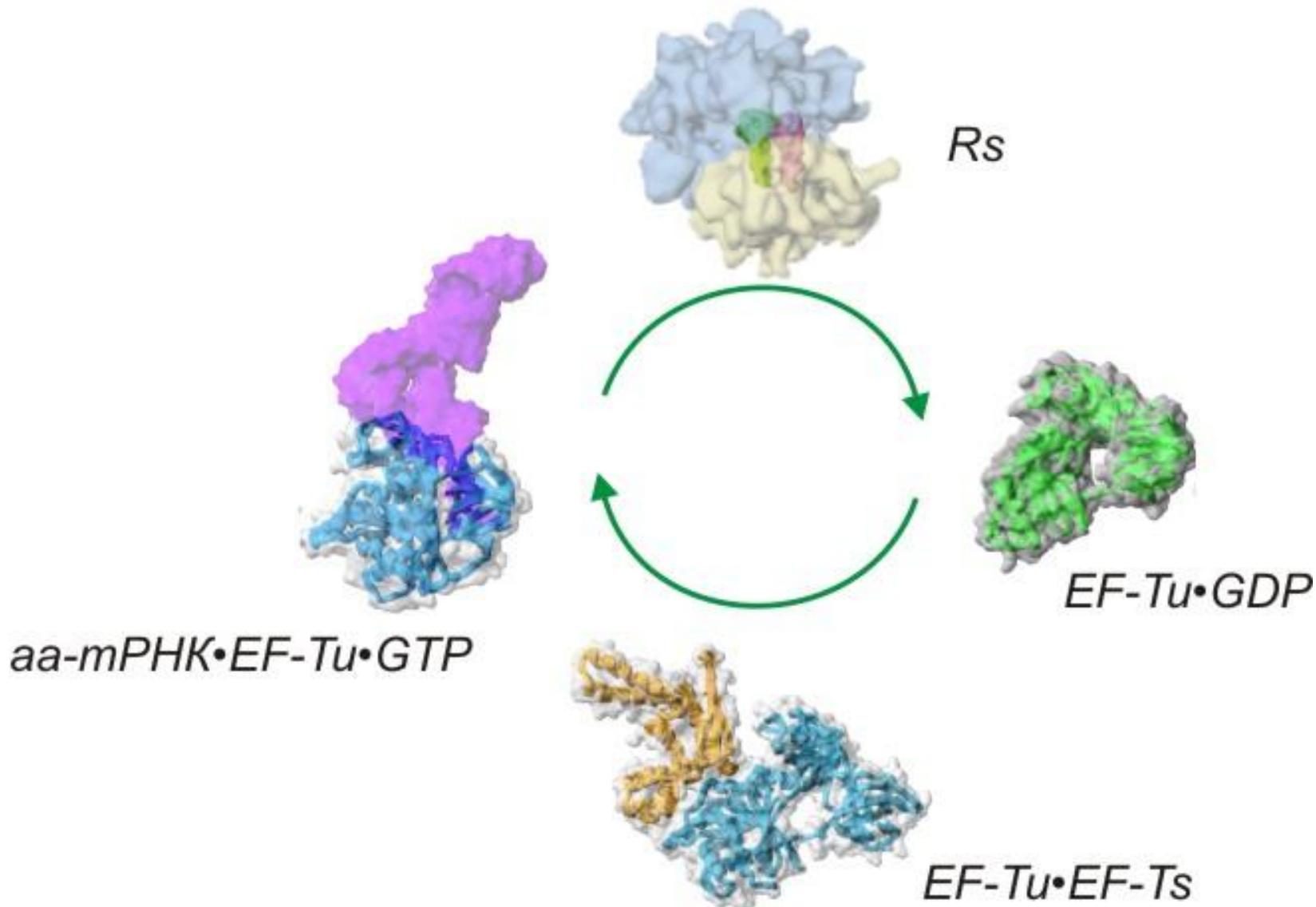
## Элонгация трансляции у бактерий

*EF-Tu* приносит аминоацил-*t*РНК



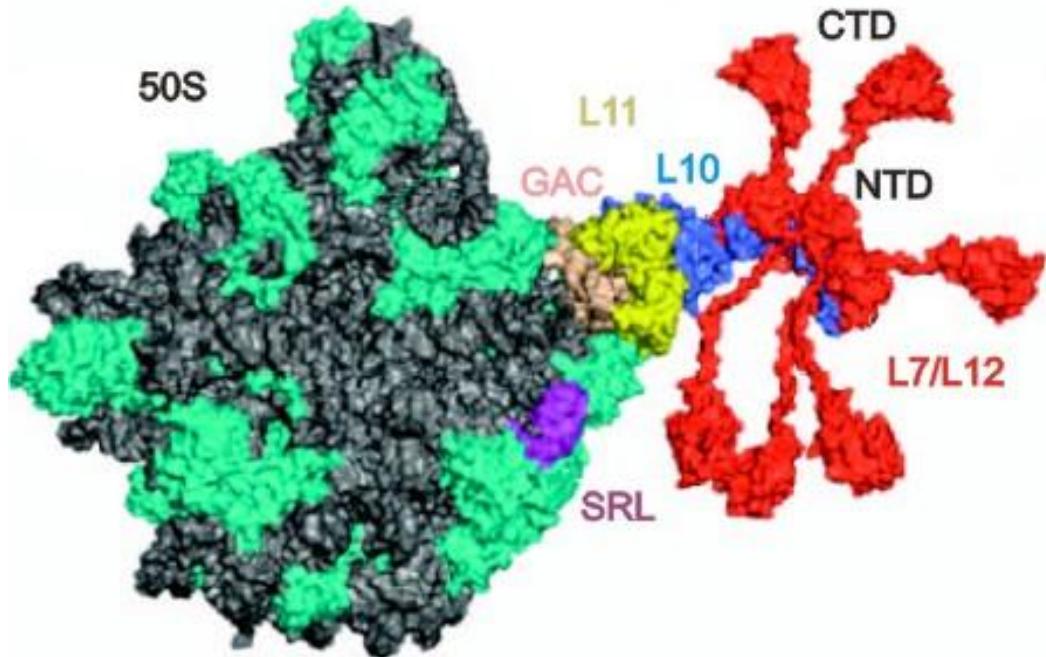
## Элонгация трансляции у бактерий

*EF-Tu* типичный G-белок



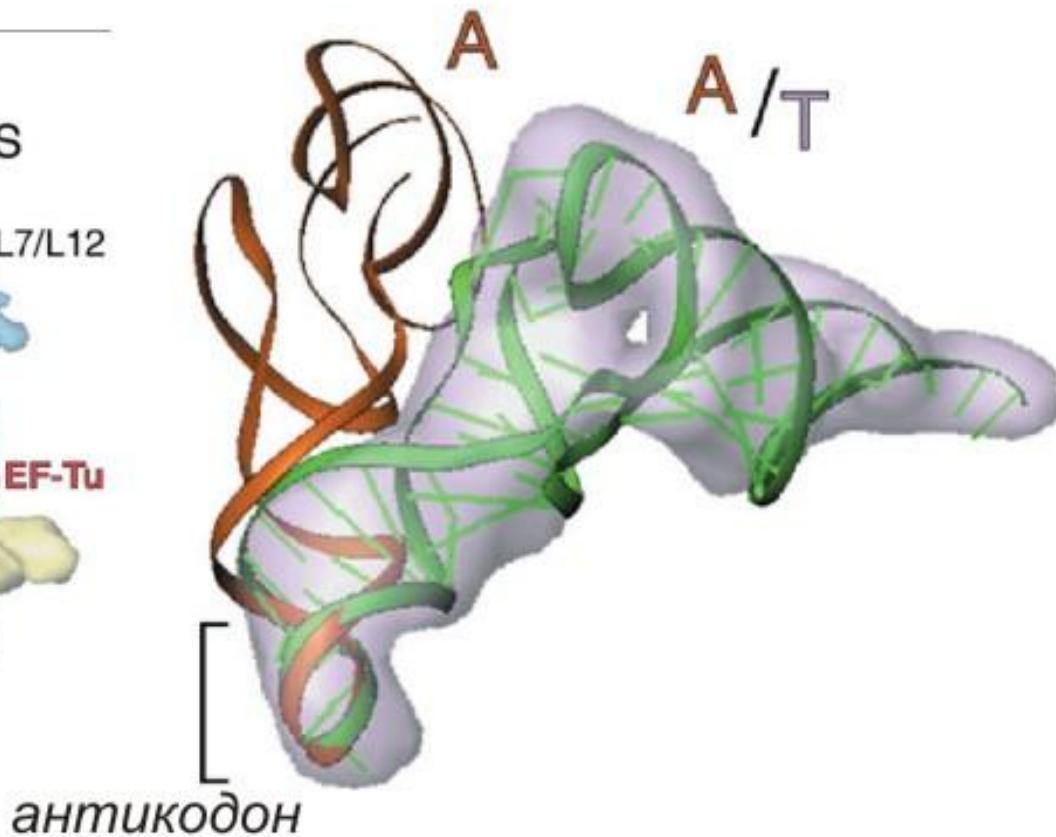
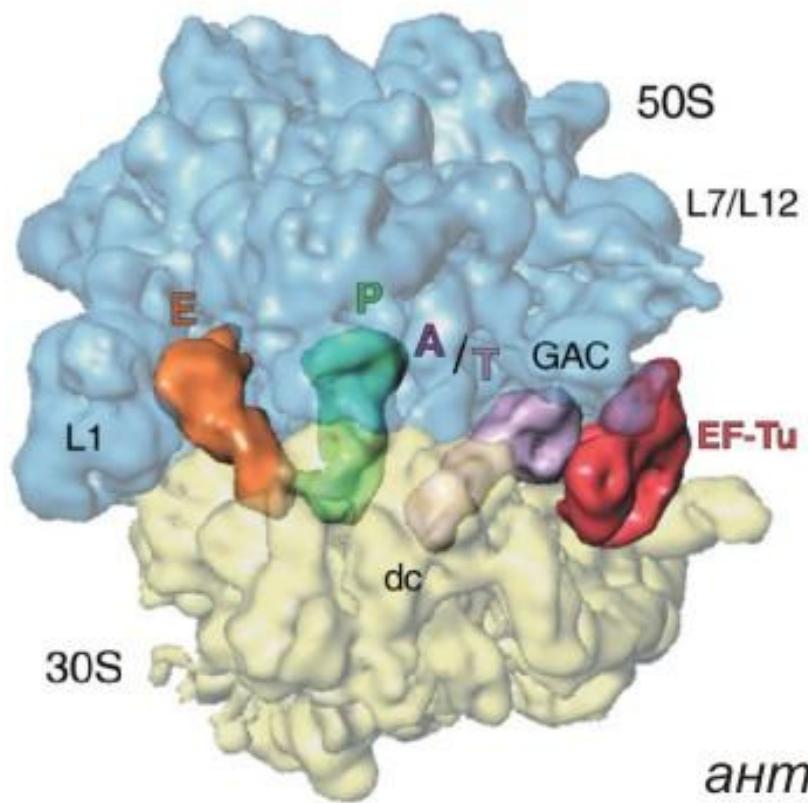
## Элонгация трансляции у бактерий

*L7/L12 ловит EF-Tu<sup>\*</sup>aa-mPHK<sup>\*</sup>GTP*



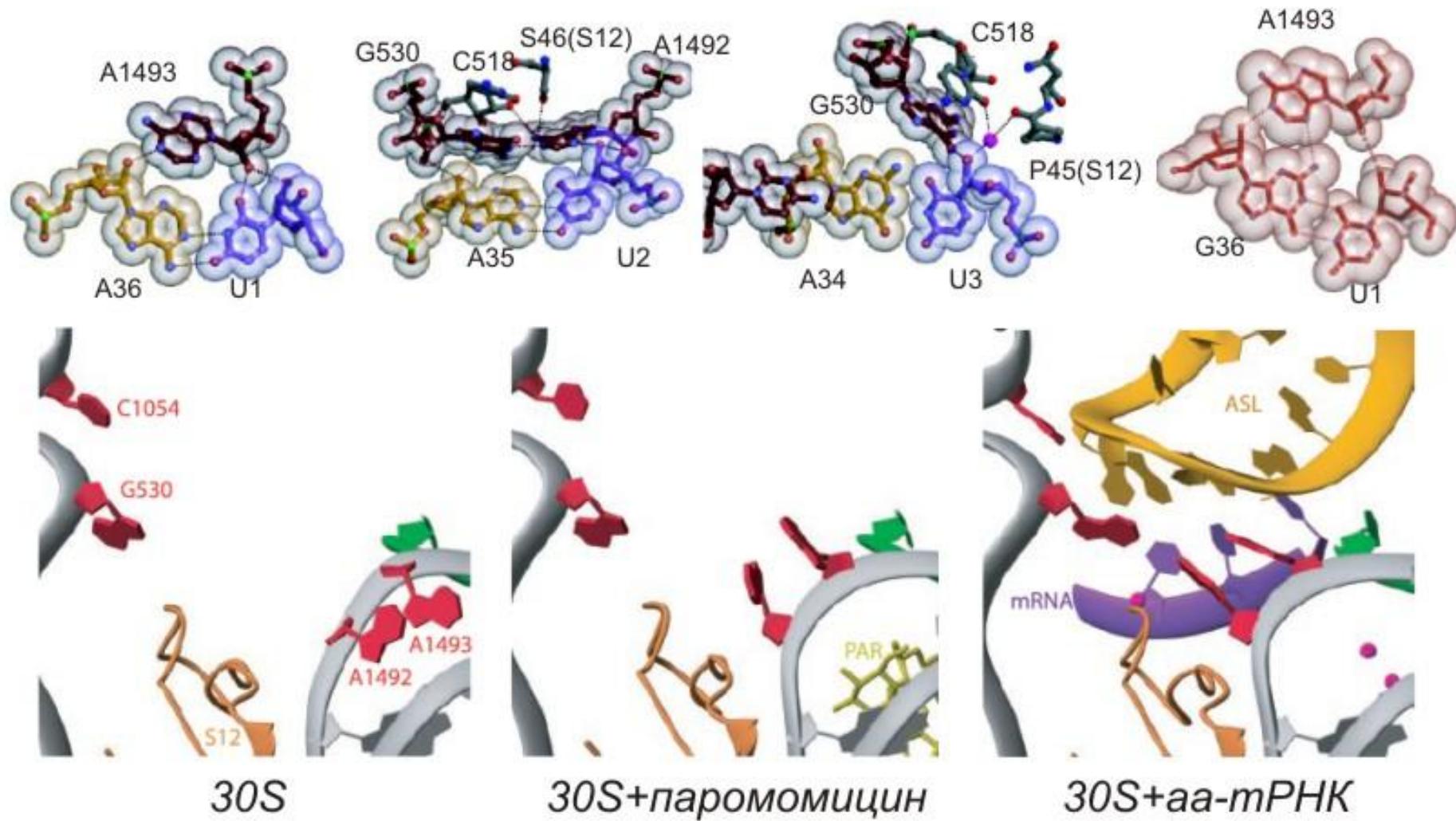
## Элонгация трансляции у бактерий

при связывании  $EF\text{-}Tu^*\text{aa}\text{-}mPHK^*GTP$  с рибосомой  
 $mPHK$  изгибается



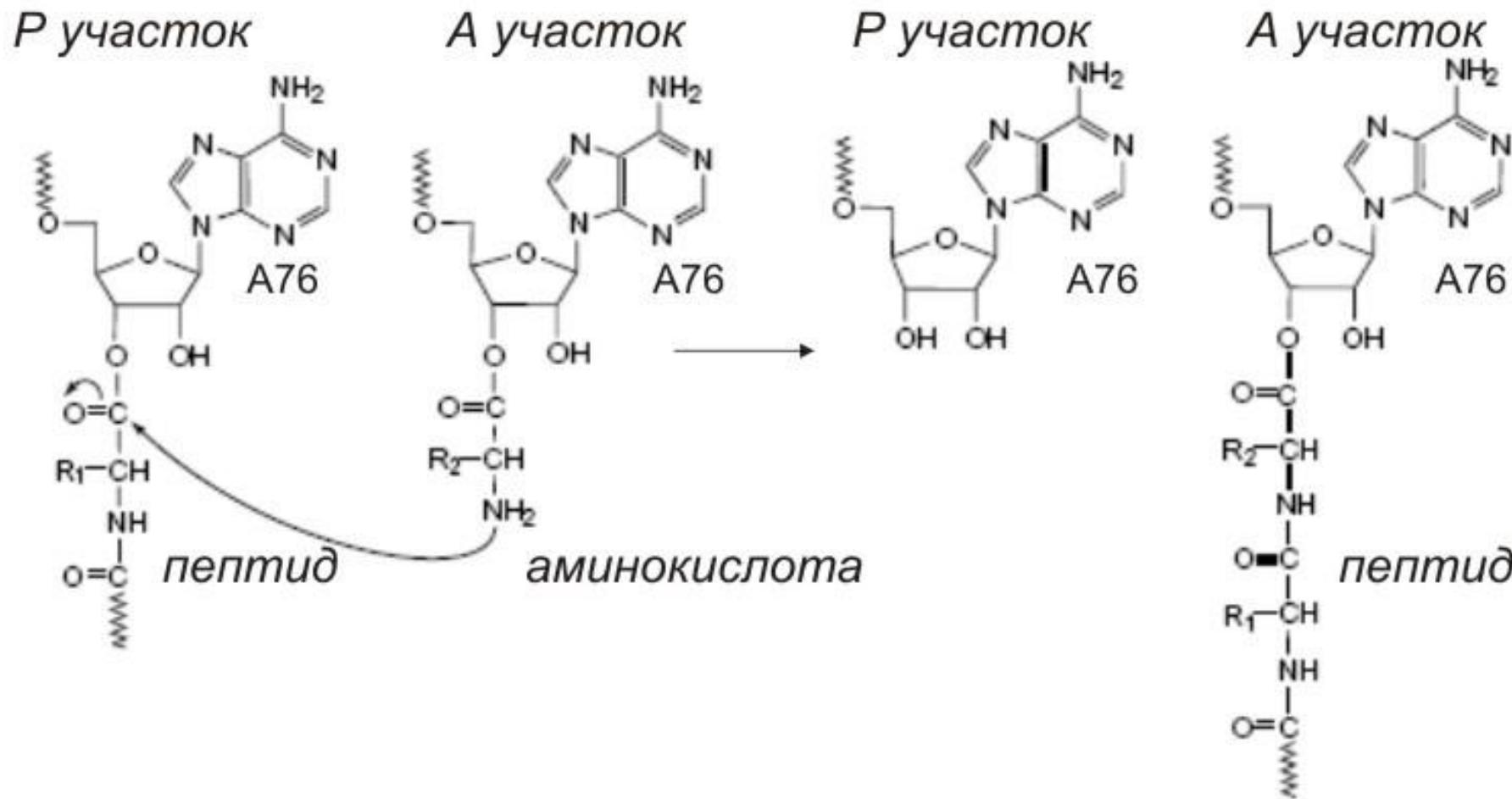
## Элонгация трансляции у бактерий

структурная основа декодирования



## Элонгация трансляции у бактерий

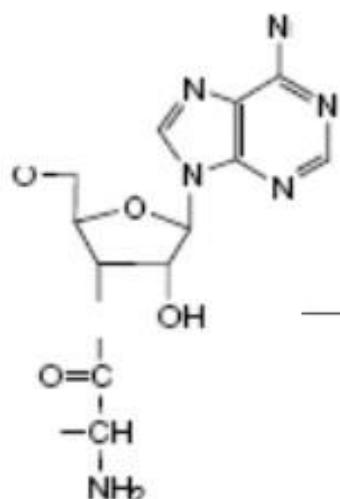
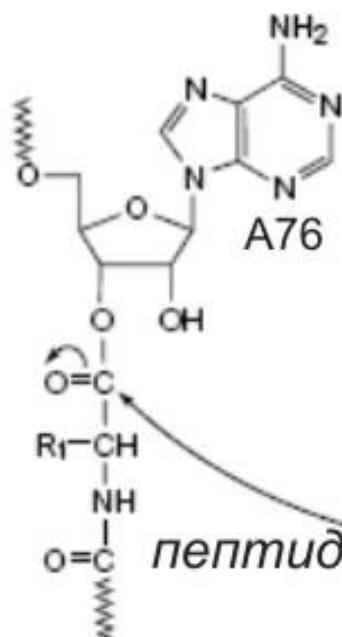
пептидилтрансферазная реакция



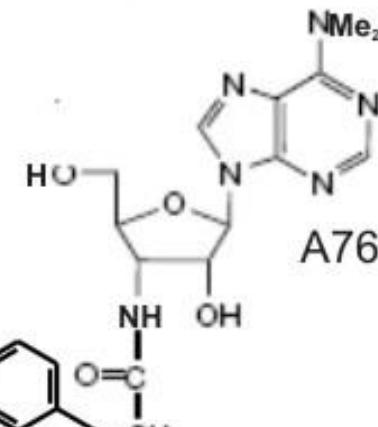
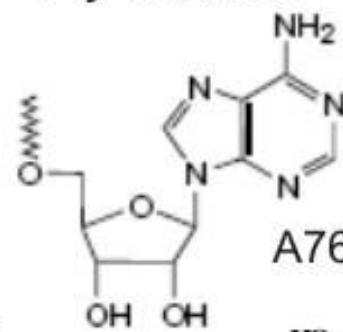
## Элонгация трансляции у бактерий

пуромицин - низкомолекулярный аналог аминоацил-*t*РНК

P участок



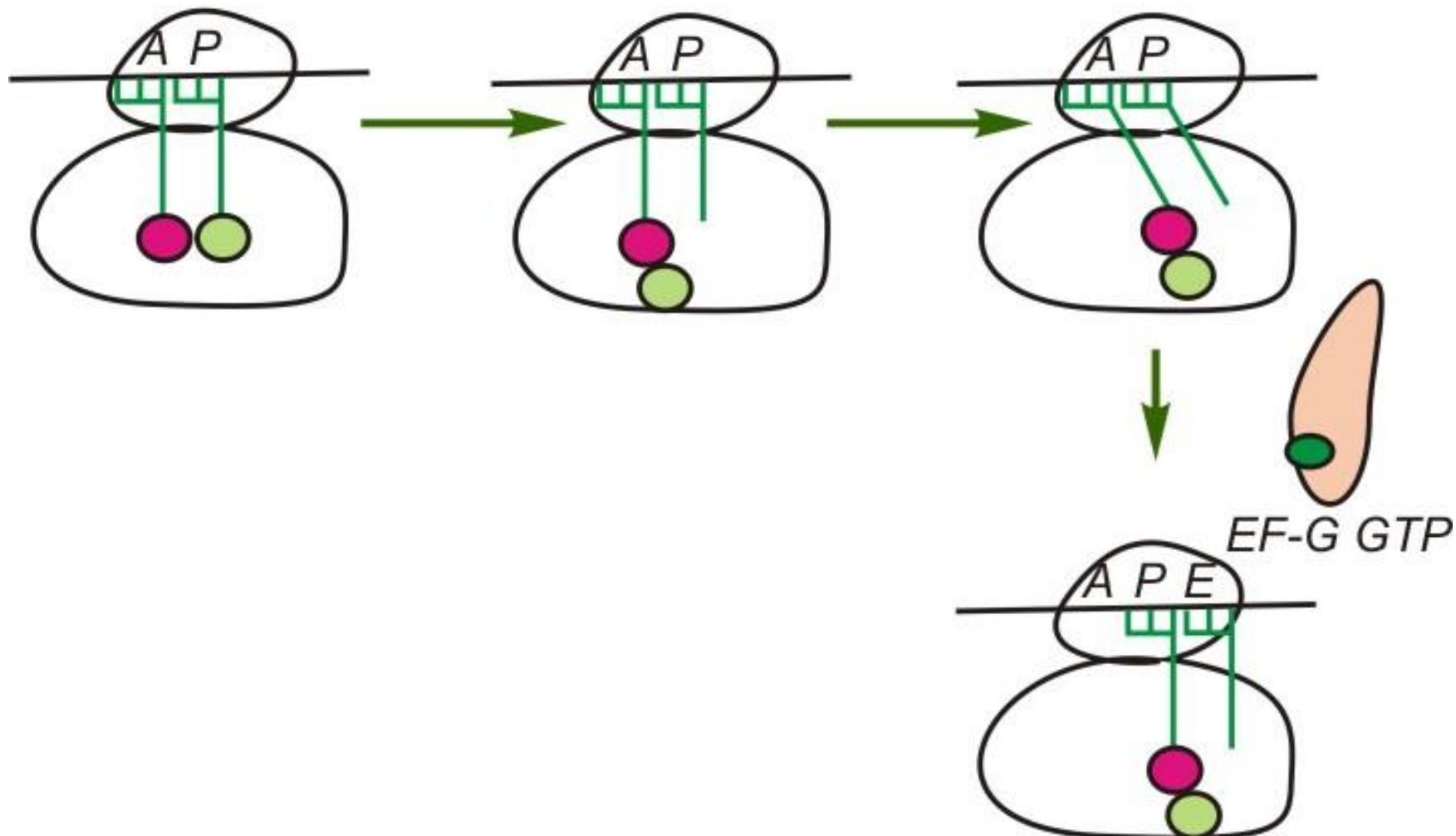
P участок



A участок

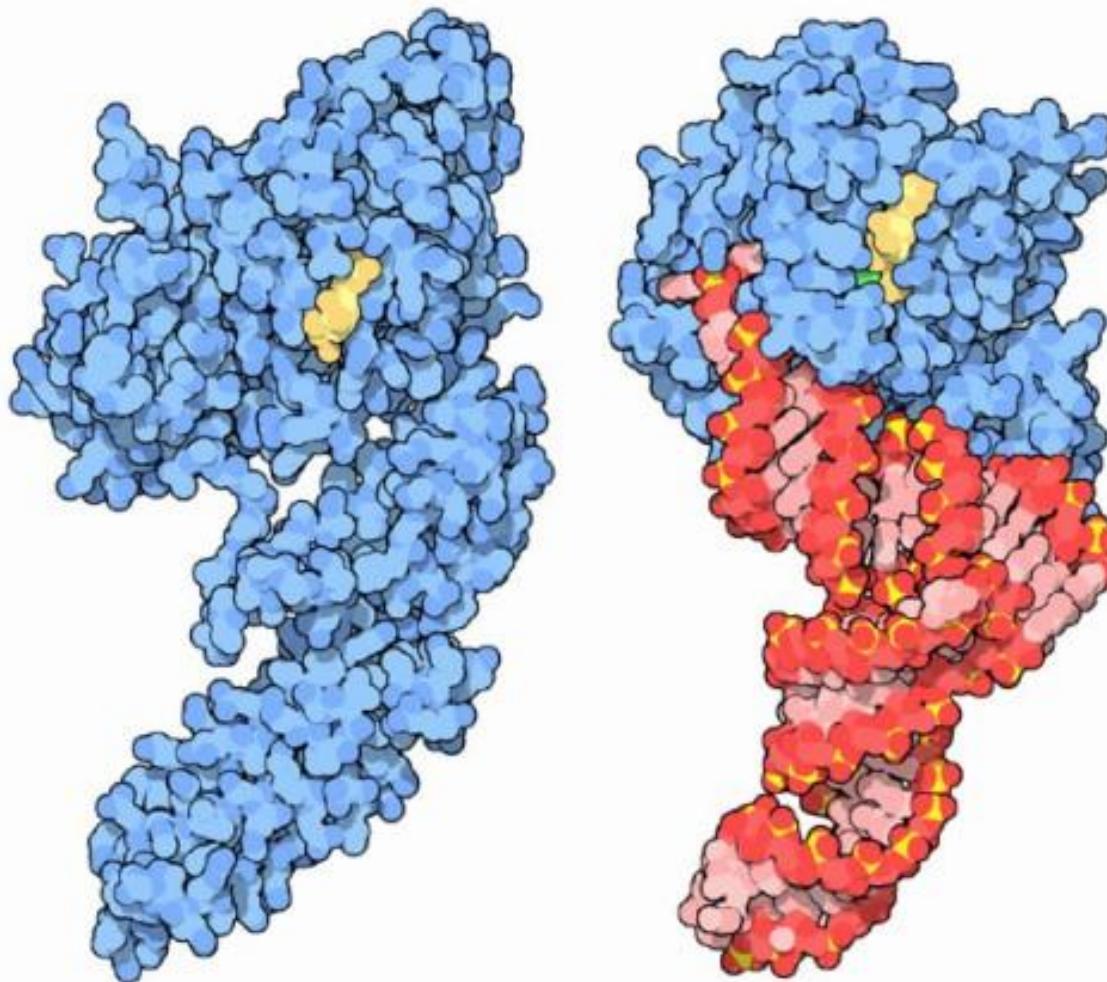
## Элонгация трансляции у бактерий

модель гибридных сайтов



## Элонгация трансляции у бактерий

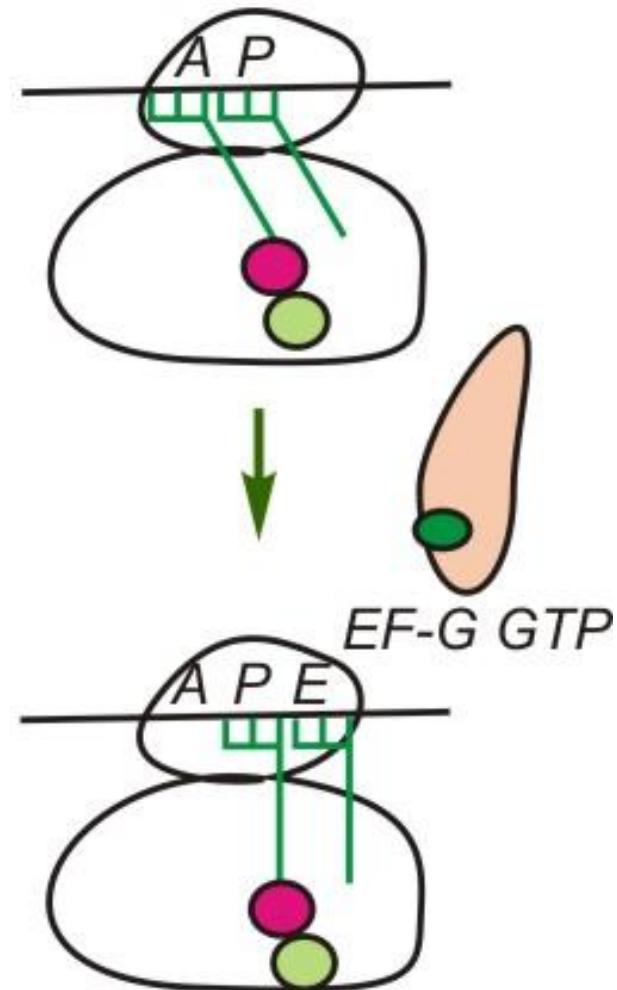
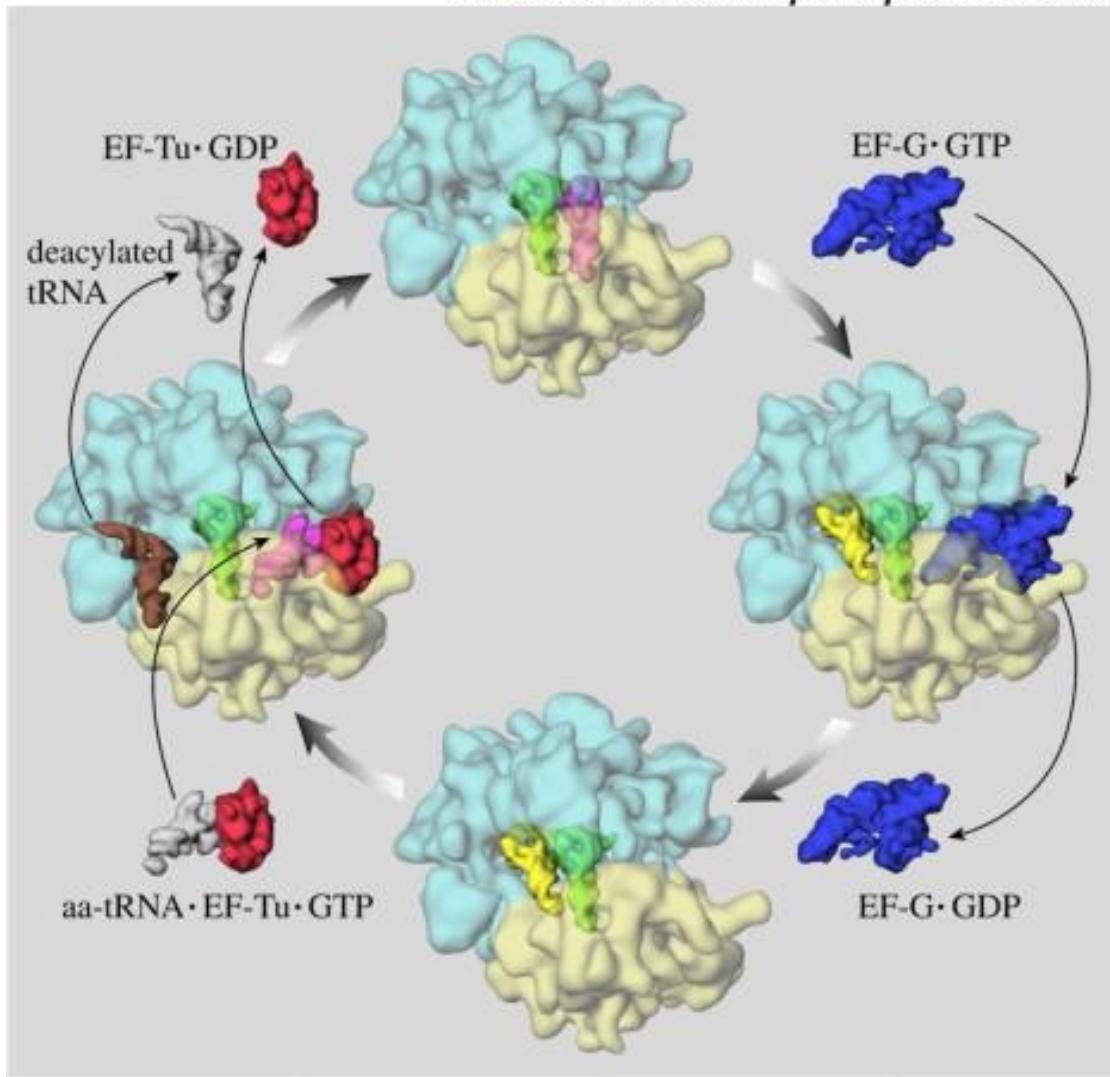
катализатор транслокации *EF-G*



*EF-G* похож на *EF-Tu\*aa-tRNAK* и тоже связывает GTP

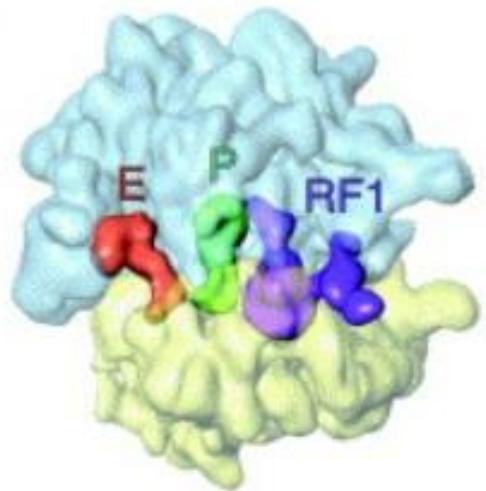
## Элонгация трансляции у бактерий

катализатор транспортировки EF-G



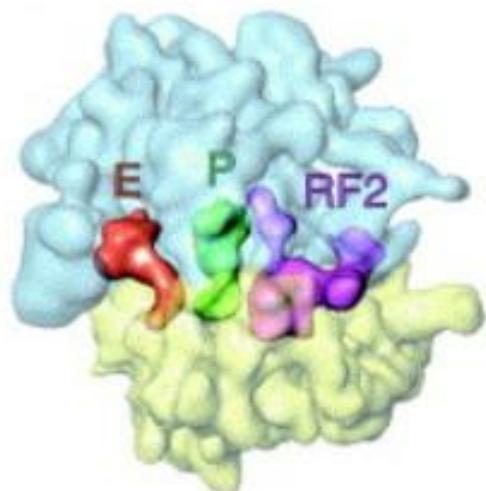
## Терминация трансляции у бактерий

*RF1 и RF2 узнают стоп-кодоны*



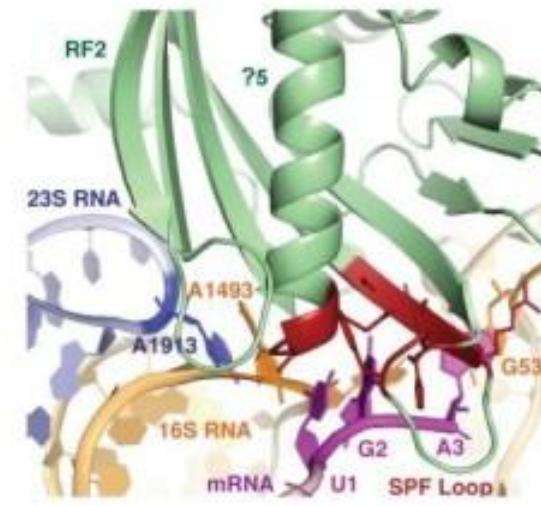
*RF1*

*UAA, UAG*

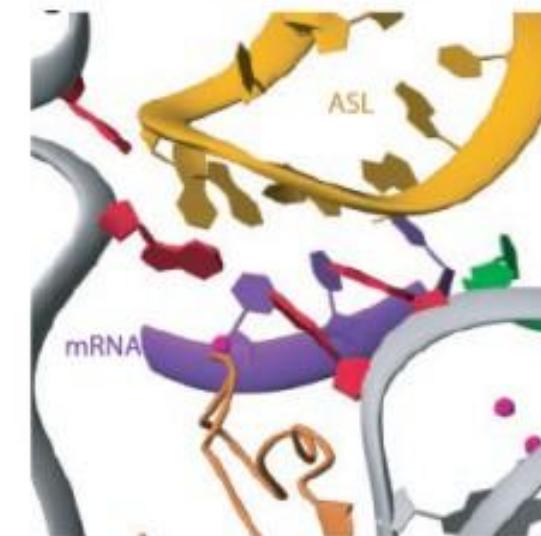


*RF2*

*UAA, UGA*



узнавание  
стоп-кодона

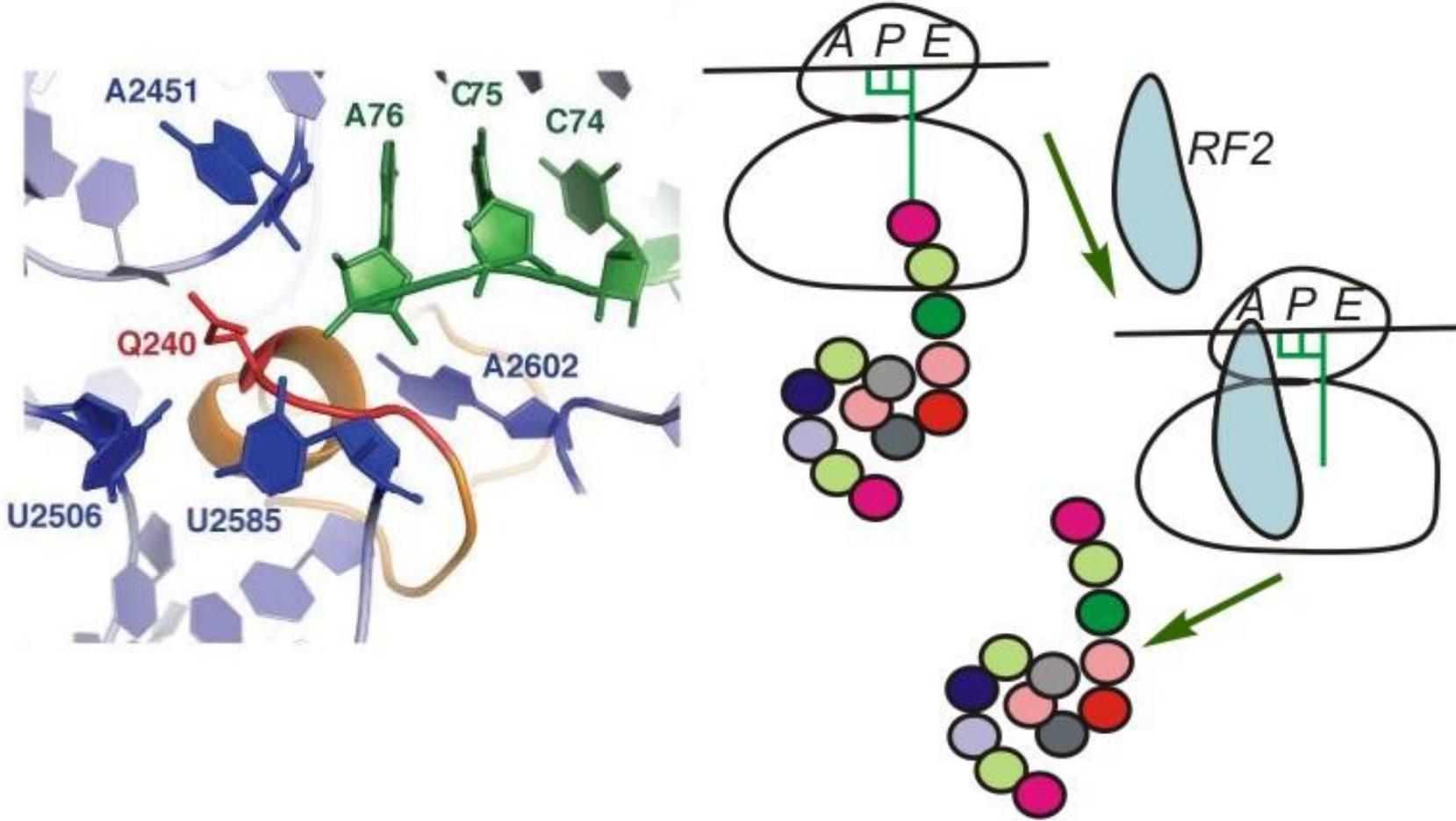


отличается от

узнавания  
кодирующего  
кодона

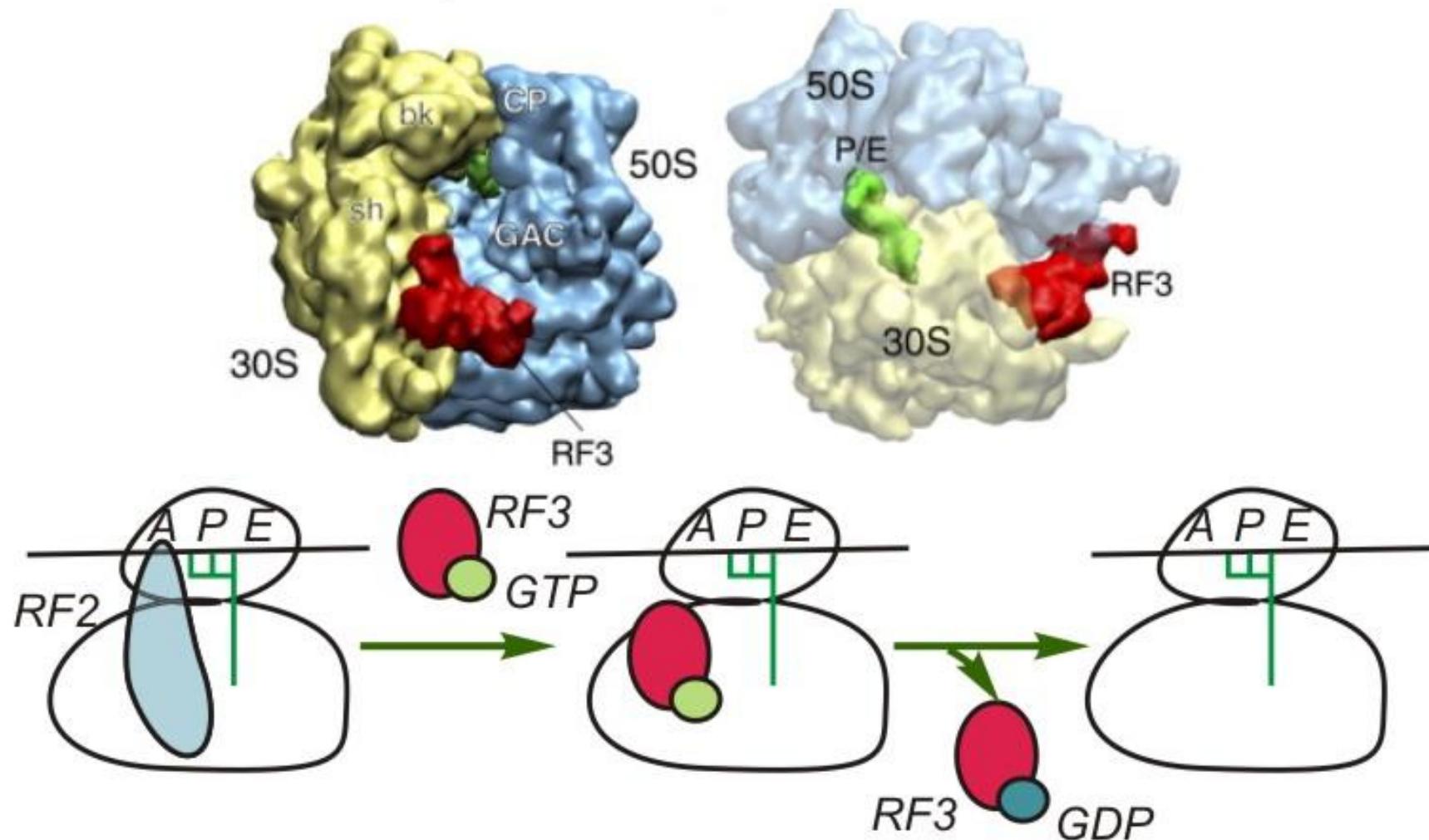
## Терминация трансляции у бактерий

*RF1* и *RF2* узнают стоп-кодоны  
и “отсоединяют” белок от *mPHK*



## Терминация трансляции у бактерий

*RF3* нужен для вытеснения *RF1/RF2*



## Терминация трансляции у бактерий

*RRF* нужен для разборки рибосомы

