



# Синтез белков в организме



1. Что такое белки?
2. Функции белков?
3. Из чего состоят белки?
4. Откуда берутся АМК в клетке?
5. Как попадают белки в организм?



## Вы узнаете:

1. Как пополняется запас белков в организме?
2. Как, происходит синтез большого количества молекул белка?



- Известно, что белки не могут создаваться путём редупликации, как это происходит с ДНК. Однако синтез большого числа одинаковых молекул возможен, так как молекулы ДНК являются носителями наследственной информации, то есть в них записана информация о всех белках клетки и организма в целом.



- В белоксинтезирующую систему входит: система нуклеиновых кислот, состоящая из ДНК и РНК, рибосомы и ферменты. Вся информация, заключённая в молекулах ДНК, в начале переносится на иРНК, которая затем программирует синтез белков клетки.

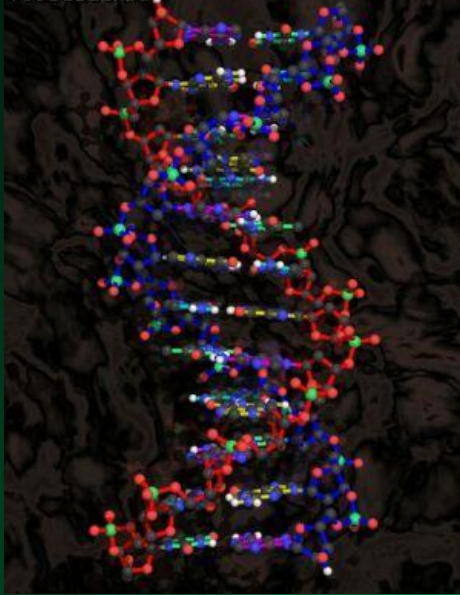
ДНК матрица → иРНК матрица → Белок



- Это положение молекулярной биологии было сформировано в начале 50-х годов 20 века англ. учённым Ф.Криком.

Итак, давайте разберем, что означает данная формула.

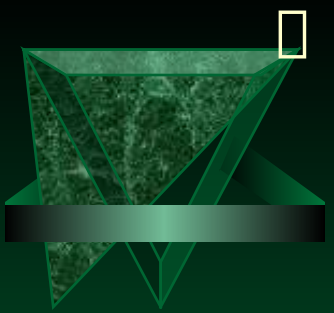
ДНК матрица → иРНК матрица → Белок



□ Молекула ДНК является матрицей, или основой (шаблоном) для синтеза большого количества иРНК (хотя при этом структура ДНК не меняется).



□ иРНК, в свою очередь является матрицей или основой для построения множества белковых молекул. (на рисунке красным цветом показано)

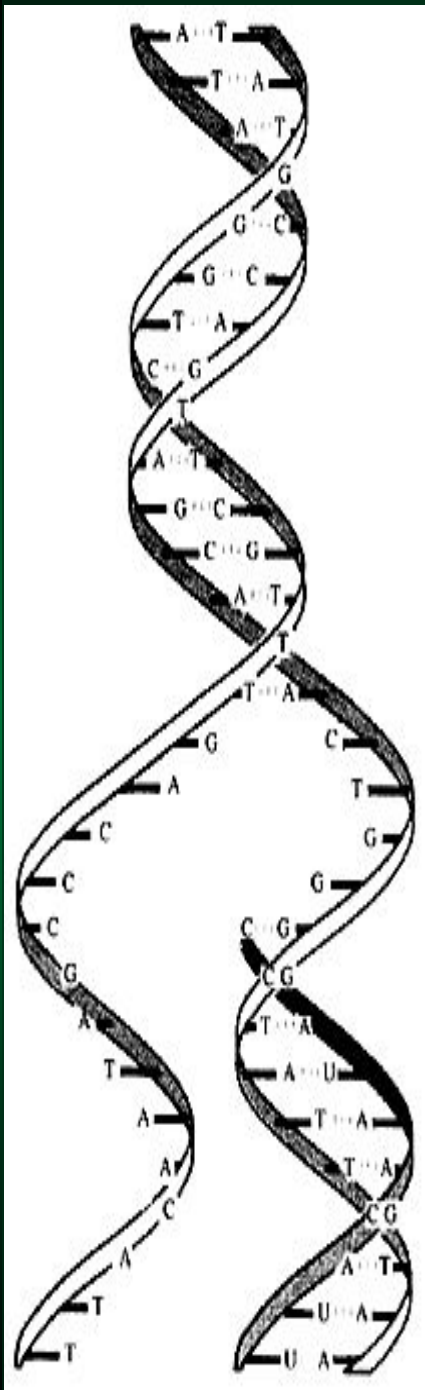


□ Участок молекулы ДНК несущий информацию об одной полипептидной цепи, называется геном. Каждая молекула ДНК содержит множество разных генов, поэтому информацию ДНК называют генетической. В геноме человека около 50 тысяч генов, которые находятся в 23 хромосомах.

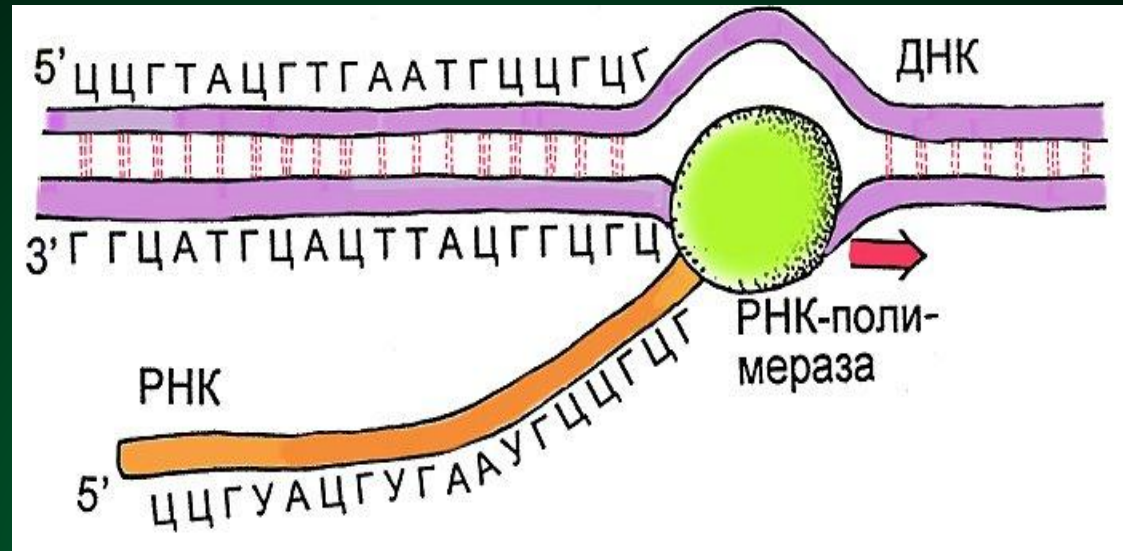
Таким образом, ген – это единица наследственной информации.







- Первый этап переноса генетической информации с ДНК в клетку заключается в том, что генетическая информация в виде последовательности нуклеотидов ДНК переводится в последовательность нуклеотидов иРНК.



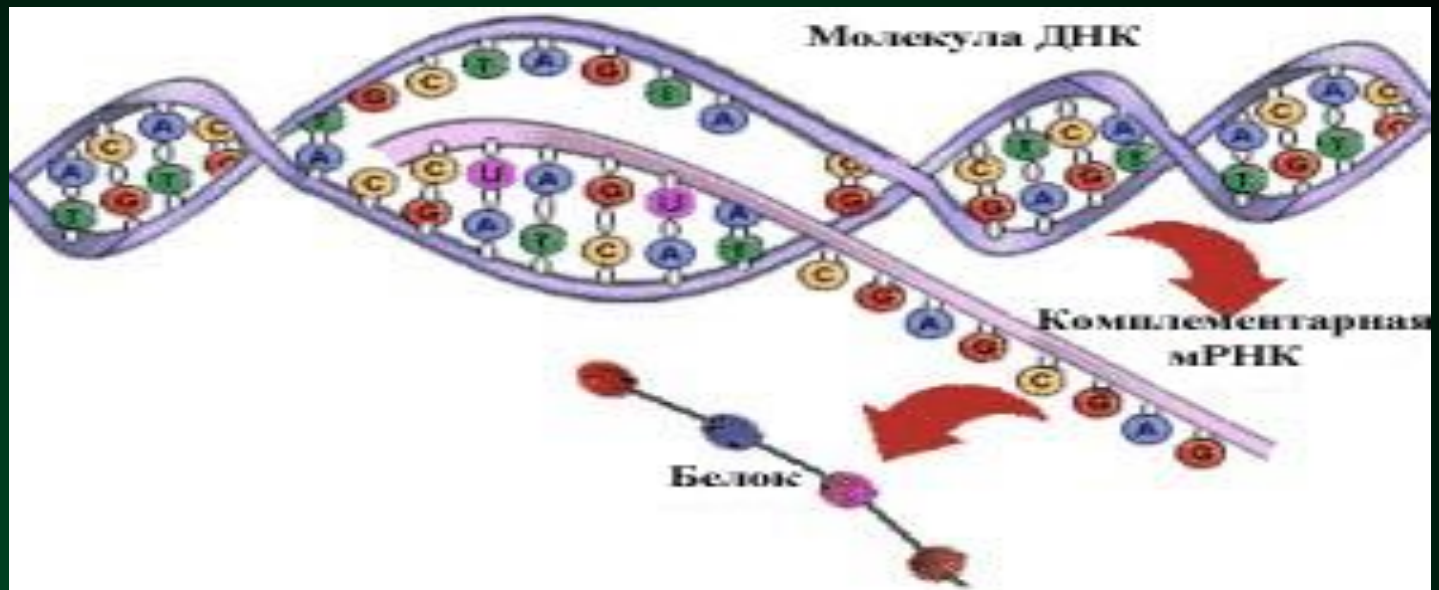
- Этот процесс получил название транскрипции от лат. «transcriptio» - переписывание. Транскрипция, или биосинтез иРНК на исходной ДНК, осуществляется в ядре клетки ферментативным путём по принципу комплиментарности.



- По длине иРНК в сотни тысячи раз короче ДНК, т.к. иРНК снимает копию не всей молекулы ДНК, а только одного гена или группы генов, несущих информацию о структуре белков, необходимых для выполнения одной функции.



- Специальный фермент РНК-полимераза присоединяется к определённой последовательности нуклеотидов ДНК – гену промотору, который необходим для того, чтобы синтез иРНК был начат строго в начале гена.
- Двигаясь по цепи ДНК вдоль необходимого гена, РНК-полимераза подбирает по принципу комплиментарности нуклеотиды и соединяет их в цепочки в виде молекулы иРНК. В конце гена или группы генов фермент встречает сигнал (в виде определённой последовательности нуклеотидов), означающий конец СТОП переписывания. Готовая иРНК отходит от ДНК и направляется к месту синтеза белка.
- На этом 1 этап биосинтеза белка – транскрипция заканчивается.



- Транскрипцией можно назвать процесс, в результате которой информация с языка ДНК переводится на язык РНК, что фактически сводится к замене одной буквы алфавита ДНК на другую, свойственную РНК, вместо тимина – урацил. иРНК позволяет осуществляться очередной смене языков: на этот раз с языка РНК на язык аминокислотной последовательности белков.



- От транскрипции мы переходим к другому процессу который получил название трансляции от лат слова «translatio» - перевод.
- Правильный перенос информации от иРНК к полипептиду обеспечивается за счёт рибосом, которые являются центрами синтеза белка.
- **Какие особенности в строении рибосом?**
- **Рибосомы – это немембранные органеллы клетки, состоящие из 2-х субъединиц**



- Природа создала универсальную организацию рибосом. Во всех живых организмах рибосомы в клетке построены по единому плану: они состоят из 2-х субъединиц – большой и малой.

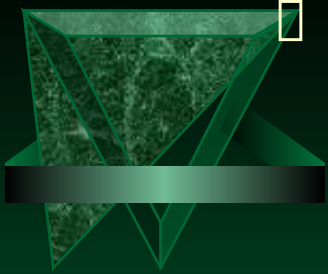




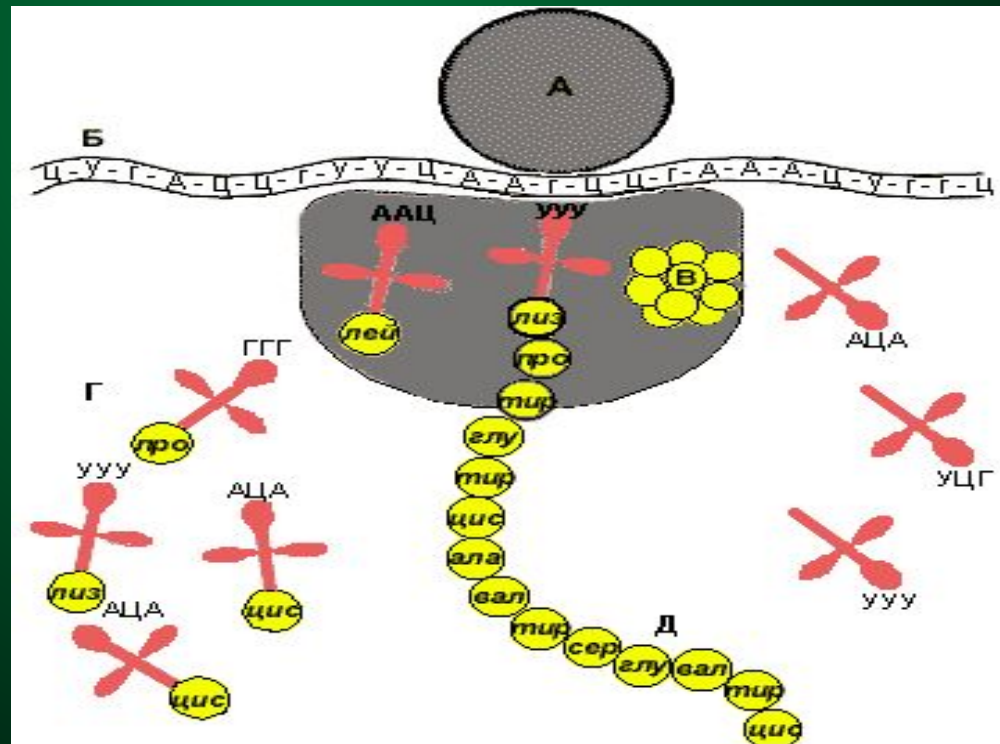
- Малая субъединица отвечает за генетические, декодирующие функции; большая – за биохимические, ферментативные.
- В малой субъединице рибосомы различают функциональный центр (ФЦР) с 2-мя участками – акцепторным и донорным. В ФЦР может находиться шесть нуклеотидов и РНК




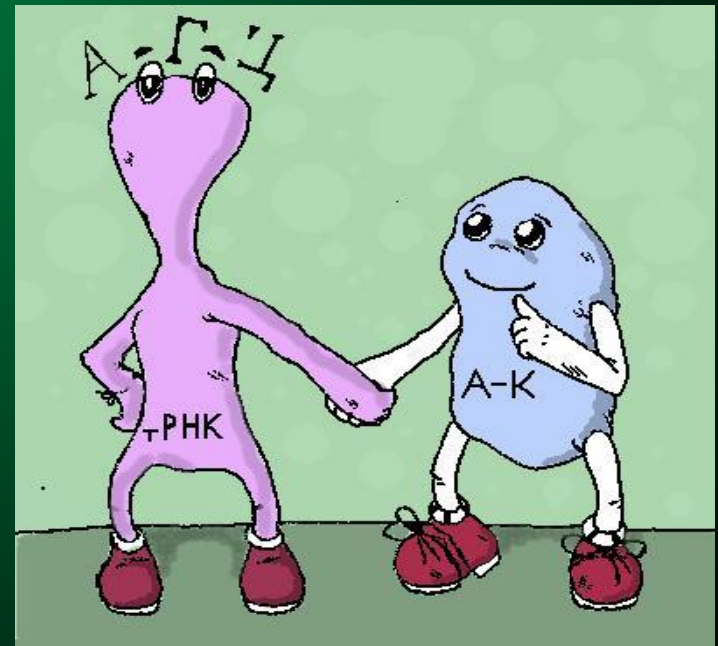
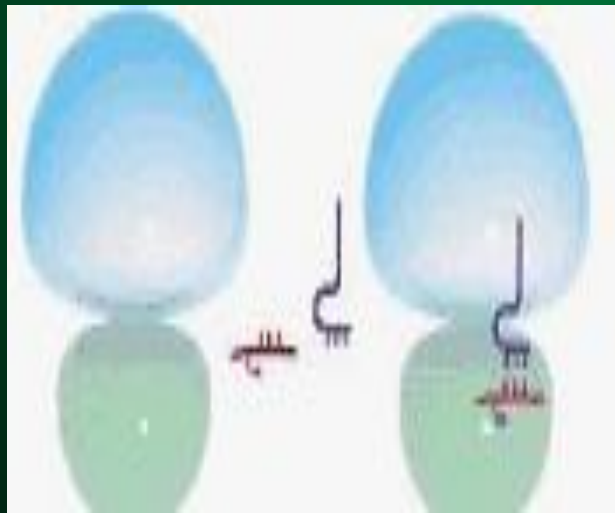




□ В процессе синтеза белка рибосома защищает иРНК и синтезируемый белок от разрушающего действия клеточных ферментов. Механизм защитного действия заключается в том, что нить иРНК проходит между большой и малой субъединицами рибосомы, а начальная часть вновь синтезируемого белка находится в каналоподобной структуре большой субъединицы.



- 
- Однако в ходе изучения механизмов биосинтеза белка было выяснено, что сама аминокислота в несколько раз меньше, чем кодирующий её триплет нуклеотидов.
  - Что же тогда осуществляет связь и корреляцию между аминокислотой и триплетом иРНК?
  - В клетке имеются специальные образования – это тРНК, которые транспортируют к месту синтеза белка.



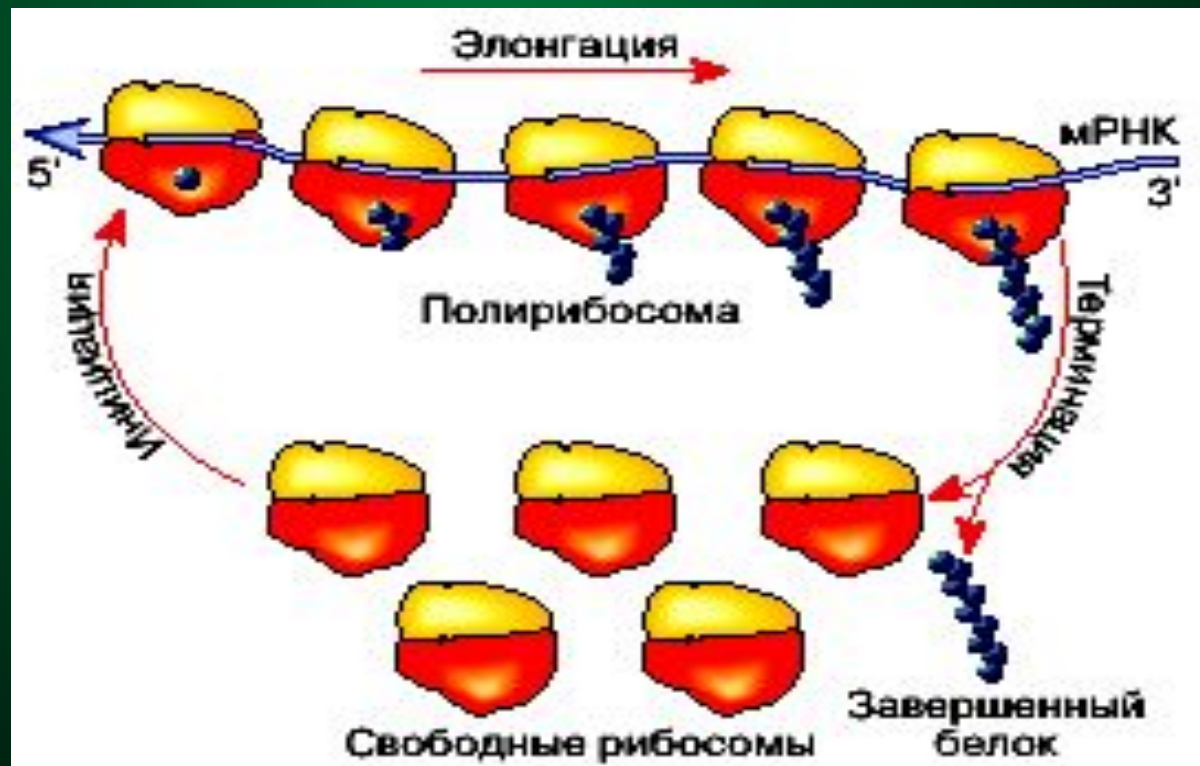


- Синтез полипептидной цепи белковой молекулы начинается с активизации аминокислот, которую осуществляют специальные ферменты – кодазы.




- Кодазы обладают очень высокой специфичностью как в отношении аминокислоты, так и в отношении тРНК. Каждой аминокислоте соответствует как минимум один фермент – кодаза, то есть их всего не менее двадцати. Кодаза, связывая аминокислоту и соответствующие тРНК, обеспечивает присоединение аминокислоты к акцепторному участку тРНК с затратой АТФ.

□ Функционирование рибосомной системы начинается с взаимодействия иРНК с субъединицей рибосомы, к донорному участку которой присоединяется инициаторная тРНК, всегда метиониновая.





□ Любая полипептидная цепь начинается с метионина, который в дальнейшем отщепляется. Синтез полипептида идёт от N-конца к C-концу, то есть полипептидная связь обращается между карбоксильной группой первой и аминогруппой второй аминокислоты.

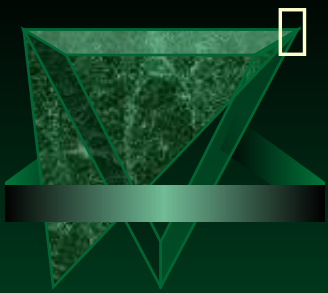
- 
- Далее к образовавшемуся комплексу присоединяется большая субъединица рибосомы, после чего весь рибосомный комплекс начинает перемещаться вдоль иРНК. При этом акцепторный участок ФЦР находится впереди, а донорный участок – сзади.





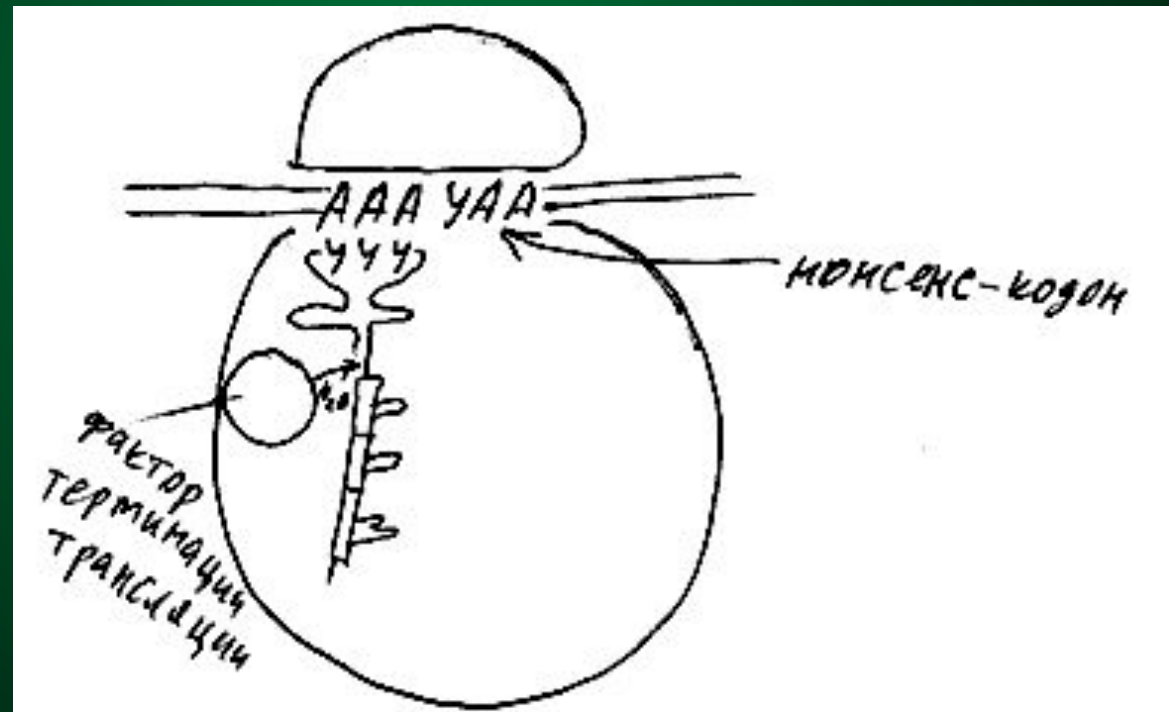
□ К акцепторному участку поступает вторая тРНК, чей антикодон комплиментарен кодону иРНК, находящемуся в данном участке ФЦР. Между метионином и аминокислотой акцепторного участка образуется пептидная связь, после чего метиониновая тРНК отсоединяется, а растущую цепь белка акцептирует (присоединяет) 2-я тРНК. После образования пептидной связи тРНК перемещается в донорный участок ФЦР. Одновременно с этим рибосома целиком передвигается в направлении следующего кодона иРНК, а метиониновая тРНК выталкивается в цитоплазму.

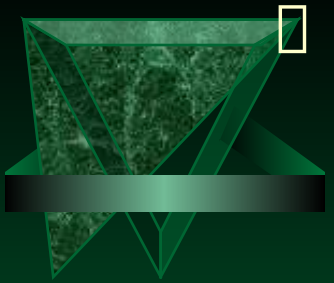




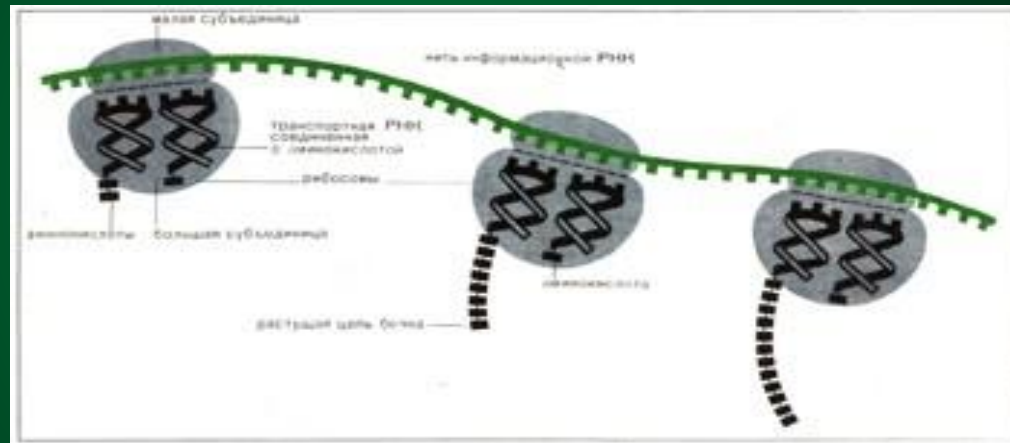
□ В освободившийся акцепторный участок приходит новая тРНК, связанная с аминокислотой, которая шифруется очередным кодоном иРНК. Снова происходит образование пептидной связи, и белковая молекула удлиняется ещё на одно звено. Соединение аминокислот в полипептидную цепь осуществляется в месте выхода каналоподобной структуры и по завершении синтеза через пору в мембране ЭПС поступает в её внутреннее пространство для окончательного формирования и транспорта по месту назначения. Трансляция идёт до тех пор, пока в акцепторный участок не попадёт стоп-кодон, являющийся «знаком препинания» между генами. На этом элонгация, то есть рост полипептидной цепи, завершается.

□ Полипептидная цепь отделяется от тРНК и покидает рибосому, которая в дальнейшем распадается на субчастицы. Процесс завершения синтеза белковой молекулы называется терминацией.



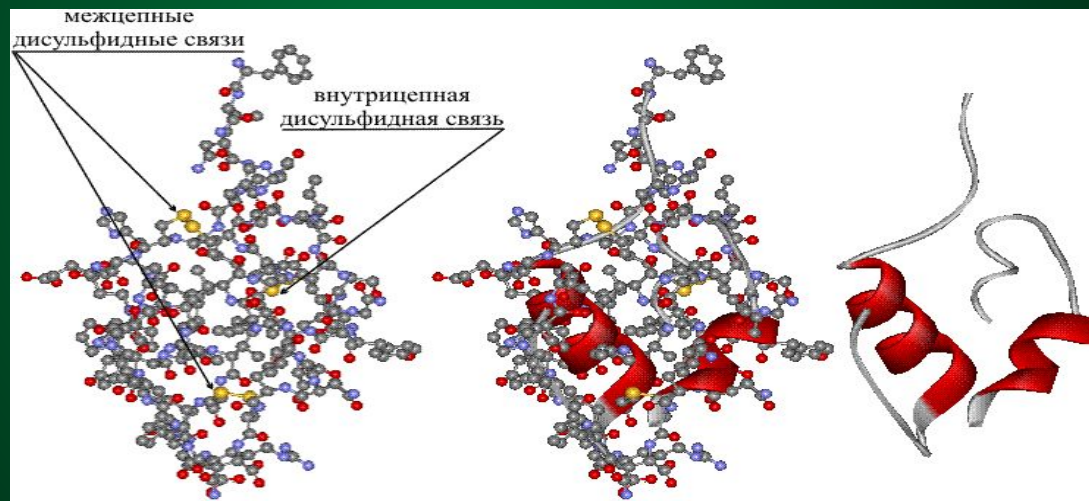


□ Для увеличения эффективности функционирования иРНК часто соединяется не с одной, а с несколькими рибосомами. Такой комплекс называется полисомой, на котором протекает одновременный синтез нескольких полипептидных цепей.



□ Таким образом, процесс синтеза белка представляет собой серию ферментативных реакций, идущих с затратой энергии АТФ.

- С какой же скоростью осуществляется реакции синтеза белка?
- Давайте решим задачу!
- Какая скорость синтеза белка у высших организмов, если на сборку инсулина, состоящего из 51 аминокислотного остатка, затрачивается 7,3 сек?



- Решение:  $51:7,3=7$  (аминокислот в 1 сек.)
- Ответ: в 1сек. сливается 7 аминокислот.



- Действительно, скорость передвижения рибосомы по иРНК составляет 5-6 триплетов в секунду, а на синтез белковой молекулы, состоящей из сотен аминокислот, клетке требуется 1-2 минуты.
- Инсулин является 1 белком, синтезированным искусственно. Но для этого потребовалось провести 5000 операций, над которым трудилось 10 человек в течение 3 лет.





## Биосинтез

### Транскрипция

### Трансляция

#### Что необходимо?

1. Цепь ДНК – матрица
2. Свободные рибонуклеотиды (А,Г,У,Ц )
3. Фермент РНК-полимераза

1. иРНК (кодирует последовательность аминокислот)
2. Рибосомы / полисомы
3. Свободная аминокислота (20)
4. Ферменты
5. Источник Е (АТФ)
6. тРНК (более 30 видов, комбинаций)

#### Где происходит?

Протекает в ядре

Протекает

1. В цитоплазме  $\xrightarrow{\text{белок}}$  на нужды кл.
2. из ЭПС  $\xrightarrow{\text{белок}}$  АГ  $\longrightarrow$  из кл.

#### Что образуется?

иРНК

Белок первичного уровня



## Задача:

- Сколько нуклеотидов содержат гены (обе цепи ДНК), в которых запрограммированы белки из I. 500 аминокислот; II. 250 аминокислот. III. 48 аминокислот.
- Какое время понадобится для синтеза этих белков клетки, если скорость передвижения рибосомы по иРНК составляет 6 триплетов в сек.?



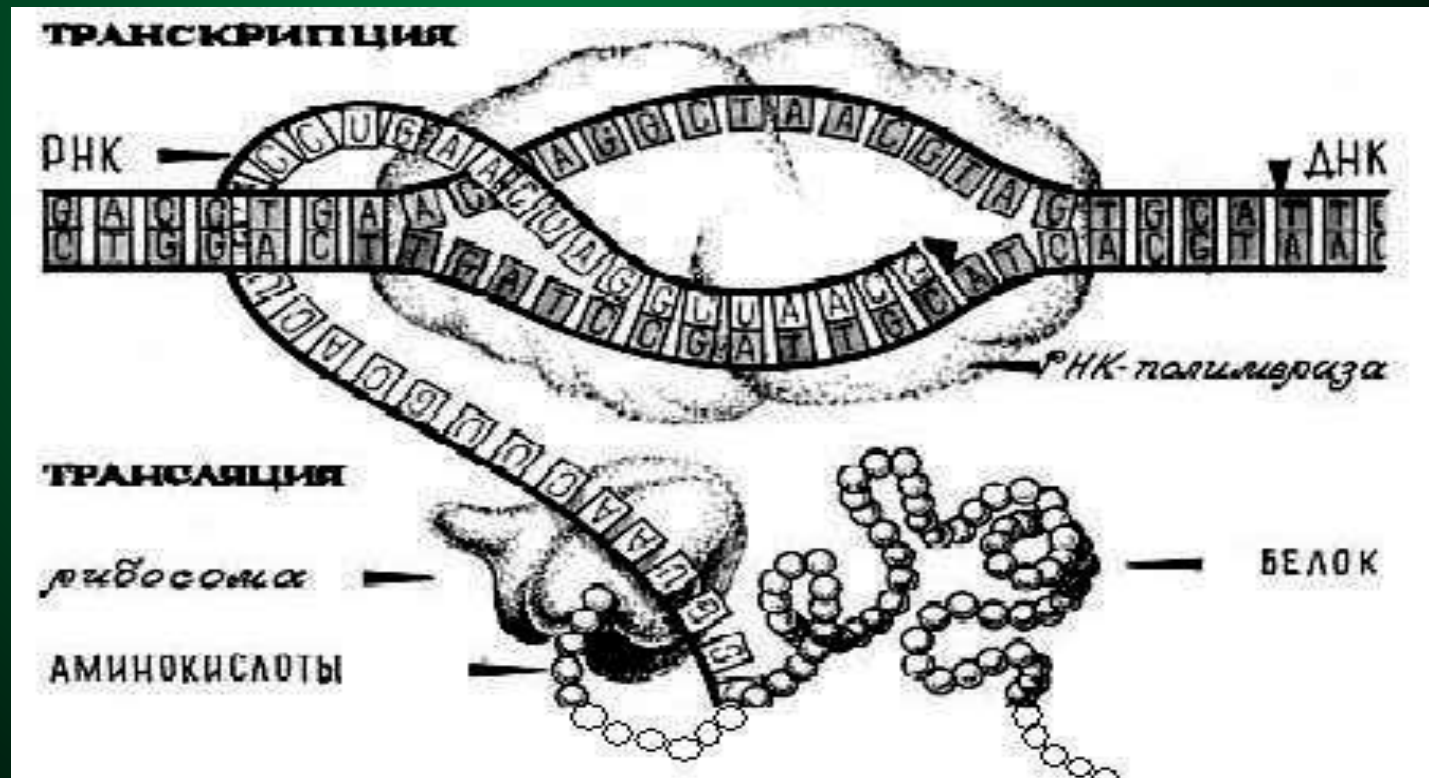
# Решение:

1. для кодирования 500 аминокислот необходимо:  
 $3 * 500 * 2 = 3000$  нуклеотидов.
2. для кодирования 250 аминокислот необходимо:  
 $3 * 250 * 2 = 1500$  нуклеотидов.
3. для кодирования 48 аминокислот необходимо:  $3 * 48 * 2 = 288$  нуклеотидов.
4. иРНК содержит:
  1.  $3000 : 2 = 1500$  (нуклеотидов)
  2.  $1500 : 2 = 750$  (нуклеотидов)
  3.  $288 : 2 = 144$  (нуклеотидов)
5. На синтез белков затрачивается:
  1.  $1500 : 6 = 250$  сек.
  2.  $750 : 6 = 125$  сек.
  3.  $144 : 6 = 24$  сек.





□ И так, на сегодняшнем уроке мы изучили очень важный процесс! Процесс биосинтеза белка в организме. Вы увидели, как очень сложно устроенные процессы, протекают в организме в считанные минуты. Биосинтез белка по праву занимают очень важную роль.





## Домашнее задание.

- На дом: § 2.13. повторить, до решать задачи кто не закончил.