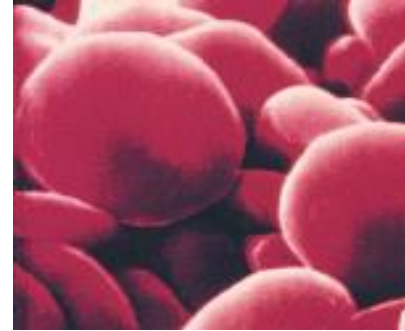


# ***СТРОЕНИЕ и ФУНКЦИИ БЕЛКОВ***

**Белки** – высокомолекулярные азотсодержащие органические соединения, состоящие из аминокислот, соединенных в полипептидные цепи с помощью пептидных связей, и имеющие сложную структурную организацию.

# БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ БЕЛКОВ

1. Структурная
2. Резервная (субстратно-энергетическая)
3. Ферментативная (каталитическая)
4. Гормональная (регуляторная)
5. Рецепторная
6. Транспортная
7. Сократительная
8. Электроосмотическая ( $\text{Na}^+$ -  $\text{K}^+$ - АТФаза)
9. Энерготрансформирующая
10. Иммунологическая
11. Гемостатическая
12. Обезвреживающая
13. Токсическая

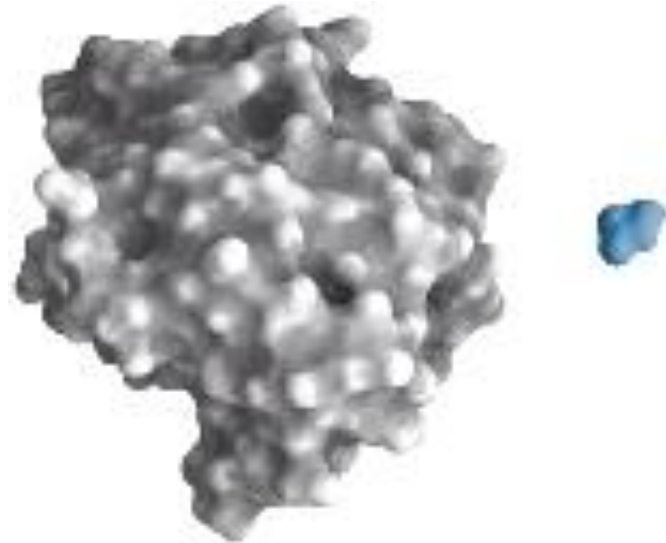


# **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕЛКОВ**

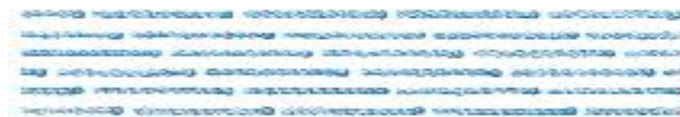
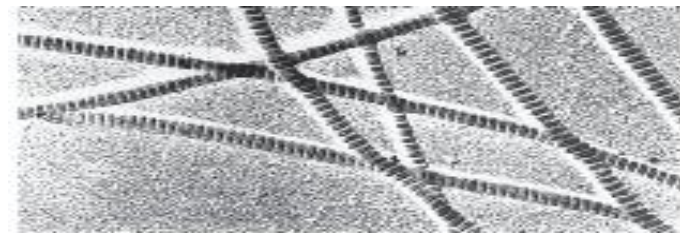
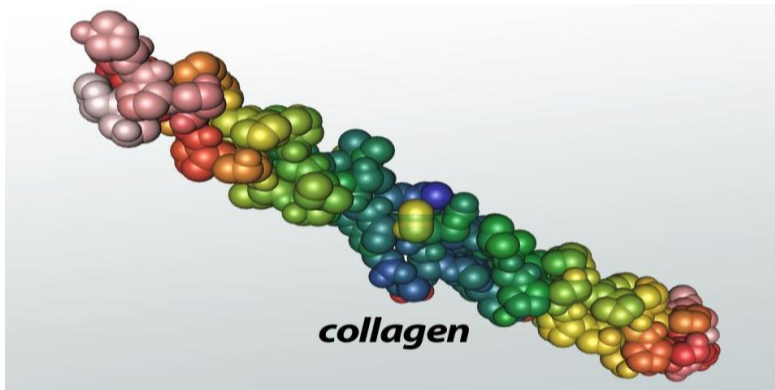
- **ФОРМА БЕЛКОВОЙ МОЛЕКУЛЫ;**
- **ВЫСОКАЯ МОЛЕКУЛЯРНАЯ МАССА;**
- **РАСТВОРИМОСТЬ;**
- **ВЫСОКАЯ ВЯЗКОСТЬ РАСТВОРОВ;**
- **СПОСОБНОСТЬ К НАБУХАНИЮ;**
- **ОПТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ;**
- **НИЗКОЕ ОСМОТИЧЕСКОЕ И ВЫСОКОЕ ОНКОТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ;**
- **АМФОТЕРНОСТЬ;**
- **ЗАРЯД МОЛЕКУЛЫ; (ИЗОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ТОЧКА)**
- **НЕСПОСОБНОСТЬ ПРОНИКАТЬ Ч/З ПОЛУНЕПРОНИЦАЕМЫЕ МЕМБРАНЫ;**
- **СПОСОБНОСТЬ К ДЕНАТУРАЦИИ**

# ФОРМА БЕЛКОВОЙ МОЛЕКУЛЫ

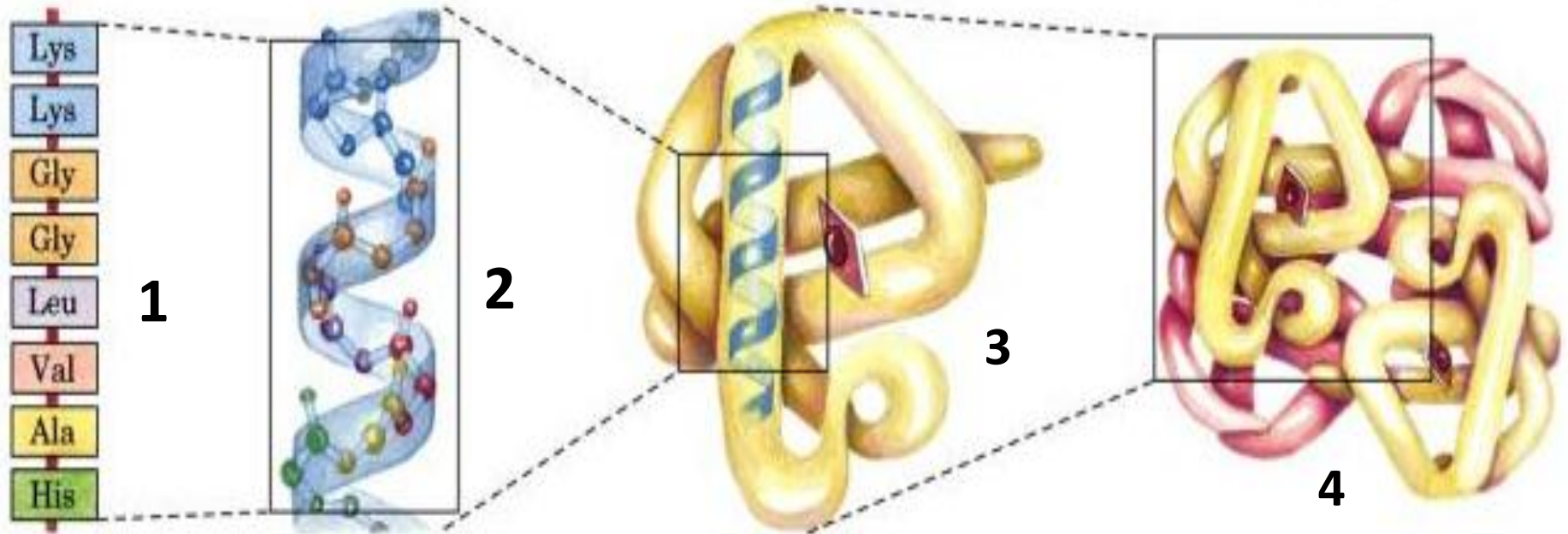
- Глобулярная



- Фибриллярная

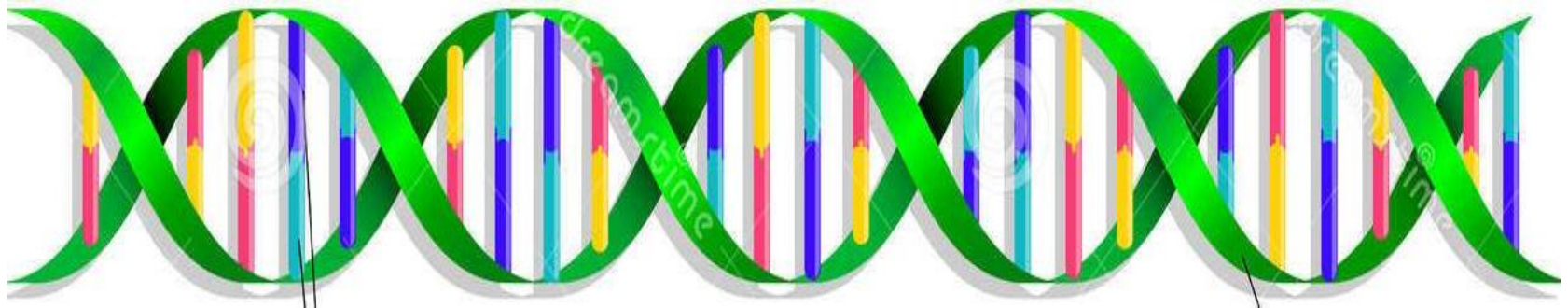


# Различают 4 уровня структурной организации белков



- 1) **ПЕРВИЧНАЯ СТРУКТУРА** – строго определенная линейная последовательность аминокислотных остатков в полипептидной цепи.
- 2) **ВТОРИЧНАЯ СТРУКТУРА** – конфигурация полипептидной цепи, возникающая благодаря образованию водородных связей между пептидными группами одной цепи или смежными цепями.
- 3) **ТРЕТИЧНАЯ СТРУКТУРА** – пространственная ориентация полипептидной цепи или способ ее укладки в определенном объеме.
- 4) **ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СТРУКТУРА** – способ укладки в пространстве отдельных полипептидных цепей, и формирование единого в структурном и функциональном отношениях макромолекулярного образования.

**Первичная структура каждого белка  
закодирована в участке ДНК, называемом  
геном**

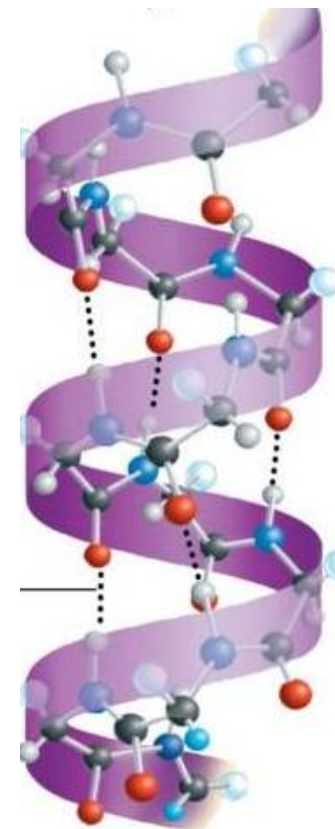


# Разновидности вторичной структуры белка:

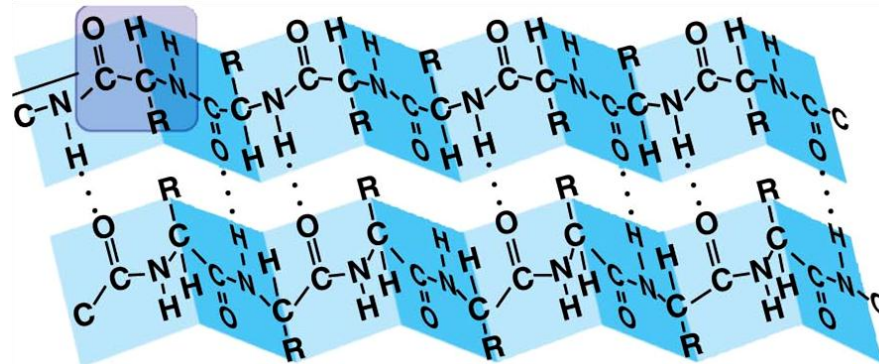
$\alpha$  – спираль

$\beta$ -складчатый слой ( $\beta$ -структура)

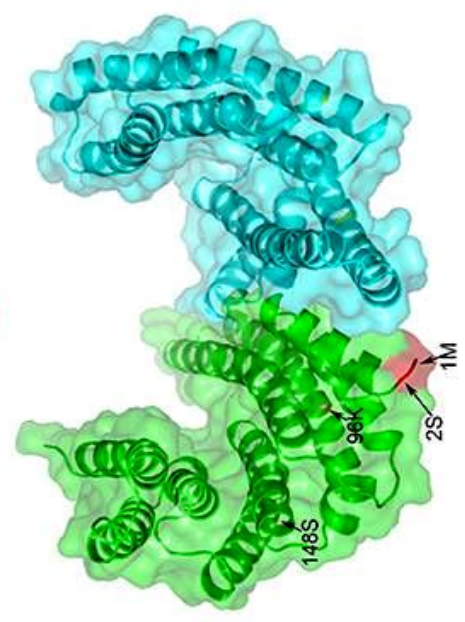
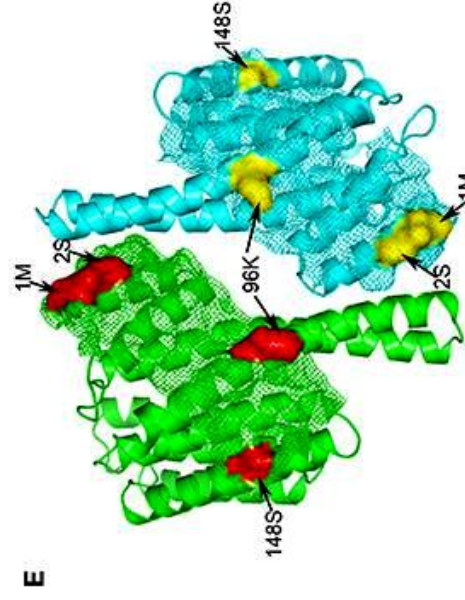
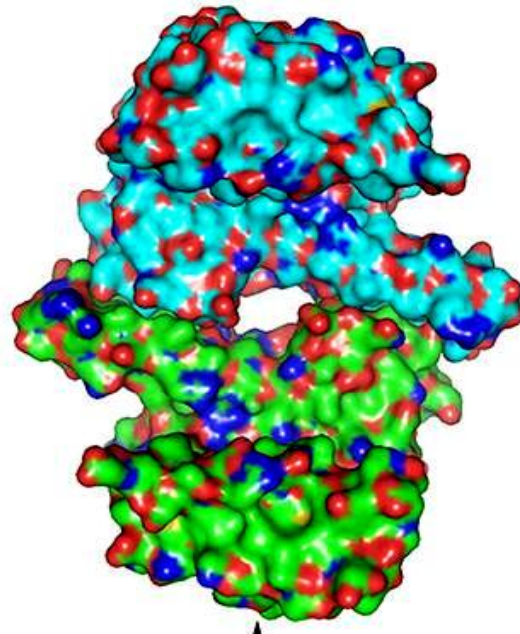
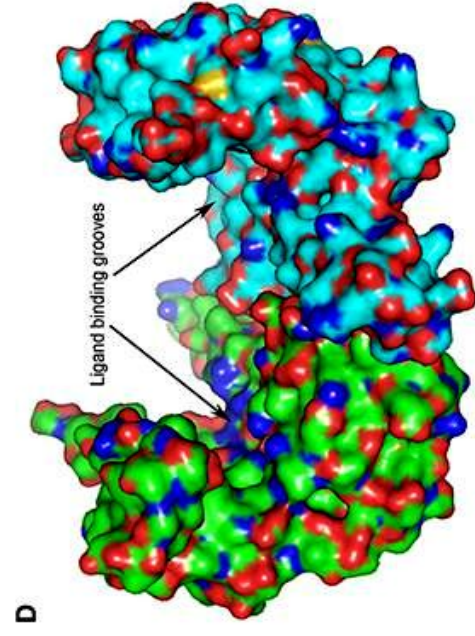
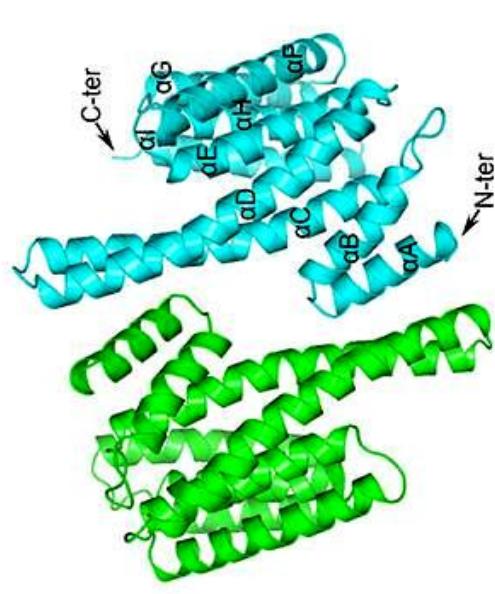
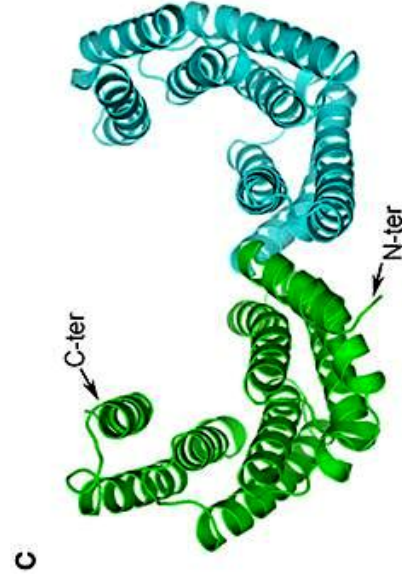
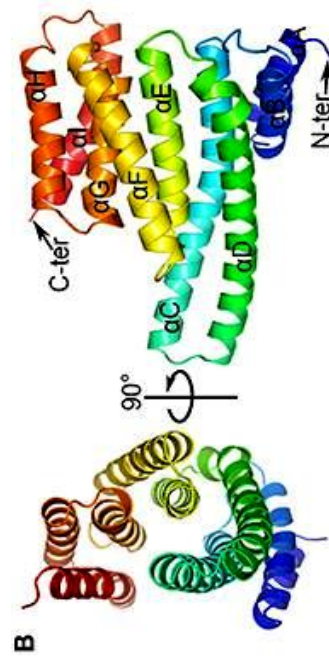
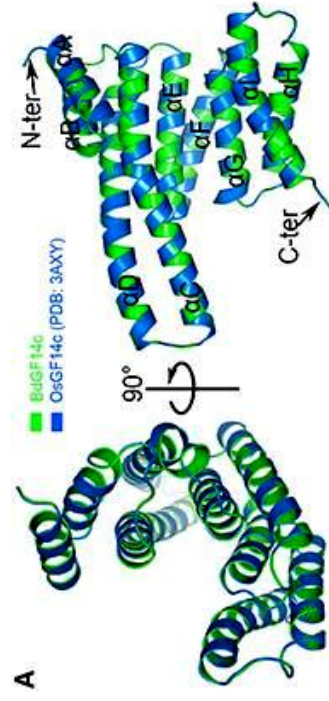
статистический клубок



*Первые две разновидности  
представляют собой  
упорядоченное расположение,  
третья – неупорядоченное*



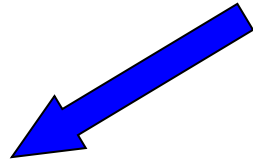




# *Классификация белков*

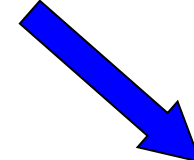
*(по составу)*

## **БЕЛКИ**



### **Простые**

**СОСТОЯТ ТОЛЬКО ИЗ  
АМИНОКИСЛОТ**



### **Сложные**

**СОСТОЯТ ИЗ:**

- **белковой и**
- **небелковой части**

**Класификация сложных белков основана на химической природе их небелковой части**

**Хромопротеины**

**Липопротеины**

**Гликопротеины**

**Фосфопротеины**

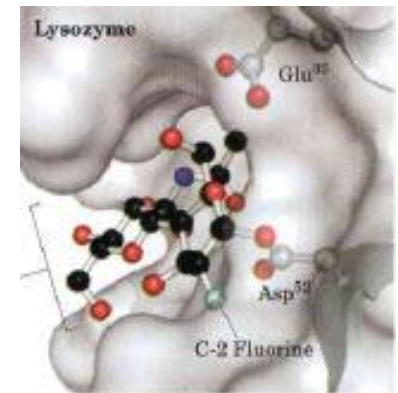
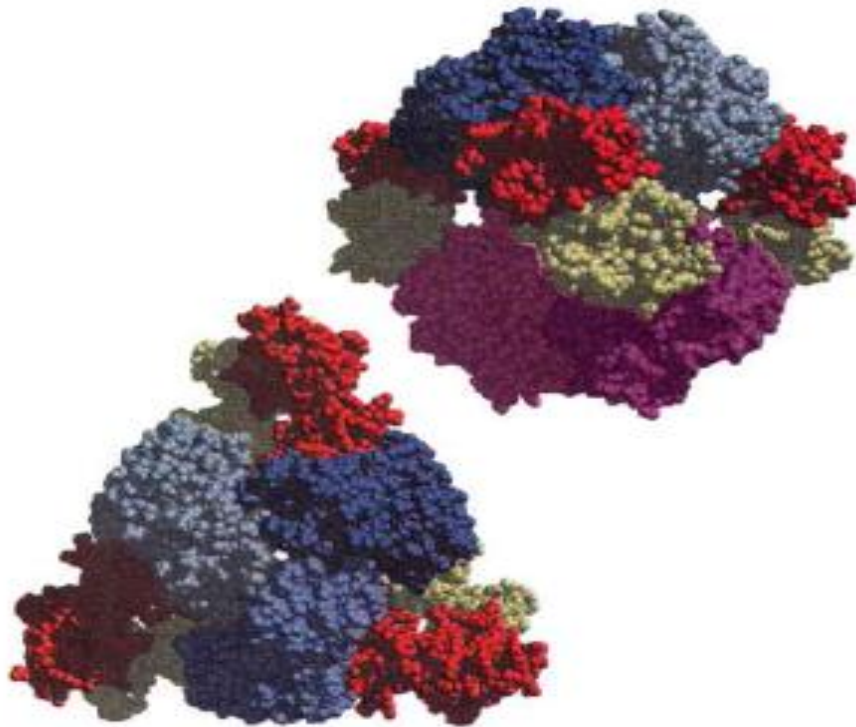
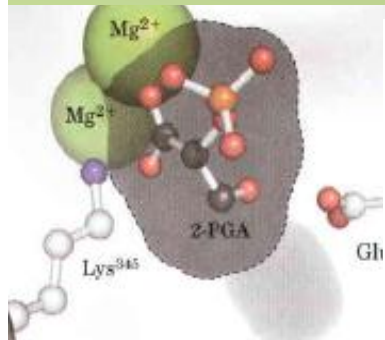
**Нуклеопротеины**

**Металлопротеины**

## Цветные реакции на белки и аминокислоты

- Биуретовая
- Нингидриновая
- Ксантопротеиновая
- Реакция Фоля

# ФЕРМЕНТЫ



**Ферменты – это  
специфические белки  
клеток, выполняющие роль  
биологических  
катализаторов.**

# **Химическая природа ферментов**

- **При гидролизе распадаются до аминокислот.**
- **Инактивируются при кипячении.**
- **Ферментативная активность пропорциональна количеству белка.**
- **Получены в виде кристаллов белка.**
- **Обладают физико-химическими свойствами белков.**
- **Обладают высокой специфичностью действия.**

## **Общие свойства ферментов и неорганических катализаторов:**

- Не расходуются в процессе реакции.**
- Оказывают свое действие при малых концентрациях.**
- Не оказывают влияния на величину константы равновесия реакции.**
- Их действие подчиняется закону действующих масс.**
- Не ускоряют термодинамически невозможных реакций.**



# Отличия ферментов от неорганических катализаторов

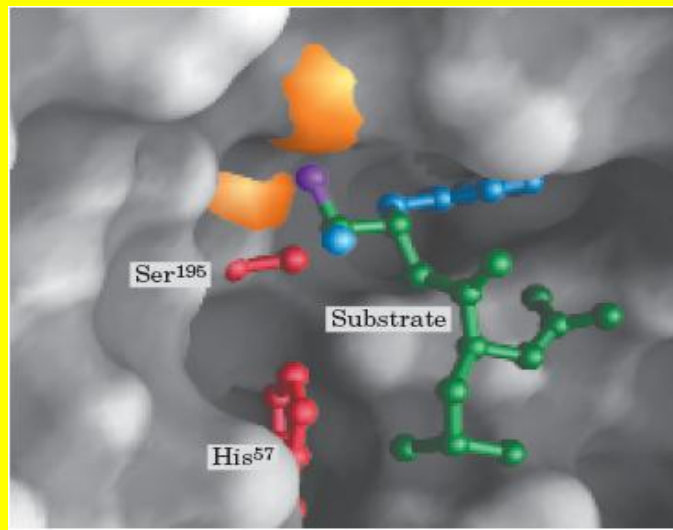
- Термолабильность ферментов.
- Зависимость активности ферментов от pH среды.
- Специфичность действия ферментов.
- Скорость ферментативных реакций подчиняется определенным кинетическим закономерностям.
- Активность ферментов зависит от действия регуляторов – активаторов и ингибиторов.
- Ряд ферментов при формировании третичной и четвертичной структуры подвергаются постсинтетической модификации.
- Размеры молекулы ферментов обычно намного превышают размеры их субстратов.

# Активный центр

Участок молекулы фермента, который специфически взаимодействует с субстратом.

В активном центре различают:

- участок связывания;
- каталитический участок.



# Аллостерический центр

Участок молекулы фермента, с которым связываются

**активаторы** или **ингибиторы**.

Изменяется нативная структура фермента, что приводит к **повышению** или **снижению** ферментативной активности

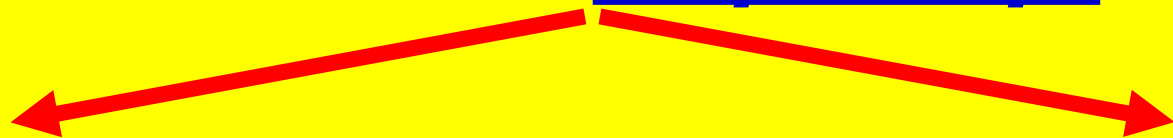
# Структура фермента

- Простые ферменты – состоят из аминокислот.
- Сложные ферменты – кроме белковой части содержит небелковый компонент.

**Сложный фермент – холофермент.**

**Белковая часть фермента –  
апофермент.**

**Небелковая часть – кофактор.**



**Простетическая  
группа**

**Кофермент**

# КОФЕРМЕНТНЫЕ ФУНКЦИИ ВИТАМИНОВ

ВИТАМИН	КОФЕРМЕНТНАЯ ФОРМА	ФЕРМЕНТ
<b>B<sub>1</sub>-тиамин</b>	<b>тиаминдифосфат</b>	<b>транскетолаза</b>
<b>B<sub>2</sub>-рибофлавин</b>	<b>ФМН, ФАД</b>	<b>флавінзависимые дегидрогеназы</b>
<b>B<sub>5</sub>-пантотеновая кислота</b>	<b>кофермент А (КоА)</b>	<b>реакции ацилирования</b>
<b>B<sub>6</sub>-пиридоксин</b>	<b>пиридоксаль- фосфат</b>	<b>аминотрансфе- разы</b>
<b>РР-никотинамид</b>	<b>НАД, НАДФ</b>	<b>НАД (НАДФ)- зависимые дегидрогеназы</b>

# Механизм действия ферментов



E – фермент

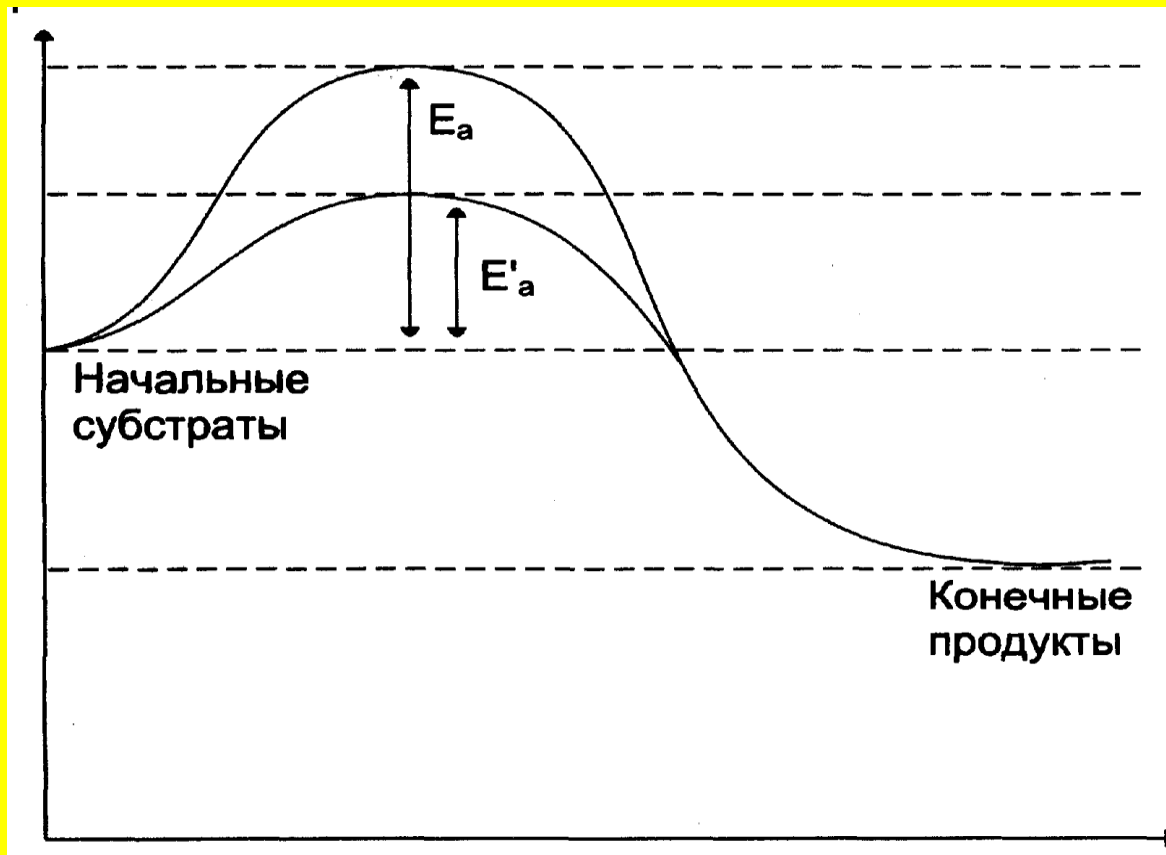
[ES] – фермент-субстратный комплекс

P – продукт реакции



# Ферменты снижают энергию активации молекул субстрата.

Энергия активации – энергия, необходимая для перевода молекул 1 моля субстрата в активированное состояние.





# ИЗОФЕРМЕНТЫ

**Это множественные формы фермента, которые катализируют одну и ту же реакцию.**

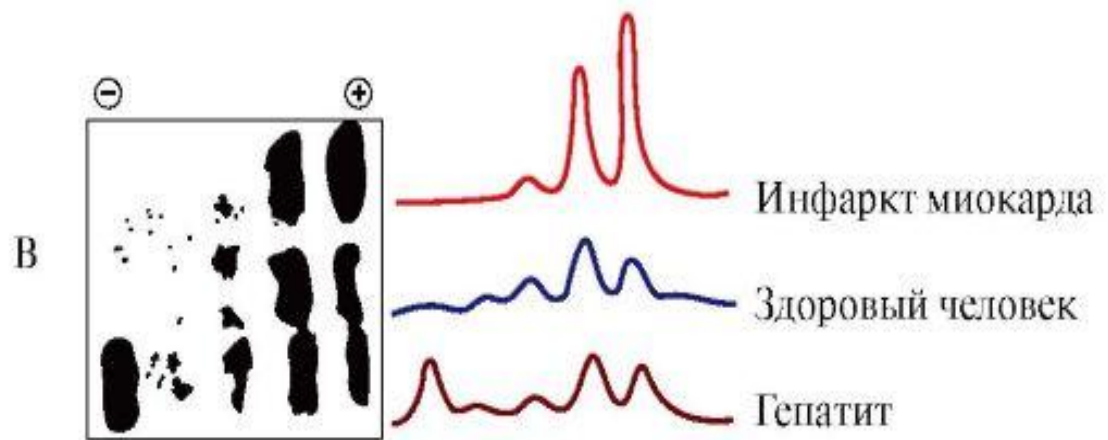
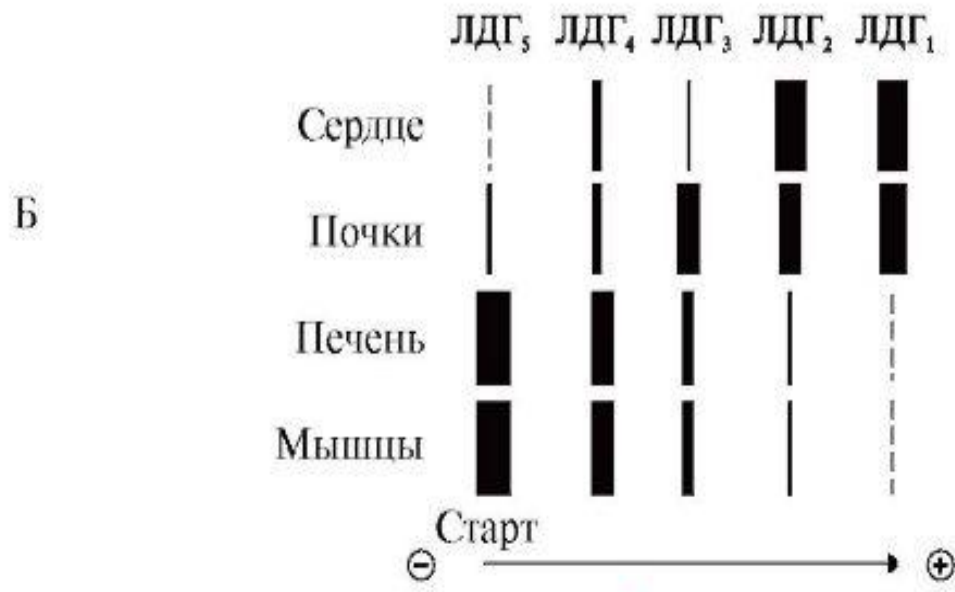
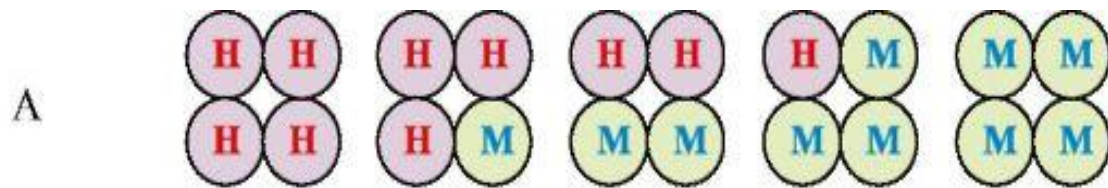
**Могут отличаться:**

- по структуре**
- по кинетическим параметрам;**
- по физико-химическим свойствам.**

**Глюкоза → Глюкозо-6-фосфат**

**гексокиназа  
глюкокиназа**

**Определение активности  
изоферментов в сыворотке крови  
используют для дифферен-  
циальной диагностики патологий  
органов и тканей**



# Единицы измерения активности ферментов

- ❖ **Е** – международная единица  
(мкмоль / мин)
- ❖ **Катал** - (моль/сек)
- ❖ **Удельная активность**
- ❖ **Молярная активность**

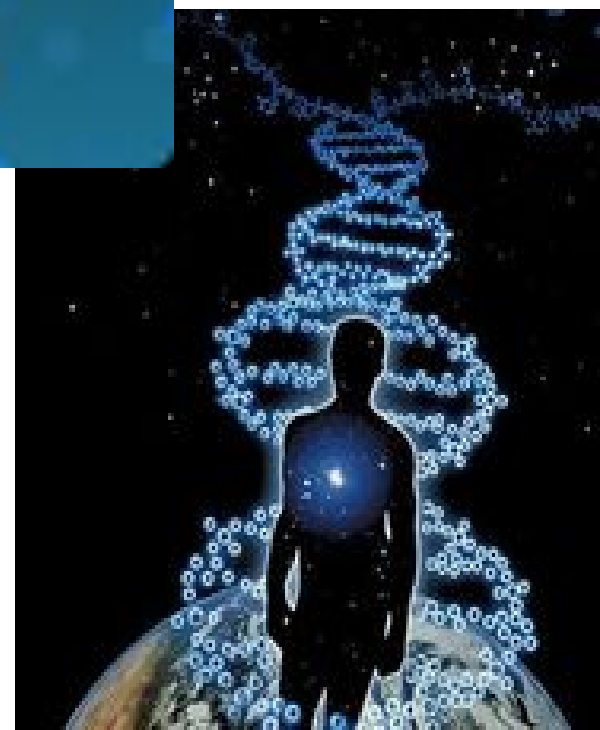
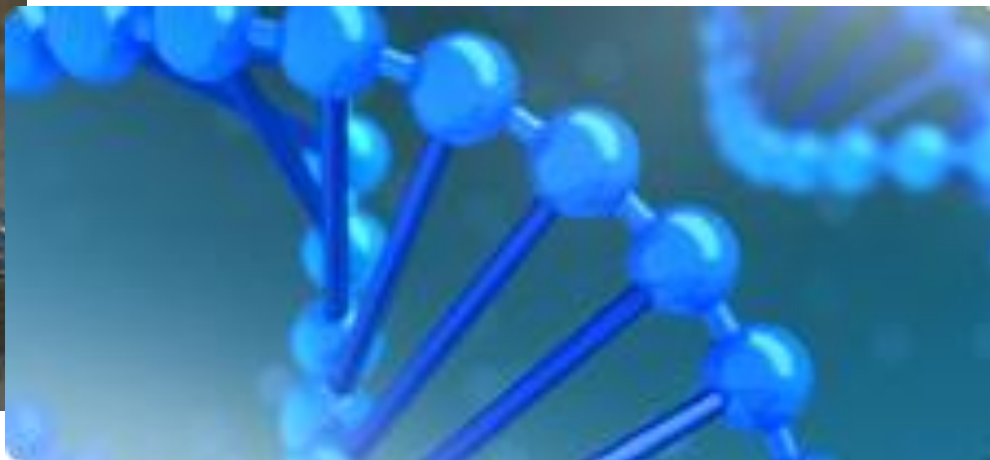
# Энзимопатии

- ***Наследственные (первичные)*** – они характеризуются отсутствием, недостатком или дефектом структуры какого-либо фермента
  - ■ Фенилкетонурия
  - ■ Альбинизм
  - ■ Галактоземия
  - ■ Гликогенозы
- ***Приобретенные (вторичные)***

# Применение ферментов для лечения болезней

- **Заместительная терапия (*мезим, фестал*)**
- **Лечение гнойно-некротических и рубцовых процессов (*химотрипсин, лидаза*)**
- **Тромболитическая терапия (*фибринолизин, урокиназа*)**
- **Противоопухолевые препараты (*аспарагиназа*)**
- **Противомикробные препараты (*ДНКаза*)**

# НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ



# *СОСТАВ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ*

## ДНК

Аденин, гуанин,  
цитозин, тимин

Дезоксирибоза

Остатки фосфорной  
кислоты

## РНК

Аденин, гуанин,  
цитозин, урацил

Рибоза

Остатки фосфорной  
кислоты



# ДНК

**Функция:**

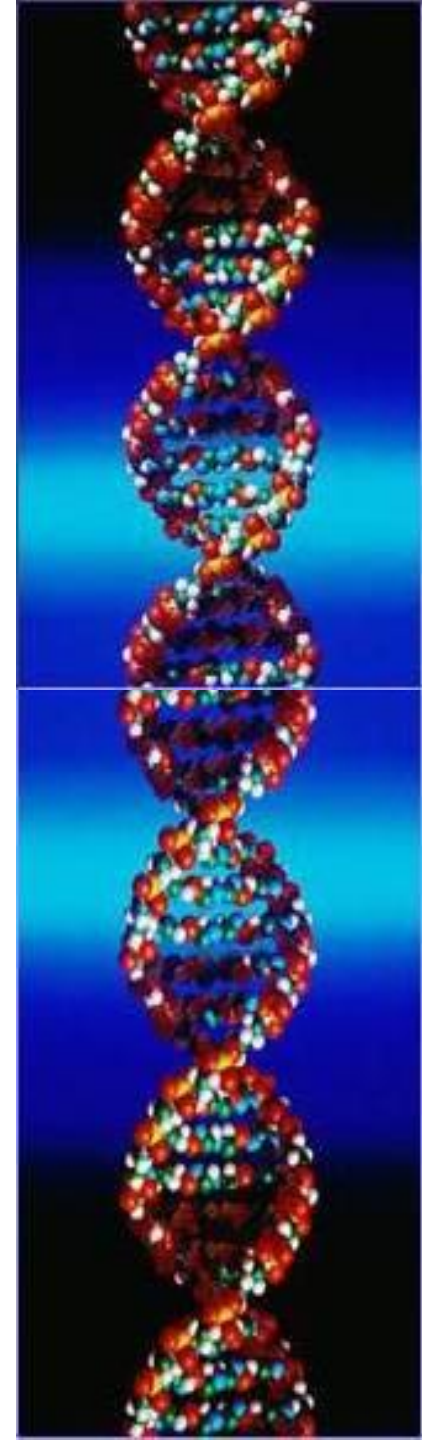
***хранение генетической информации***

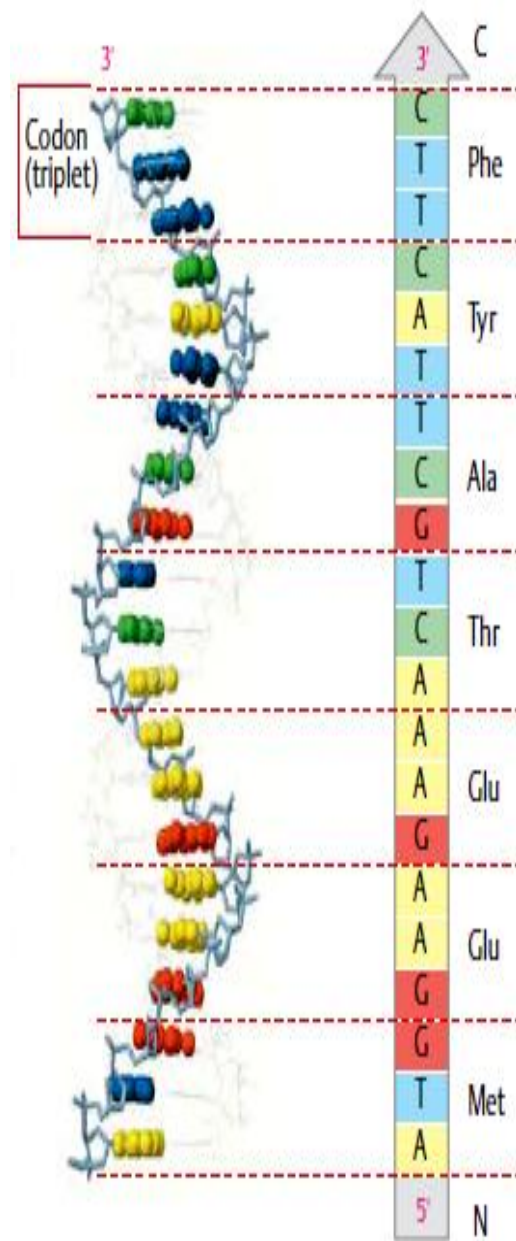
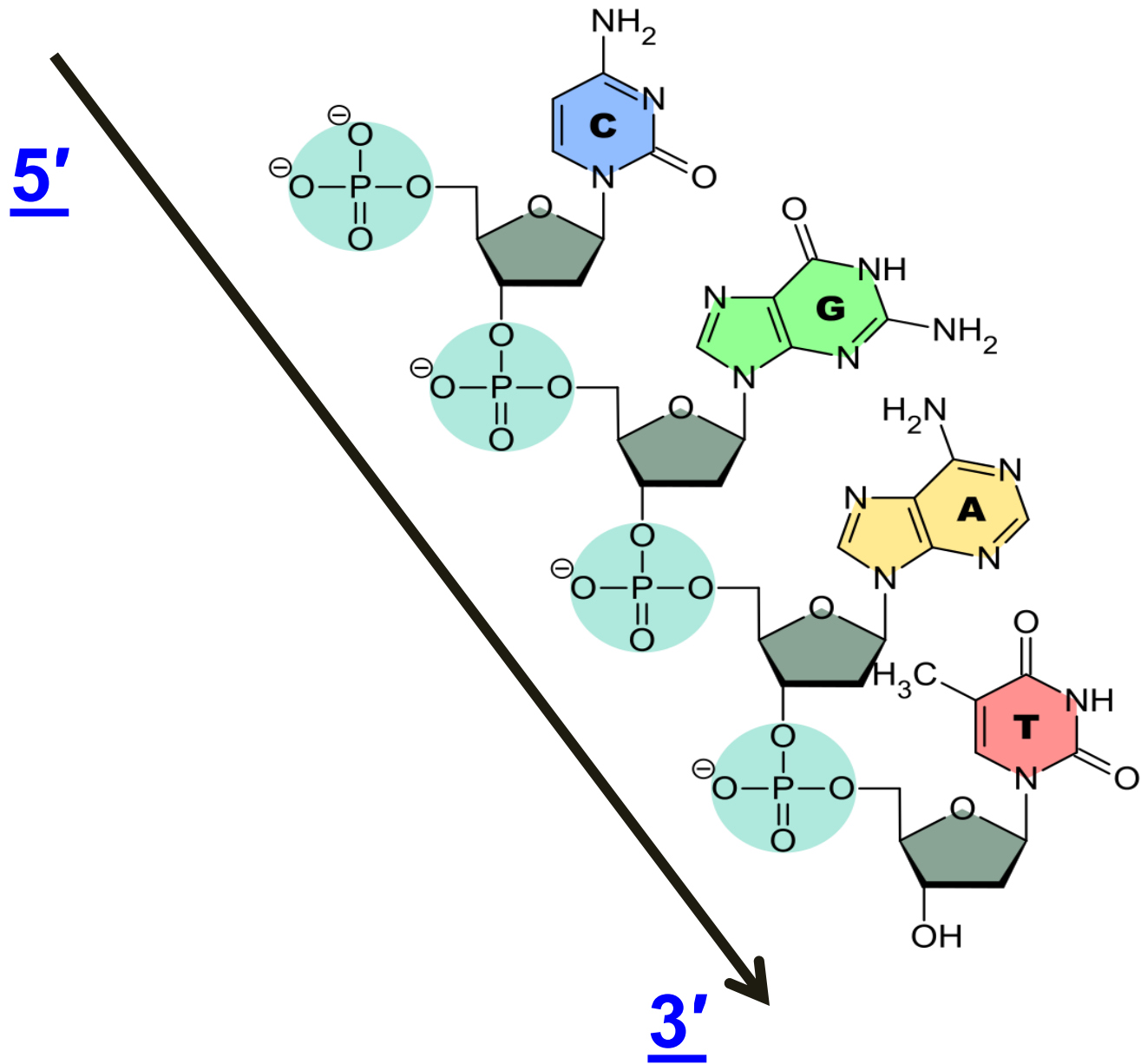
***передача её из поколения в поколение***

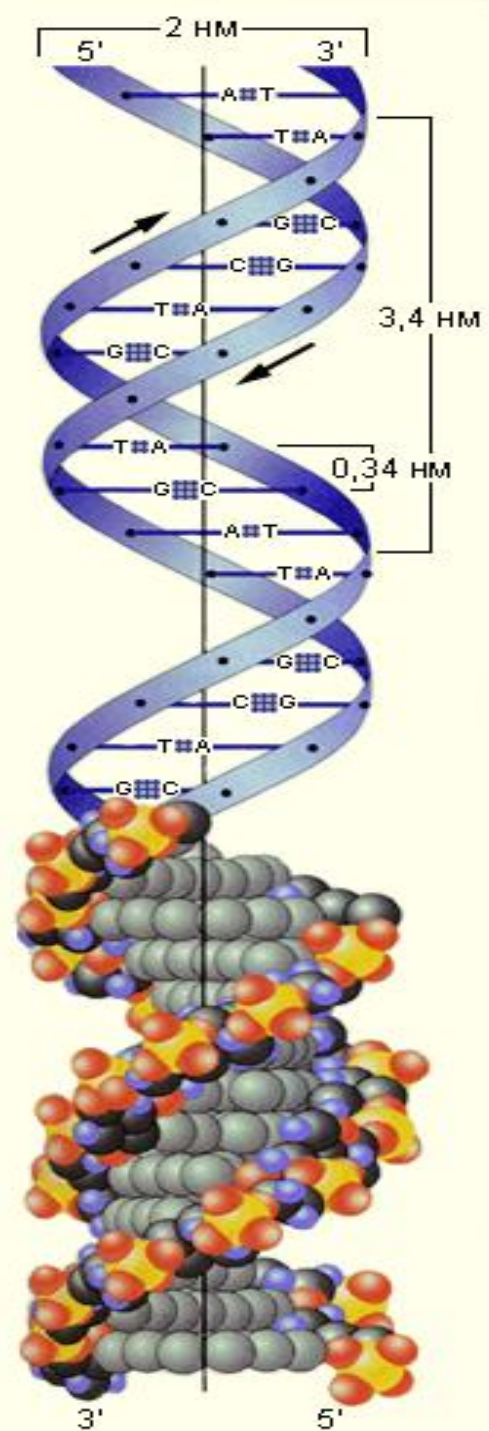
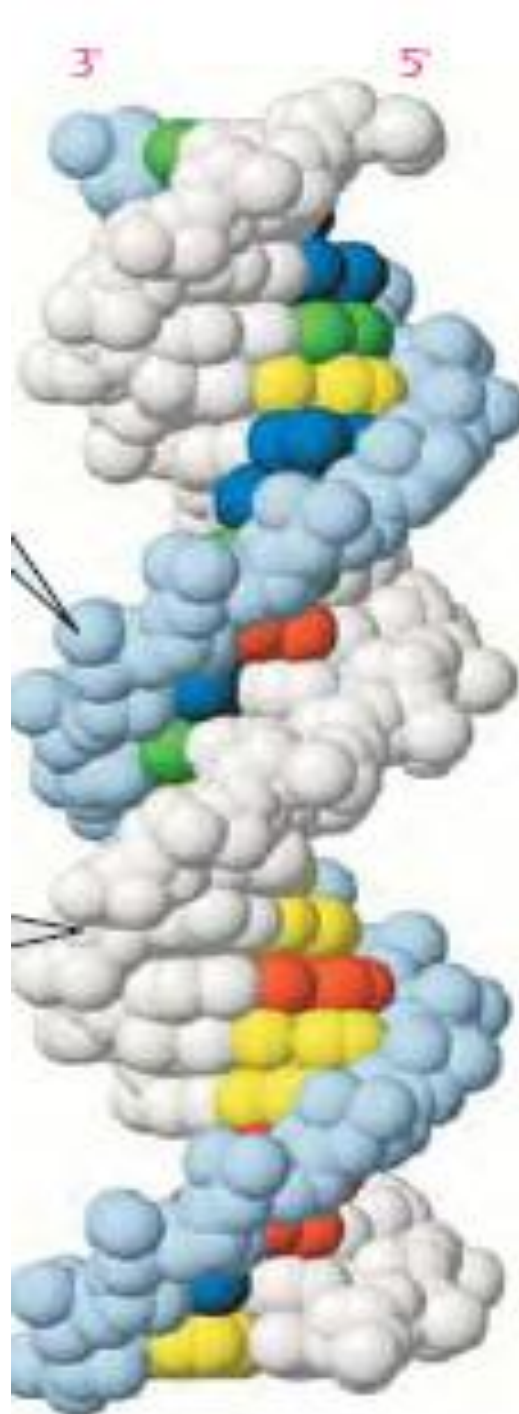
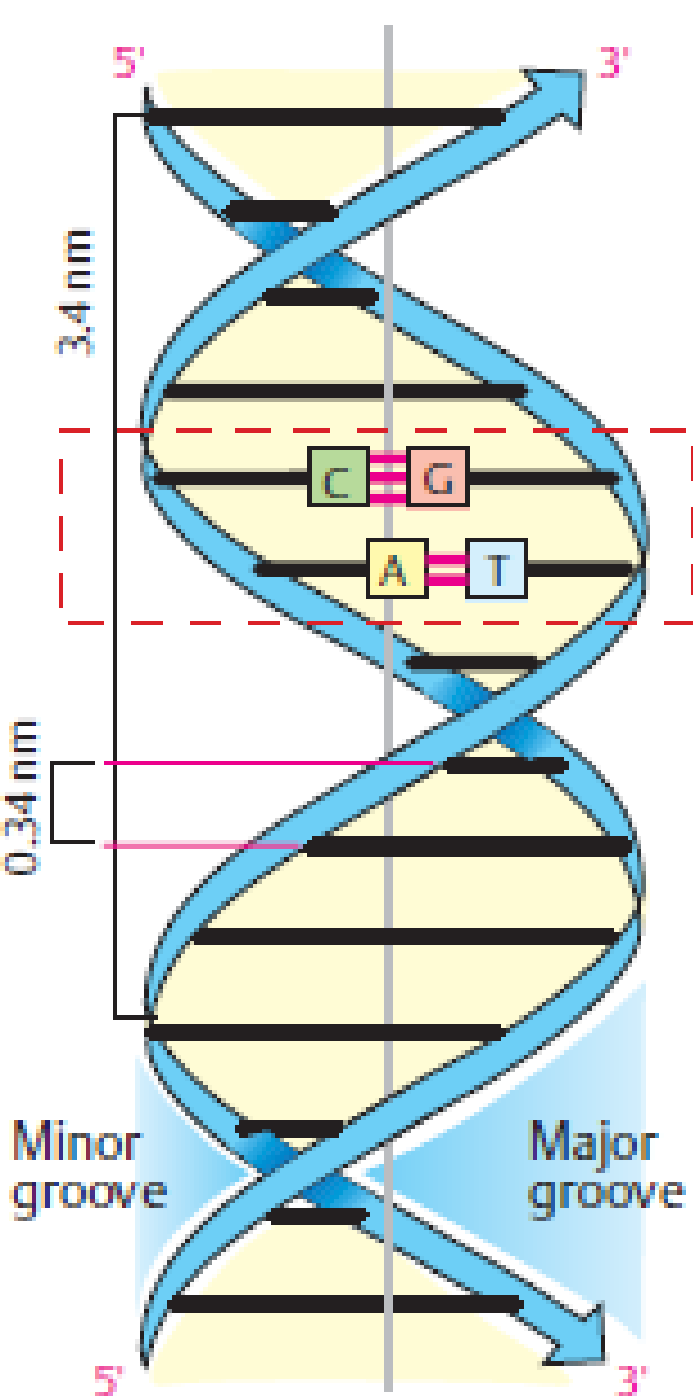
***и для построения структур данного  
организма***

# Структура ДНК

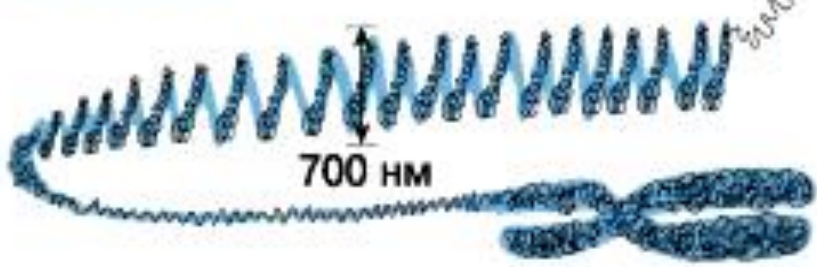
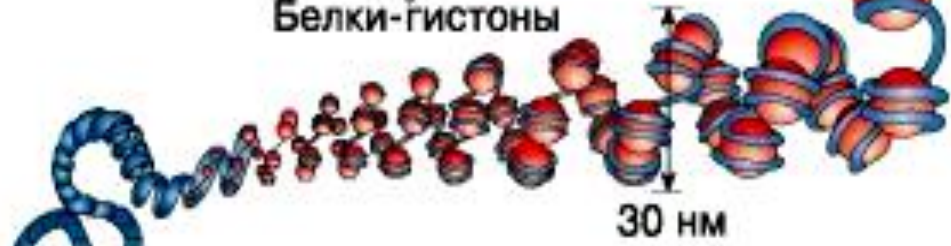
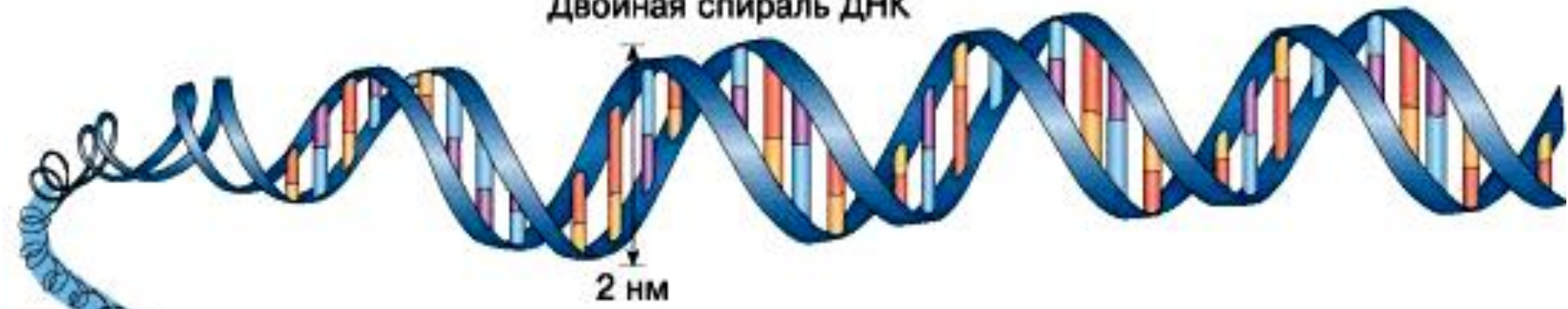
- *Первичная*
- *Вторичная*
- *Третичная*





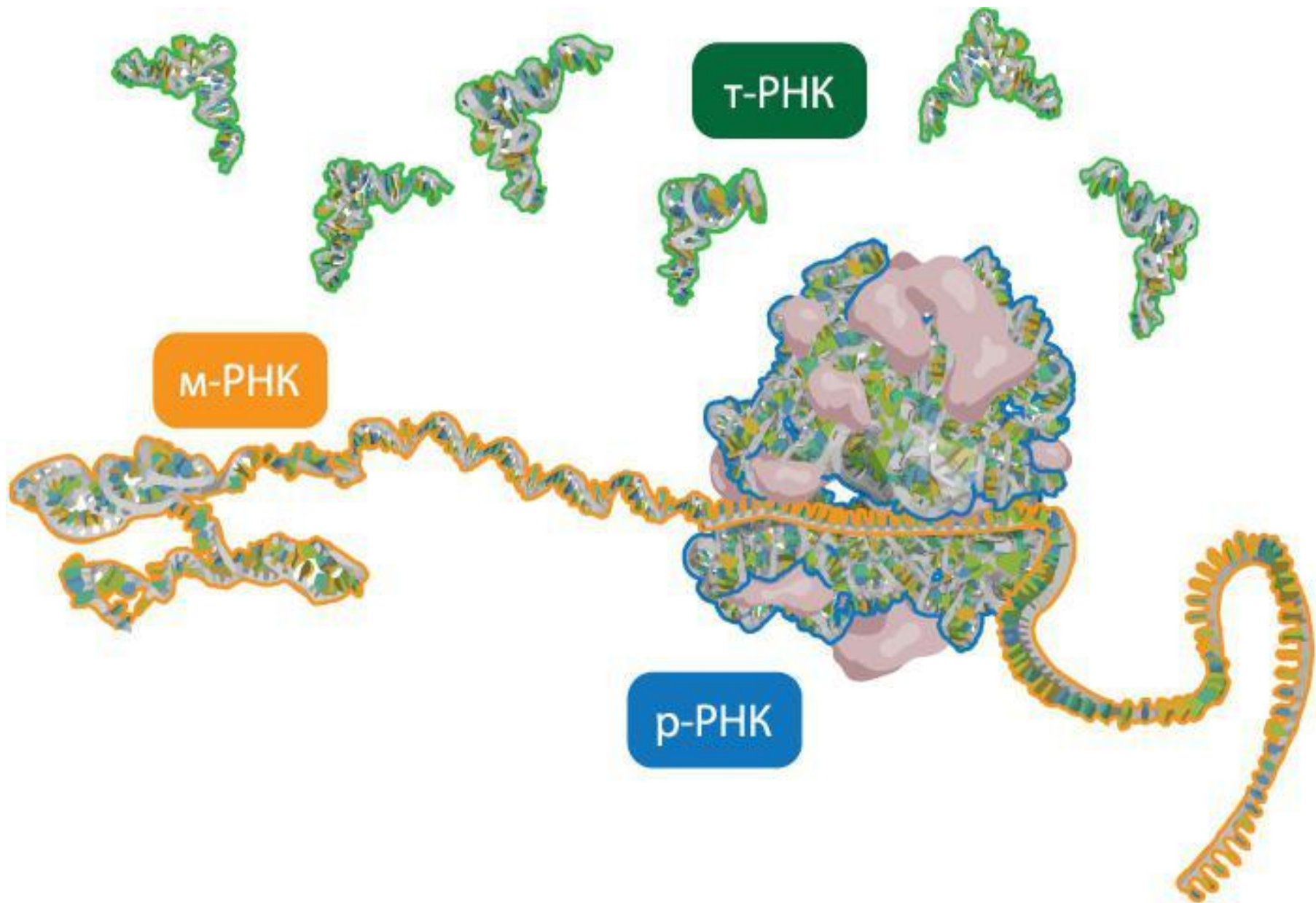


Двойная спираль ДНК



А

Б



T-PHK

M-PHK

p-PHK

# Матричная РНК (мРНК)

**Роль:**

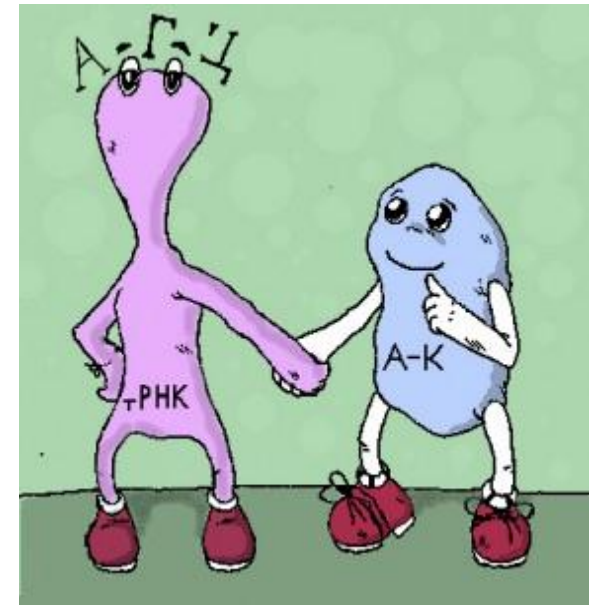
- перенос генетической информации от соответствующего гена в молекуле ДНК к месту синтеза белка
- матрица для синтеза белка



# Транспортная РНК (тРНК)

**Роль:**

- транспорт аминокислот к месту синтеза белка
- адаптор при синтезе белка

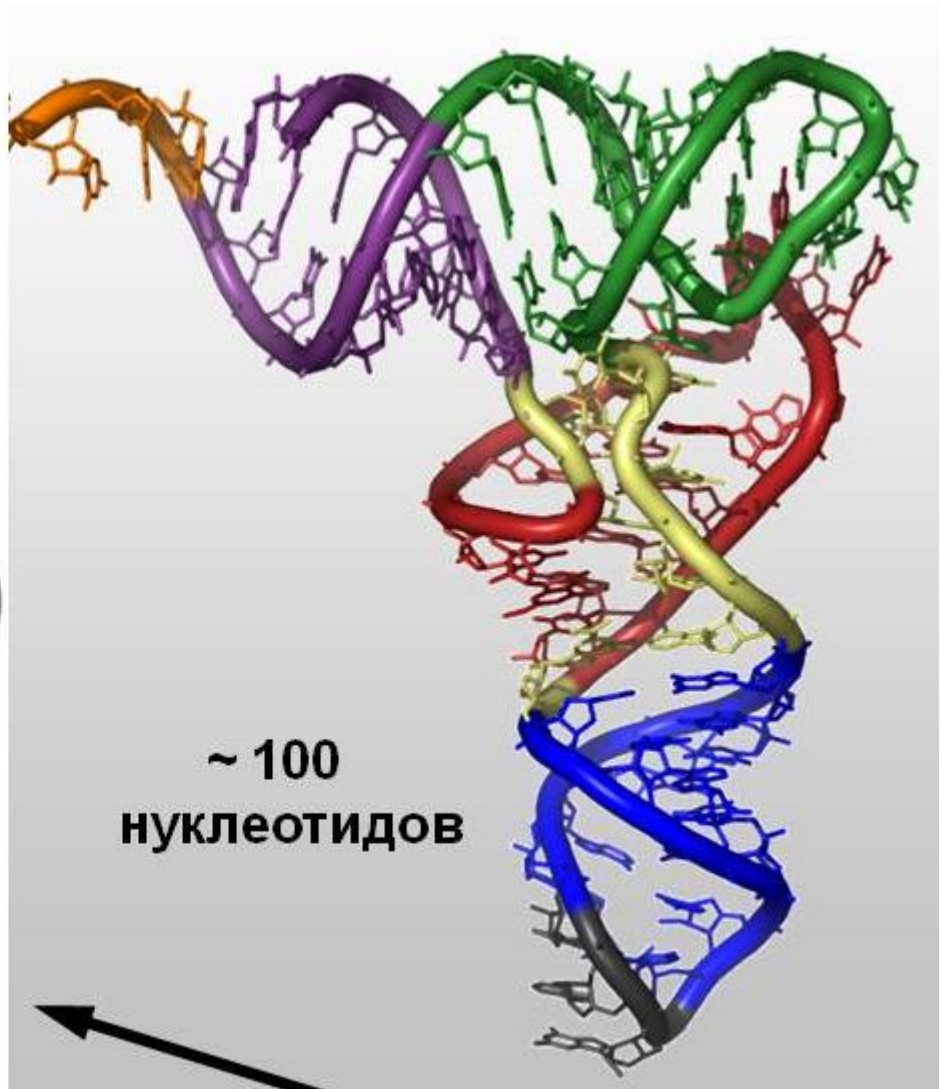
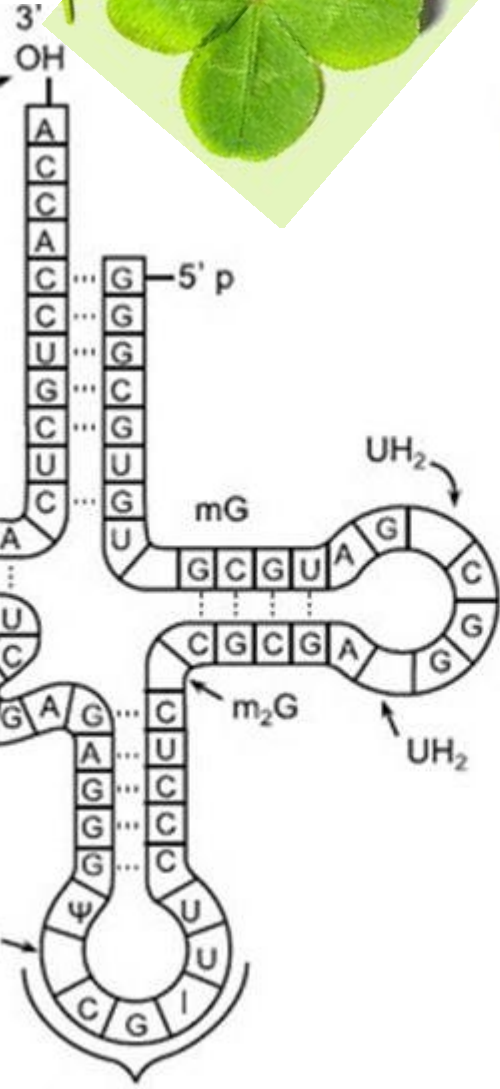




# ТРНК



Сюда прикрепляется аминокислота



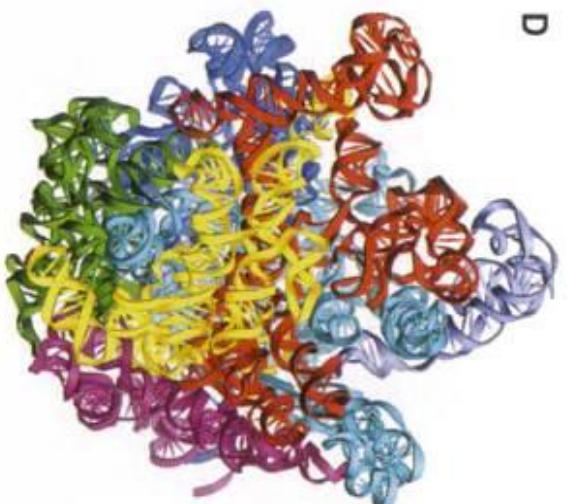
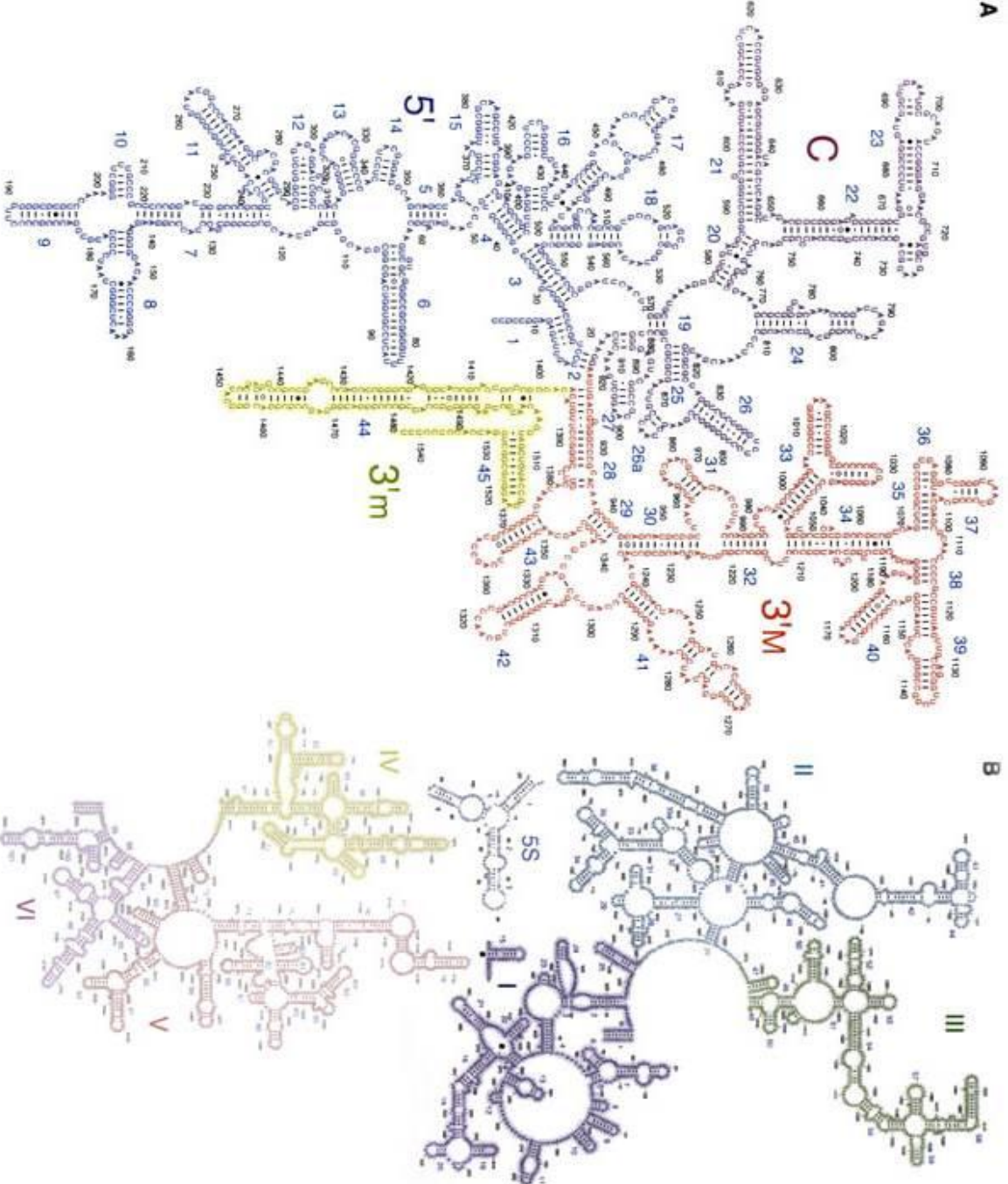
~ 100  
нуклеотидов

«КЛЕВЕРНЫЙ ЛИСТ»

# Рибосомная РНК (рРНК)

## Роль:

- образует каркас рибосомы
- взаимодействуя с мРНК и тРНК, обеспечивает процесс трансляции



# Структура рибосом эукариот

**Рибосома 80S**

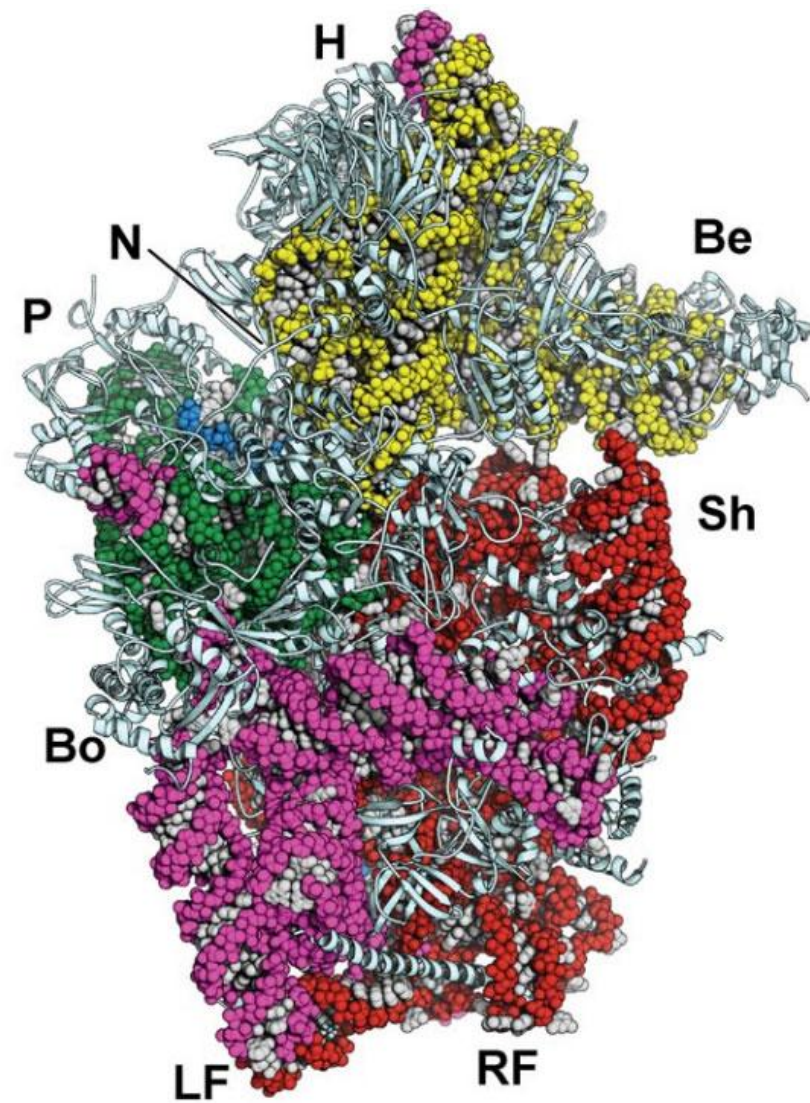
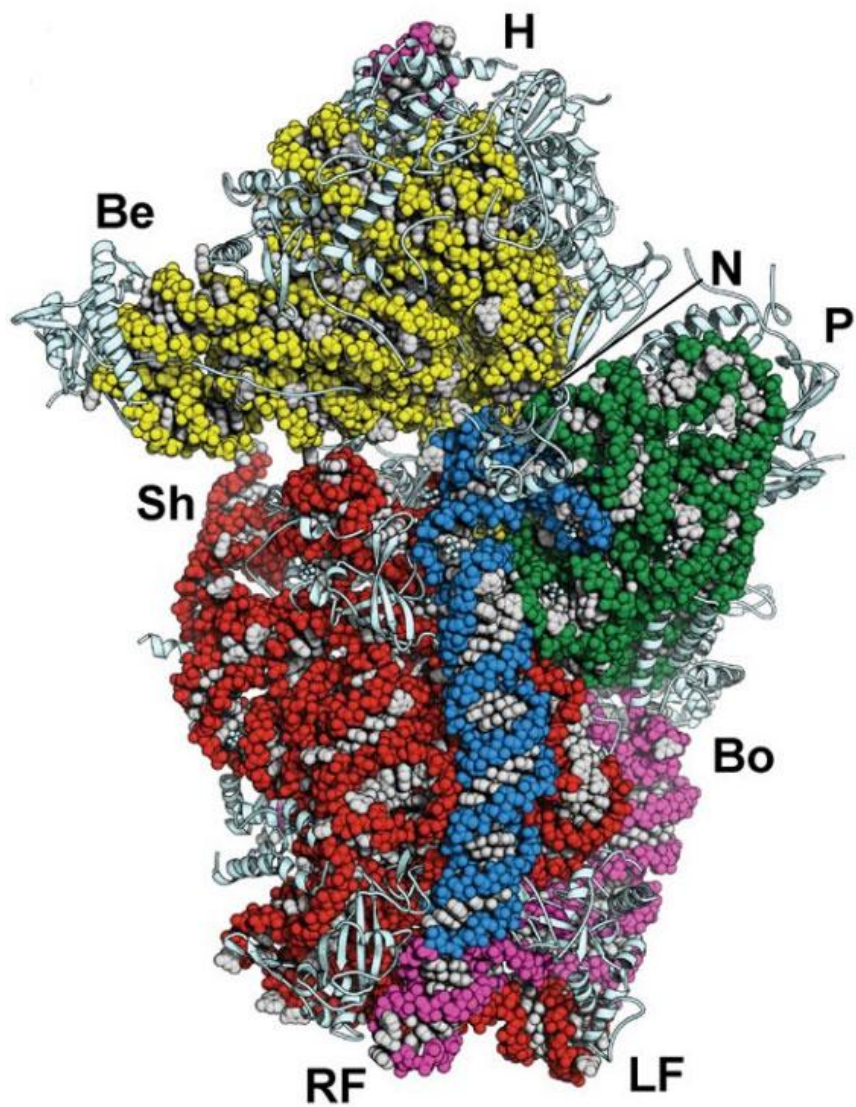
**60 S субъединицы 40 S**

**5.8 S, 5 S, 28 S рРНК**

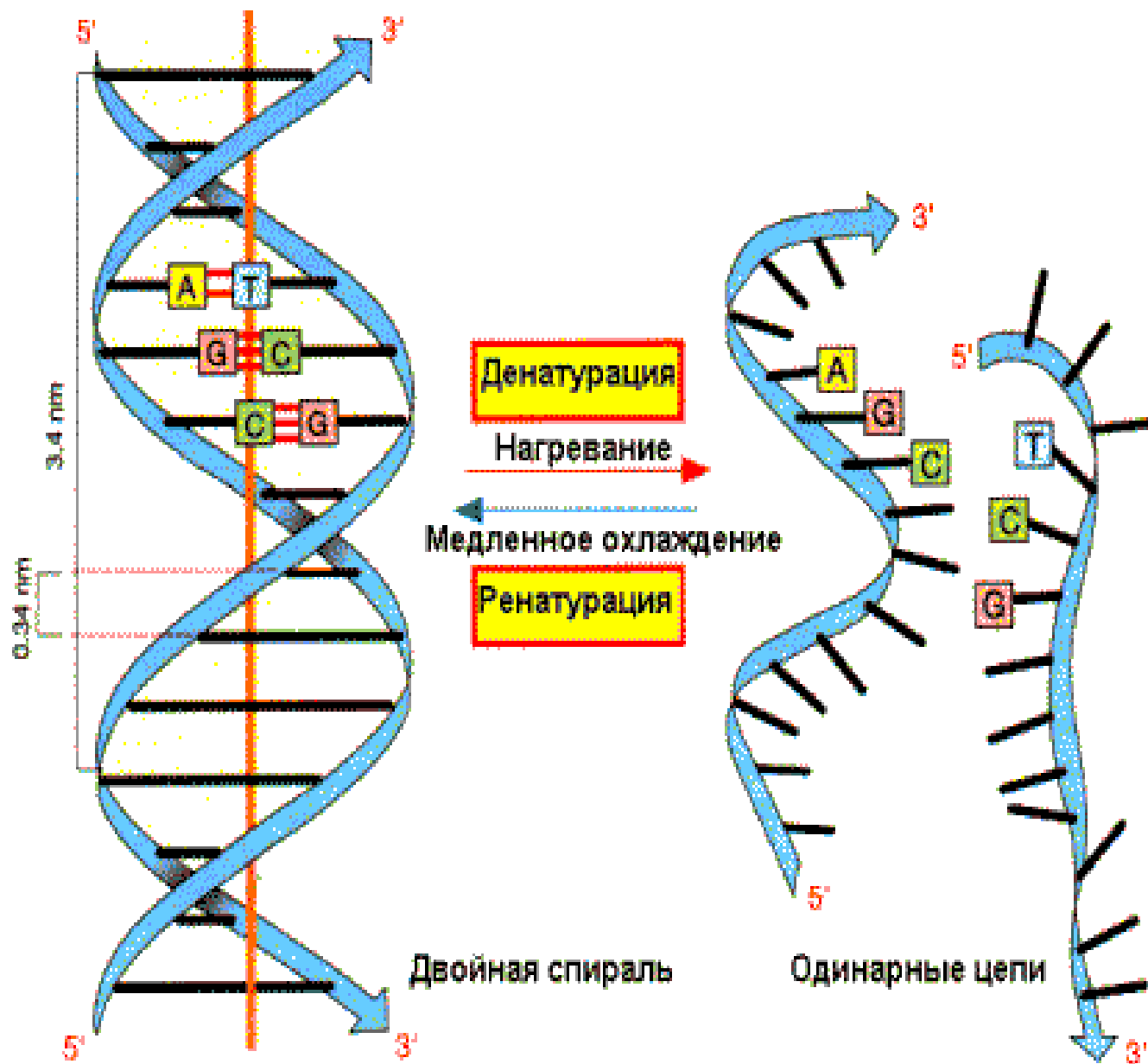
**+ 50 белков**

**18 S рРНК**

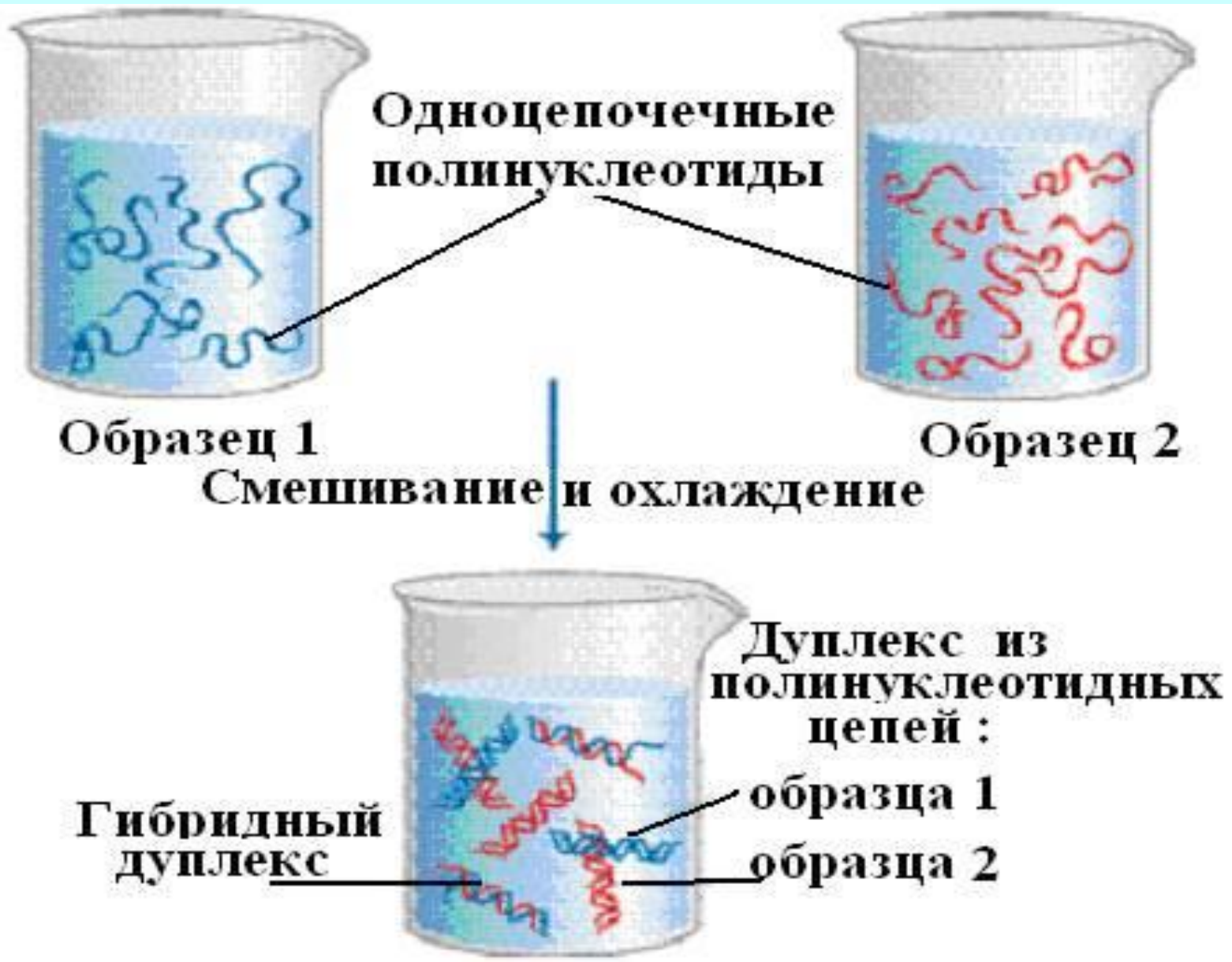
**+ 33 белка**



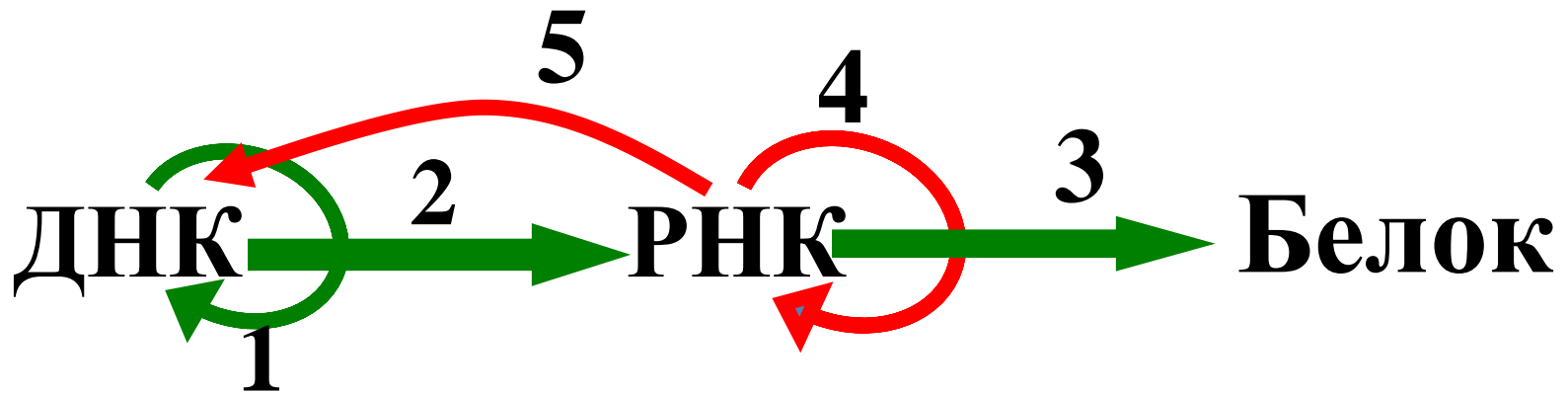
# Денатурация нуклеиновых кислот



# Гибридизация нуклеиновых кислот



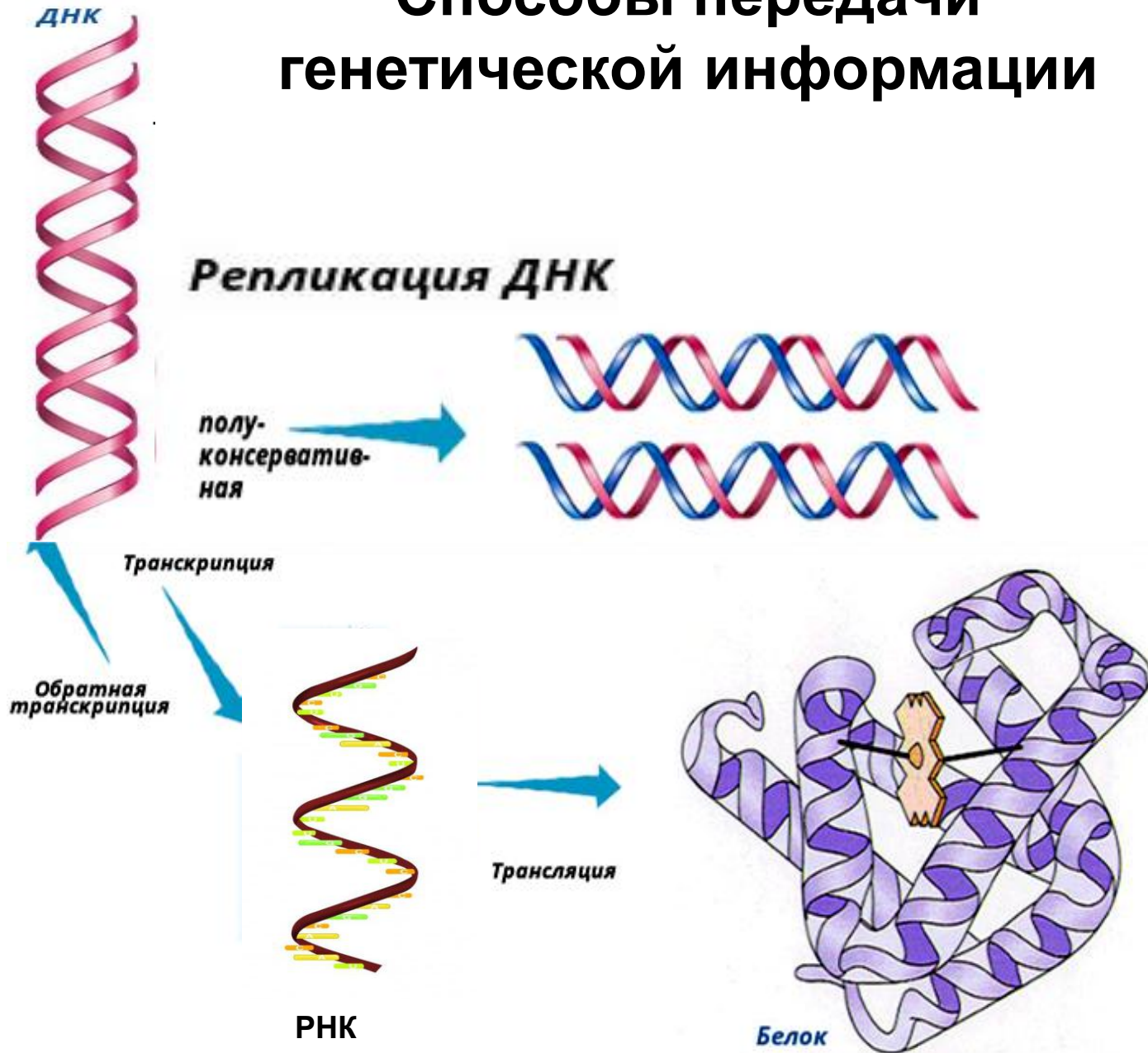
# Основной постулат молекулярной биологии



1. Репликация ДНК
2. Транскрипция
3. Трансляция
4. Репликация РНК
5. Обратная транскрипция



# Способы передачи генетической информации

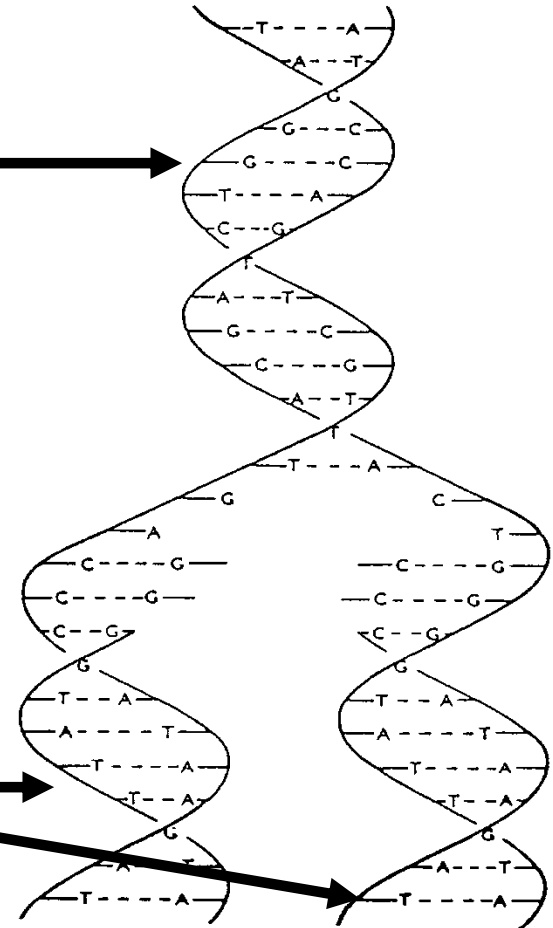


# **БИОСИНТЕЗ ДНК**

(репликация)

# Репликация ДНК осуществляется полуконсервативным способом

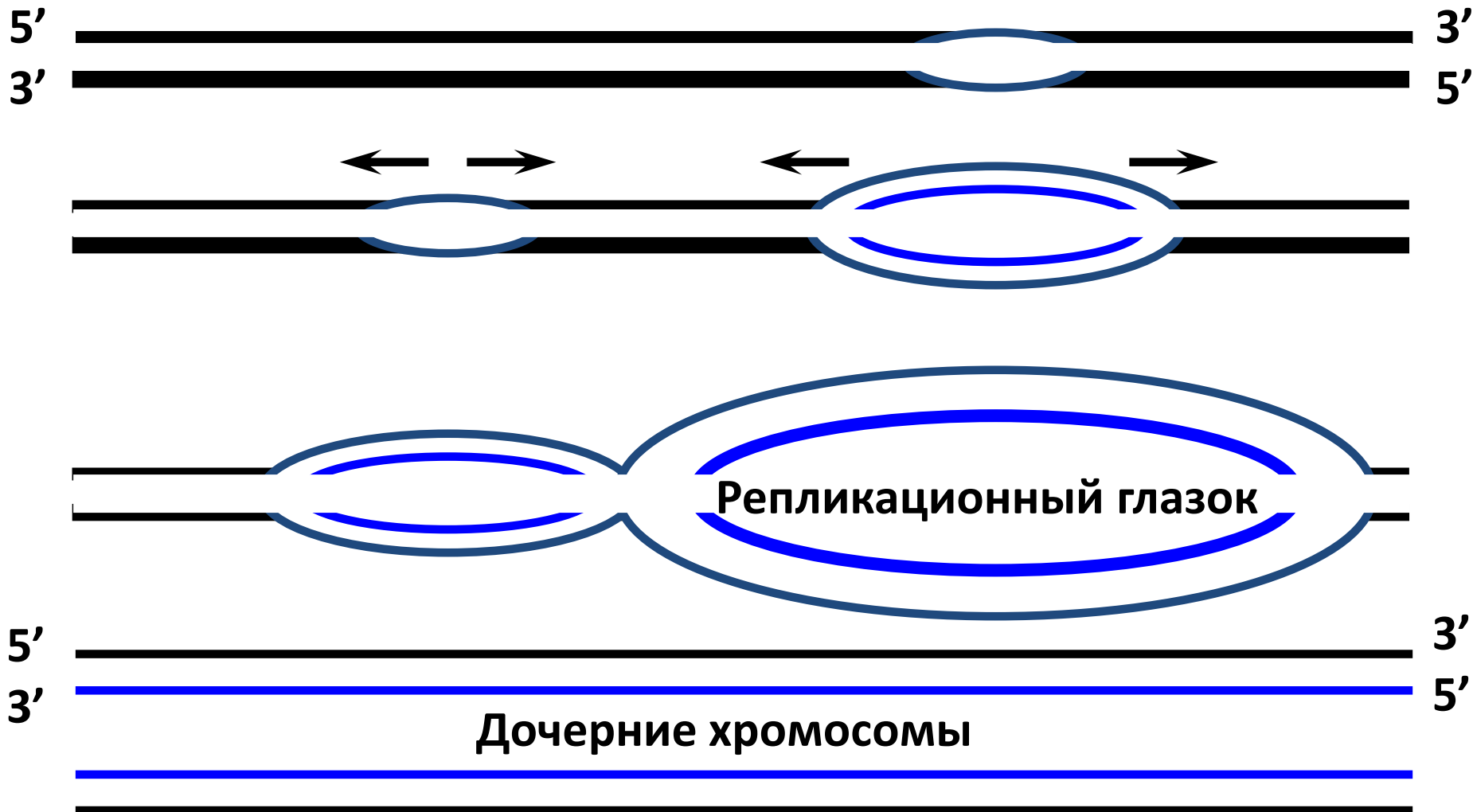
Материнская цепь ДНК



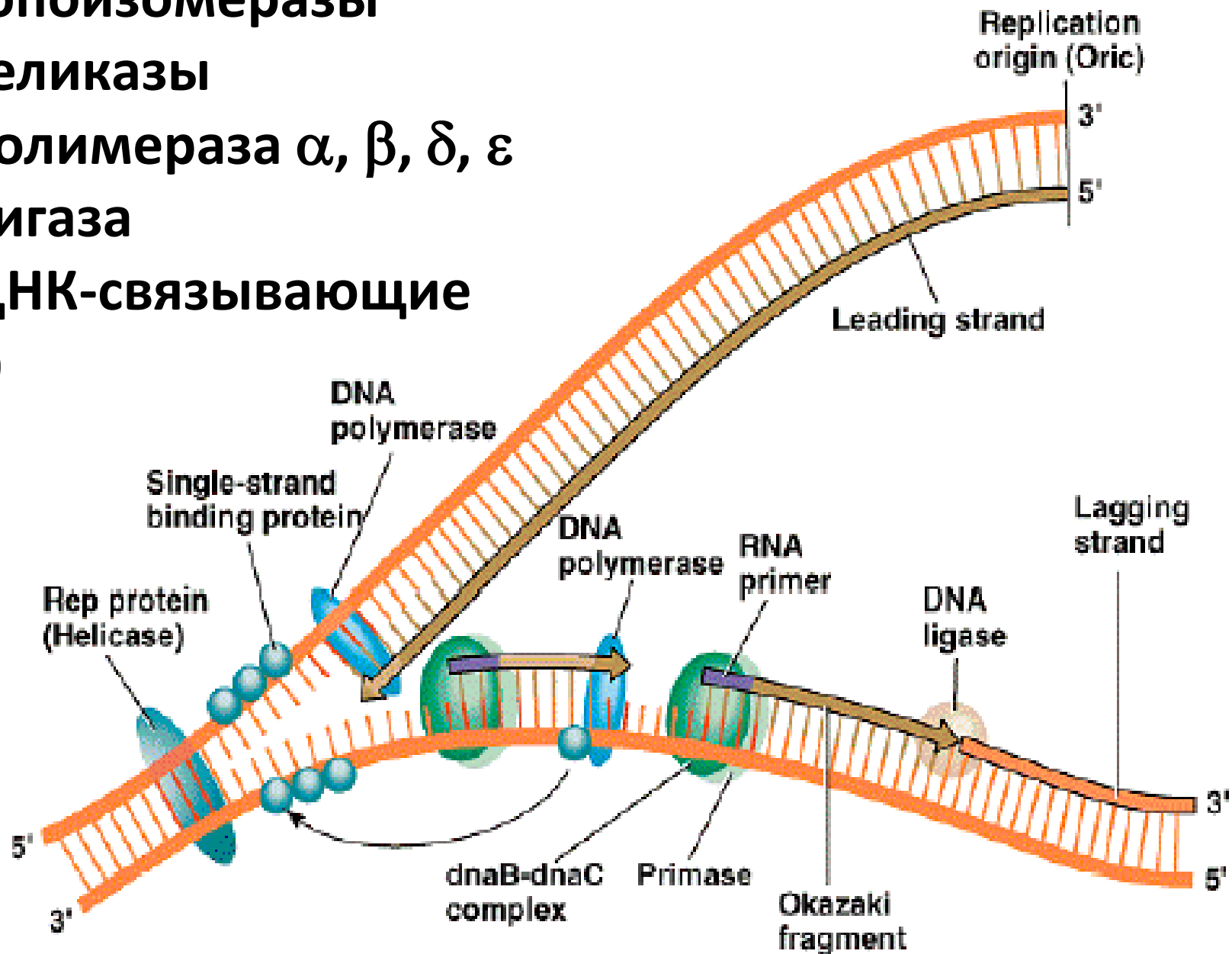
Дочерние цепи ДНК

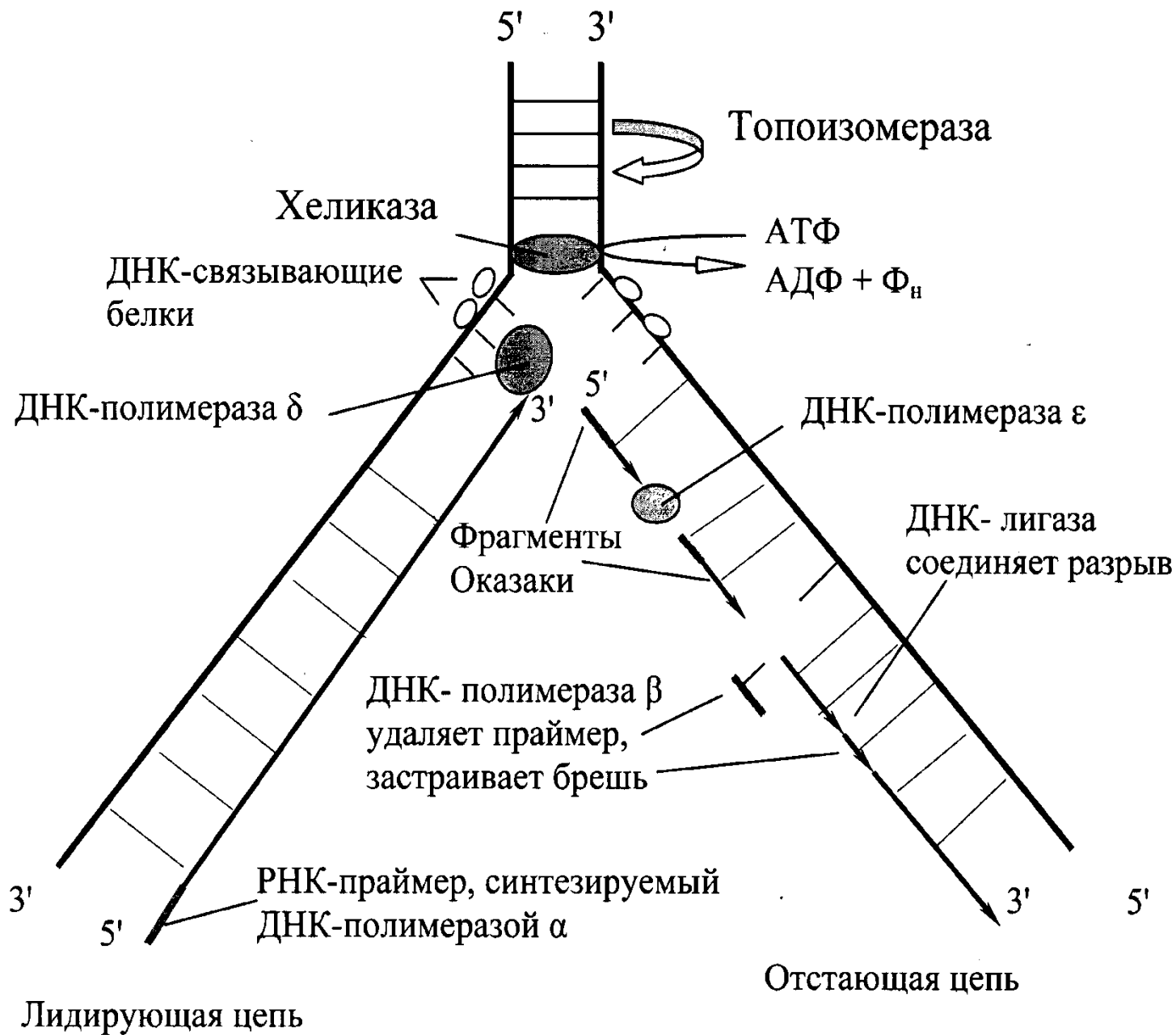


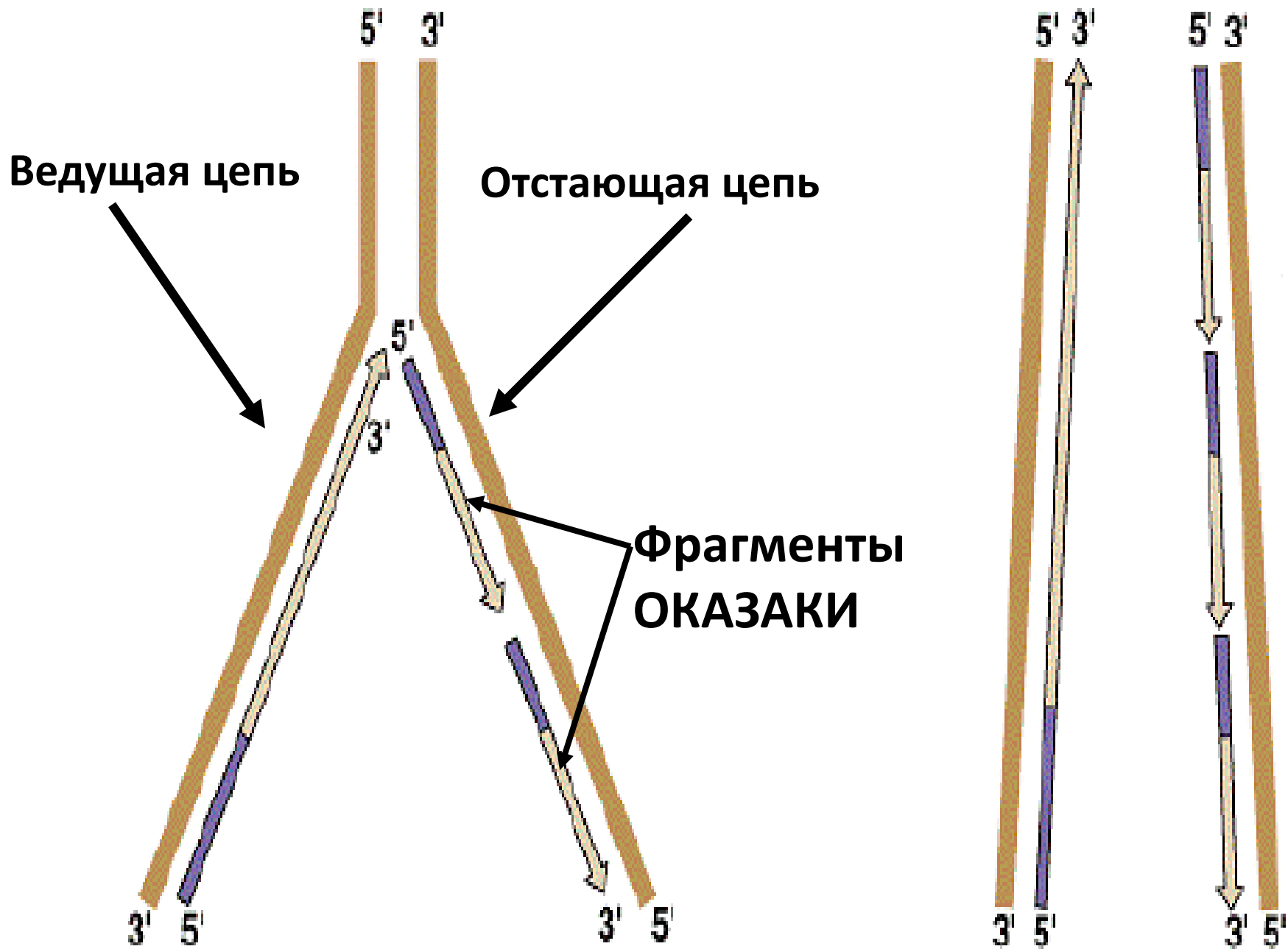
# Механизм репликации



Ферменты репликации:  
ДНК-топоизомеразы  
ДНК-хеликазы  
ДНК-полимераза  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$   
ДНК-лигаза  
ДСБ (ДНК-связывающие  
белки)







# **БИОСИНТЕЗ РНК**

(транскрипция)



# Транскрипция

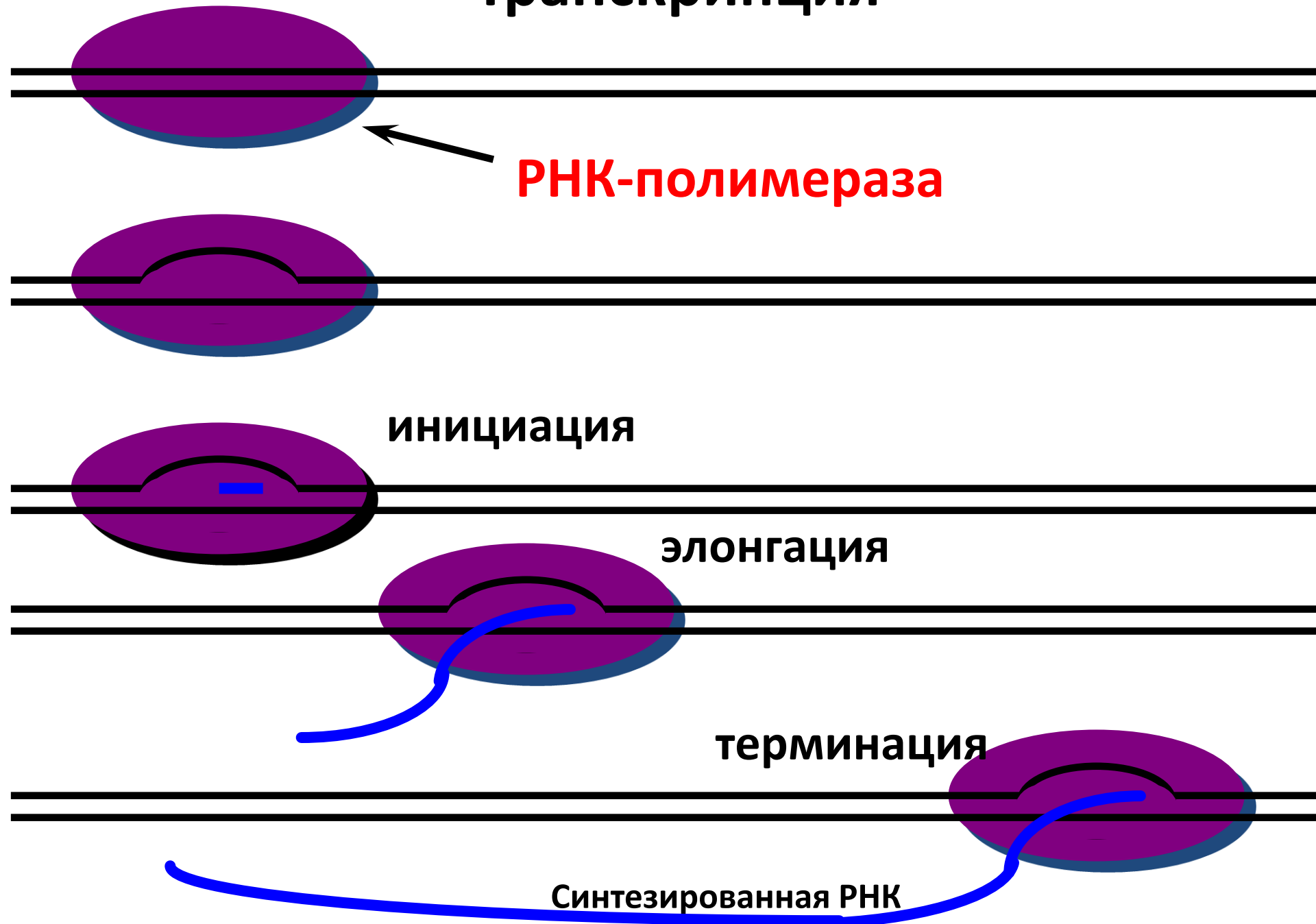
**РНК-полимераза**

**инициация**

**элонгация**

**терминация**

**Синтезированная РНК**



# **Распад нуклеиновых кислот**

**нуклеопротеины**  $\longrightarrow$  **белок**

$\downarrow$   
**нуклеиновые кислоты**

***РНказы, ДНказы***

$\downarrow$   
**нуклеотиды**

$\Phi_n$

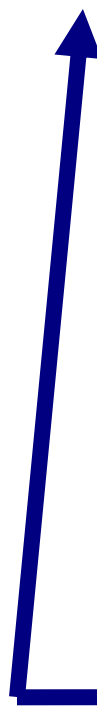
***нуклеотидазы***

$\downarrow$   
**нуклеозиды**

***нуклеозидфосфорилазы***

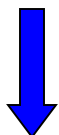
$\downarrow$   
**азотистые основания**

$\searrow$  ***распад***

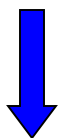


# РАСПАД ПУРИНОВЫХ НУКЛЕОТИДОВ

Аденозин



Инозин

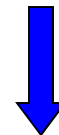


Гипоксантин

Гуанозин



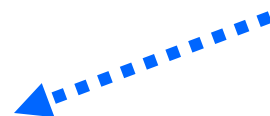
Гуанин



Ксантин



Мочевая кислота



аллантиин

# НАРУШЕНИЯ ОБМЕНА ПУРИНОВ

- **ПОДАГРА**
- **синдром Леша-Нихана**
- **ксантинурия**

# ПОДАГРА



# **БИОСИНТЕЗ БЕЛКА**

(трансляция)

# Этапы трансляции:

- *Активация аминокислот*

- **Инициация**

- **Элонгация**

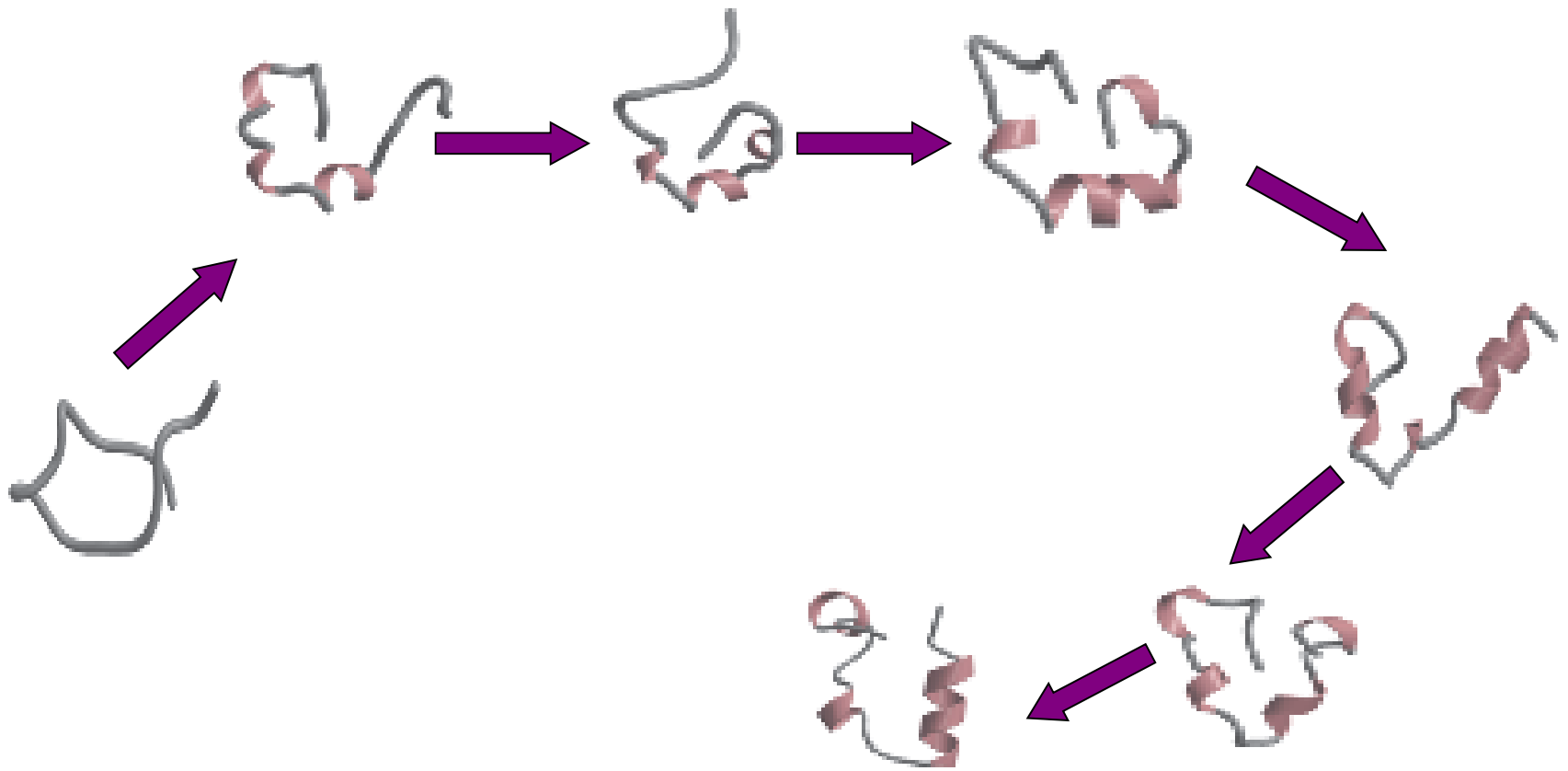
- **Терминация**

- *Посттрансляционная модификация белка*



# **Посттрансляционная модификация белков (процессинг)**

- Формирование структур белковой молекулы**
- Модификация молекулы белка  
(добавление простетических групп)**
- Химическая модификация аминокислот  
(гидроксилирование, метилирование)**
- Ограниченный протеолиз белков**
- Удаление метионина с N-конца**
- Транспорт белка к месту выполнения функции**



**ФОЛДИНГ БЕЛКОВ** – процесс сворачивания полипептидной цепи в правильную пространственную структуру. Эта структура обладает уникальной биологической активностью. Поэтому фолдинг является важной стадией преобразования генетической информации в механизмы функционирования клетки.