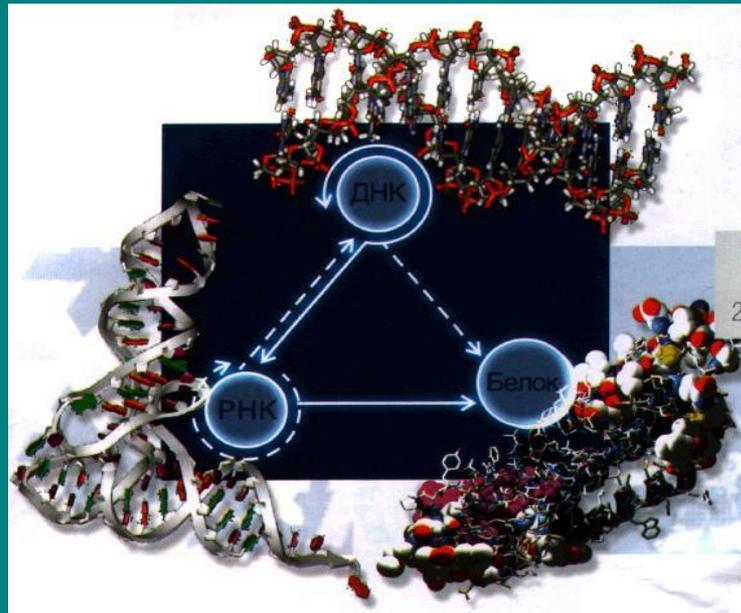


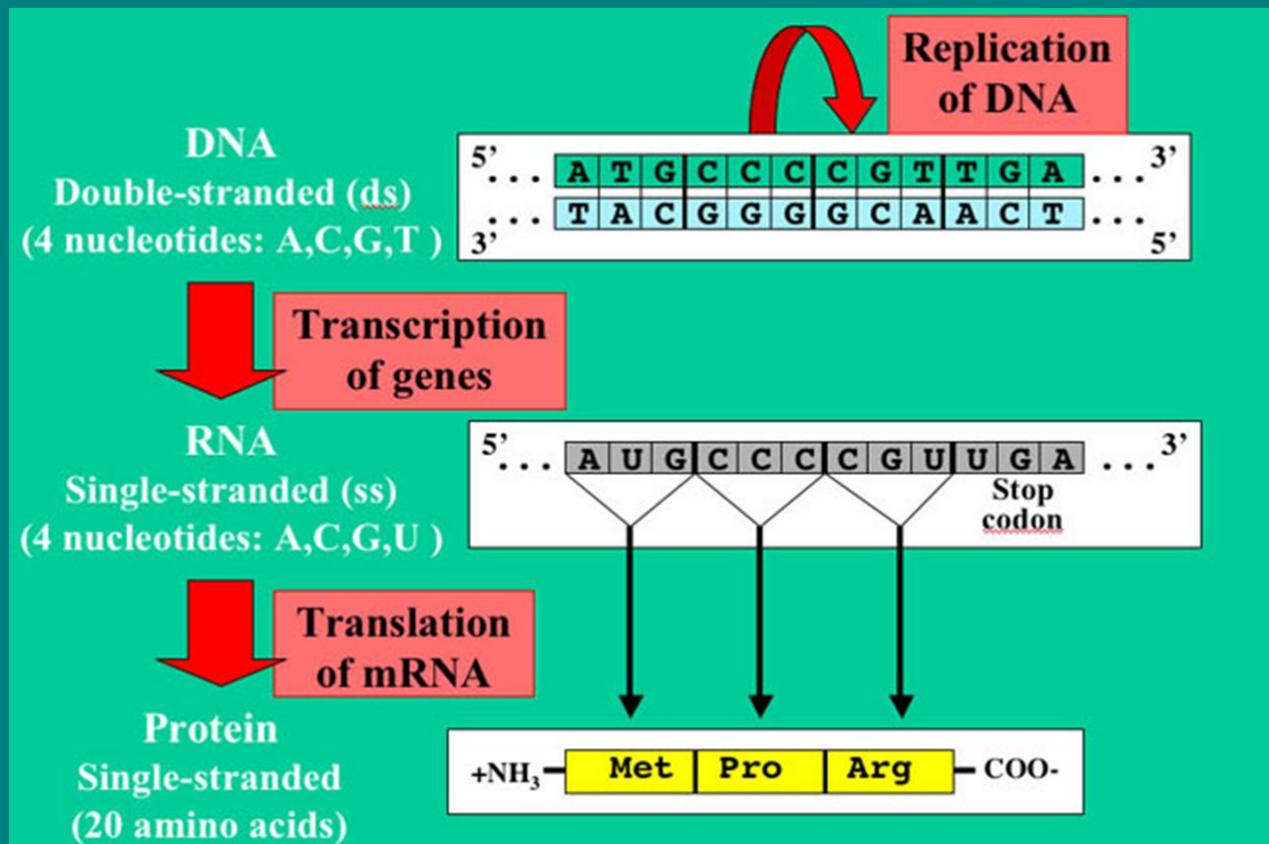
# Молекулярно- генетический уровень жизни



# Молекулярная биология

- комплекс биологических наук, изучающих механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации, строение и функции нерегулярных биополимеров (белков и нуклеиновых кислот)

# Локализация генетической информации. Биополимеры



# Биологическая информация

Это ВСЕ свойства организма!

**Хранение** информации осуществляют биологические полимеры – нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК);

Биологическая информация **реализуется** через белки (полипептиды).

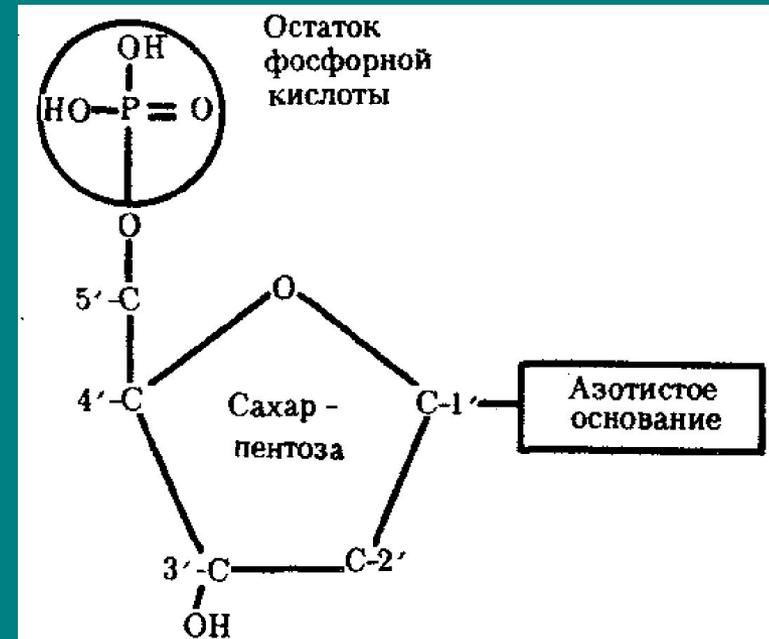
# Нуклеиновые кислоты

НК – полимерные макромолекулы

Мономер – нуклеотид:

- сахар (пентоза),
- фосфат,
- азотистое основание (пурин – аденин, гуанин, или пиримидин – цитозин, тимин или урацил)

Нуклеозид – без фосфорного остатка



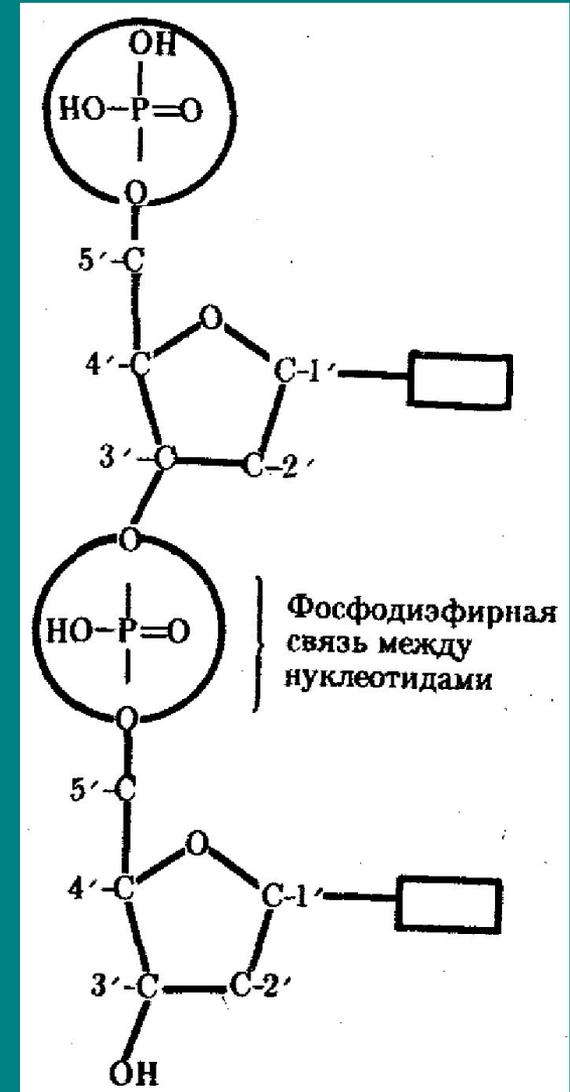
# Нуклеиновые кислоты

Полинуклеотидная цепь

Фермент - полимераза

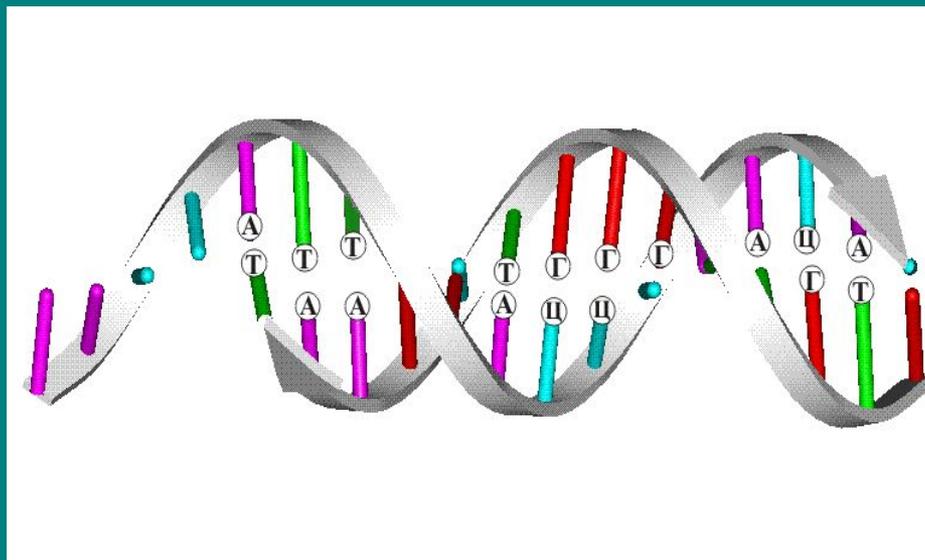
**фосфодиэфирная связь**

между остатком  
фосфорной кислоты и  
атомами пентозы



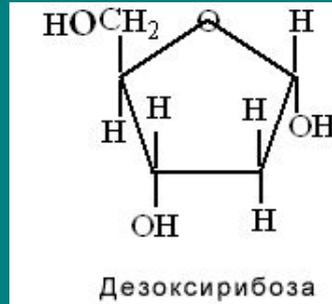
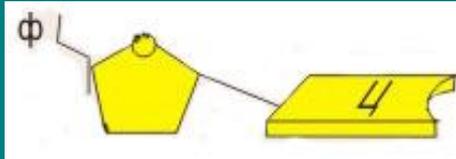


# ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота



# ДНК – полимерная молекула

Мономер – нуклеотид!!!



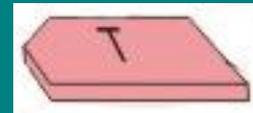
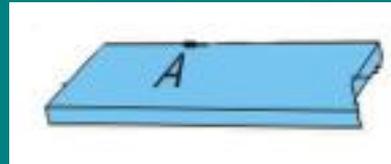
фосфорная кислота +  
дезоксирибоза +  
основание =  
*нуклеотид*

## Основания

пуриновые

пиримидиновые

аденин



ТИМИН

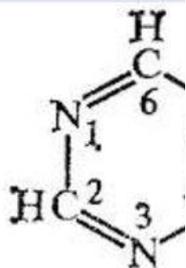
гуанин



ЦИТОЗИН

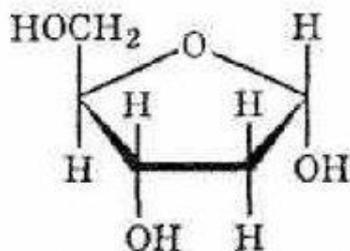
# ДНК – полимерная молекула

Азоти



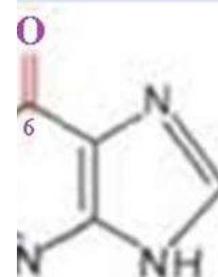
пурин

Входит в состав ДНК



дезоксирибоза

о ряда

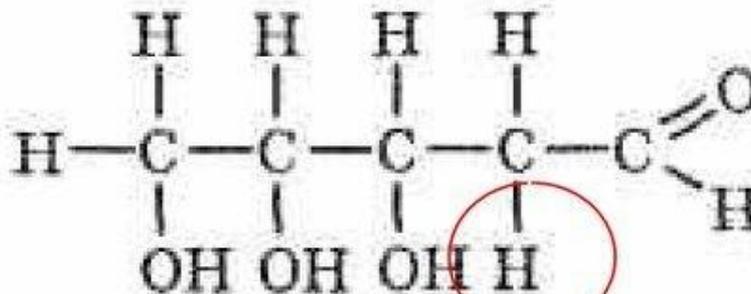


Гуанин

Азоти

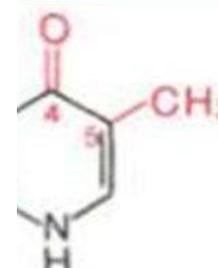


пиримид



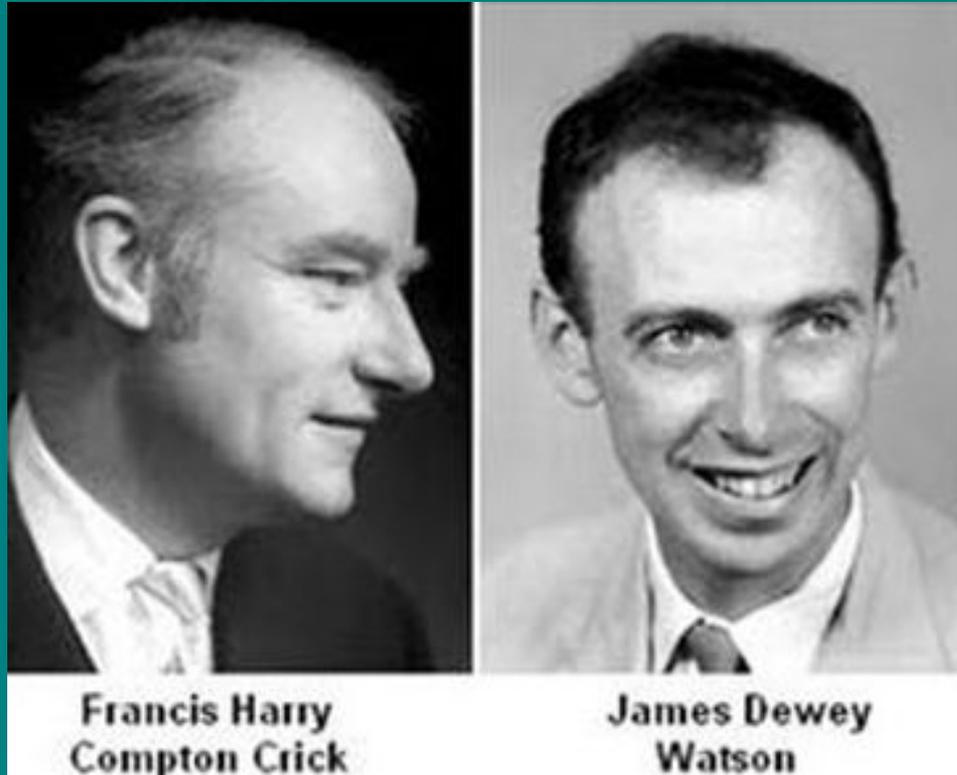
дезоксирибоза

о ряда



Тимин

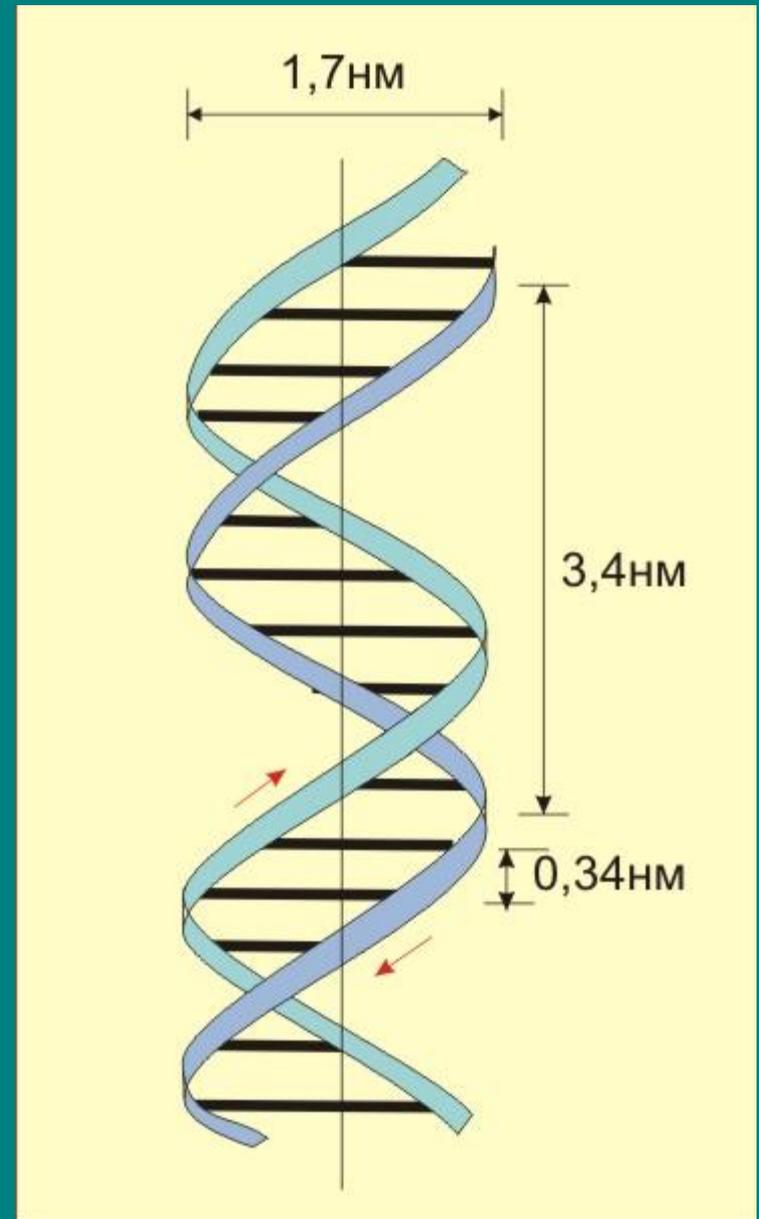
# Схема строения молекулы ДНК



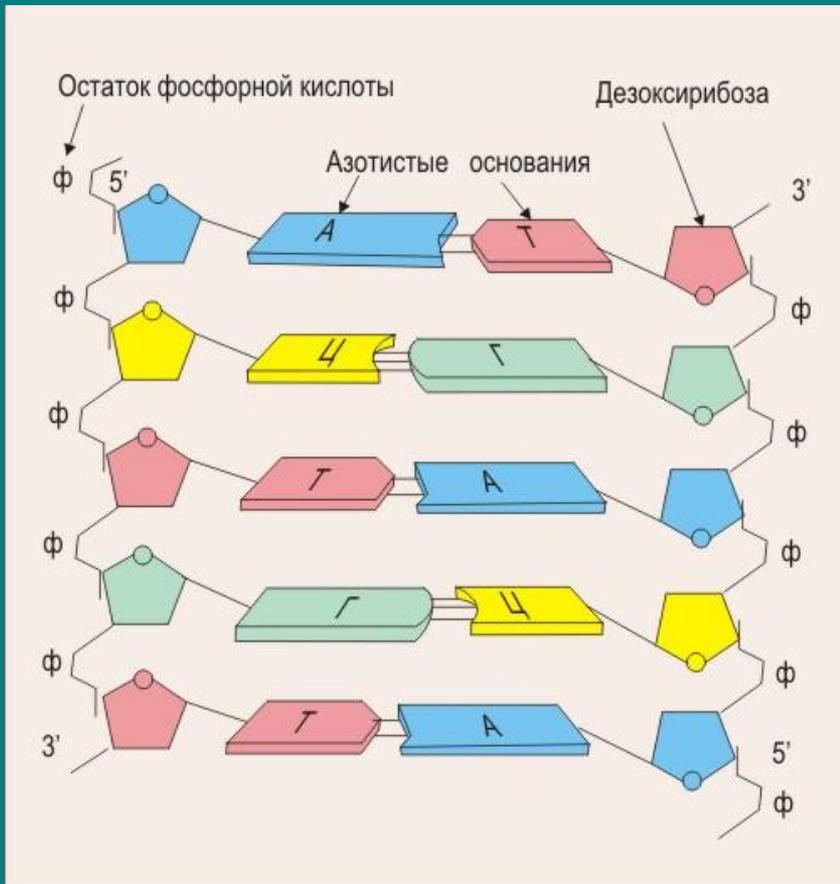
**Дж. Уотсон и Ф. Крик (1953)**

# Схема строения молекулы ДНК

*ДНК –  
правозакрученная  
(В-форма) спираль  
из двух  
полинуклеотидных  
цепей  
по 10 оснований в  
каждом витке*



# Схема строения молекулы ДНК



- цепи **комлементарны**
- цепи **антипараллельны**

**водородные связи**

между

**нуклеотидами**

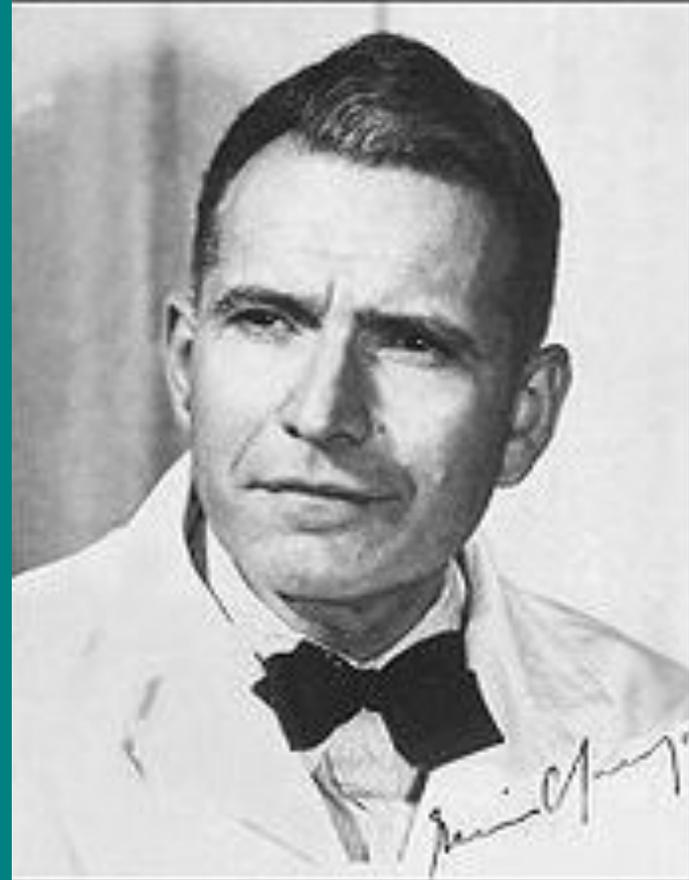
# Строение молекулы ДНК

- Первичная структура ДНК – последовательность нуклеотидов, образуется благодаря сложноэфирной связи.
- Вторичная структура ДНК - представляет собой две параллельные неразветвленные полинуклеотидные цепи, закрученные вокруг общей оси в двойную спираль.
- Третичная структура ДНК - это пространственная форма, которую принимает молекула ДНК по мере своего сворачивания и компактизации.

-

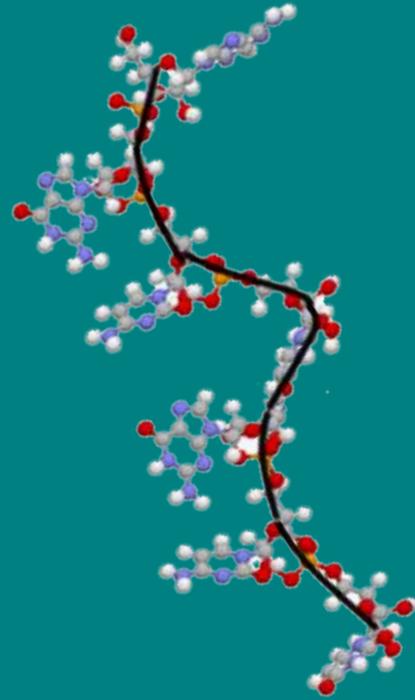
## Правила Э. Чаргаффа:

1. Сумма пуринов равна сумме пиримидинов –  $A+G=T+C$ .
2. Количество аденина в любой молекуле ДНК равно количеству тимина, а количество гуанина равно количеству цитозина –  $A=T$  и  $C=G$ .



**Эрвин  
Чаргафф  
1905-2002**

# РНК – рибонуклеиновая кислота

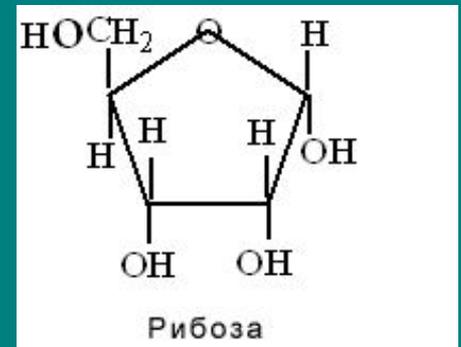


Играет роль **посредника**:  
перевод наследственной информации,  
сохраняемой в ДНК, в рабочую форму

# РНК

Полимер, НО:

- **одна цепь**
- **урацил** вместо тимина
- **рибоза** вместо дезоксирибозы



# Типы РНК

Малая ядерная – мяРНК

- сплайсинг РНК

Матричная

(информационная) – м

(и)РНК

- матрица для построения белков



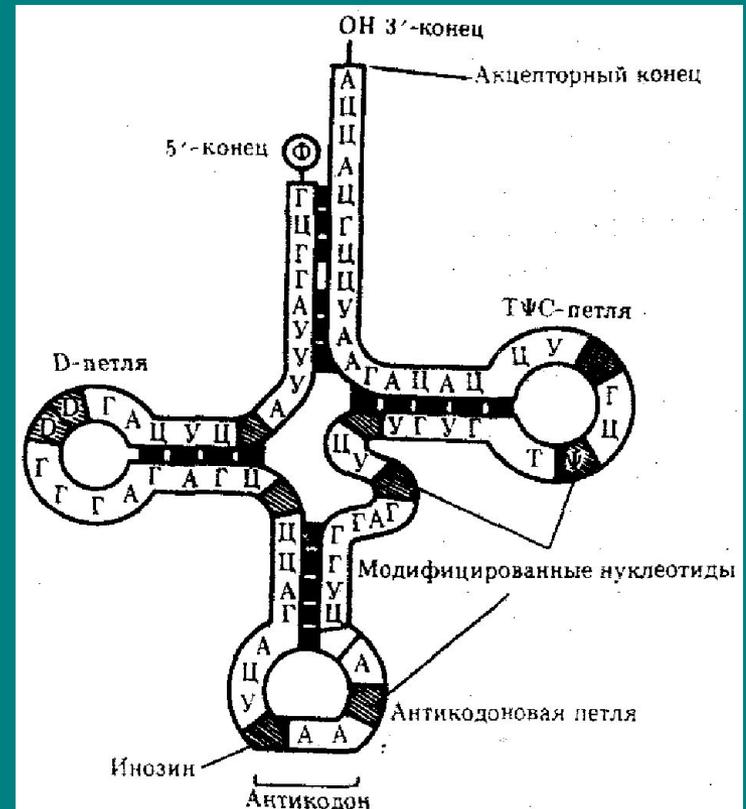
моногенная (моноцистронная)  
полигенная (полицистронная)

до 10 тыс. нуклеотидов,  
около 2% от общего  
количество

# Типы РНК

## Транспортная – тРНК

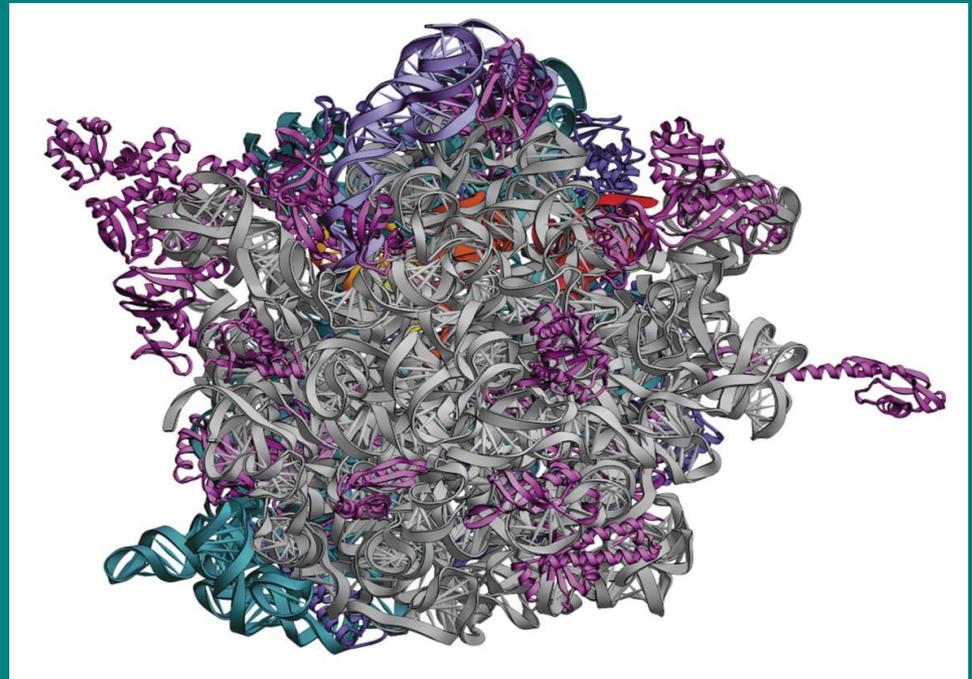
- транспорт аминокислот
  - узнавание мРНК
- около 100 нуклеотидов,  
10-15% от общего  
количества



# Типы РНК

## Рибосомальная – рРНК

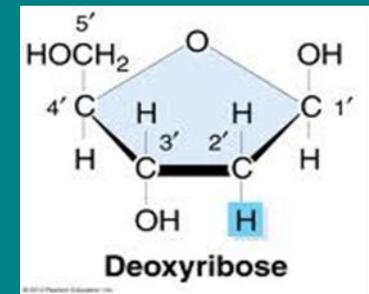
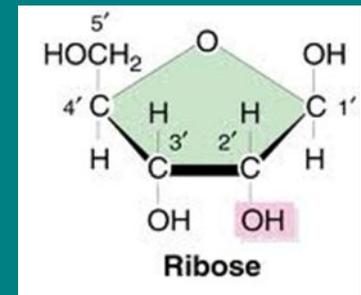
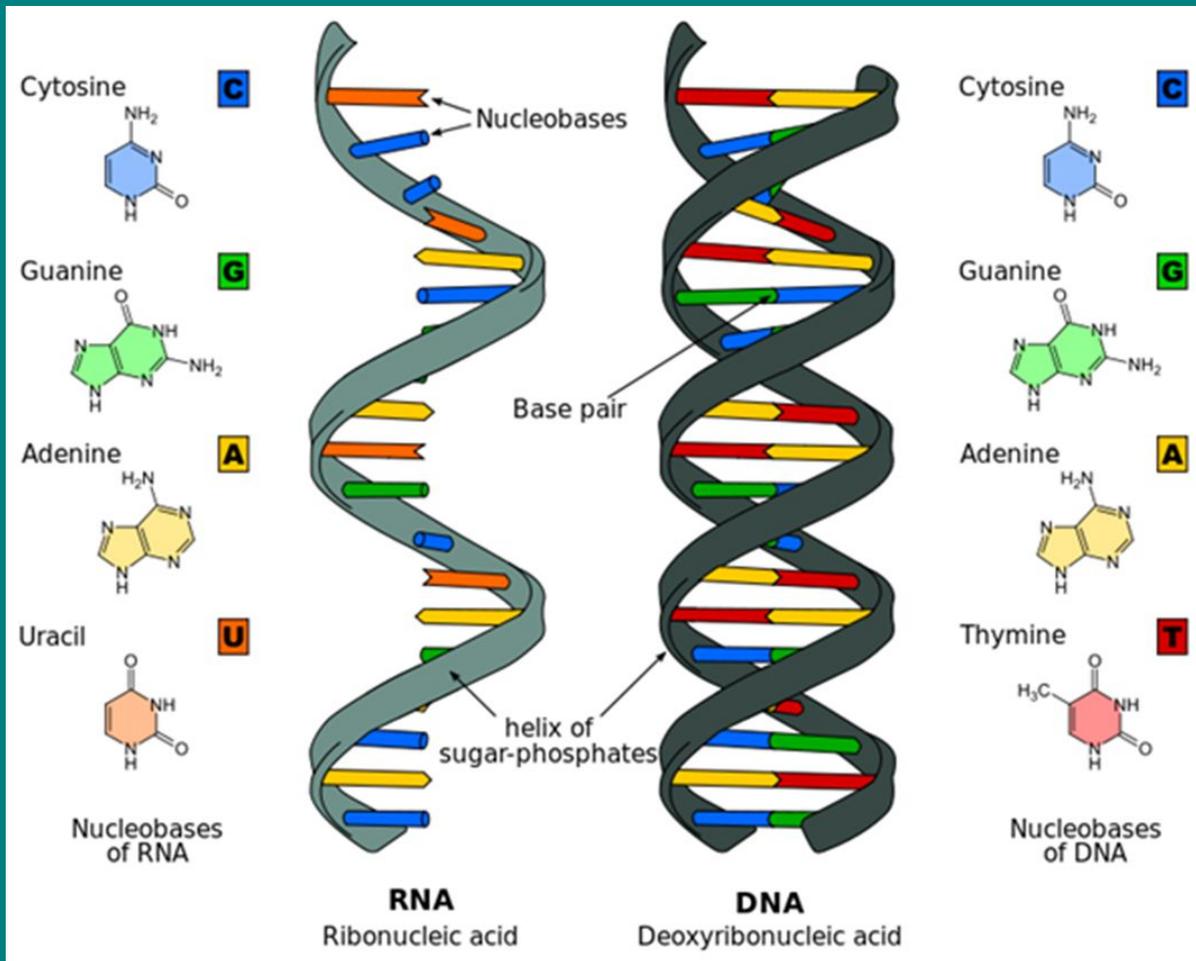
- скелет рибосомы
  - узнавание тРНК и мРНК
- 2-3 тыс. нуклеотидов, 80-90%  
от общего количества



# Основные типы РНК

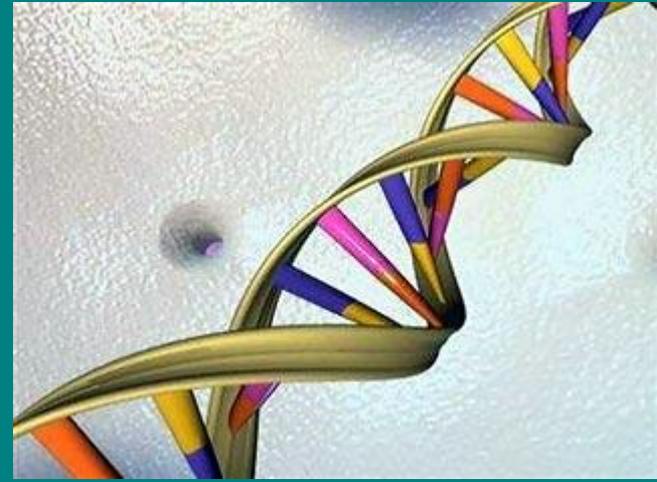
Тип РНК	Функция
mRNA	Переносчик кода для биосинтеза белка
rRNA	Формирует остов субъединиц рибосом
tRNA	Посредник между аминокислотами и мРНК
snRNA	Малая ядерная РНК, участвует в сплайсинге
snoRNA	Малая ядрышковая РНК, участвует в образовании и модификации рРНК
scaRNA	РНК телец Кахаля, участвует в модификации snRNA и snoRNA
miRNA	микроРНК, выключает ген путем избирательного подавления синтеза его мРНК
siRNA	Малая интерферирующая РНК, выключает ген путем деградации его мРНК и компактизации хроматина

# Различия между НК



# Структура и функции гена

**Ген** – это участок молекулы ДНК, кодирующий **первичную** структуру **полипептида** через **иРНК**, а также **структуру** молекул **р-РНК**, **тРНК** или **взаимодействующий** с **регуляторным белком**



*В.Л. Иоганнсен (1909)*

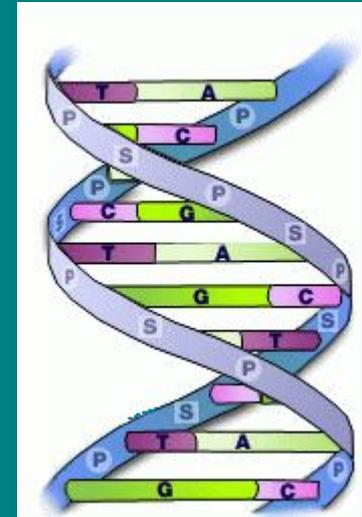
- единица мутации
- единица функции
- единица рекомбинации (кроссинговера)



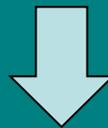
единица  
функции

*Локус* – место расположения гена в хромосоме (его позиция в ней)

**Гены могут перекрываться!!!**



*один ген – один фермент*

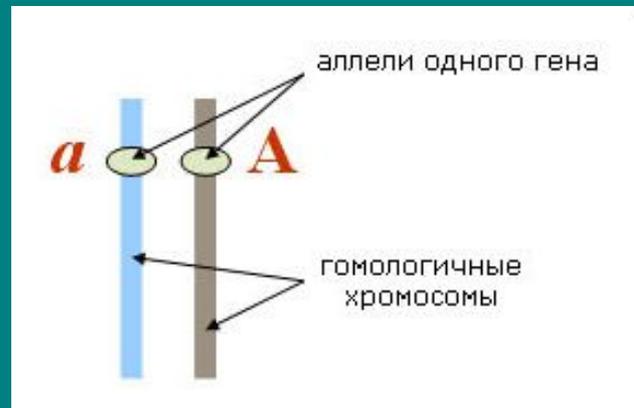


*один ген – одна полипептидная цепь*

**ГЕН** – это элементарная структурная единица наследственности, **определяющая развитие отдельного признака или свойства организма**

ГЕН, определяющий данный признак, может существовать **в двух или нескольких альтернативных состояниях**

Альтернативная форма гена – **это аллель!**



# Свойства гена

**Дискретность** – несмешиваемость генов

**Специфичность** – каждый ген кодирует свой признак

**Стабильность** – способность сохранять структуру

**Лабильность** – способность многократно мутировать

**Экспрессивность** – степень выраженности гена в признаке

# Свойства гена

**Пенетрантность** – частота проявления гена в фенотипе

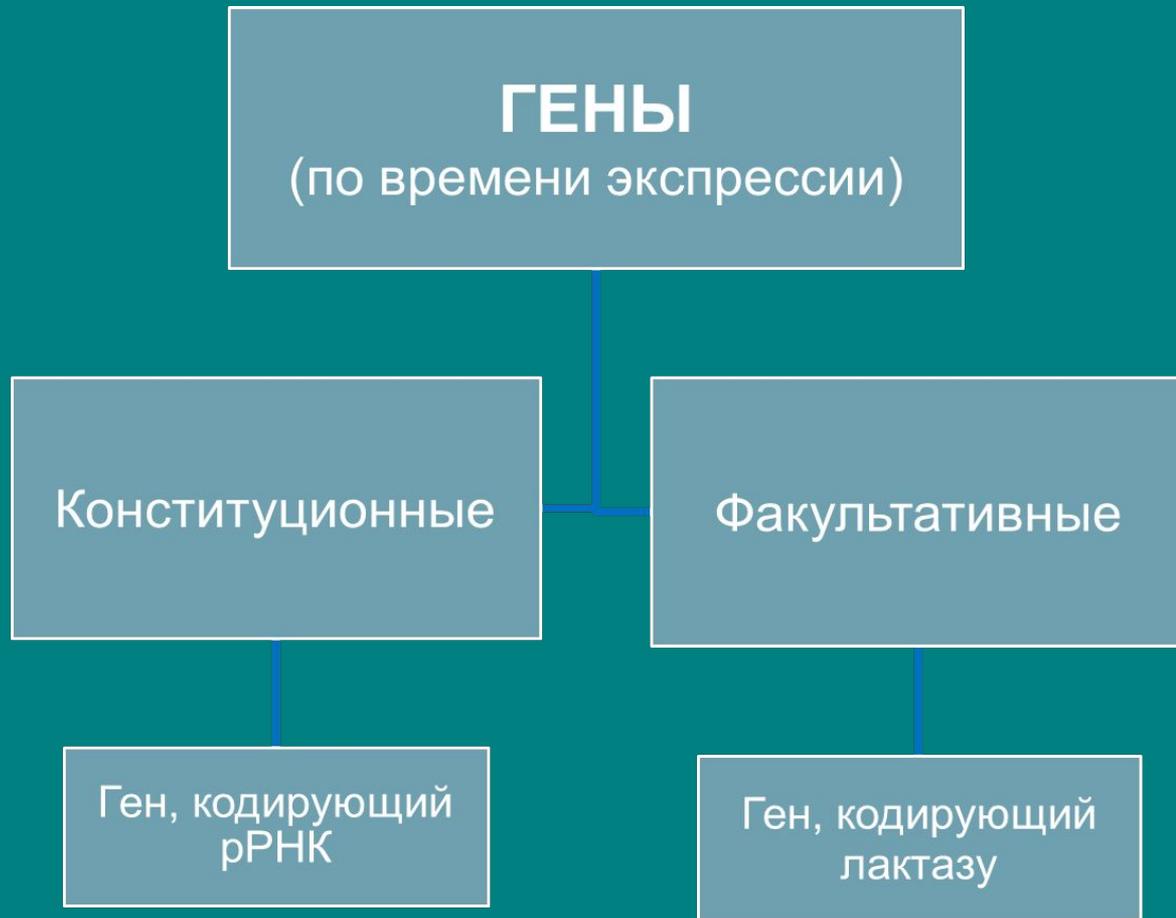
**Аллельность** – в генотипе диплоидных организмов только две формы гена

**Множественный аллелизм** – многие гены существуют в популяции во множестве молекулярных форм

**Плейотропия** – множественный эффект гена

**Амплификация** – увеличение количества копий гена

# Классификация генов



# Классификация генов



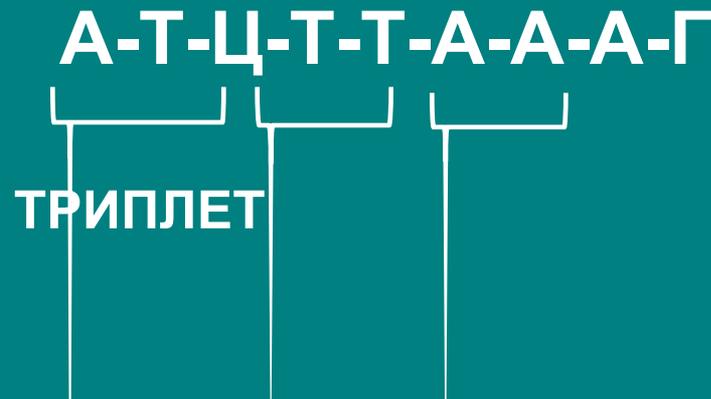
# Генетический код

## *Генетический код*

– это **единая система записи наследственной информации в молекулах НК** в виде последовательности нуклеотидных триплетов, считываемых от 5'к 3' концу цепи

## Свойства генетического кода:

- триплетность
- неперекрываемость
- вырожденность
- однозначность
- квазиуниверсальность



# В последовательности нуклеотидов НК закодирована последовательность аминокислот в белке!!!

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	А (У)	Г (Ц)	Т (А)	Ц (Г)	
А (У)	Фен Фен Лей Лей	Сер Сер Сер Сер	Тир Тир Стоп-код Стоп-код	Цис Цис Стоп-код Три	А (У) Г (Ц) Т (А) Ц (Г)
Г (Ц)	Лей Лей Лей Лей	Про Про Про Про	Гис Гис Глн Глн	Арг Арг Арг Арг	А (У) Г (Ц) Т (А) Ц (Г)
Т (А)	Иле Иле Иле Мет	Тре Тре Тре Тре	Асн Асн Лиз Лиз	Сер Сер Арг Арг	А (У) Г (Ц) Т (А) Ц (Г)
Ц (Г)	Вал Вал Вал Вал	Ала Ала Ала Ала	Асп Асп Глу Глу	Гли Гли Гли Гли	А (У) Г (Ц) Т (А) Ц (Г)

# Вирусы

## ВИРОИДЫ – ПАТОГЕНЫ РАСТЕНИЙ



Веретёновидность клубней картофеля – заболевание виroidной природы (potato spindle tuber viroid, PSTVd).

НК - содержащие

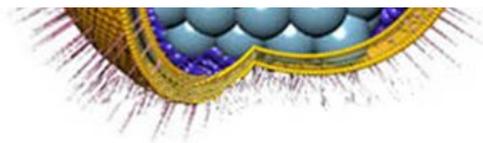
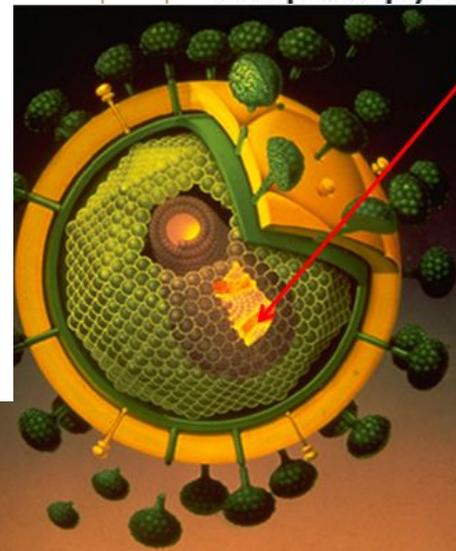
тью  
ой

С двумя нитями  
нуклеиновой  
кислоты

ы;

Ретровирусы

РНК



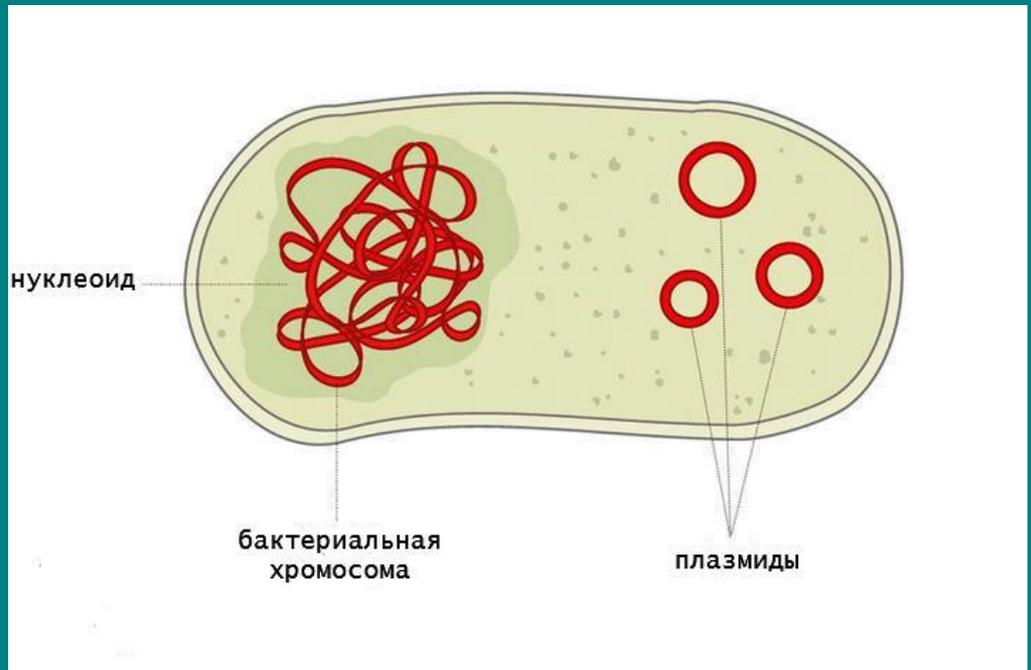
Вирус герпеса

ВИЧ

# Способы хранения информации

**Прокариоты** – молекула ДНК замкнутой кольцевой формы, располагается в нуклеоиде, аналоге ядра эукариот (без ядерной оболочки), в центре клетки; небольшие кольцевые молекулы ДНК – плазмиды.

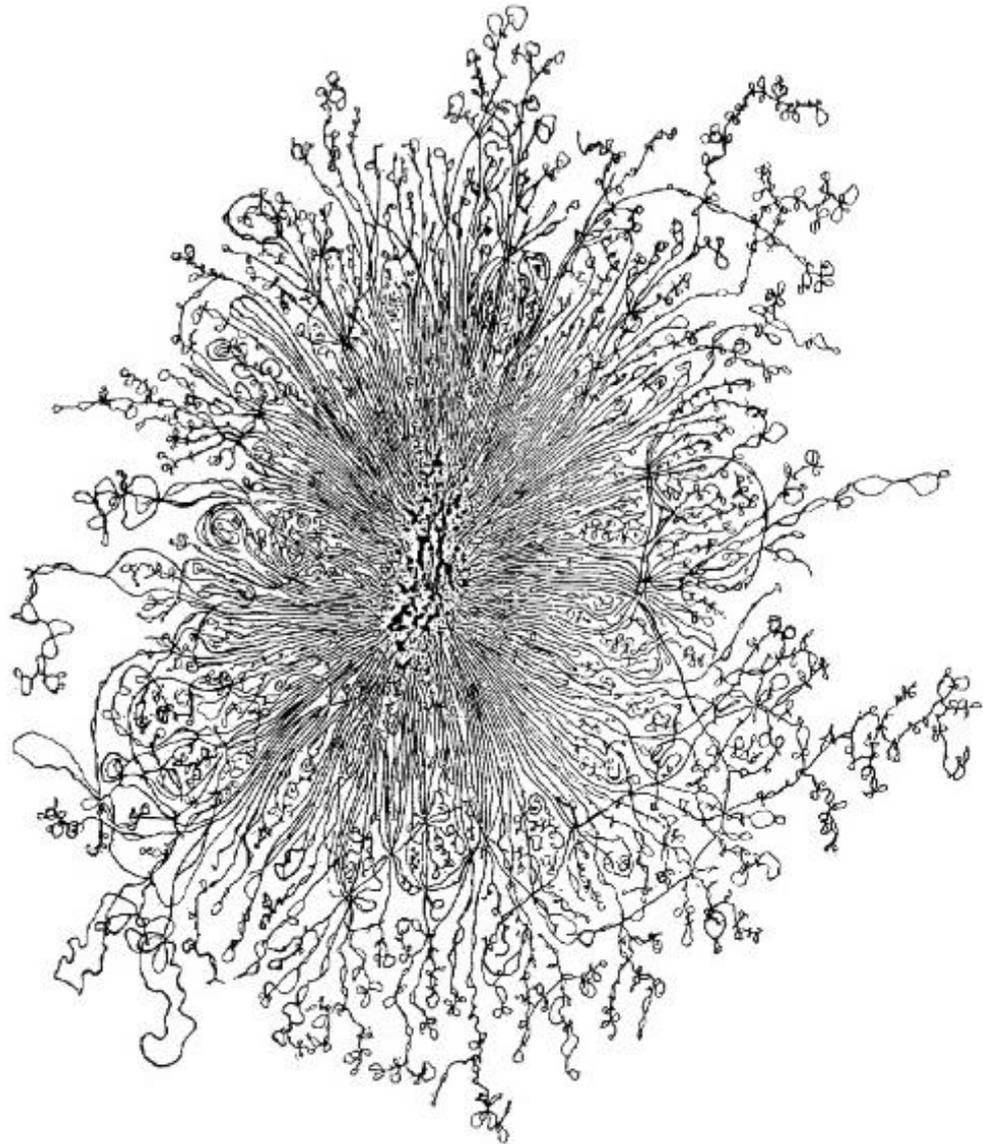
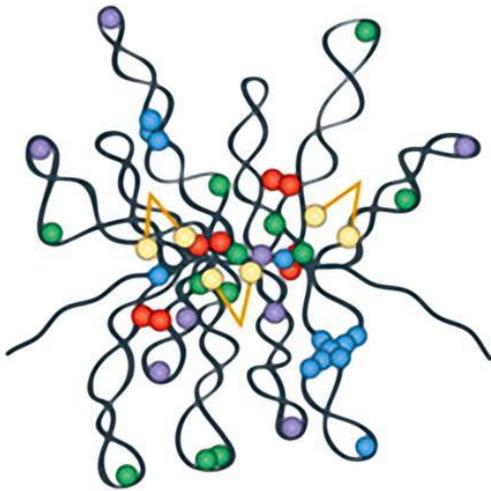
**генофор**



# Способы хранения информации

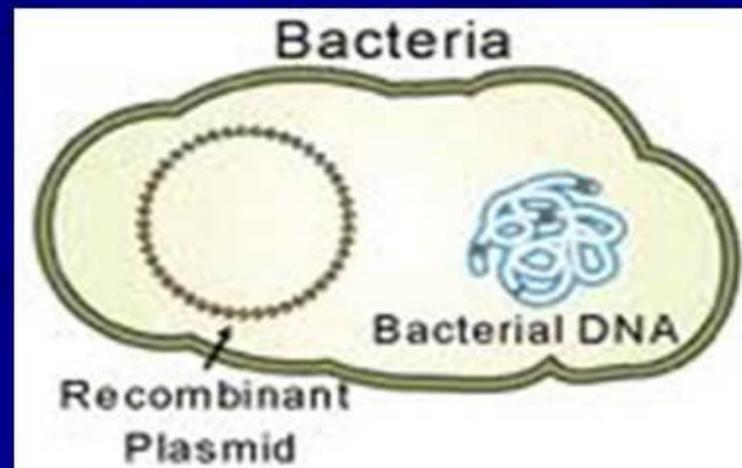
**Прокариоты** –  
петель (12-80)  
транскрипции

Есть ДНК-связывающие  
которые компл  
экспрессию г



## ГРУППЫ ПЛАЗМИД

- **F-плазмиды** контролируют синтез F-пилей, способствующих передачи генетического материала от бактерий-доноров (F+) к бактериям-реципиентам (F-) в процессе конъюгации
- **R-плазмиды** (от англ. *resistance*, устойчивость) кодируют устойчивость к лекарственным препаратам.
- **Плазмиды патогенности** контролируют вирулентные свойства бактерий и токсинообразование (плазмиды включают *tox+*-гены).
- **Плазмиды бактериоциногении** кодируют синтез бактериоцинов - белковых продуктов, вызывающих гибель бактерий того же или близких видов.



# Способы хранения информации

Плазмиды – функции:

- **Регуляторные плазмиды** участвуют в компенсировании тех или иных дефектов метаболизма бактериальной клетки посредством встраивания в повреждённый геном и восстановления его функций.
- **Кодирующие плазмиды** приносят в бактериальную клетку новую генетическую информацию, кодирующую новые, необычные свойства (например, устойчивость к антибиотикам).

# Способы хранения информации

**Эукариоты** – нити ДНК упакованы в хромосомы, которые располагаются в изолирующей органелле клетки – ядре! Линейны!!!

Внеядерные ДНК – кольцевые ДНК митохондрий и пластид, плазмиды.

# Организация ДНК в клетке

- в интерфазном ядре – **хроматин** – неконденсированная и деспирализованная форма
- в делящемся ядре – конденсированные **хромосомы**

# Спирализация (компактизация) хромосом

Уровни спирализации:

- нуклеосомный
- нуклеомерный
- хромомерный
- хромонемный
- хроматидный

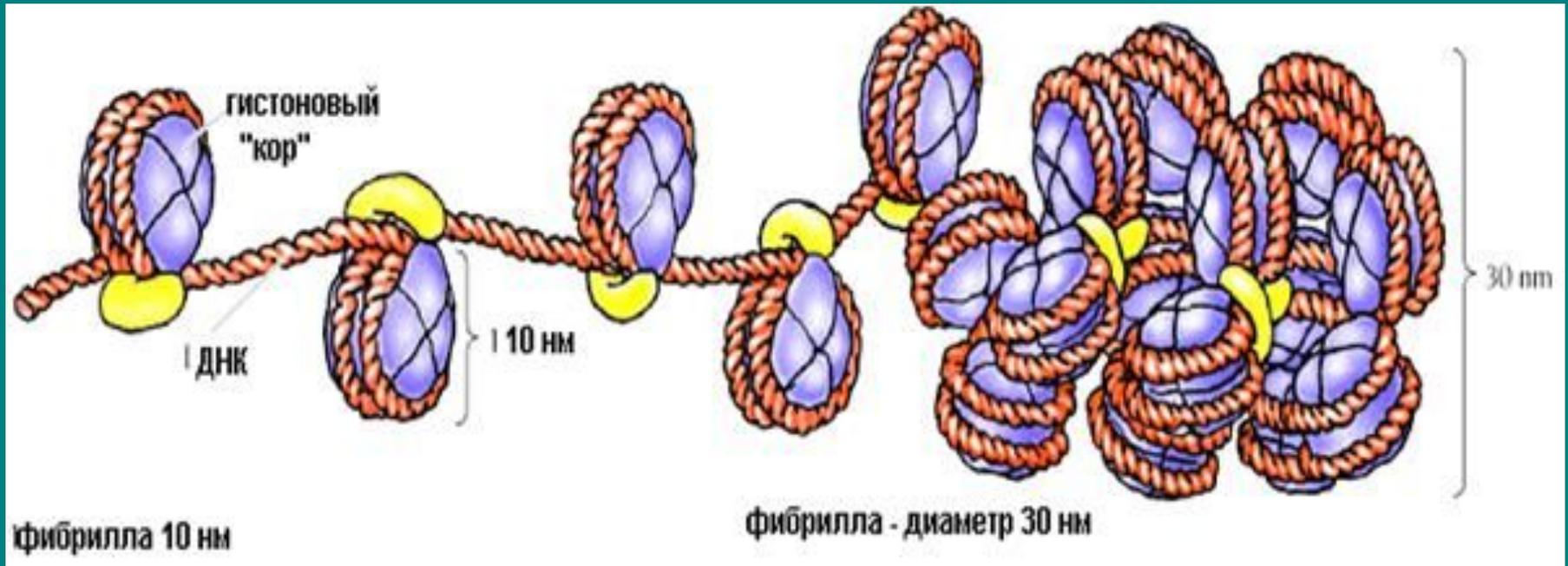


# *Нуклеосомная нить*



# Спирализация (компактизация) хромосом

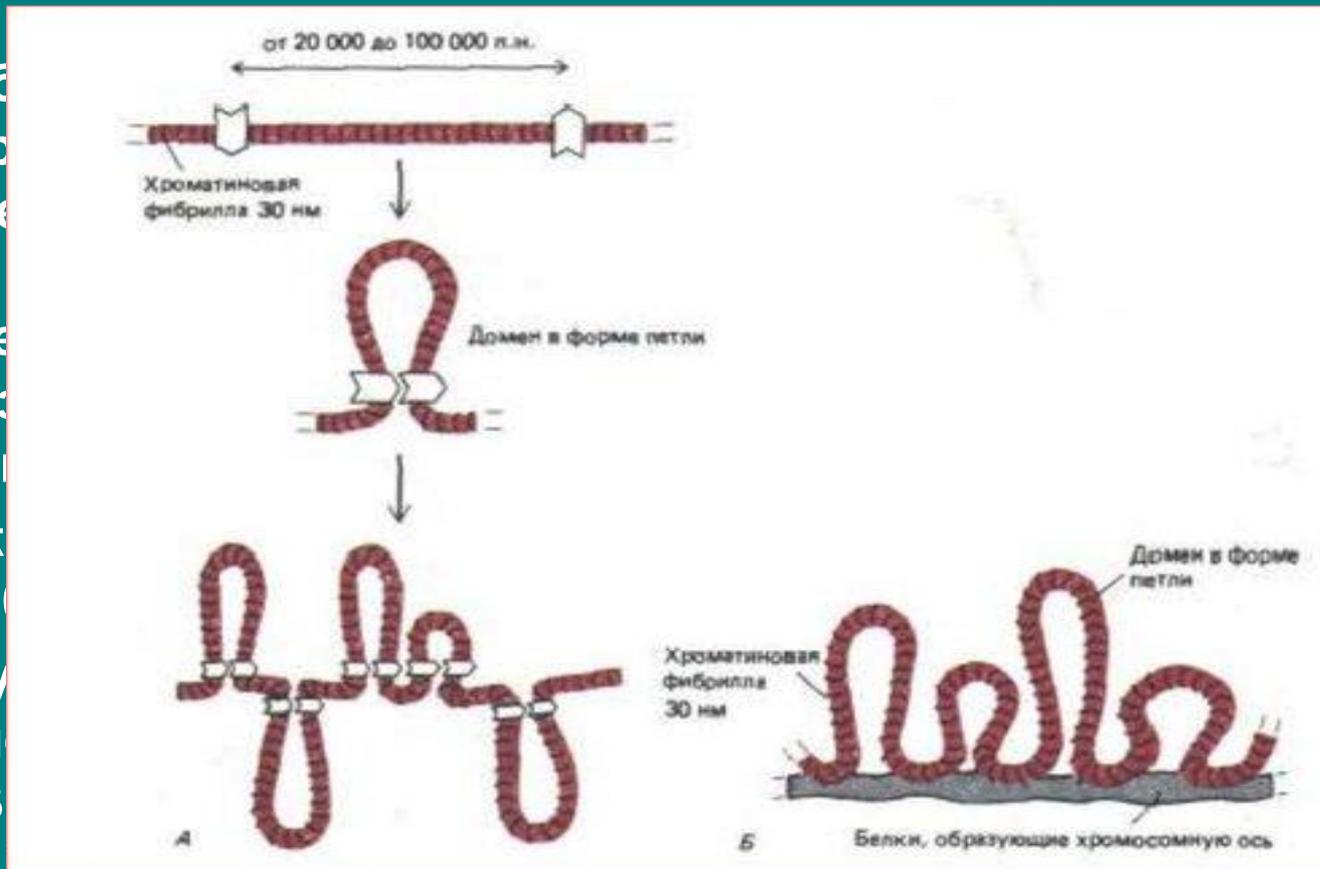
- Хроматиновая фибрилла – соленоид.



# Спирализация (компактизация) хромосом

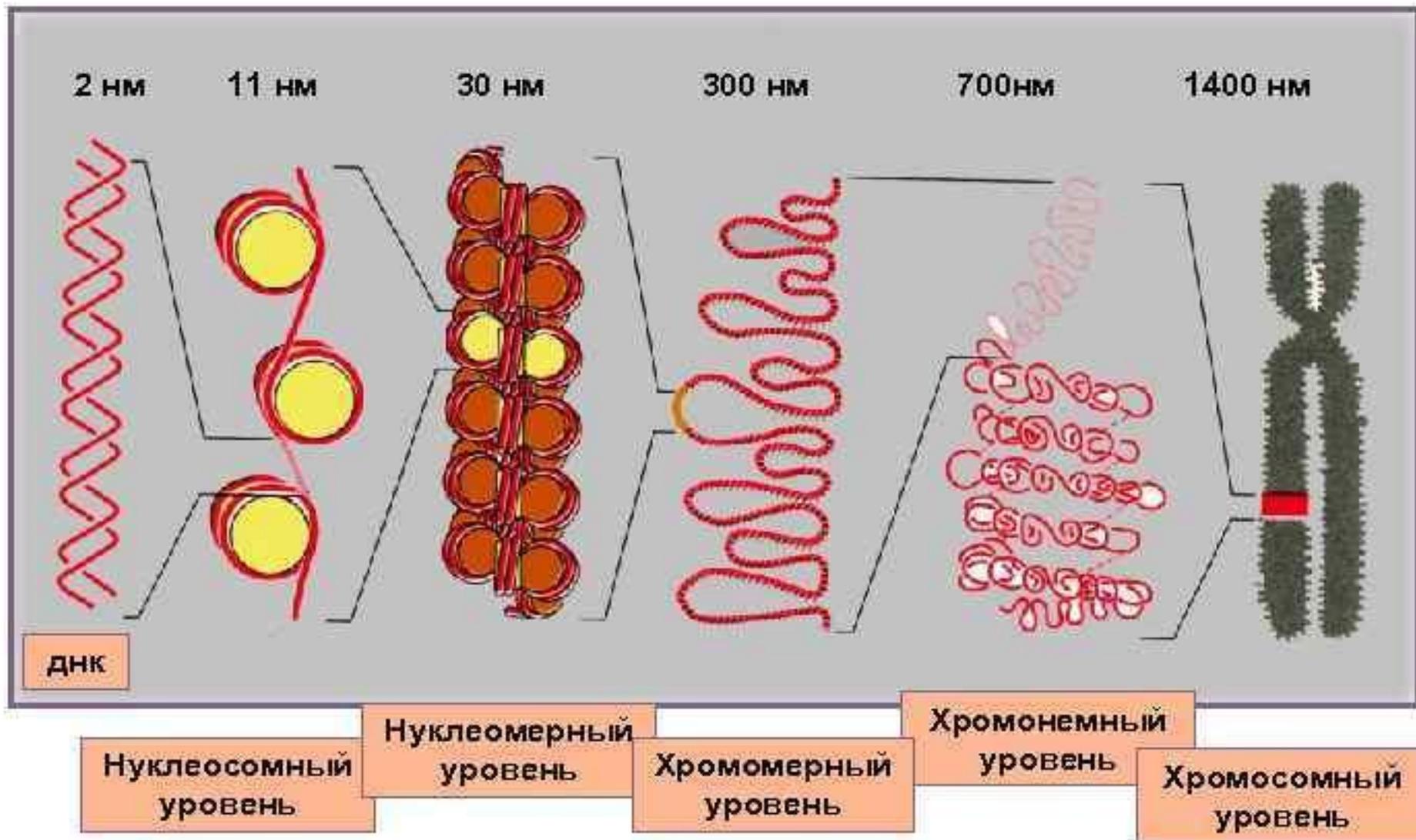
- Серия петельных доменов.

В их об  
котор  
после  
друг  
нукле  
образ  
фраг  
Участок  
20 000  
В резу  
диам  
200-3



белки,  
идные  
енные  
н пар  
етки с  
ними  
ИТ ОТ  
рилла  
етром

# Уровни компактизации ДНК



# Уровни компактизации хромосом

Фибрилла	Степень укорочения		Диаметр, нм
	по сравнению с предшествующей структурой	по сравнению с молекулой ДНК	
ДНК	1	1	1-2
Нуклеосомная нить	7	7	10
Элементарная хроматиновая фибрилла	6	42	20 - 30
Интерфазная хромонема	40	1600	100 - 200
Метафазная хроматида	5	8000	500 - 600

# Хроматин

- **Эухроматин** – слабо конденсированные и функционально активные области хроматина.

В них расположены структурные гены и активно происходит транскрипция.

Количество эухроматина может варьировать от клетки к клетке, благодаря дифференциальной экспрессии генов в разных тканях или в разные периоды онтогенеза.

эухроматин



# Хроматин

- **Гетерохроматин** представлен сильно конденсированными участками хроматина, которые не транскрибируются.
- **Конститутивный гетерохроматин** содержит только повторяющиеся последовательности ДНК (сателлитную ДНК).

Обеспечивает индивидуальность хромосом (теломерные последовательности), разграничение и функционально упорядоченное расположение кодирующих последовательностей, участвует в регуляции митоза или мейоза (центромеры).

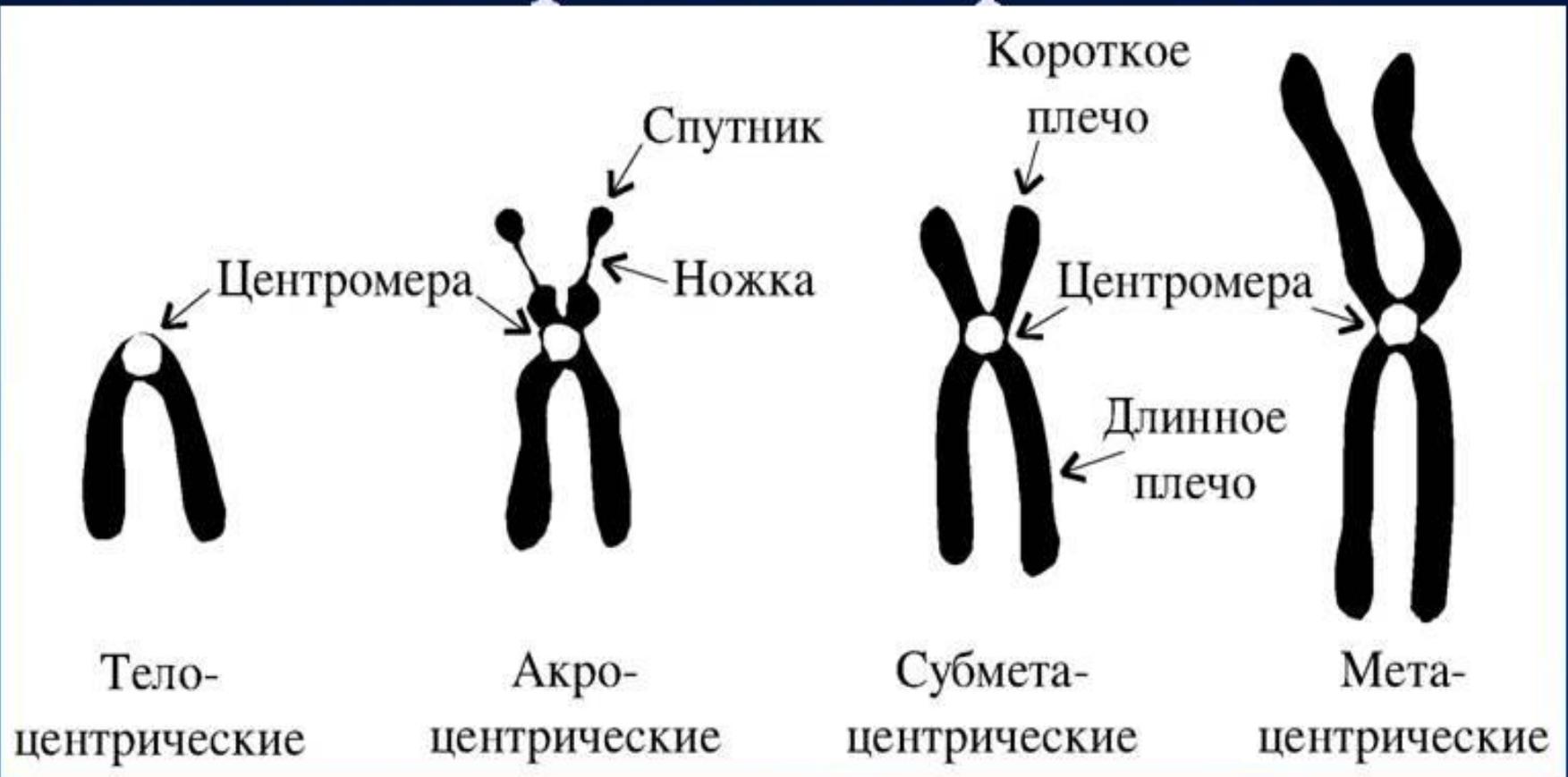
Расположение участков конститутивного гетерохроматина в гомологичных хромосомах является идентичным и, как правило, одинаково в разных клетках.

- **Факультативный гетерохроматин** содержит кодирующие последовательности в неактивном состоянии, функция и активность которых зависят от периода онтогенеза, типа ткани или пола.

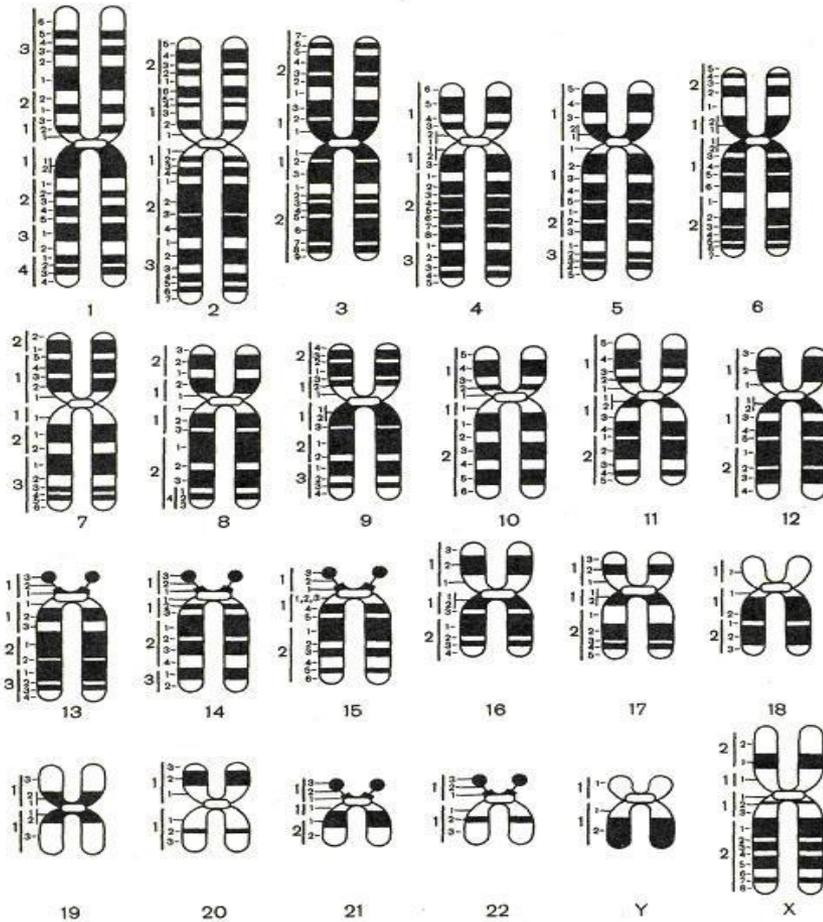
При определенных условиях факультативный гетерохроматин может конденсироваться и превращаться в эухроматин.

# Строение и классификация хромосом

## Типы метафазных хромосом



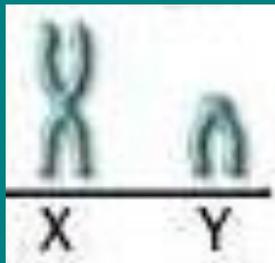
**Кариотип –**  
**совокупность**  
**хромосом**  
**соматической клетки**  
**определённого числа,**  
**формы и размера,**  
**типичного для**  
**данного вида**



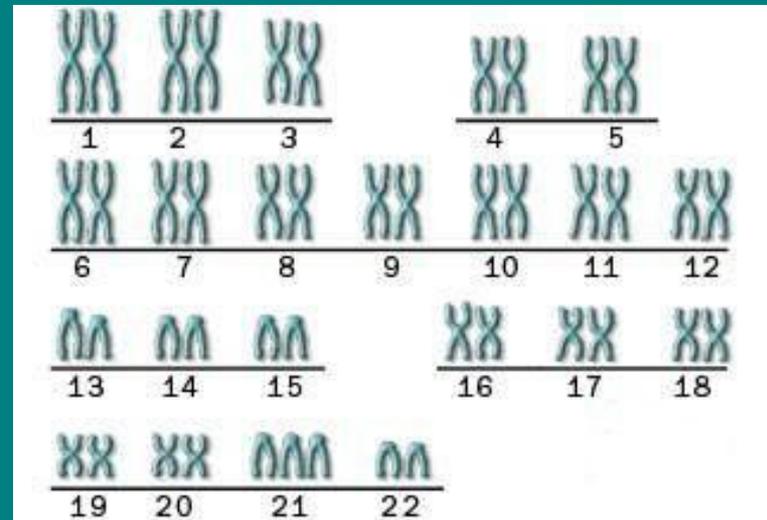
**идиограмма человека**

# Хромосомы

**Половые хромосомы** – хромосомы, по которым особи мужского и женского полов различаются



**Аутосомы** – хромосомы, одинаковые у особей и женского и мужского пола

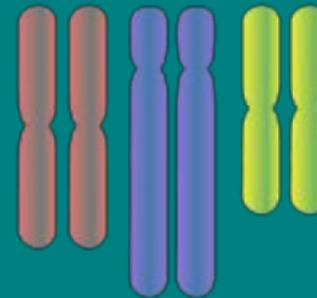


# Хромосомы

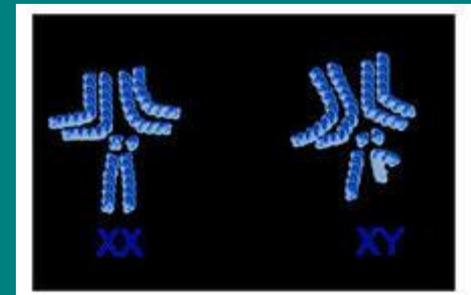
**Диплоидность ( $2n$ )** - наличие в ядре растительной или животной клетки парного набора хромосом; характерна для соматических клеток животных и спорофита растений

**Гаплоидность ( $n$ )** – наличие одинарного набора хромосом; половые клетки животных, гаметофиты растений, прокариоты

Diploid ( $2N$ )



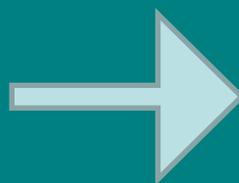
Haploid ( $N$ )



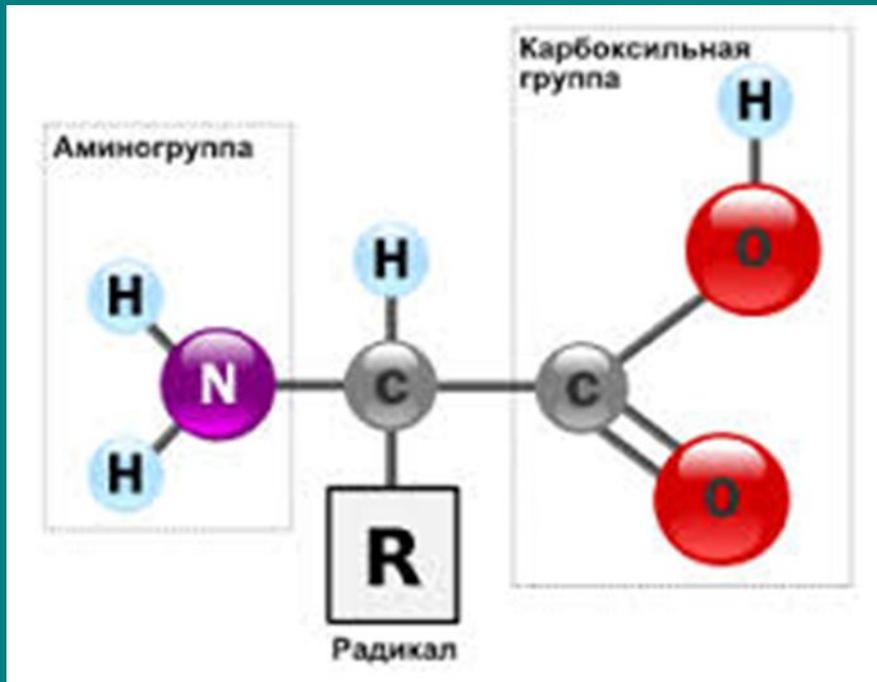
# Белки

**Белки** – высокомолекулярные органические вещества, состоящие из альфа-аминокислот, соединённых в цепочку **пептидной** связью

На долю этих полимеров приходится **50-80%** сухой массы клетки



# Строение

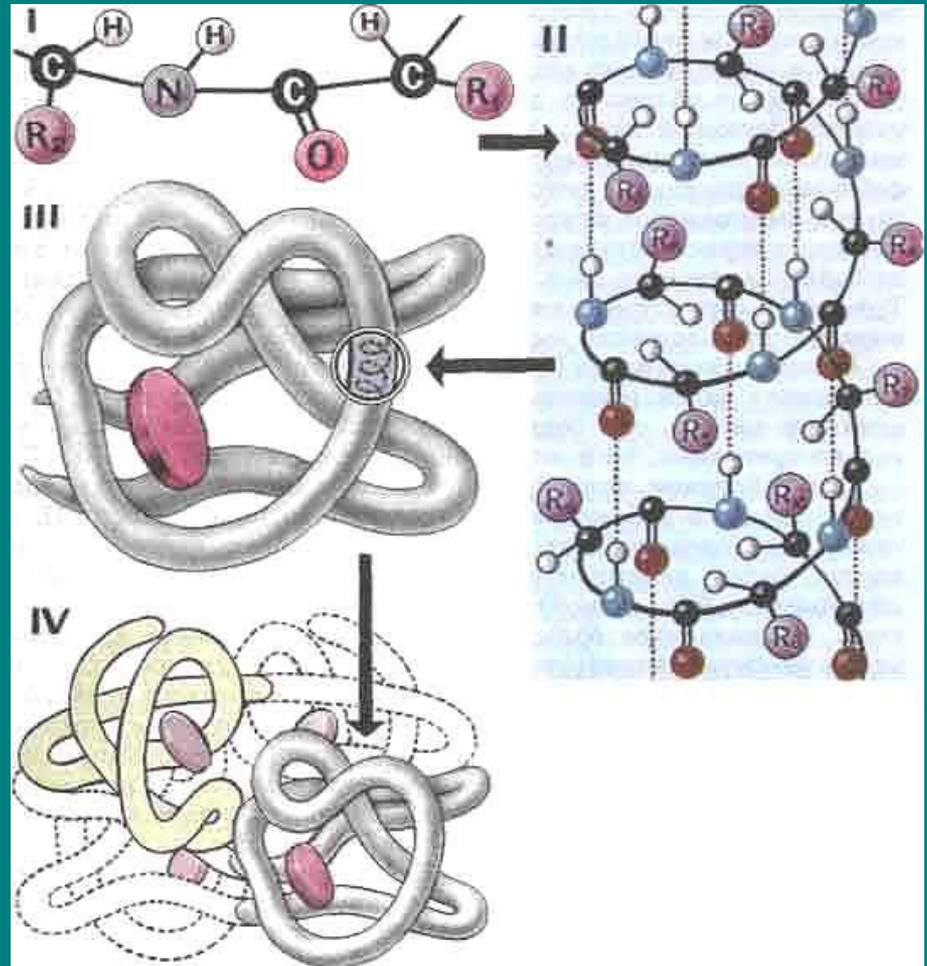


**аминокислота** – общая формула

Заменяемые	Незаменяемые
Аланин	Валин
Аргинин	Гистидин
Аспарагин	Изолейцин
Аспарагиновая кислота	Лейцин
Глицин (гликокол)	Лизин
Глютамин	Метионин
Глютаминовая кислота	Треонин
Пролин	Триптофан
Серин	Фенилаланин
Тирозин	
Цистин	

# Структура

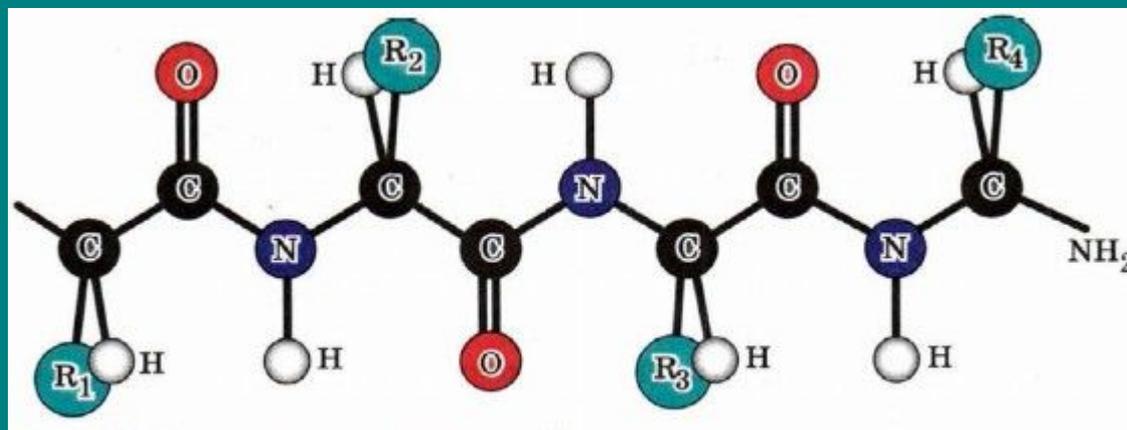
- Первичная
- Вторичная
- Третичная
- Четвертичная



# Первичная структура

последовательность аминокислот в составе  
полипептидной цепи

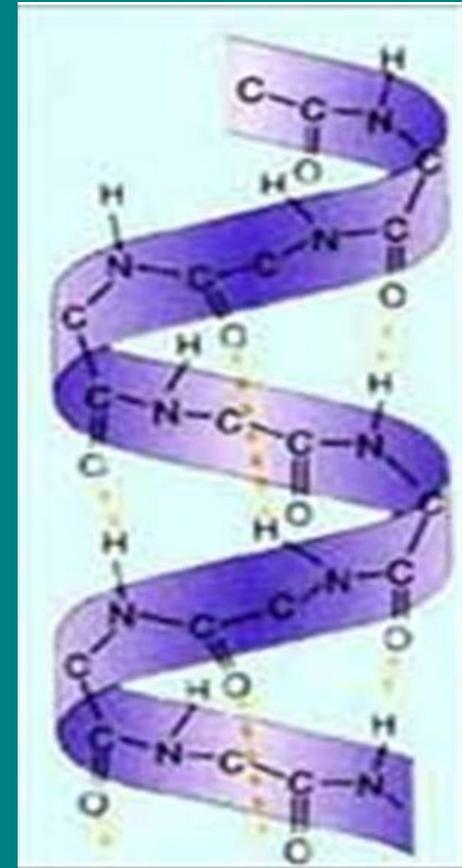
уникальна для любого белка и определяет его  
форму, свойства и функции



# Вторичная структура

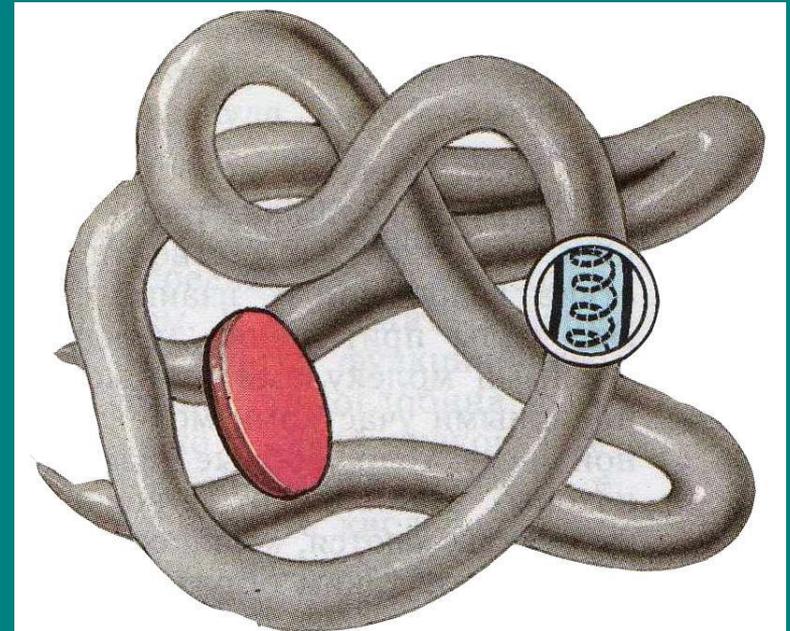
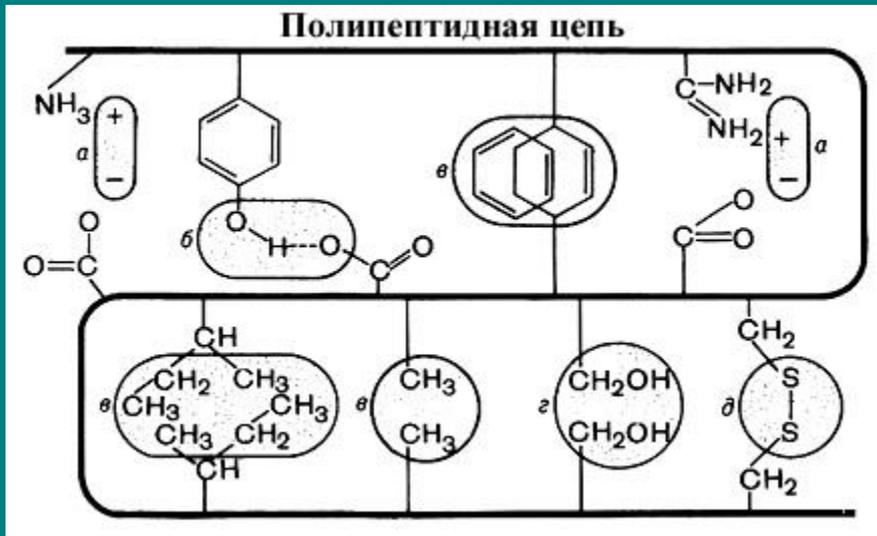
Белки имеют вид **спирали** в результате образования **водородных связей** между **-CO-** и **-NH-** группами разных аминокислотных остатков полипептидной цепи

Водородные связи малопрочные, но в комплексе они обеспечивают довольно прочную структуру



# Третичная структура

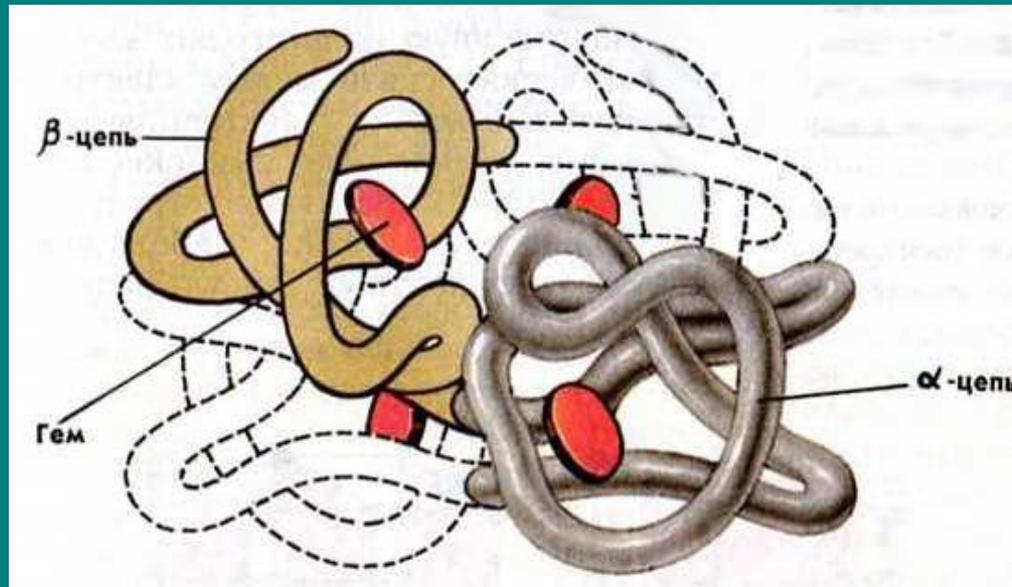
специфическая конфигурация – **глобула**, образуемая за счёт взаимодействий между радикалами аминокислот, которые могут располагаться на значительном расстоянии друг от друга в полипептидной цепи



# Четвертичная структура

несколько связанных между собой глобул

Такая структура формируется за счет электростатических взаимодействий и водородных связей



# Классификация белков

- по форме белковых молекул
- по составу белковой молекулы
- по функциям

# Классификация. Форма белковых молекул

- **Фибриллярные белки** представляют собой длинные нитевидные молекулы, полипептидные цепи которых вытянуты вдоль одной оси и скреплены друг с другом поперечными сшивками.



- В **глобулярных белках** одна или несколько полипептидных цепей свернуты в плотную компактную структуру – клубок.



# Классификация. Состав белковой молекулы

Белки по составу можно разделить на две группы: простые и сложные белки.

- **Простые белки** состоят только из аминокислотных остатков и не содержат других химических составляющих.
- **Сложные белки**, помимо полипептидных цепей, содержат другие химические компоненты неаминокислотной природы – **простетические** группы. В качестве простетической группы могут выступать различные органические (липиды, углеводы) и неорганические (металлы) вещества.

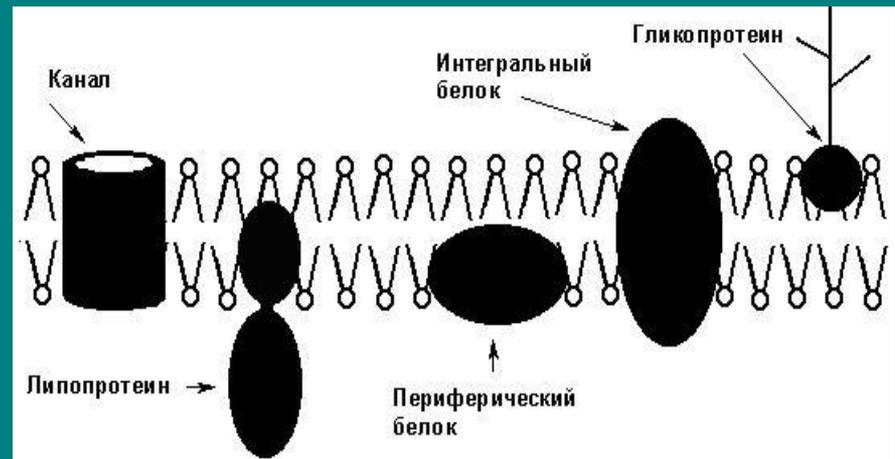
# Функции белков

- Структурная
- Запасная
- Двигательная
- Транспортная
- Защитная
- Рецепторная
- Регуляторная
- Ферментативная

# Структурные белки

К **структурным белкам** относятся коллаген, эластин, кератин, фиброин.

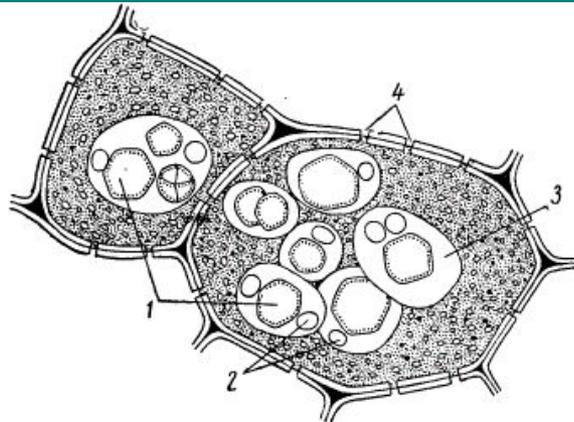
Белки принимают участие в формировании клеточных мембран, в частности, могут образовывать в них каналы или выполнять другие функции.



# Запасные белки

белки предназначенные для потребления зародышами растений и животных на первых стадиях их развития

Наиболее известными примерами таких белков служат **белки семян пшеницы, кукурузы и риса**. В **ферритине**, встречающемся в животных тканях, запасено железо.



Две клетки из питательной ткани семени клещевины, из которых извлечена часть масла (по Каусману, 1963): в алейроновых зернах находятся кристаллоиды (1) и глобулы (2), погруженные в аморфную белковую массу (3), 4 — поры в оболочке

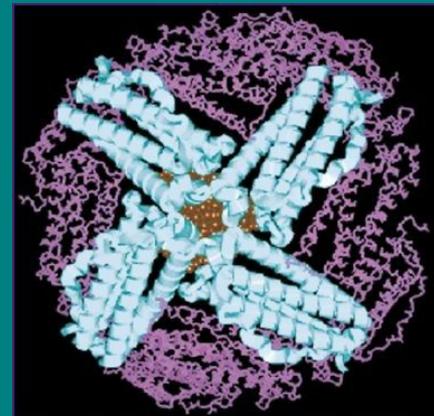
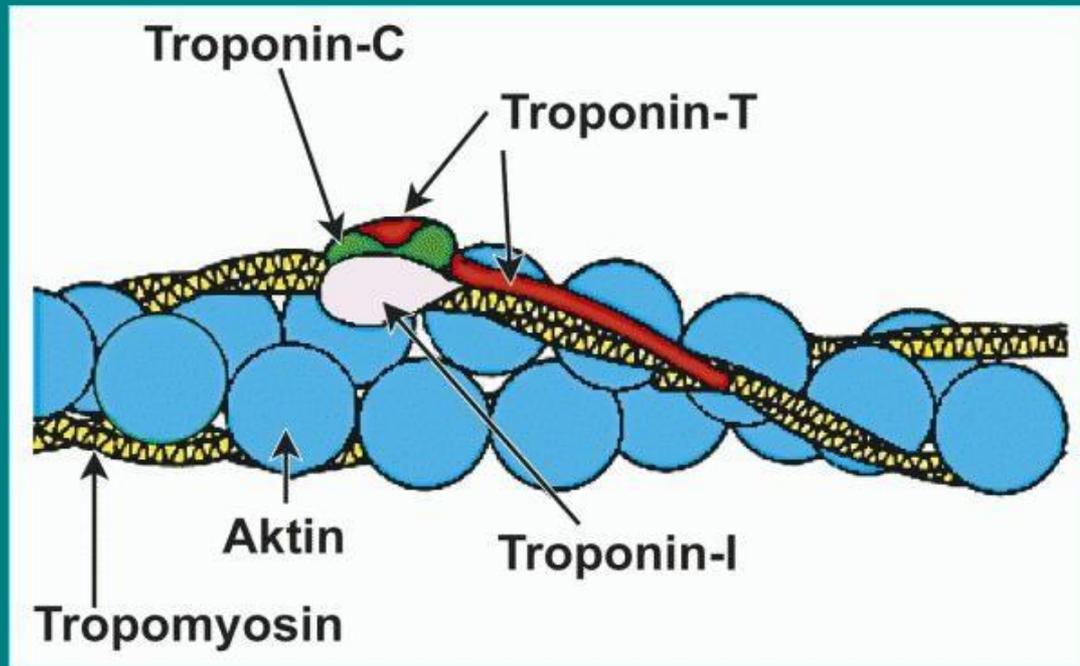


Рис. 2. Молекула ферритина. Центально расположенное ядро трехвалентного гидроксифосфата железа окружено оболочкой из порфириновых колец и апоферритина [4]

# Сократительные белки

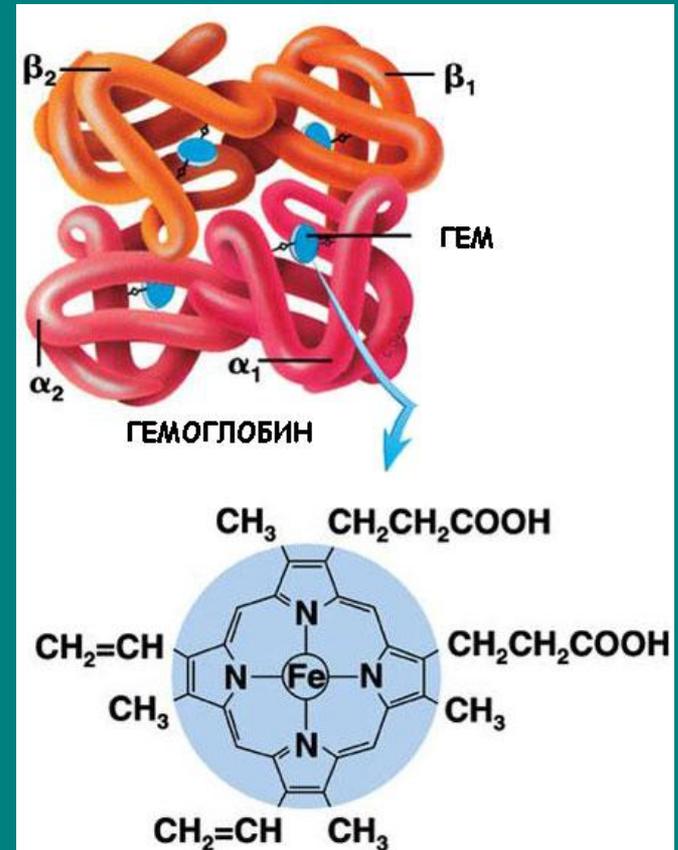
обеспечивают работу мышц, движение жгутиков и ресничек у простейших, изменение формы клеток, перемещение органелл внутри клетки



# Транспортные белки

собирает название большой группы белков, выполняющих функцию переноса различных лигандов как **через клеточную мембрану или внутри клетки** (у одноклеточных организмов), так и **между различными клетками** многоклеточного организма

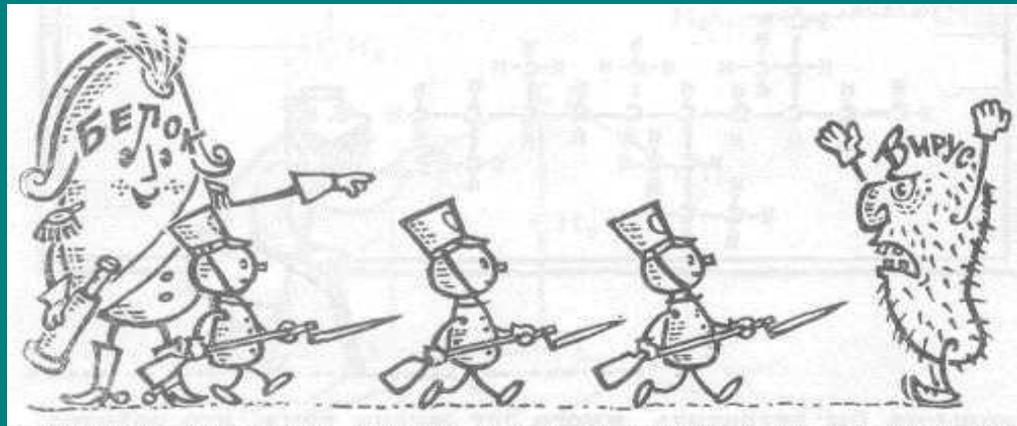
транспортные белки могут быть как интегрированными в мембрану, так и водорастворимыми белками, секретируемыми из клетки, находящимися в пери- или цитоплазматическом пространстве, в ядре или органеллах эукариот



# Защитные белки

К этой группе относятся белки, защищающие организм от вторжения других организмов или предохраняющие его от повреждений.

**Иммуноглобулины**, или **антитела**, способны распознавать проникшие в организм бактерии, вирусы или чужеродные белки, связываться с ними и способствовать их обезвреживанию.



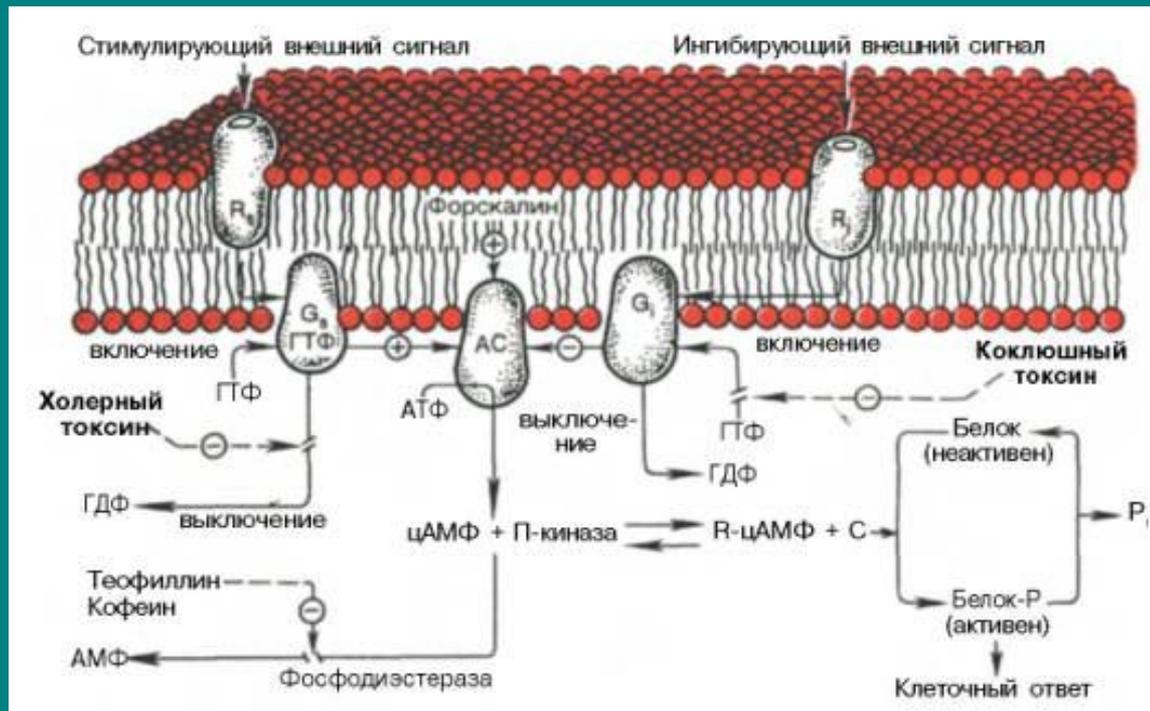
# Рецепторные белки

- способные специфически связывать другие молекулы, несущие внешние для клетки регуляторные сигналы (напр., гормоны, нейромедиаторы), или реагировать на физические факторы (напр., свет)
- благодаря конформац. изменениям, индуцируемыми этими сигналами, рецепторные белки запускают определенные каскадные биохим. процессы в клетке, в результате чего реализуется ее физиологический ответ на внешний сигнал
- большинство рецепторных белков локализовано в ЦПМ и представляет собой пронизывающие мембрану гликопротеины



# Регуляторные белки

Белки, участвующие в управлении биологическими процессами, относят к регуляторным белкам. К ним принадлежат некоторые гормоны: инсулин, гормон роста.



# Превращение белков в организме



• Крошка Ши •

