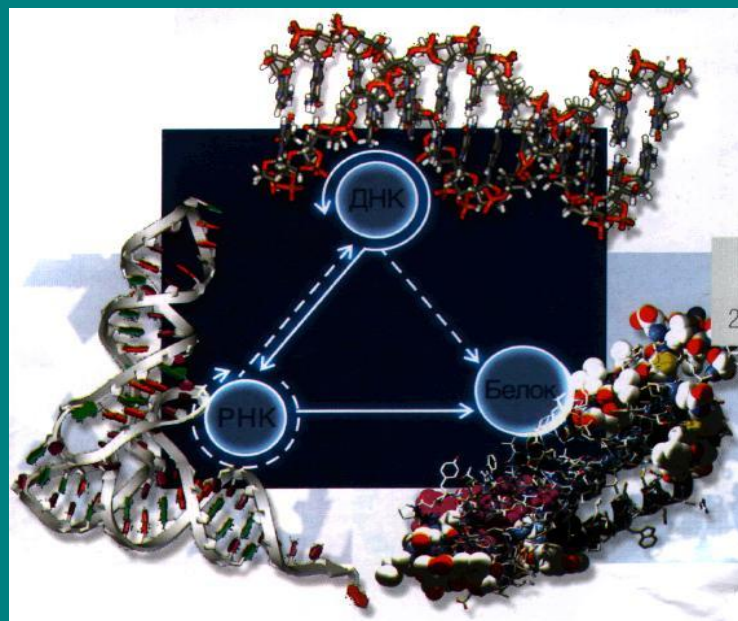


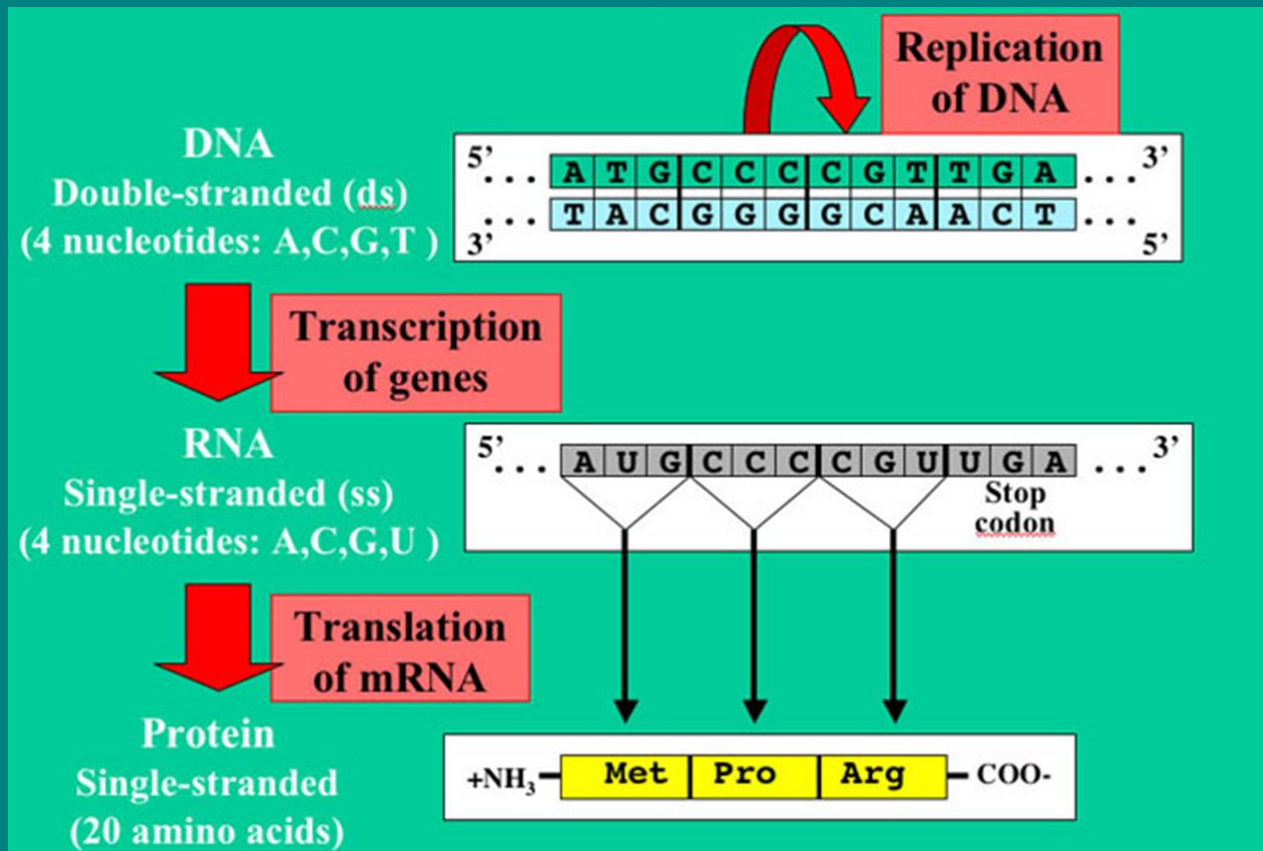
Молекулярно- генетический уровень жизни



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).

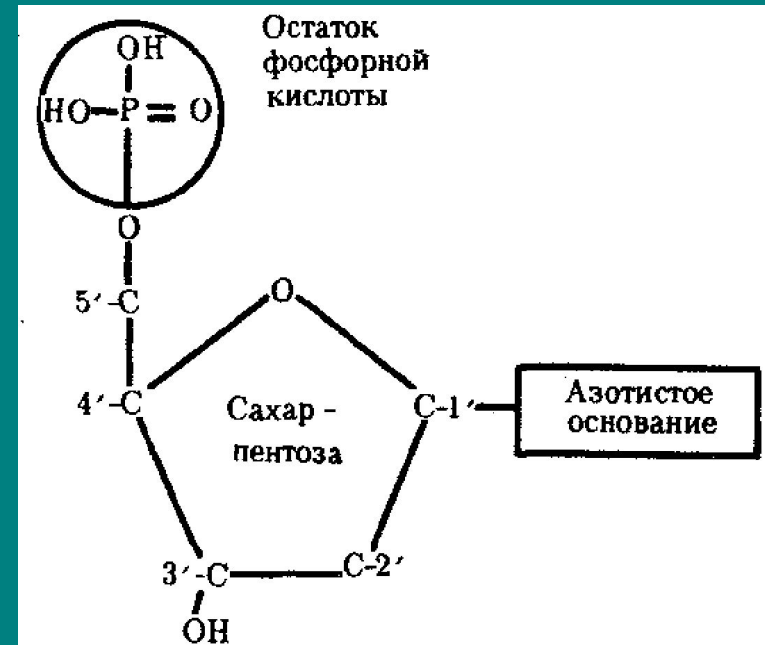
Нуклеиновые кислоты

НК – полимерные макромолекулы

Мономер – нуклеотид:

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

Нуклеозид – без фосфорного остатка



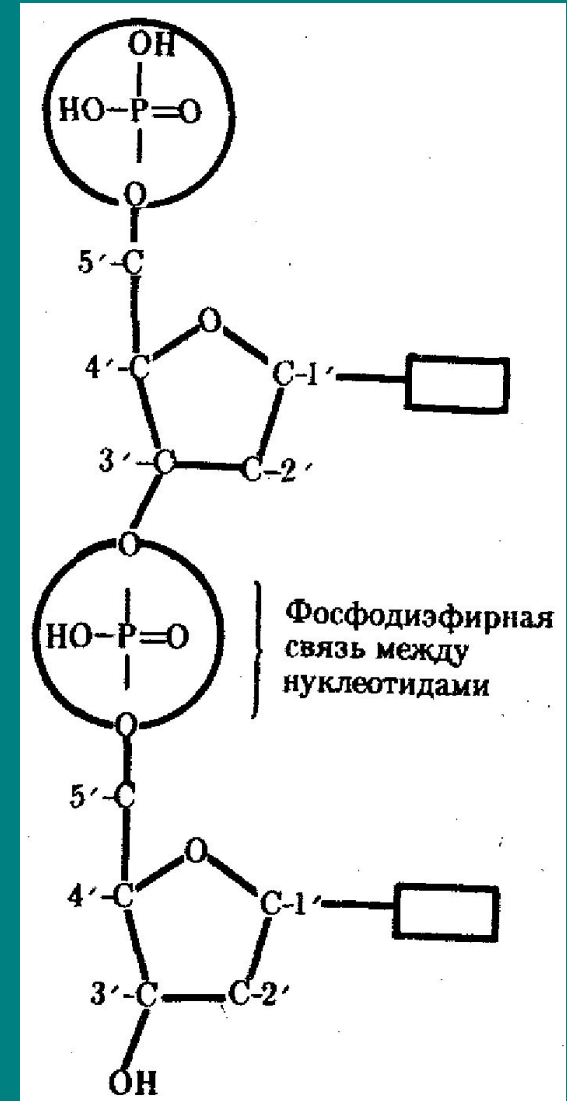
Нуклеиновые кислоты

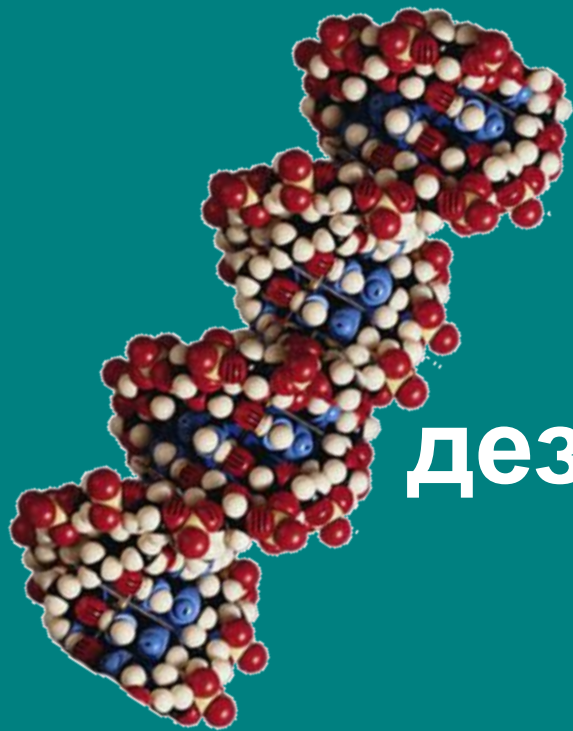
Полинуклеотидная цепь

Фермент - полимераз

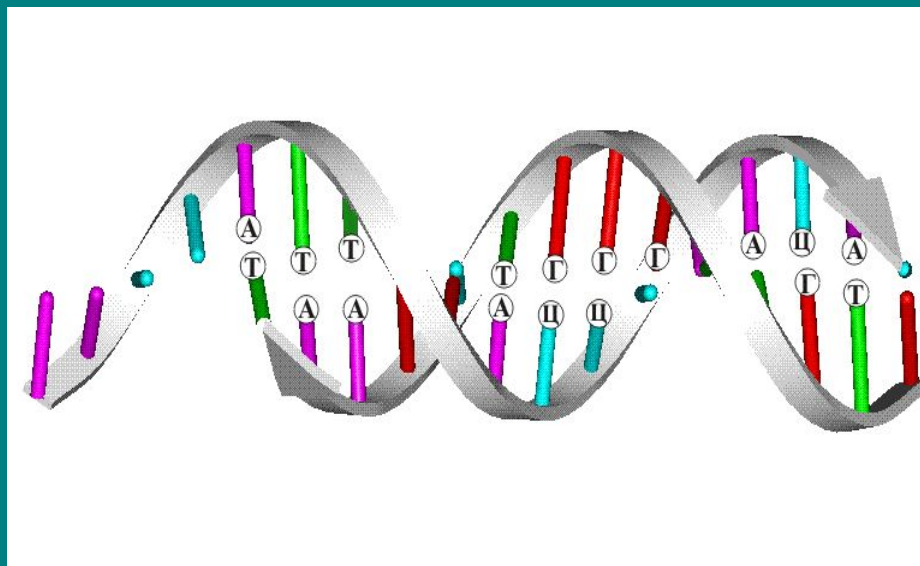
фосфодиэфирная связь

между остатком
фосфорной кислоты и
атомами пентозы



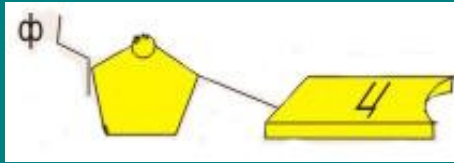


ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота



ДНК – полимерная молекула

Мономер – нуклеотид!!!



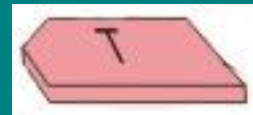
фосфорная кислота +
дезоксирибоза +
основание =
нуклеотид

Основания

пуриновые

пиримидиновые

аденин



ТИМИН

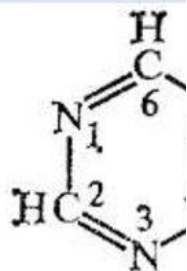
гуанин



ЦИТОЗИН

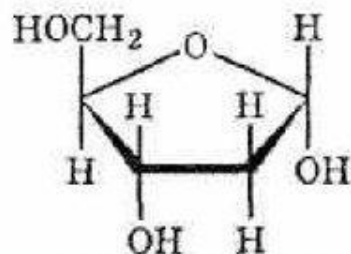
ДНК – полимерная молекула

Азоти



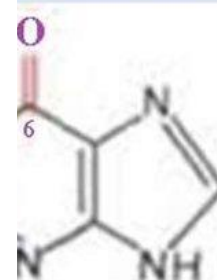
пурин

Входит в состав ДНК



дезоксирибоза

о ряда

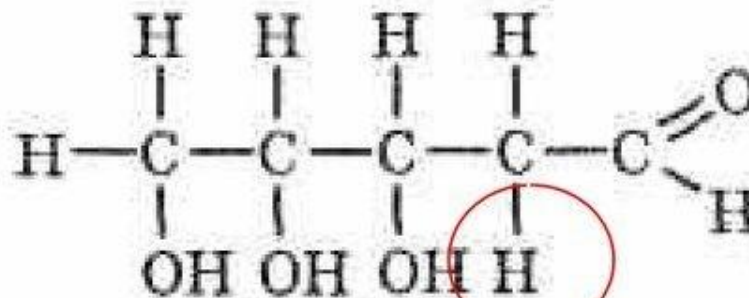


Гуанин

Азоти

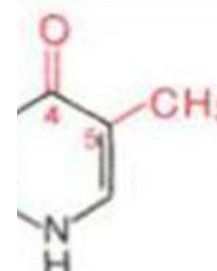


пиримид



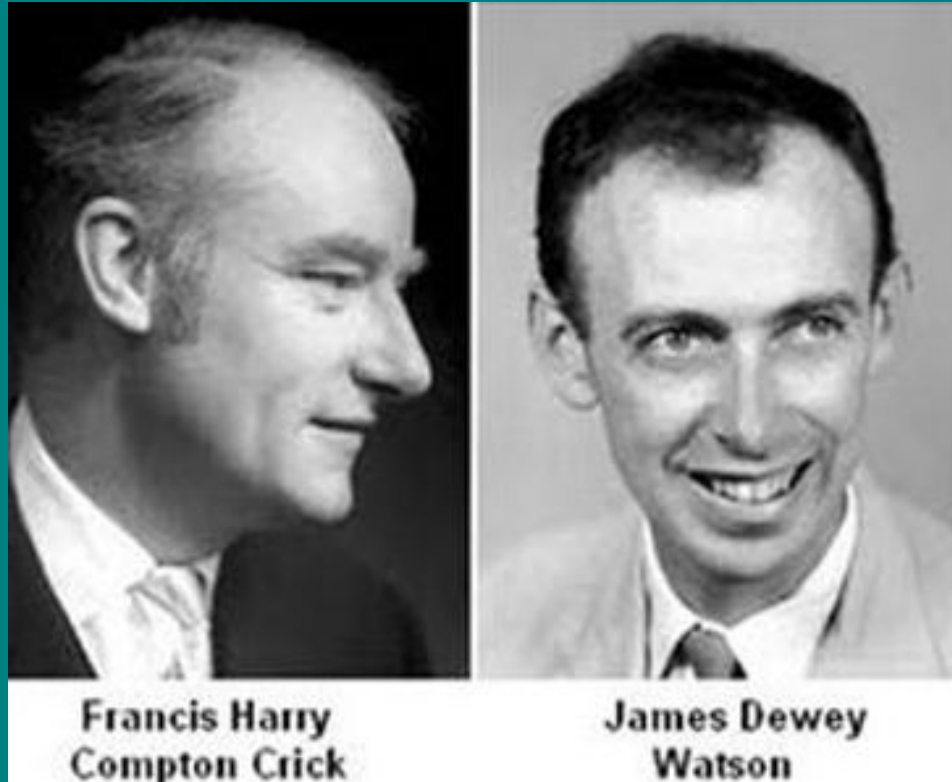
дезоксирибоза

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*

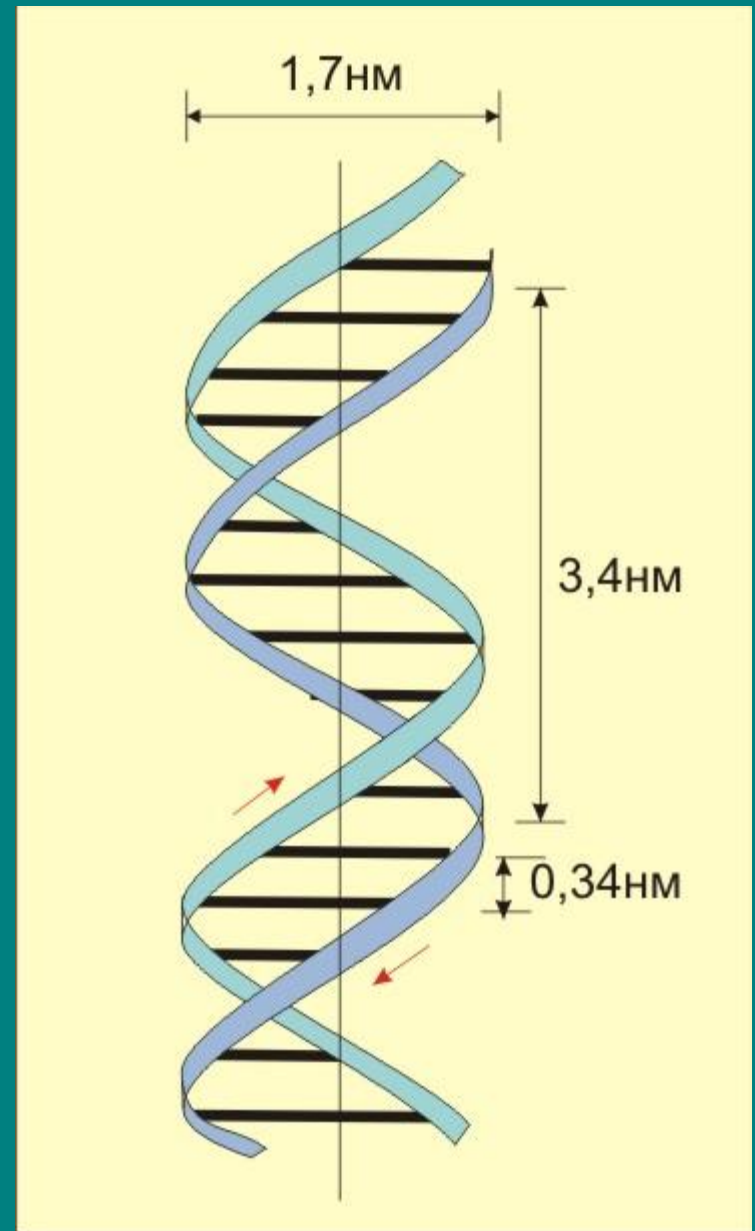
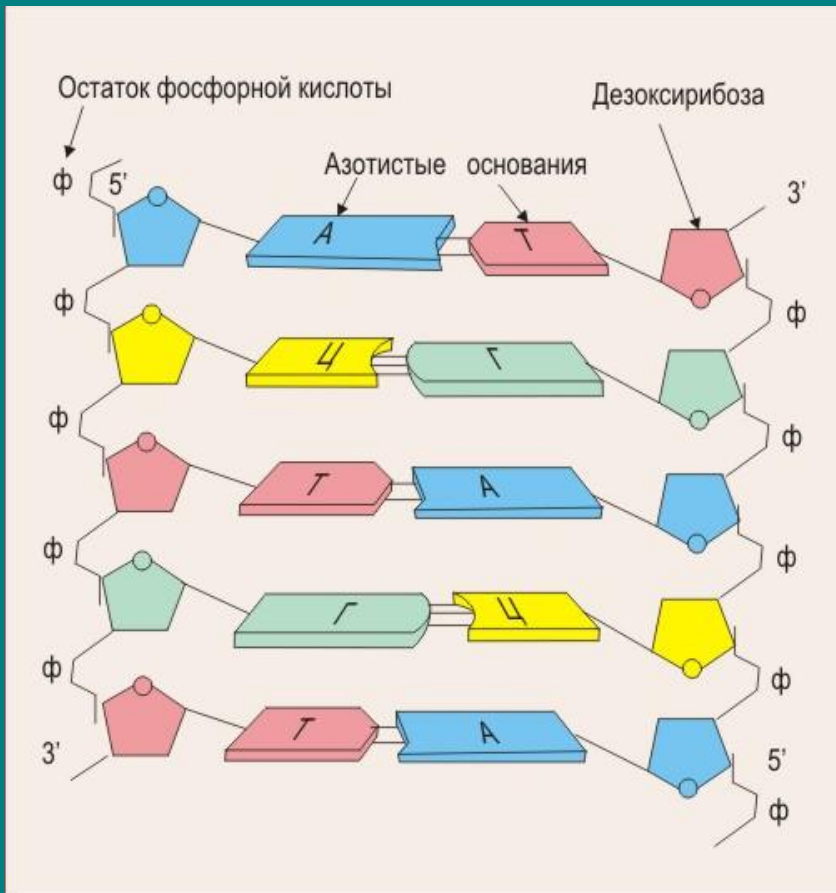


Схема строения молекулы ДНК



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

водородные связи

между

нуклеотидами

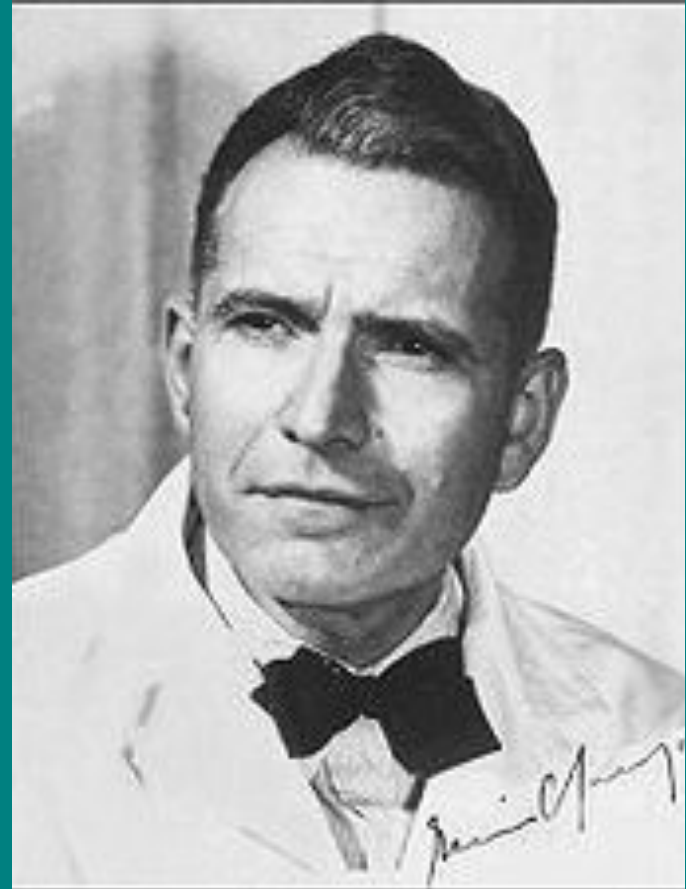
Строение молекулы ДНК

- 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.

-

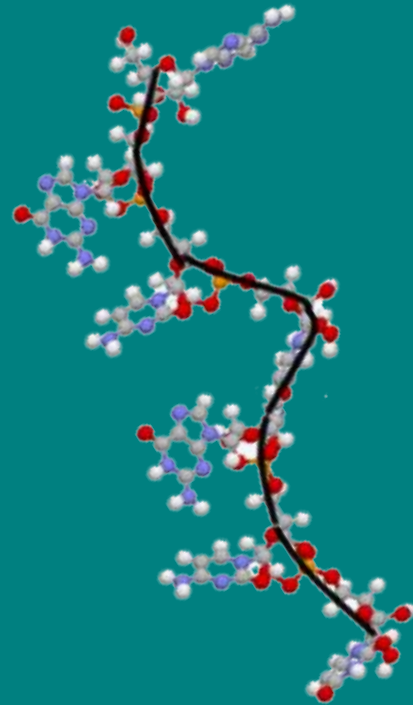
Правила Э. Чаргаффа:

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

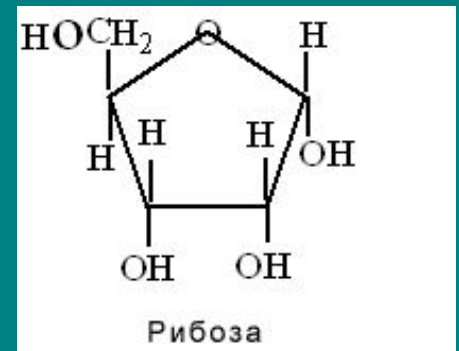


Играет роль **посредника**:
перевод наследственной информации,
сохраняемой в ДНК, в рабочую форму

РНК

Полимер, НО:

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



Типы РНК

Малая ядерная – мяРНК

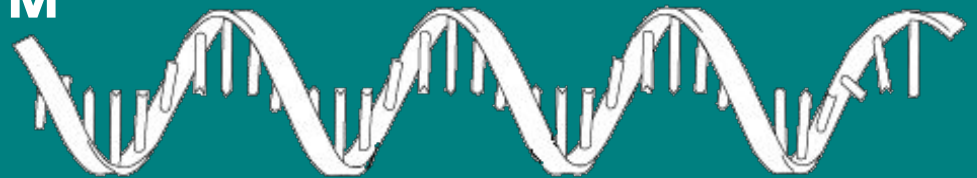
- сплайсинг РНК

Матричная

(информационная) – м

(и)РНК

- матрица для построения белков



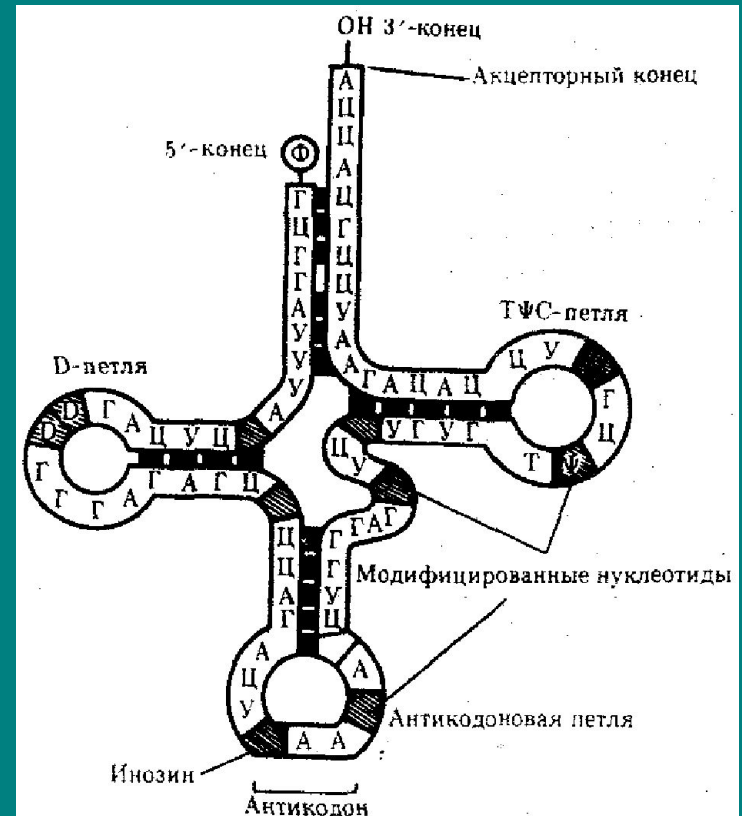
моногенная (моноцистронная)
полигенная (полицистронная)

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

Типы РНК

Транспортная – тРНК

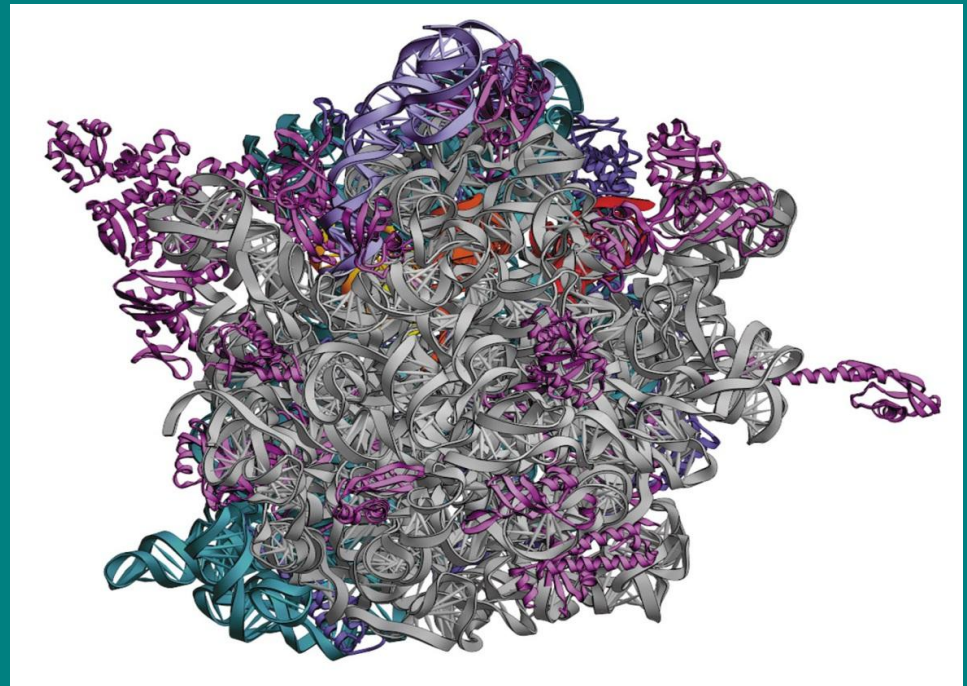
- транспорт аминокислот
 - узнавание мРНК
- около 100 нуклеотидов,
10-15% от общего
количества



Типы РНК

Рибосомальная – рРНК

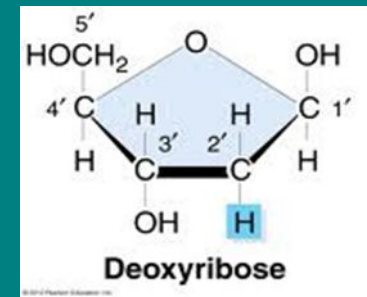
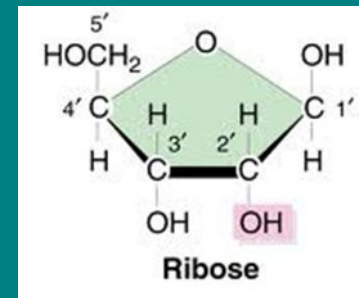
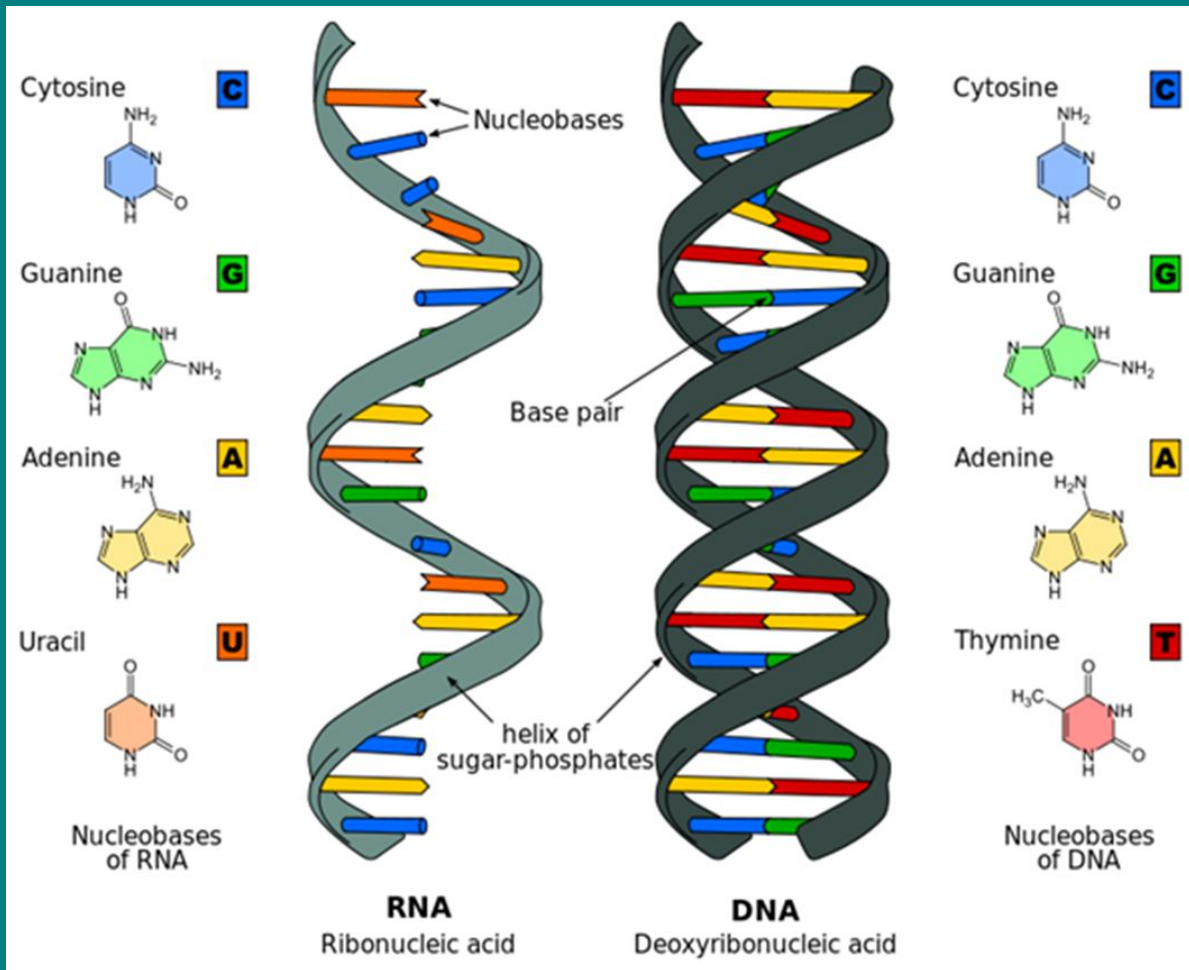
- скелет рибосомы
 - узнавание тРНК и мРНК
- 2-3 тыс. нуклеотидов, 80-90%
от общего количества



Основные типы РНК

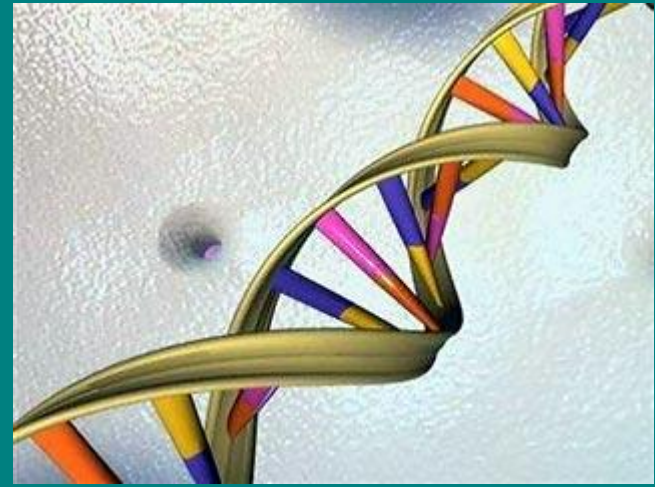
| Тип РНК | Функция |
|---------|--|
| mRNA | Переносчик кода для биосинтеза белка |
| rRNA | Формирует остов субъединиц рибосом |
| tRNA | Посредник между аминокислотами и мРНК |
| snRNA | Малая ядерная РНК, участвует в сплайсинге |
| snoRNA | Малая ядрышковая РНК, участвует в образовании и модификации 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)

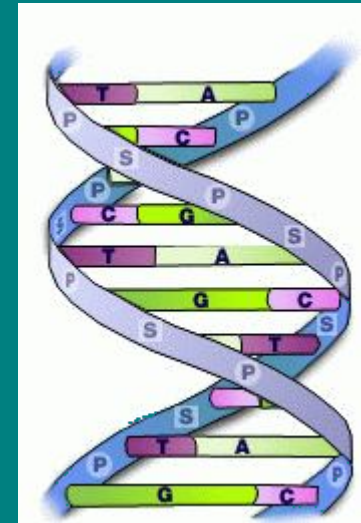
- единица мутации
- единица функции
- единица рекомбинации (кроссинговера)



единица
функции

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

Гены могут перекрываться!!!



один ген – один фермент

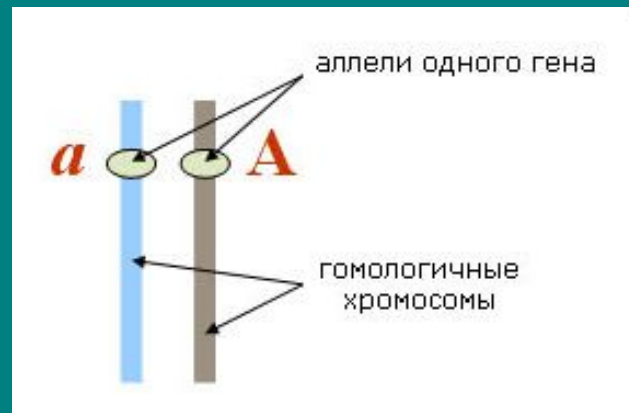


один ген – одна полипептидная цепь

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

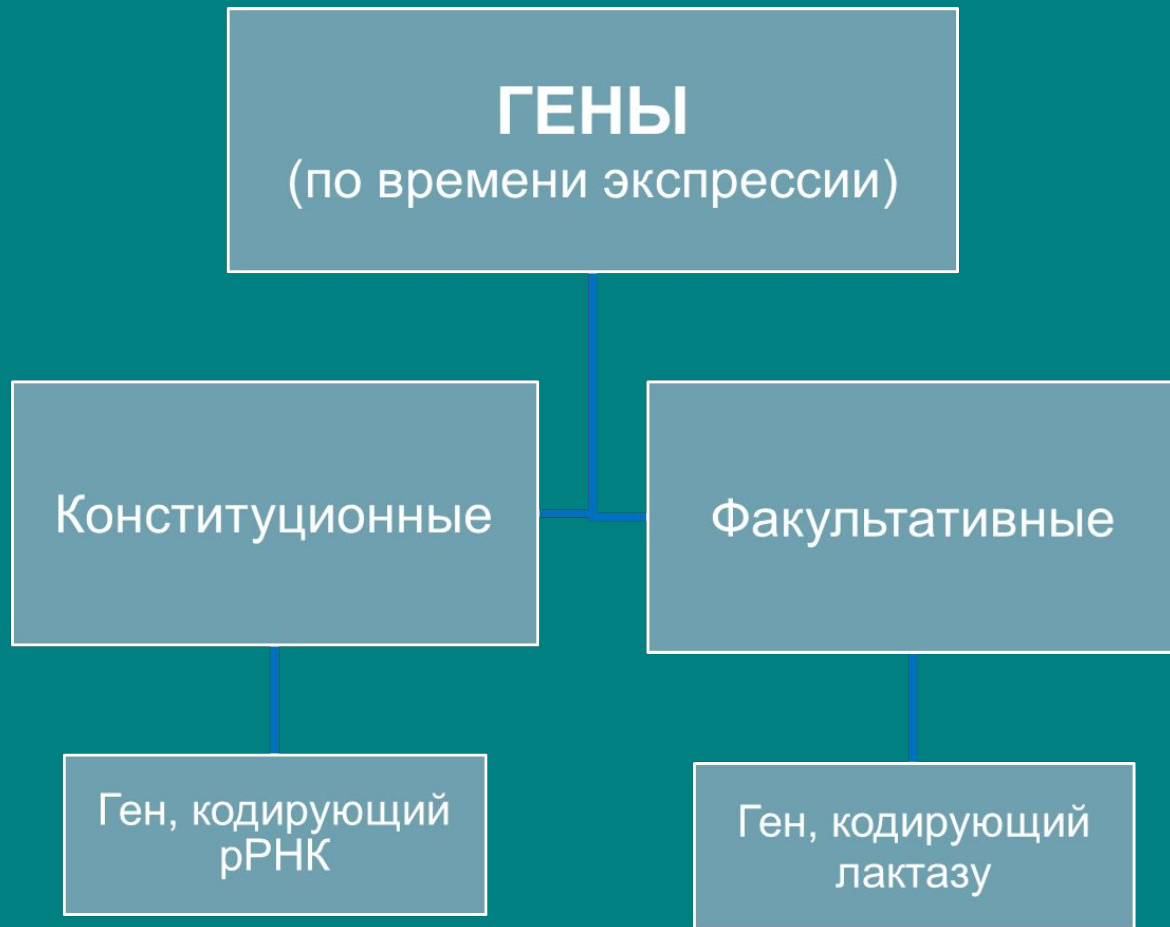
Аллельность – в генотипе диплоидных организмов только две формы гена

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

Плейотропия – множественный эффект гена

Амплификация – увеличение количества копий гена

Классификация генов



Классификация генов



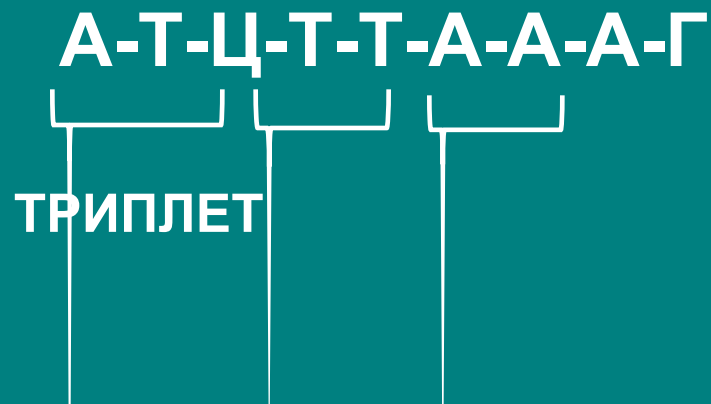
Генетический код

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).

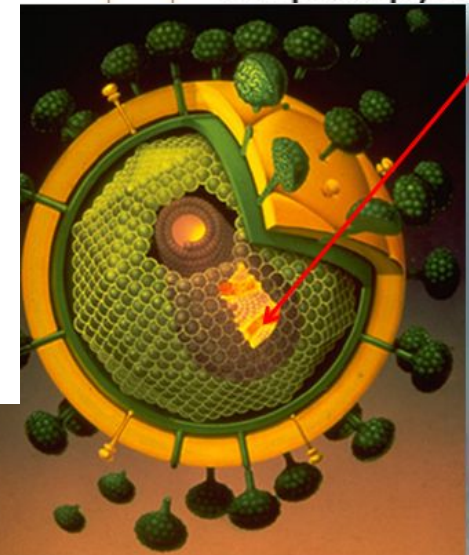
НК - содержащие

тью
ой

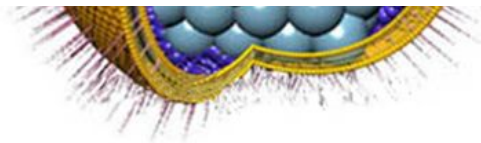
С двумя нитями
нуклеиновой
кислоты

ы;

Ретровирусы



РНК



Вирус герпеса

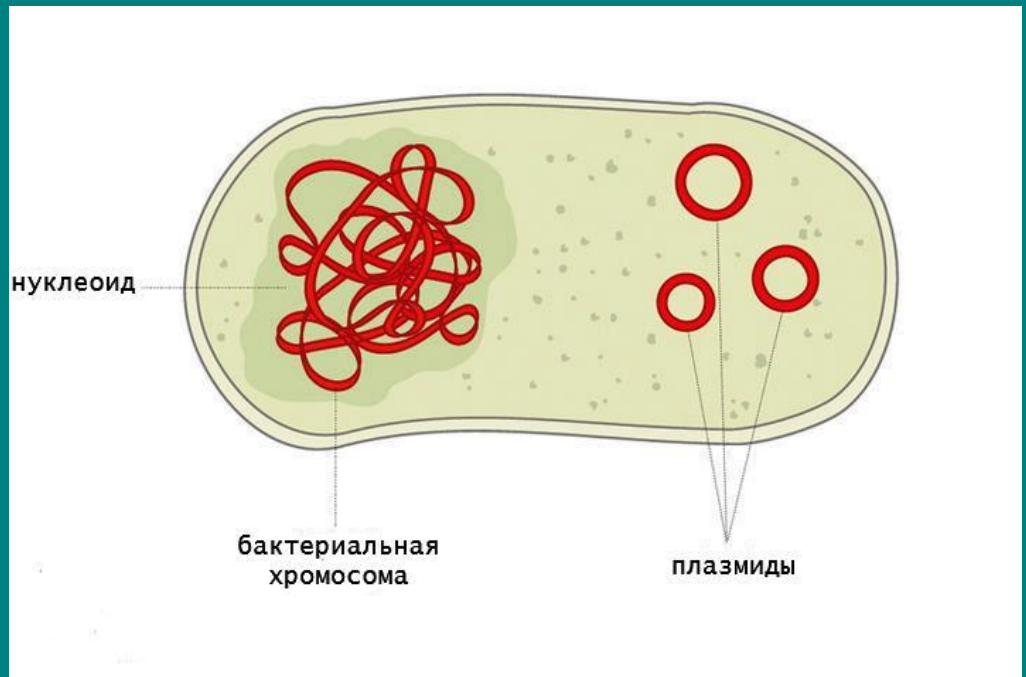


ВИЧ

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.

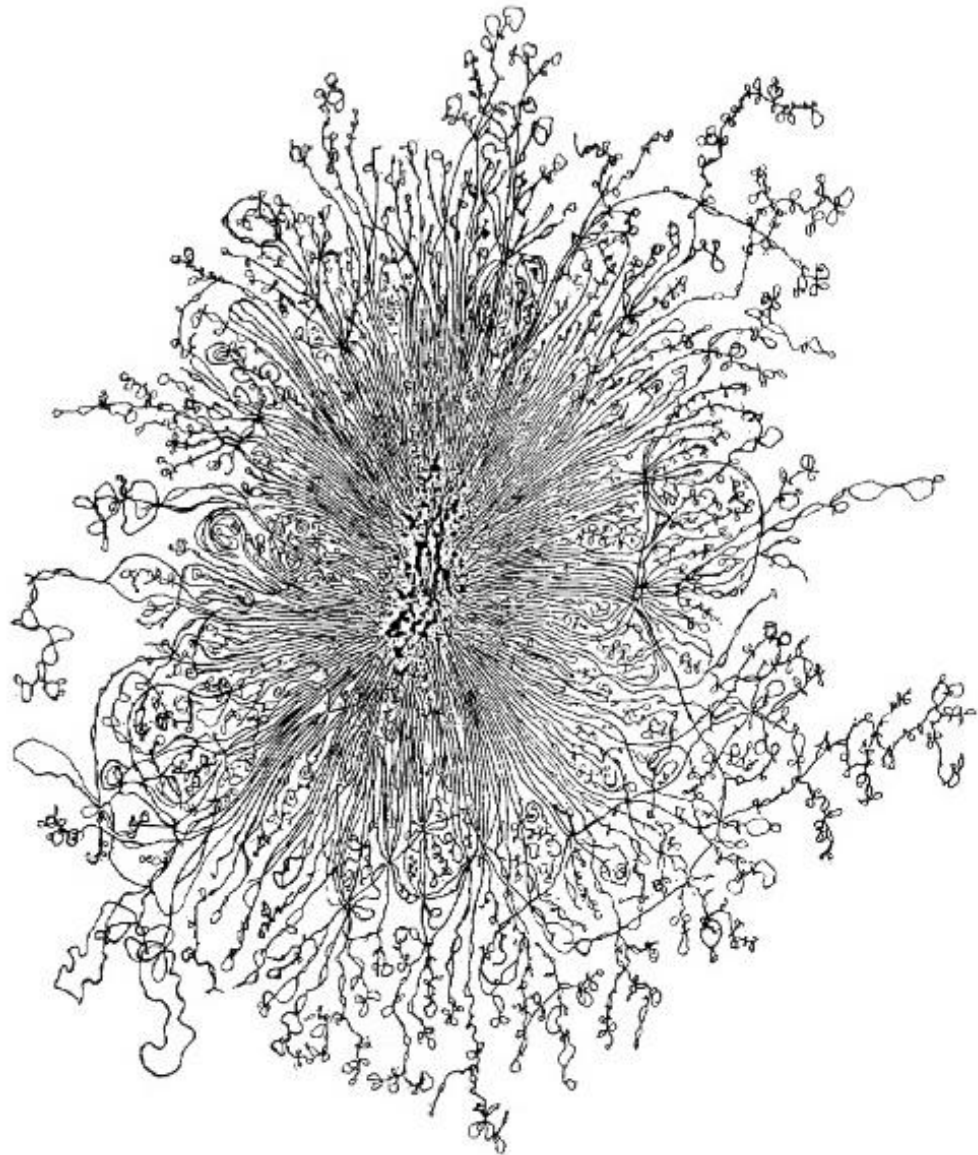
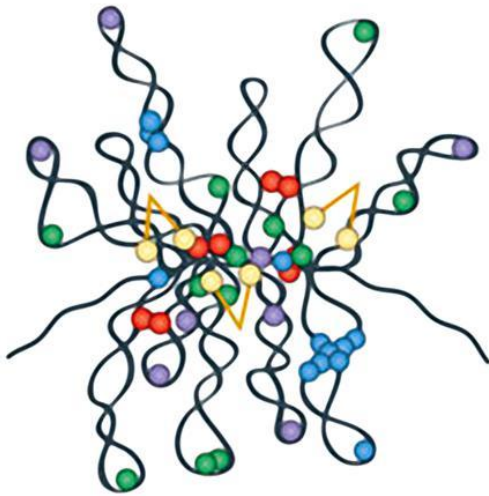
генофор



Способы хранения информации

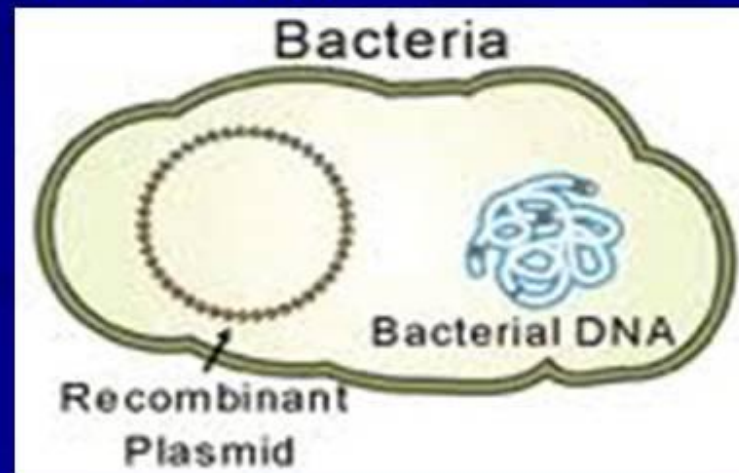
Прокариоты –
петель (12-80)
транскрипции

Есть ДНК-связывающие
которые комп
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

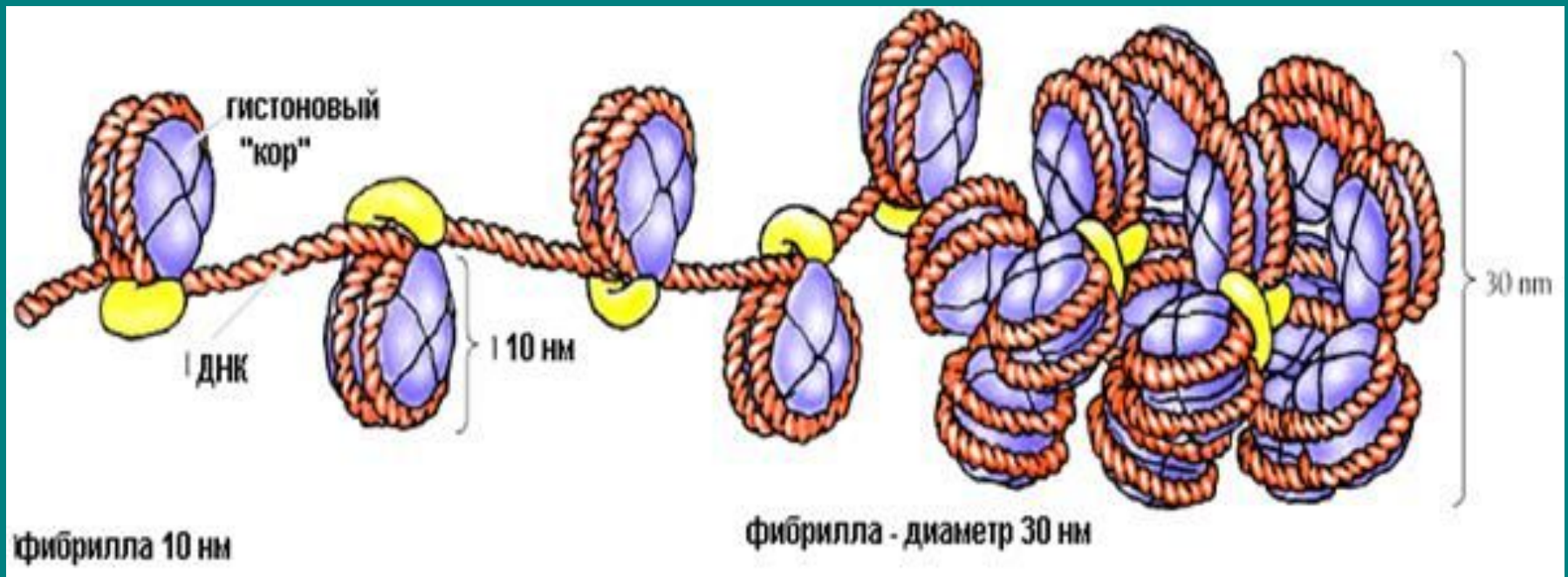


Нуклеосомная нить



Спирализация (компактизация) хромосом

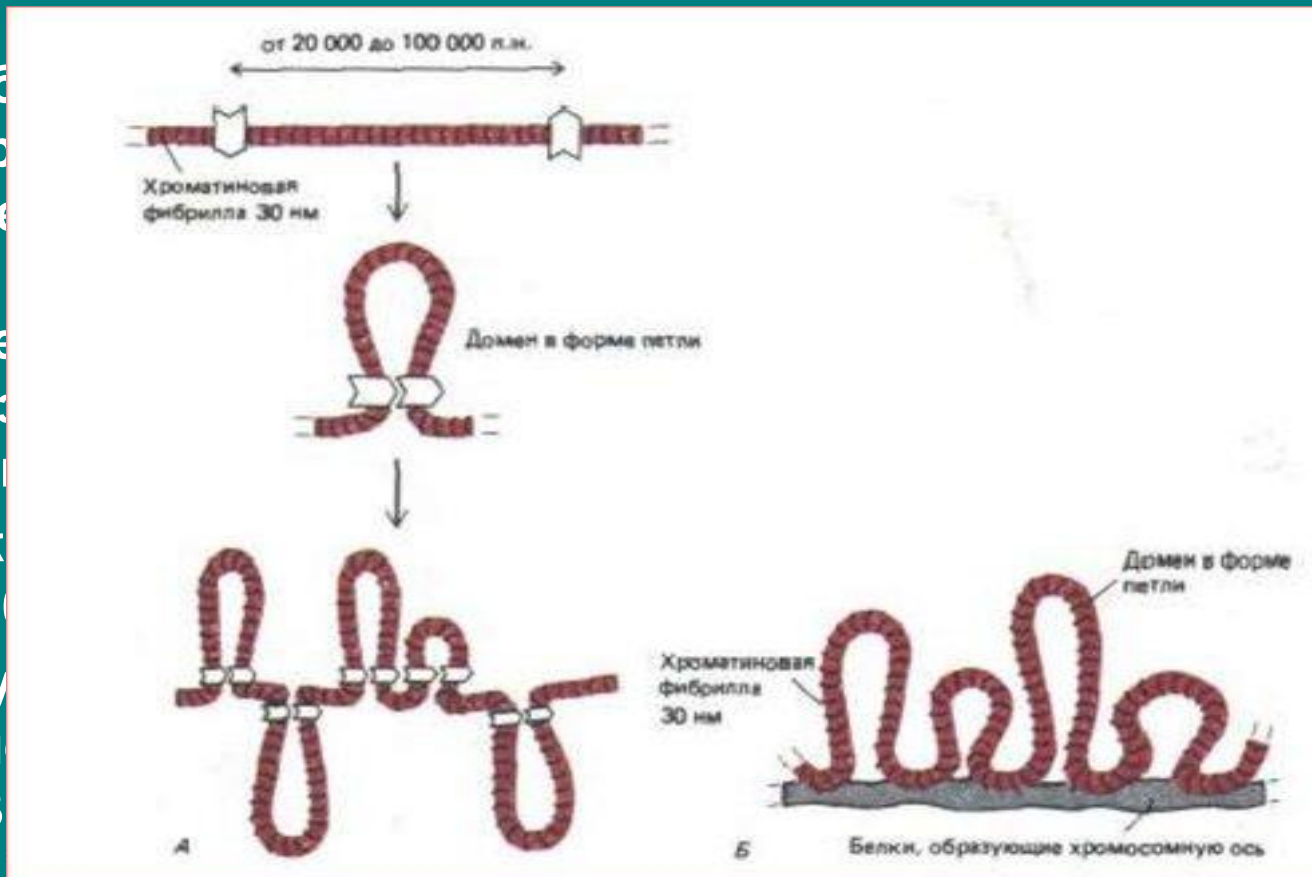
- Хроматиновая фибрилла – соленоид.



Спирализация (компактизация) хромосом

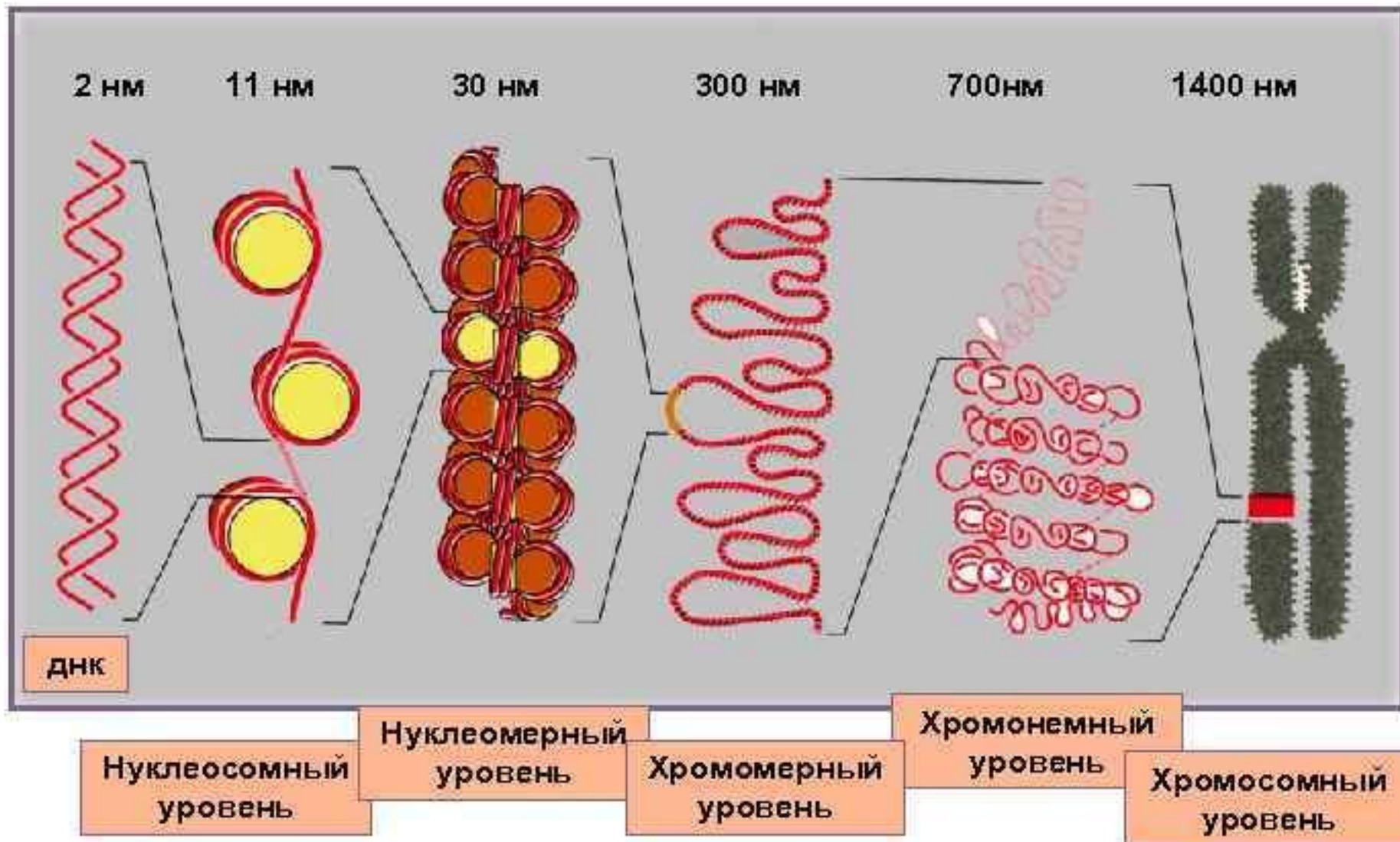
- Серия петельных доменов.

В их об
котор
после
друг
нукле
образ
фрагм
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 |

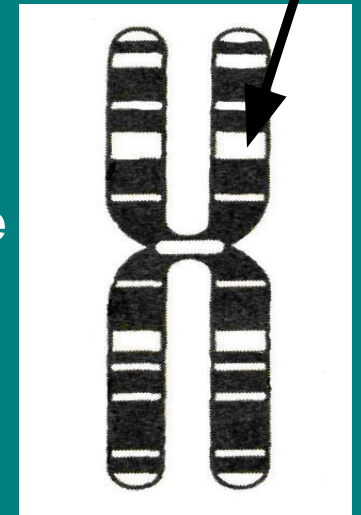
Хроматин

- **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).

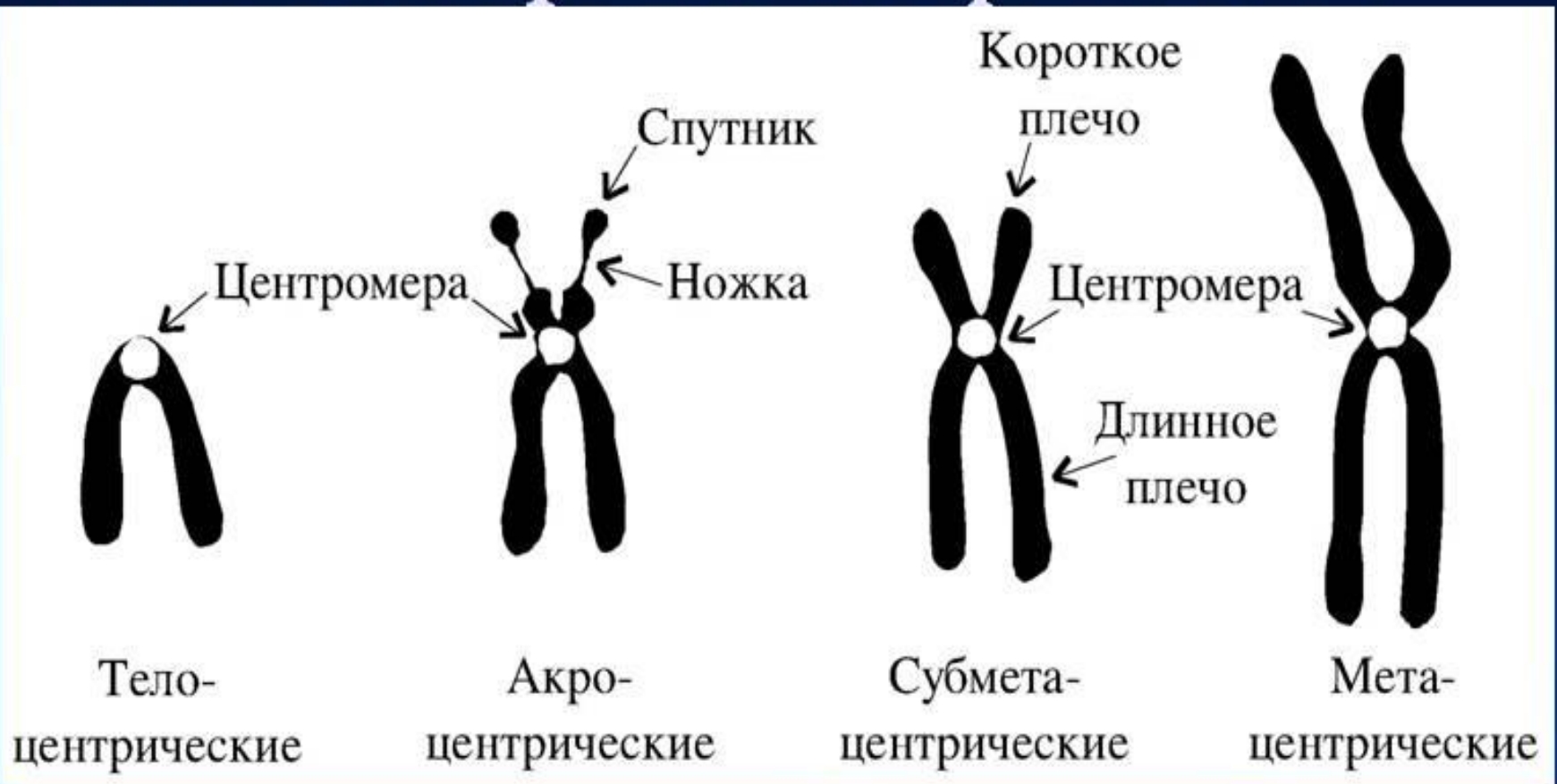
Расположение участков конститутивного гетерохроматина в гомологичных хромосомах является идентичным и, как правило, одинаково в разных клетках.

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

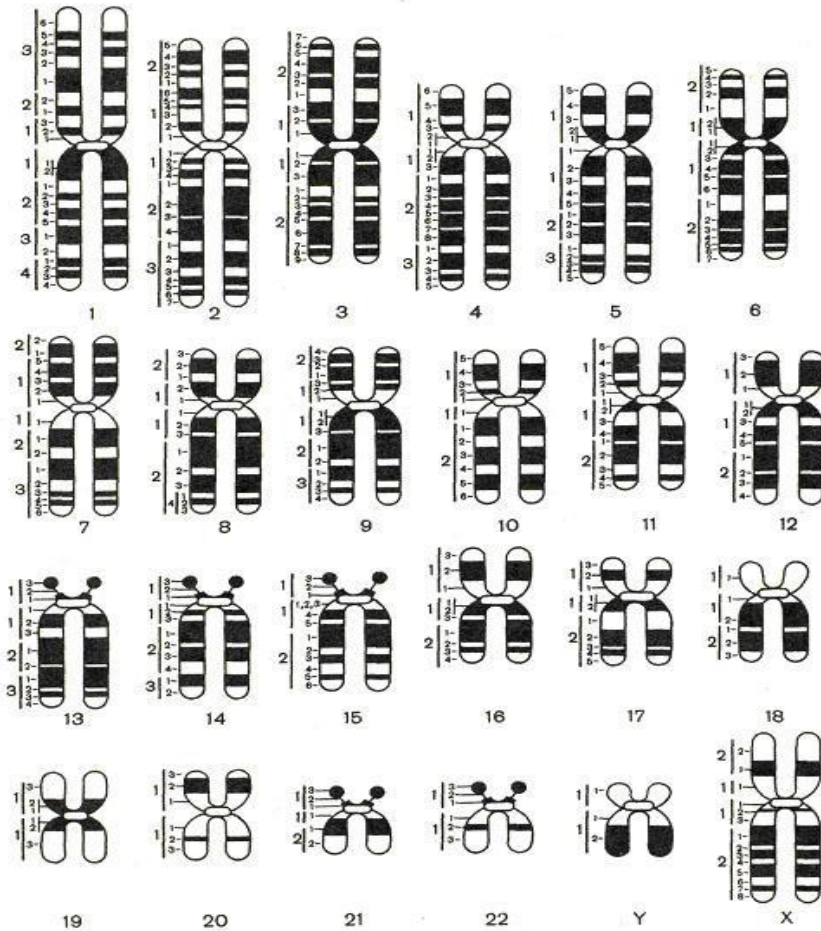
При определенных условиях факультативный гетерохроматин может конденсироваться и превращаться в эухроматин.

Строение и классификация хромосом

Типы метафазных хромосом



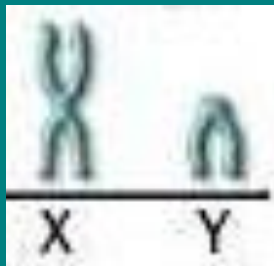
**Кариотип –
совокупность
хромосом
соматической клетки
определённого числа,
формы и размера,
типичного для
данного вида**



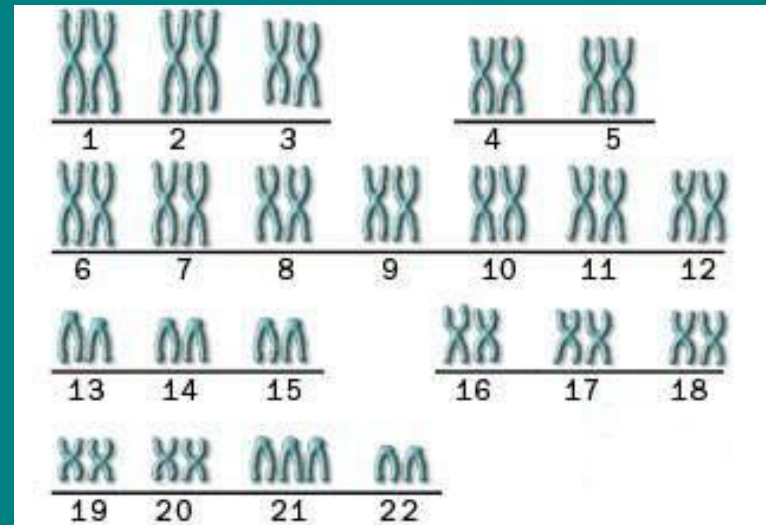
идиограмма человека

Хромосомы

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



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

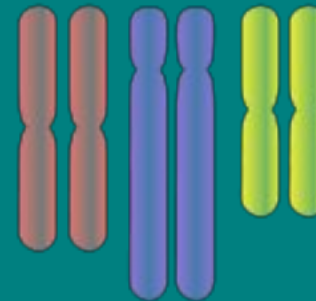


Хромосомы

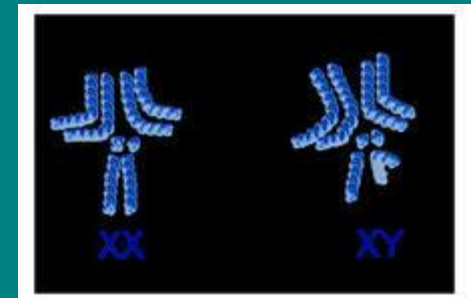
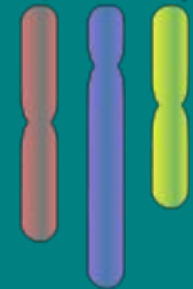
Диплоидность ($2n$) - наличие в ядре растительной или животной клетки парного набора хромосом; характерна для соматических клеток животных и спорофита растений

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

Diploid ($2N$)



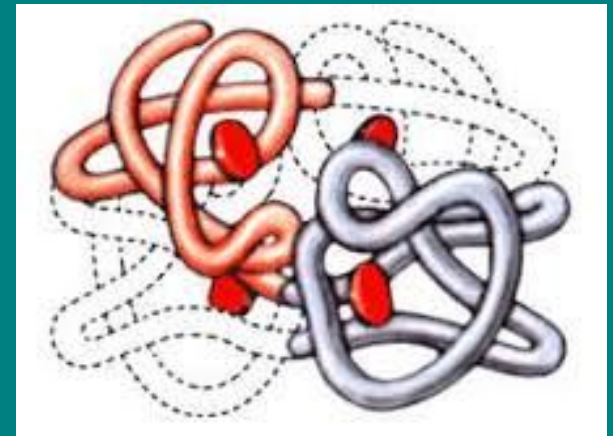
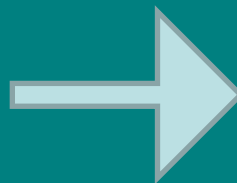
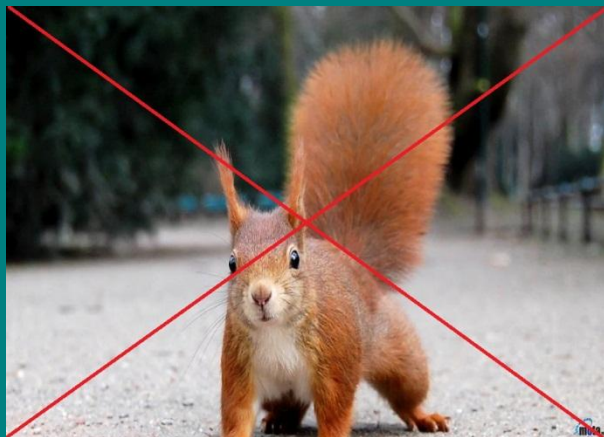
Haploid (N)



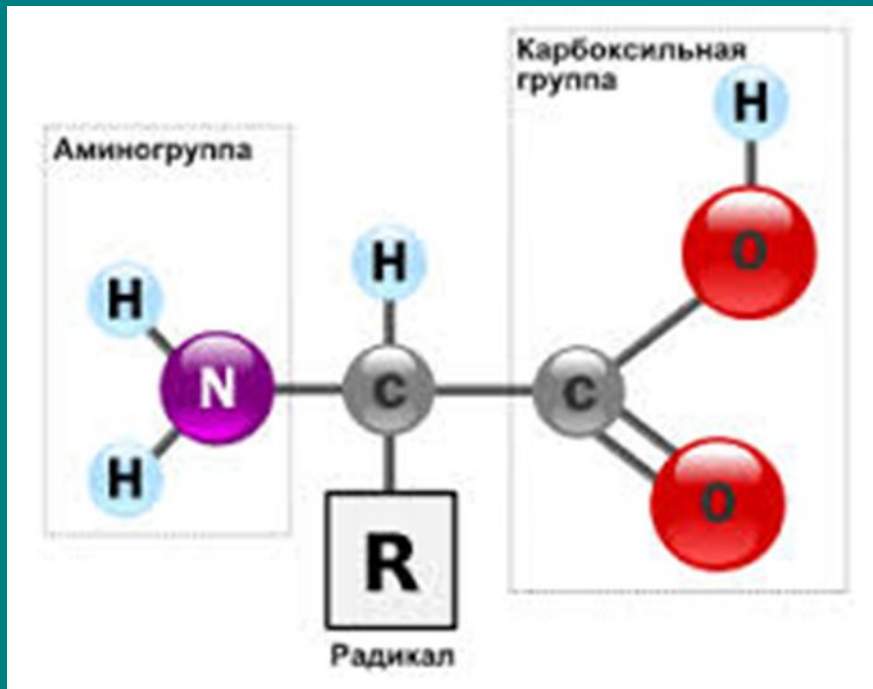
Белки

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

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



Строение

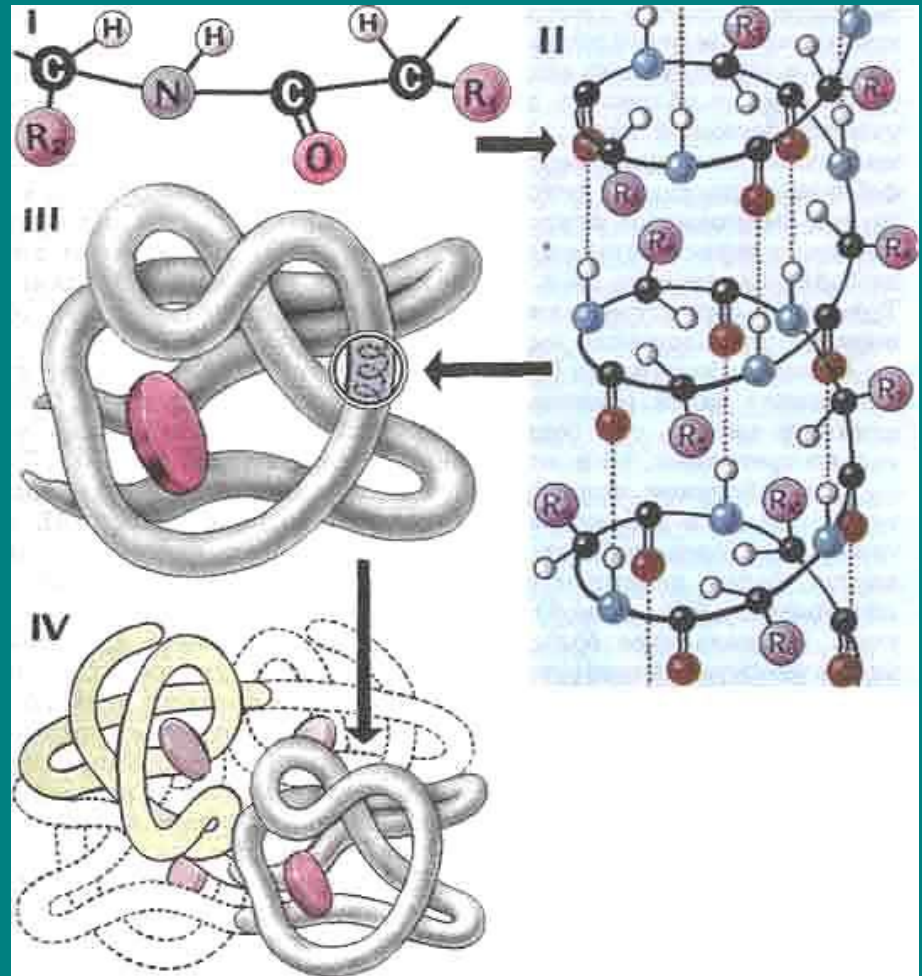


аминокислота – общая формула

| 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

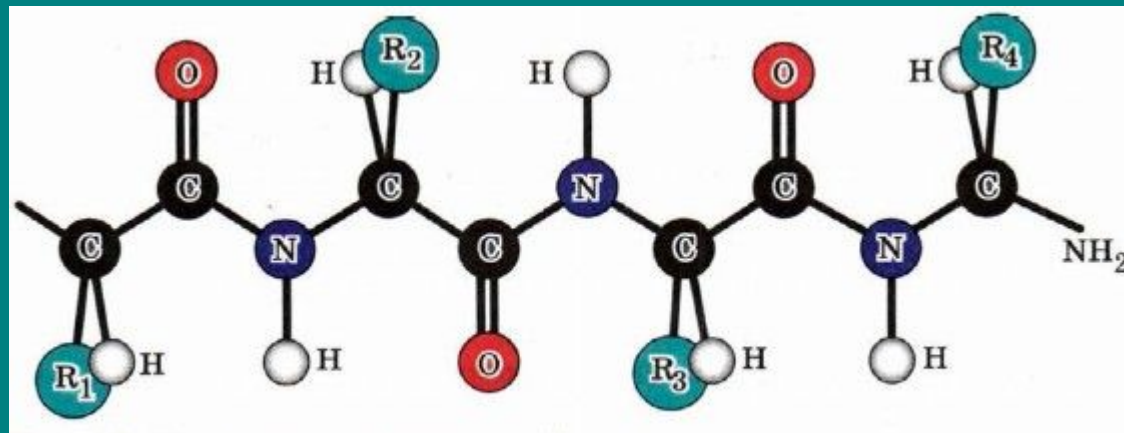
- Первичная
- **Вторичная**
- Третичная
- **Четвертичная**



Первичная структура

последовательность аминокислот в составе
полипептидной цепи

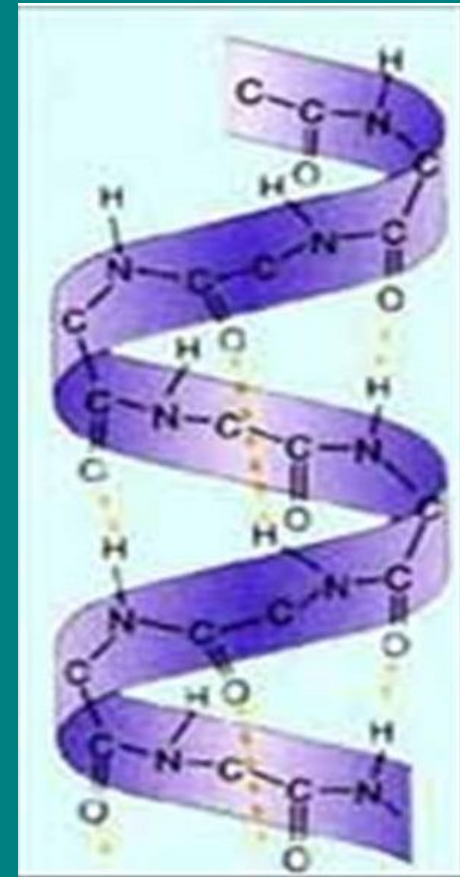
уникальна для любого белка и определяет его
форму, свойства и функции



Вторичная структура

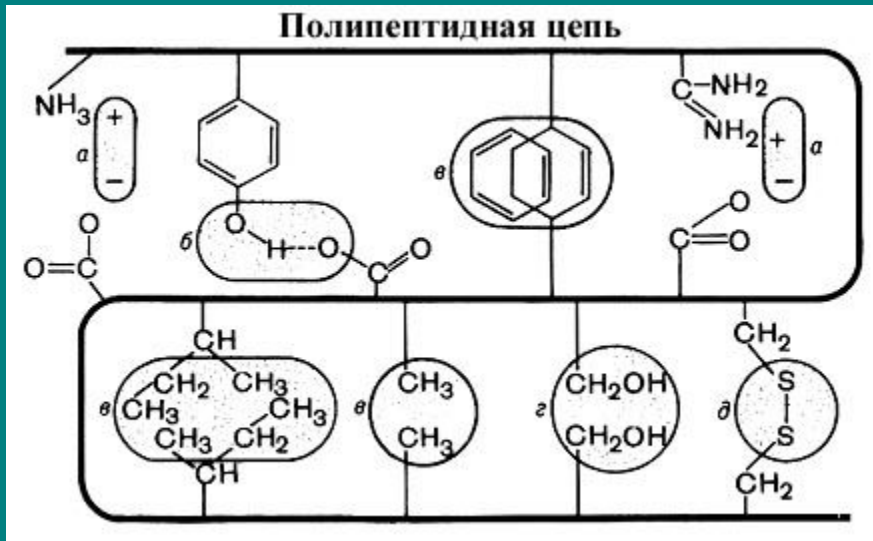
Белки имеют вид **спирали** в результате образования **водородных связей** между **-CO-** и **-NH-** группами разных аминокислотных остатков полипептидной цепи

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



Третичная структура

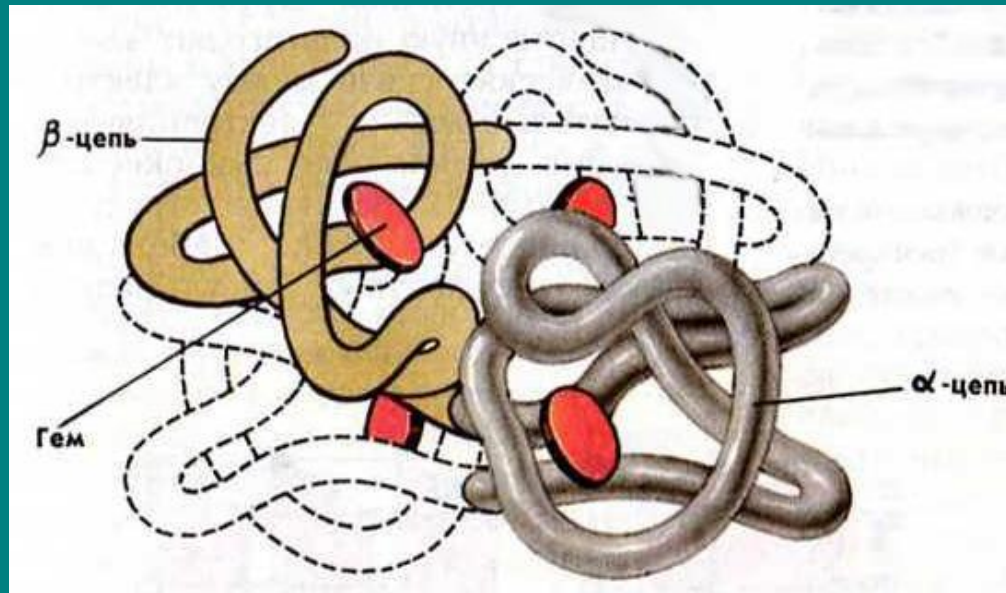
специфическая конфигурация – **глобула**, образуемая за счёт взаимодействий между радикалами аминокислот, которые могут располагаться на значительном расстоянии друг от друга в полипептидной цепи



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.

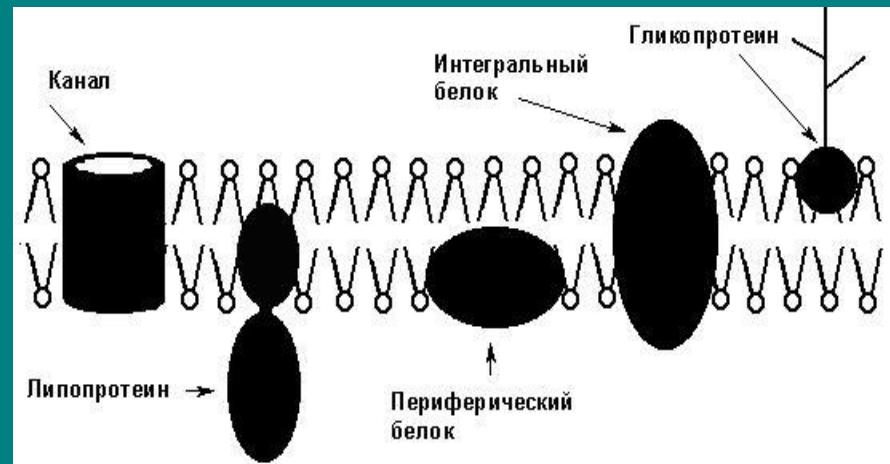
Функции белков

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

Структурные белки

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

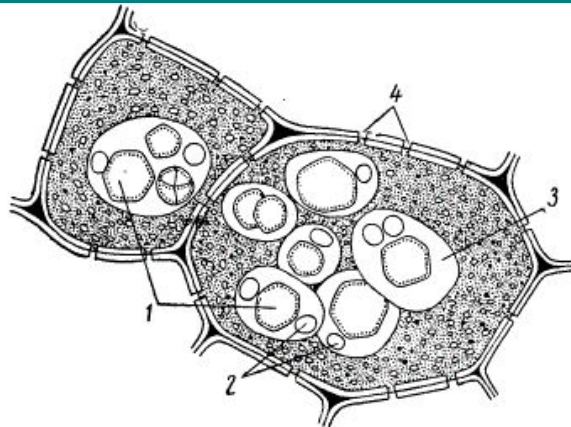
Белки принимают участие в формировании клеточных мембран, в частности, могут образовывать в них каналы или выполнять другие функции.



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

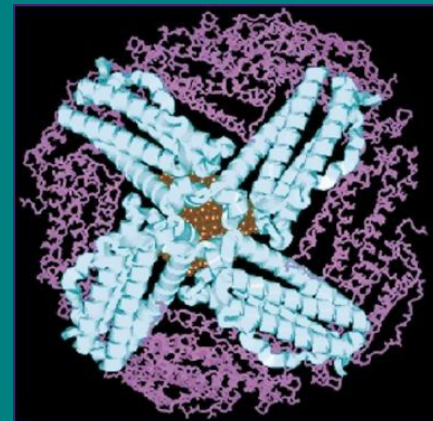
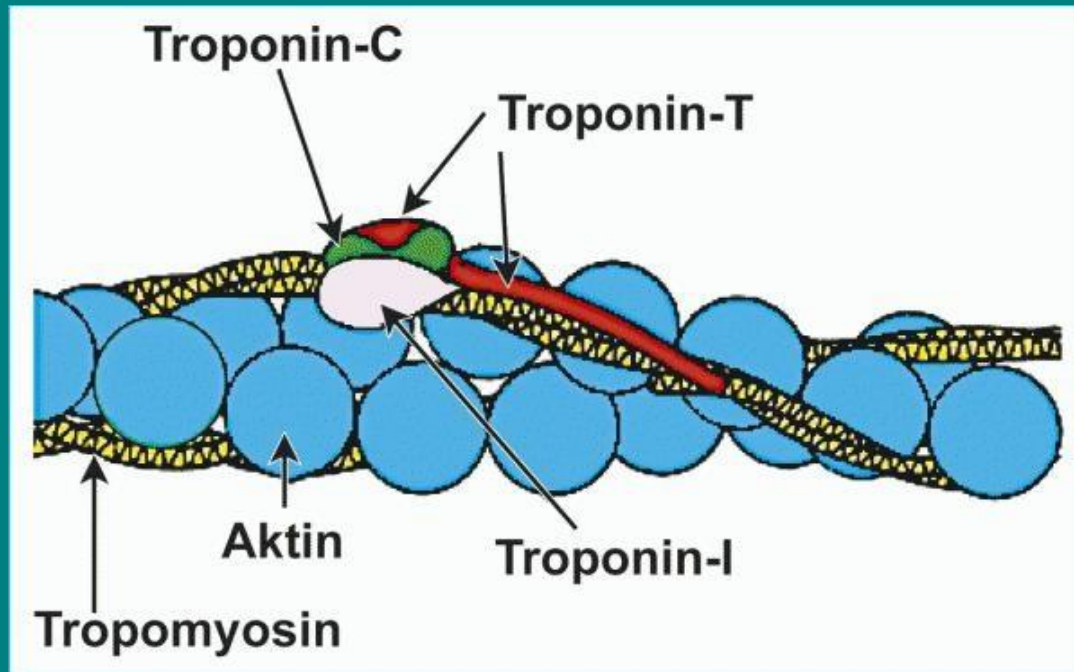


Рис. 2. Молекула ферритина. Центально расположенное ядро трехвалентного гидроксифосфата железа окружено оболочкой из порфириновых колец и апоферритина [4]

Сократительные белки

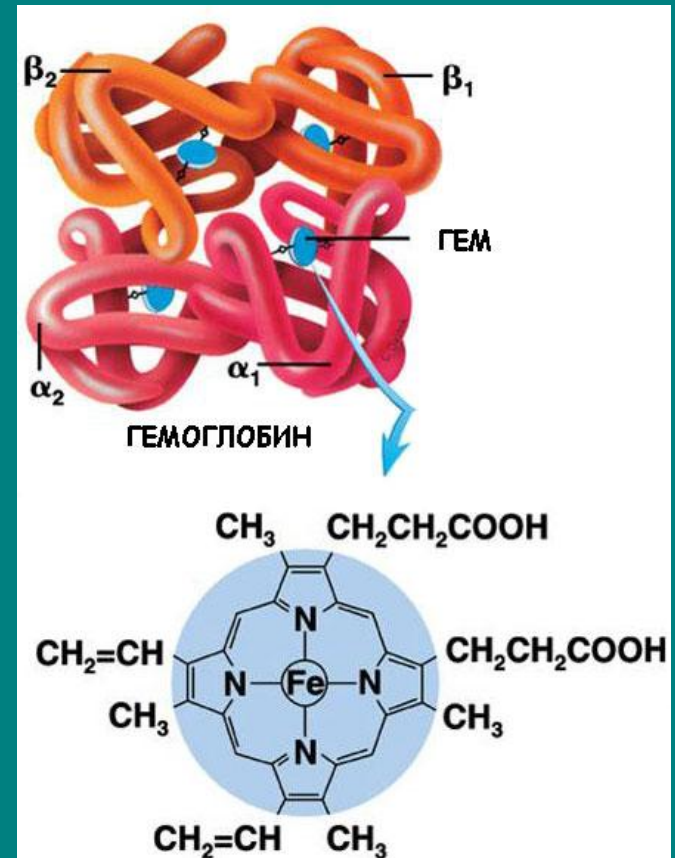
обеспечивают работу мышц, движение жгутиков и ресничек у простейших, изменение формы клеток, перемещение органелл внутри клетки



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

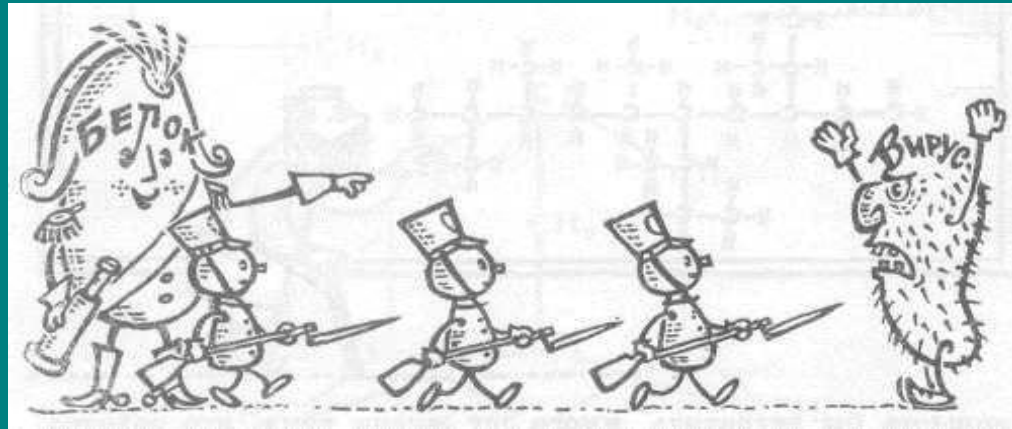
транспортные белки могут быть как интегрированными в мембрану, так и водорастворимыми белками, секретруемыми из клетки, находящимися в пери- или цитоплазматическом пространстве, в ядре или органеллах эукариот



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.



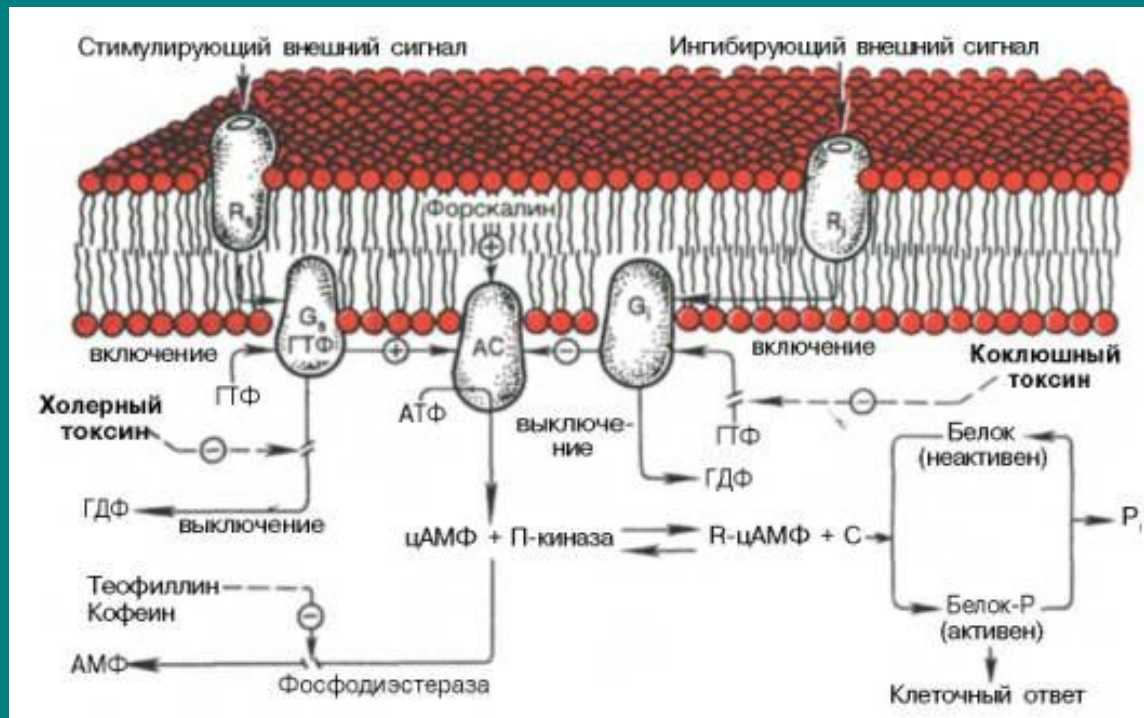
Рецепторные белки

- 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 •

