

Генетический материал клетки.

**Хромосомный уровень
организации генетического
материала**

Хромосомный уровень организации генетического материала

Хромосомы - это нуклеопротеидные тела, в которых хранится, передается потомству и реализуется наследственная информация.

Хромосомы вирусов прокариот и клеточных органелл эукариот;

Хромосомы клеток эукариот, имеющие разную морфологию в митозе и интерфазе.

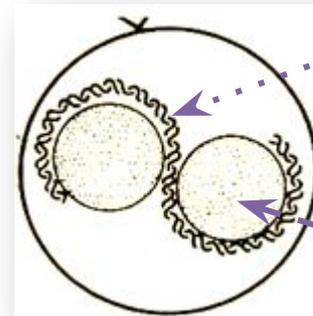
Одна молекула двуспиральной ДНК.

ДНК (40%), белки (около 60%), РНК (4%), липиды, углеводы, ионы металлов (менее 1%)

Кольцевая форма, закрученная в шпильку и линейная форма (бактериофаг λ).

Роль компонентов хромосом заключается в «разрешении» или «запрещении» считывания информации с молекулы ДНК.

ДНК бактерий кольцевая двухцепочная, упакована в структуру, которая называется **нуклеоид**.



ДНК.

HU, INF, H1, HLP, H.

Роль компонентов хромосом заключается в «разрешении» или «запрещении» считывания информации с молекулы ДНК, поэтому хромосомы могут находиться в состояниях:

генетически активном (деспирализованном) с осуществлением процессов репликации и транскрипции;

генетически неактивном (спирализованном), осуществляющим перенос информации из родительских клеток в дочерние в процессе митоза

На разных этапах клеточного цикла молекулы ДНК упакованы в нуклеопротеиновые структуры – **хроматин**.

В фазе деления ядра выявляется в виде компактных структур, называемых **метафазной хромосомой**.

В интерфазе он распределен равномерно по всему объему ядра и не выявляется обычными микроскопическими методами и называется **интерфазной хромосомой**

В процессе клеточного цикла хроматин претерпевает несколько уровней спирализации (компактизации): нуклеосомная нить, хроматиновая фибрилла, хромомеры, хромонемы, хроматиды.

В ядрах клетки человека содержится диаметр, суммарная длина ДНК в них составляет почти **2 метра**.

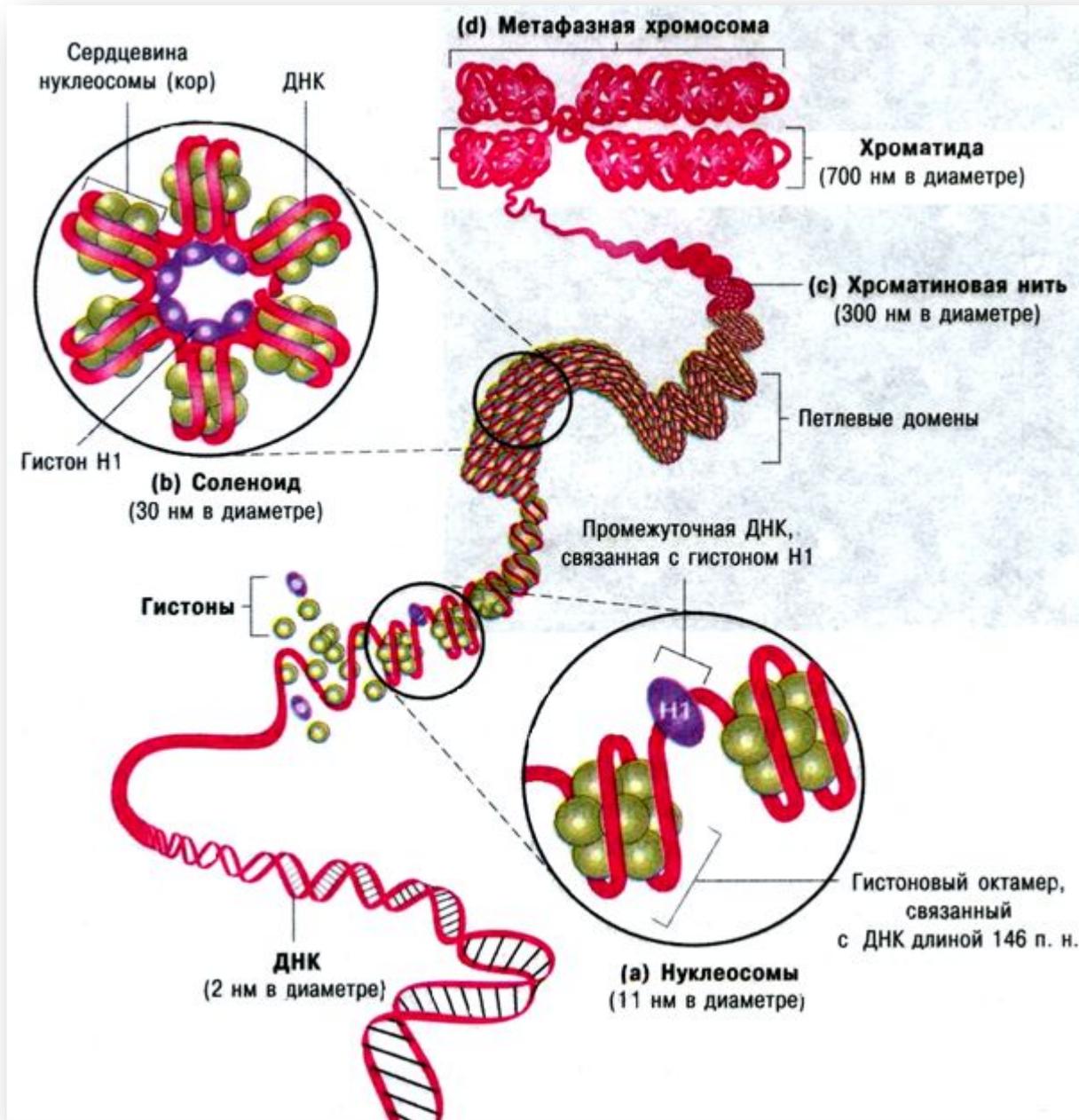
Диаметр ядра - 5-10 микрон, то есть в миллион раз меньше длины ДНК

Самая маленькая хромосома человека - 22я, состав - ляет около **1,4 см** в длину и содержит $4,6 \cdot 10^7$ пар оснований. Для размещения молекулы ДНК на мета - фазной пластинке в процессе митоза, уменьшения риска спутывания или разрыва ДНК, необходимо упаковать ее в более короткие пучки – хромосомы. К концу профазы митоза 22я хромосома укорачивается до **2 мкм**, то есть в **7000** раз.

Для достижения такого уровня компактизации и одно - временно сохранения эффективности основных генети - ческих процессов, требующих локальной распаковки, структура метафазной хромосомы должна пройти несколько уровней компактизации, что является основой **складчато-петлевой модели структуры хромосомы**



Уровни компактизации молекулы ДНК в процессе клеточного



Нуклеосомная НИТЬ

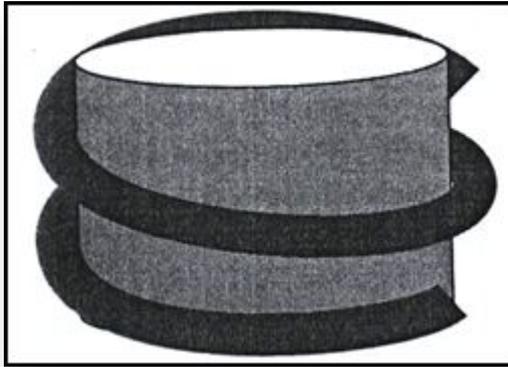
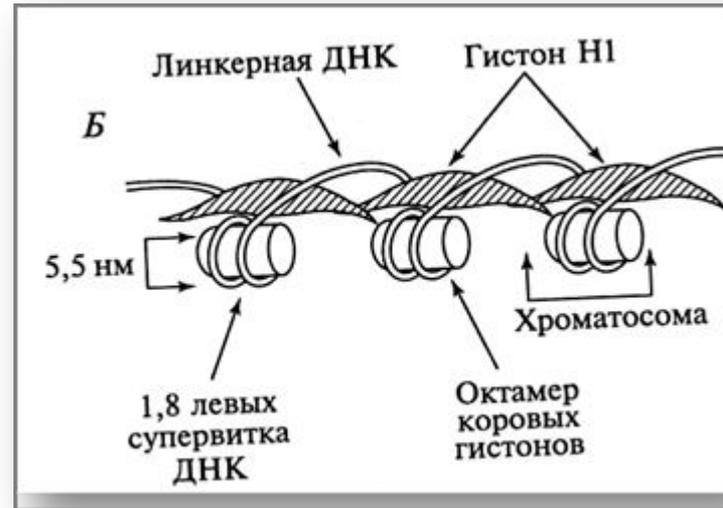
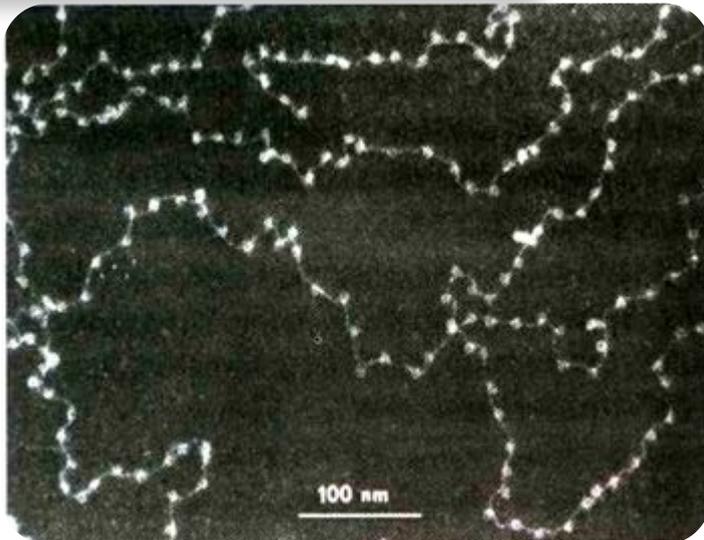


Схема расположения молекулы ДНК на белковой глобуле – коре



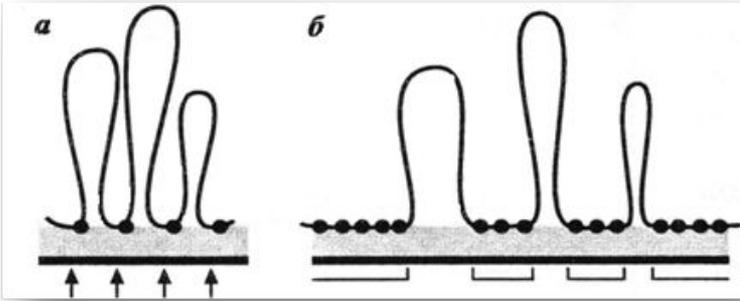
Взаимодействие ДНК и гистонов в составе хроматина



Электронная микрофотография нити хроматина с нуклеосомами из клеток ядер цыпленка

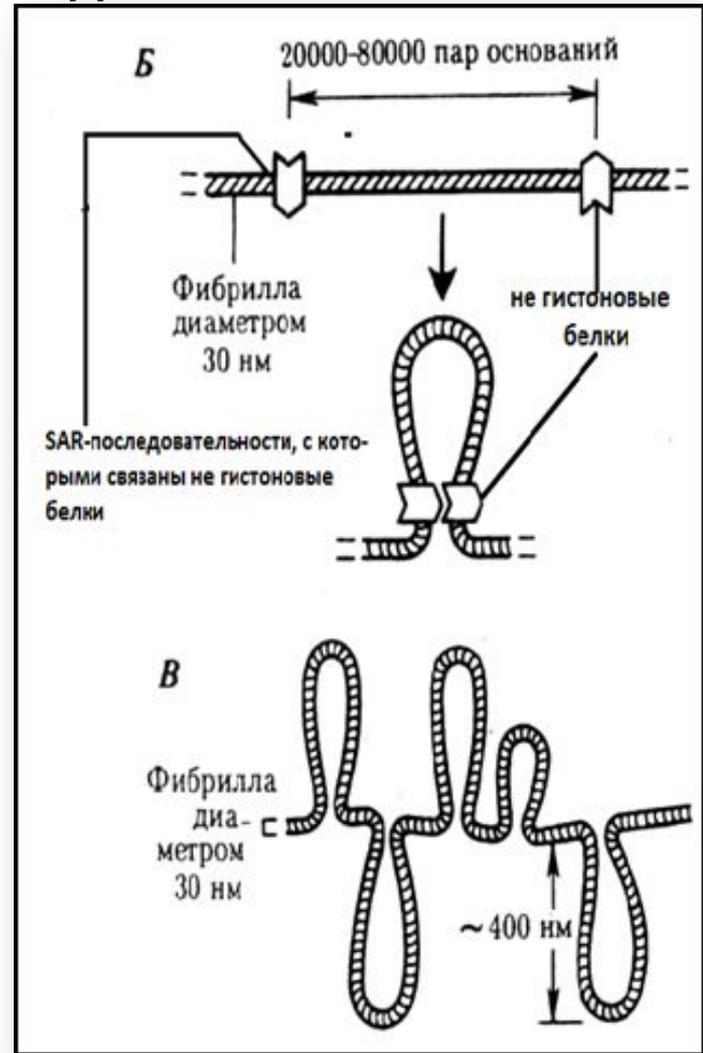


Элементарная хроматиновая фибрилла – нуклеомер



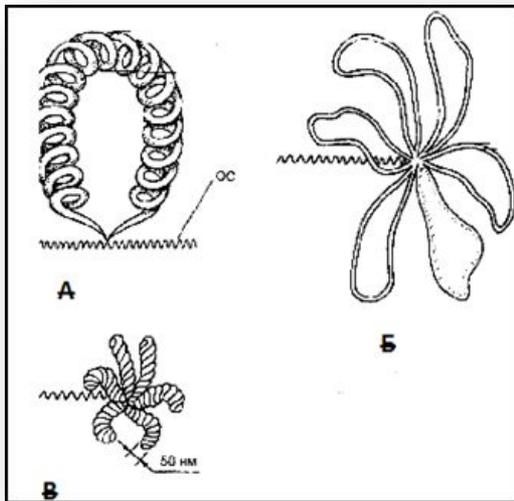
Модели закрепления оснований ДНК в ядерном матриксе

Наднуклеосомная укладка ДНК



Петлевой уровень компактизации хроматина

Наднуклеосомная укладка ДНК



Спирализация хроматина с образованием розетковидных участков:

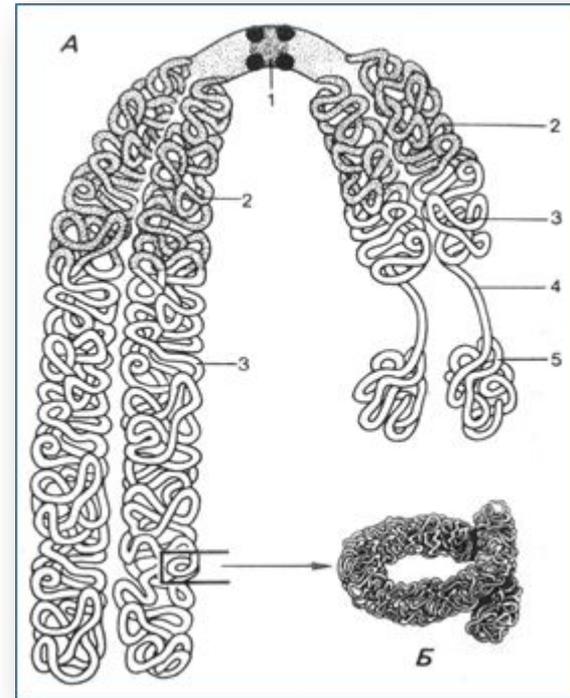
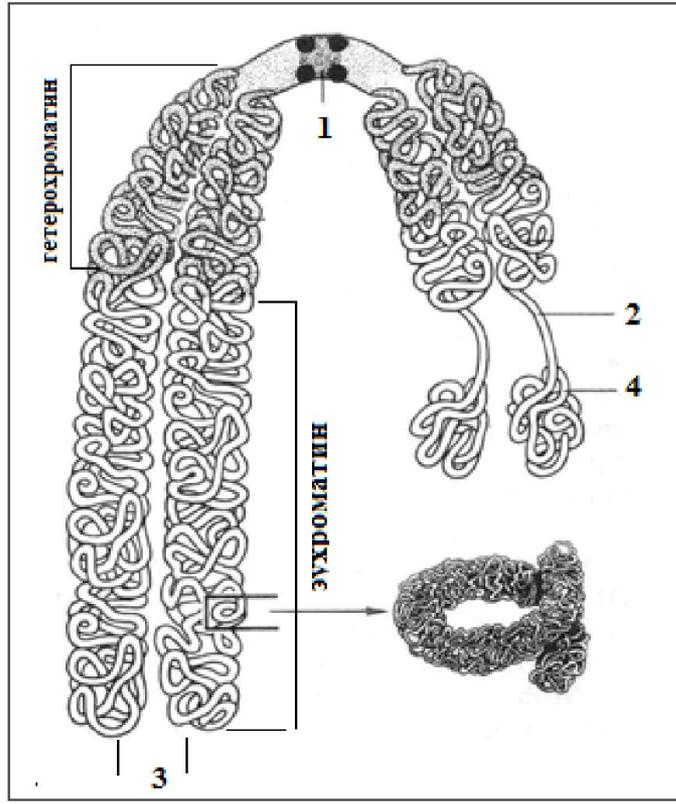


Схема метафазной хромосомы :
 1 - центромера с кинетохором; 2 – гетерохроматин; 3 –
 эухроматин; 4 - вторичная перетяжка; 5 – спутник;
 участок с более сильным увеличением (сверхспирализация)

Эухроматин (светлые участки) и гетерохроматин (темные участки) в кариотипе дрозофилы

Морфология метафазных хромосом



11 - центромера и кинетохор

играет роль в движении хромосом к полюсам деления и точном распределении дочерних хроматид по дочерним клеткам в процессе митоза и мейоза.

комплекс, содержащий участок ДНК центромеры, ДНК-связывающие белки, РНК, тубулин. Служит:

- 1 - центром прикрепления микротрубочек веретена деления;
- 2 - выравнивания хромосом в метафазной пластинке на экваторе деления клетки в метафазе;
- 3 - участвует в процессе расхождения хромосом во время анафазы

3 - теломеры

сохраняют стабильность хромосом и препятствуют слипанию хромосом.

От места положения центромеры различают:

2 - вторичные перетяжки, которые отделяют участки коротких плеч, называемые **спутники (4)**.

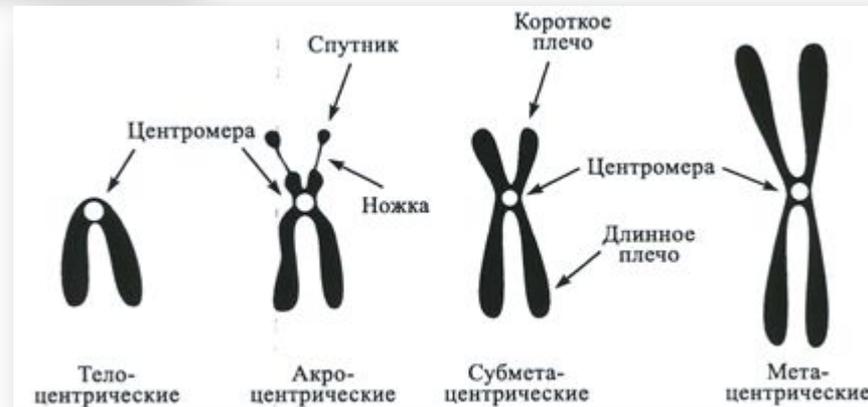
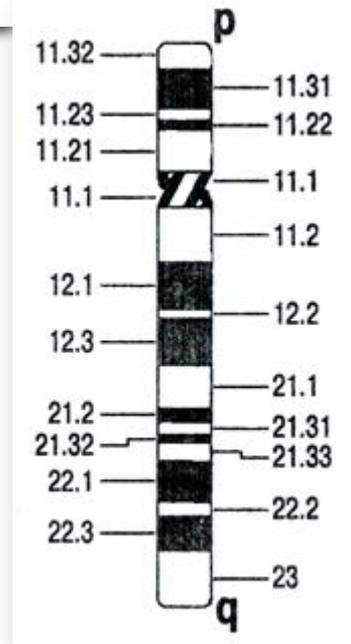


Схема хромосомы человека



Кариоти

п

Набор хромосом диплоидной клетки называется **кариотип**

←
Нормальный кариотип **соматической** клетки человека представлен **23 парами** хромосом

↙
22 пары хромосом идентичны у мужчин и женщин и называются **аутосомами**

↓
одна пара называется **половыми** хромо-сомами: у мужчин представлена **X** и **Y** хромосомами, у женщин – **двумя X**-хро-мосомами.

↘
Во всех парах хромосом одна получена от отца, другая – от матери.

В **половых клетках** (сперматозоидах и яйцеклетках) содержится **гаплоидный** набор хромосом, то есть, 23 хромосомы.

↙
Сперматозоиды делятся на два типа: **X-сперматозоиды** (содержат X-хромосому) и **Y-сперматозоиды** (содержат Y-хромосому).

↘
Яйцеклетки содержат только **X-хромосомы**

Диплоидный набор хромосом обозначается **2n2c**, гаплоидный - **1n1c**.

→
В S-периоде интерфазы набор хромосом соматической клет-ки обозначается как **2n4c**.

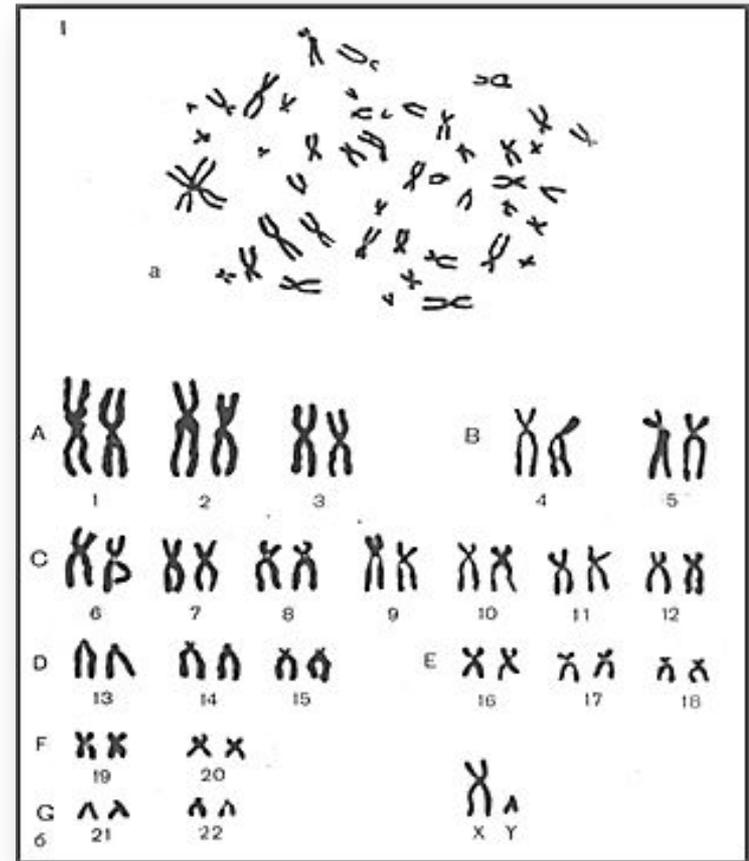
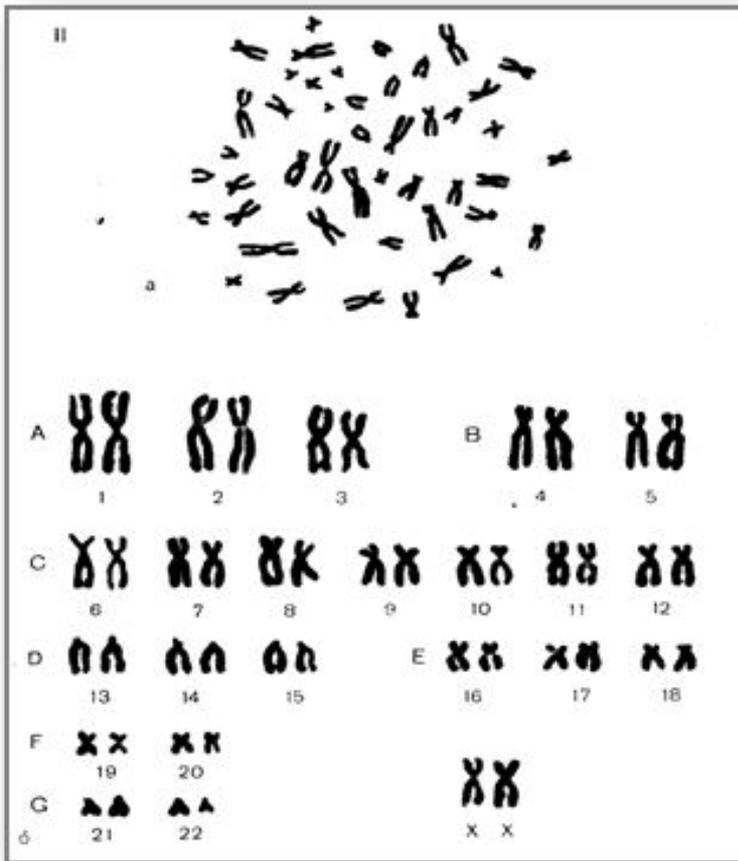
n – число хромосом в гаплоидном

c – количество

Денверовская классификация

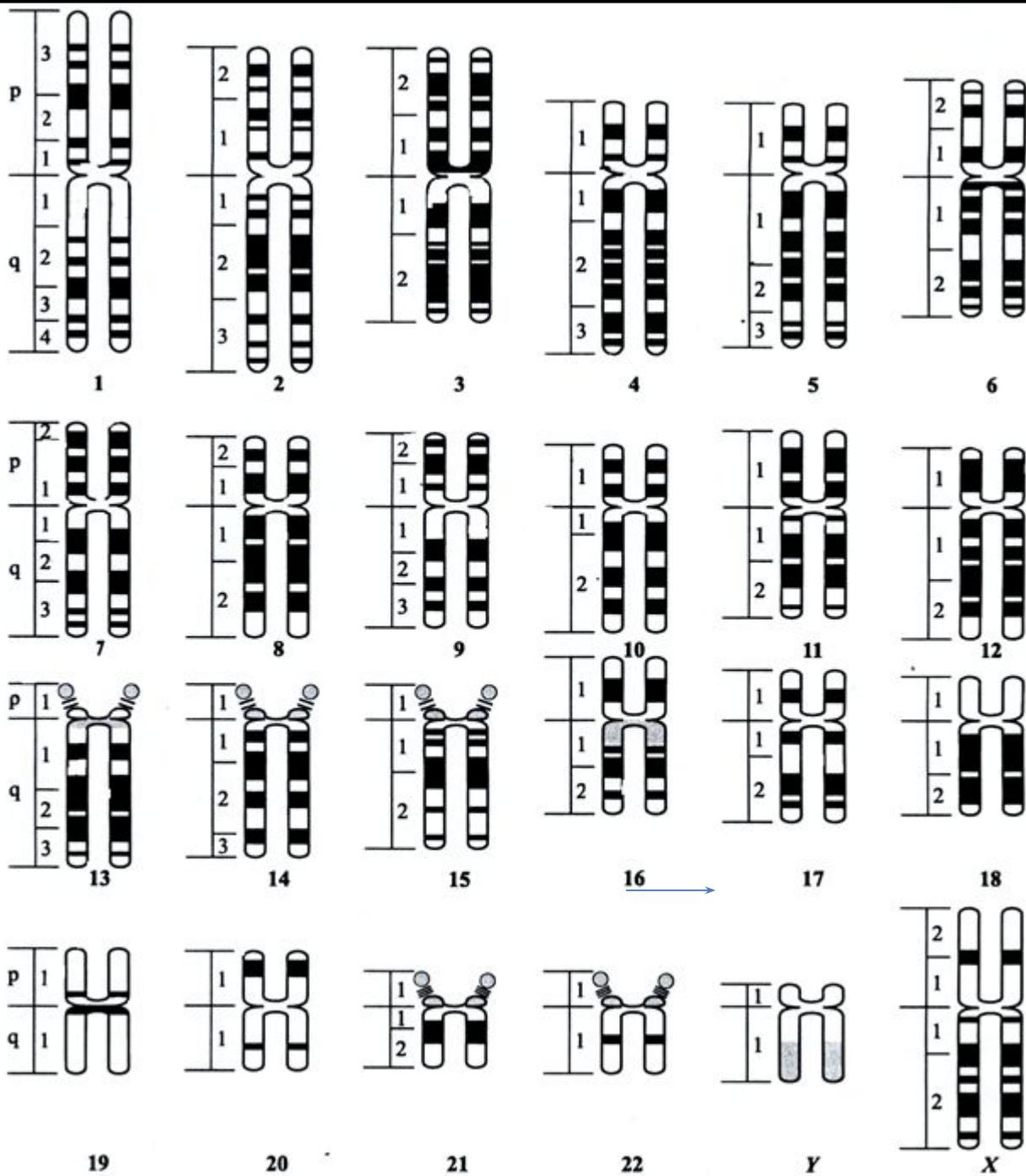
кариотипа

Согласно Денверовской классификации кариотипа каждая пара хромосом имеет свой номер; хромосомы выстроены в ряд в порядке убывания размеров и разбиты на 7 групп: **A** – 1-3 хромосомы; **B** – 4-5; **C** – 6-12; **D** – 13-15; **E** – 16-18; **F** – 19-20; **G** – 21-22; **X-хромосома** относится к C-группе, **Y** – к G-группе.



Каждая пара хромосом идентифицируется по размеру и положению центромеры

(метацентрические субметацентрические акроцентрические)



Схематическое изображение G-сегментов хромосом человека и система их обозначения согласно решениям Парижской конференции

Молекула ДНК состоит из генов и спейсерных участков (спейсерами) между ними:

Отделы ДНК

спейсерные участки ДНК, выполняющие структурную функцию

участки ДНК, с которыми связываются гистоновые белки нуклеосомной цепи в хроматине, ДНК-связывающиеся белки и др., участвующие в правильной укладке нуклеосомной цепи в высшие структуры

участки ДНК, участвующие в прикреплении хромосом к аппарату центриолей; фиксации хроматина в ядерном матриксе (MAR- и SAR-последовательности), участвующие в образовании петельной структуры

спейсерные участки ДНК, которые служат специфическими локусами связывания:

Промоторы

Сайленсеры

Операторы

спейсерные участки ДНК, служащие сигналами окончания транскрипции

Аттенюаторы,

терминаторы

Энхансеры

