

ФГБОУ ВО ТГМУ ИМЕНИ АКАДЕМИКА Е.А.  
ВАГНЕРА

Кафедра Биологии, экологии и  
Генетики

Животная клетка.

Органоиды. Ядро. Клеточный цикл.  
Митоз.

# Органоиды



Общего значения

Специального значения

Мембранного  
строения

Немембранного  
строения

- 1) цитоплазматическая сеть;
- 2) комплекс Гольджи;
- 3) лизосомы;
- 4) пероксисомы;
- 5) митохондрии.

- 1) рибосомы
- 2) клеточный центр;
- 3) микротрубочки.

# I. Органоиды общего значения.

Органоиды мембранного строения.

1 - Участвующие в синтезе веществ.

Цитоплазматическая сеть (ЦПС):

1) гладкая (агранулярная);

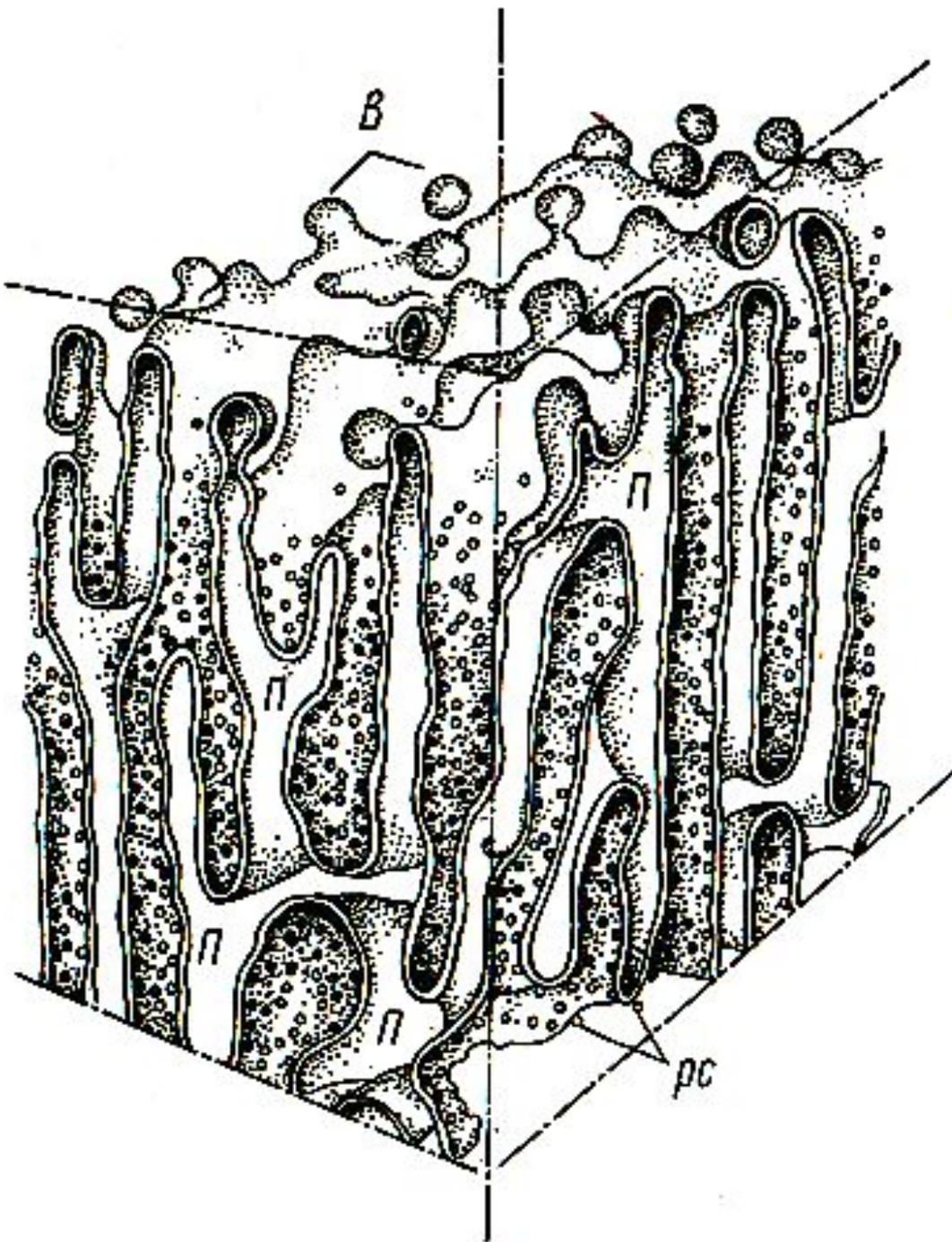
2) шероховатая (гранулярная, эргастоплазма).

**Гладкая** – комплекс внутриклеточных мембранных структур: множество канальцев и пузырьков

Стенки канальцев - гладкие  
мембраны **4-7,5 нм.**

Происходит из гранулярной  
цитоплазматической сети.

**Гранулярная** - к наружной  
стенке канальцев  
прикрепляется **рибосомы.**



**Эндоплазмати-  
ческая,  
гранулярная  
сеть**

# Функции ЦТТС

## Гладкая ЦТТС:

- участвует в углеводном и жировом обмене:
  - 1) синтез липидов;
  - 2) расщепление сложных углеводов (гликогена)
- Транспортная

# Гранулярная ЦПС:

- 1) Синтез:
  - белков, выводимых из клетки;
  - синтез белков мембран и матрикса цитоплазмы.
- 2) Сегрегация и изоляция белков от основных функционирующих белков клетки;
- 3) Модификация белков (гликозирование);
- 4) Конденсация белков с образованием секреторных гранул;

- 5) Образование и построение клеточных мембран;**
- 6) транспортная.**

### **Происхождение:**

- производные клеточной мембраны;**
- производные ядерной мембраны.**

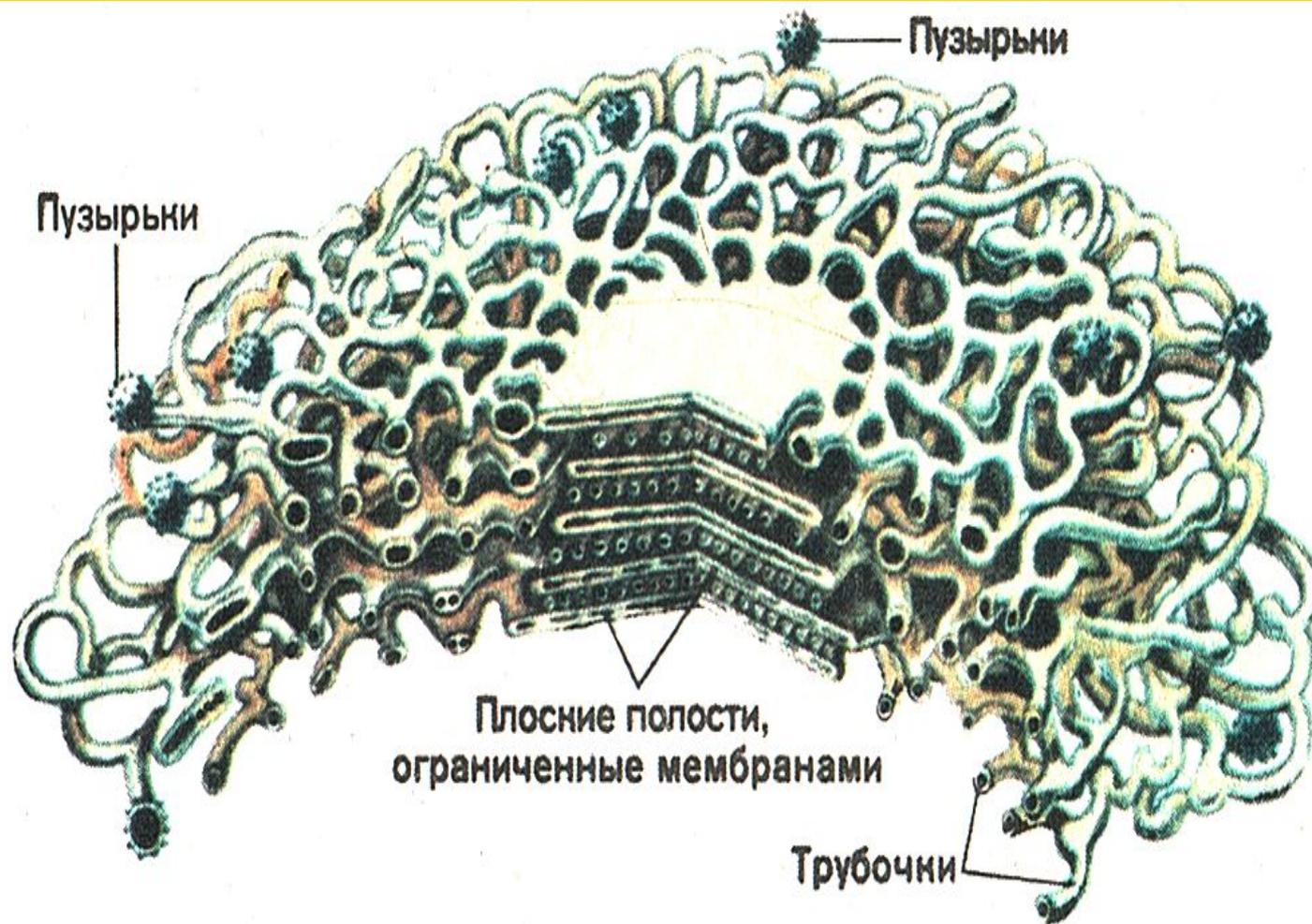
# Комплекс Гольджи

2 типа:

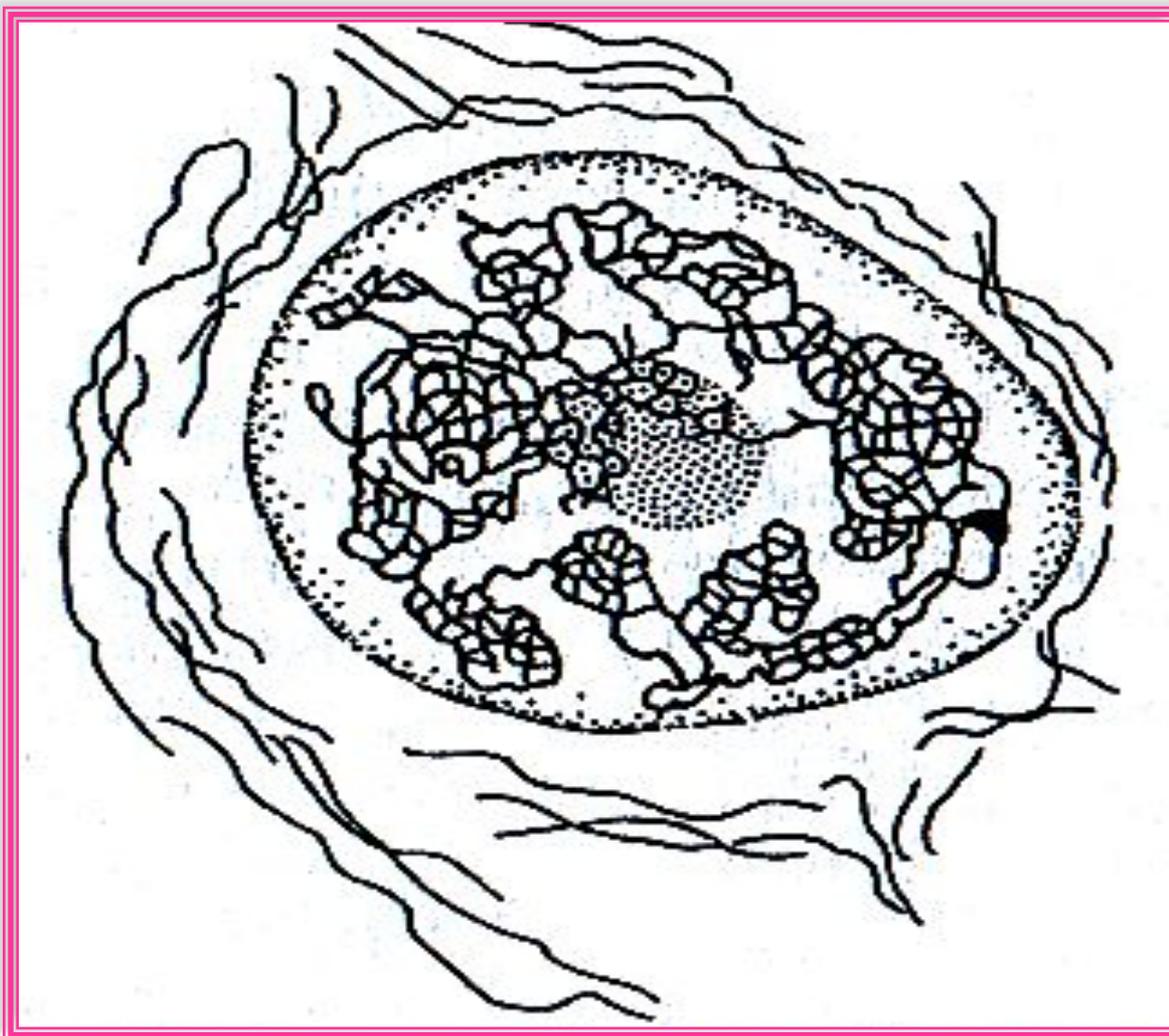
- а) диффузный - диктиосомы;
- б) сетчатый.

## Строение:

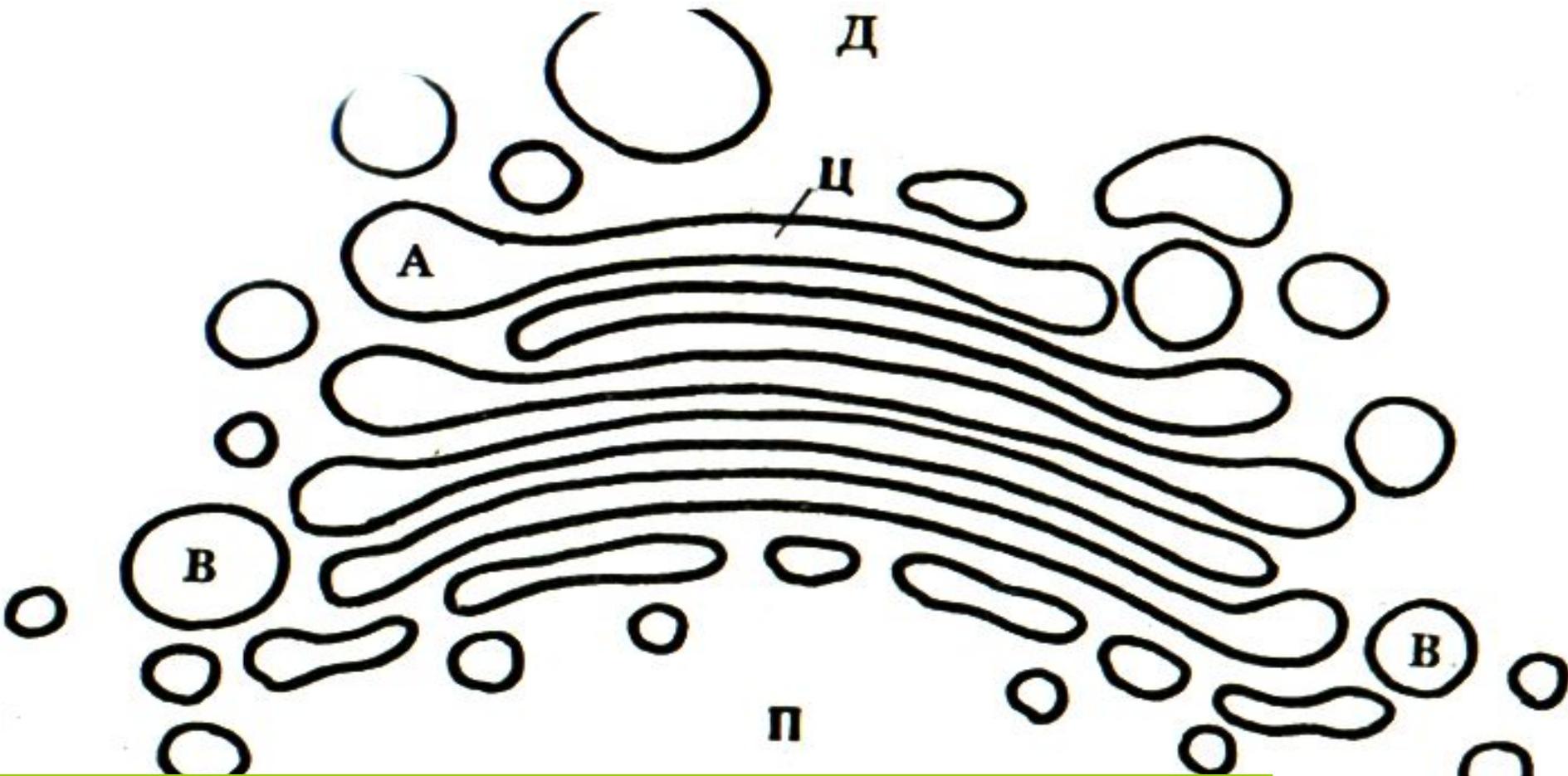
- 1) мембранные мешки (цистерны), лежащие стопками по 5-10 - диктиосомы;
- 2) мелкие пузырьки в периферических участках;
- 3) крупные вакуоли.



**Схема строения аппарата Гольджи по данным электронного микроскопа**

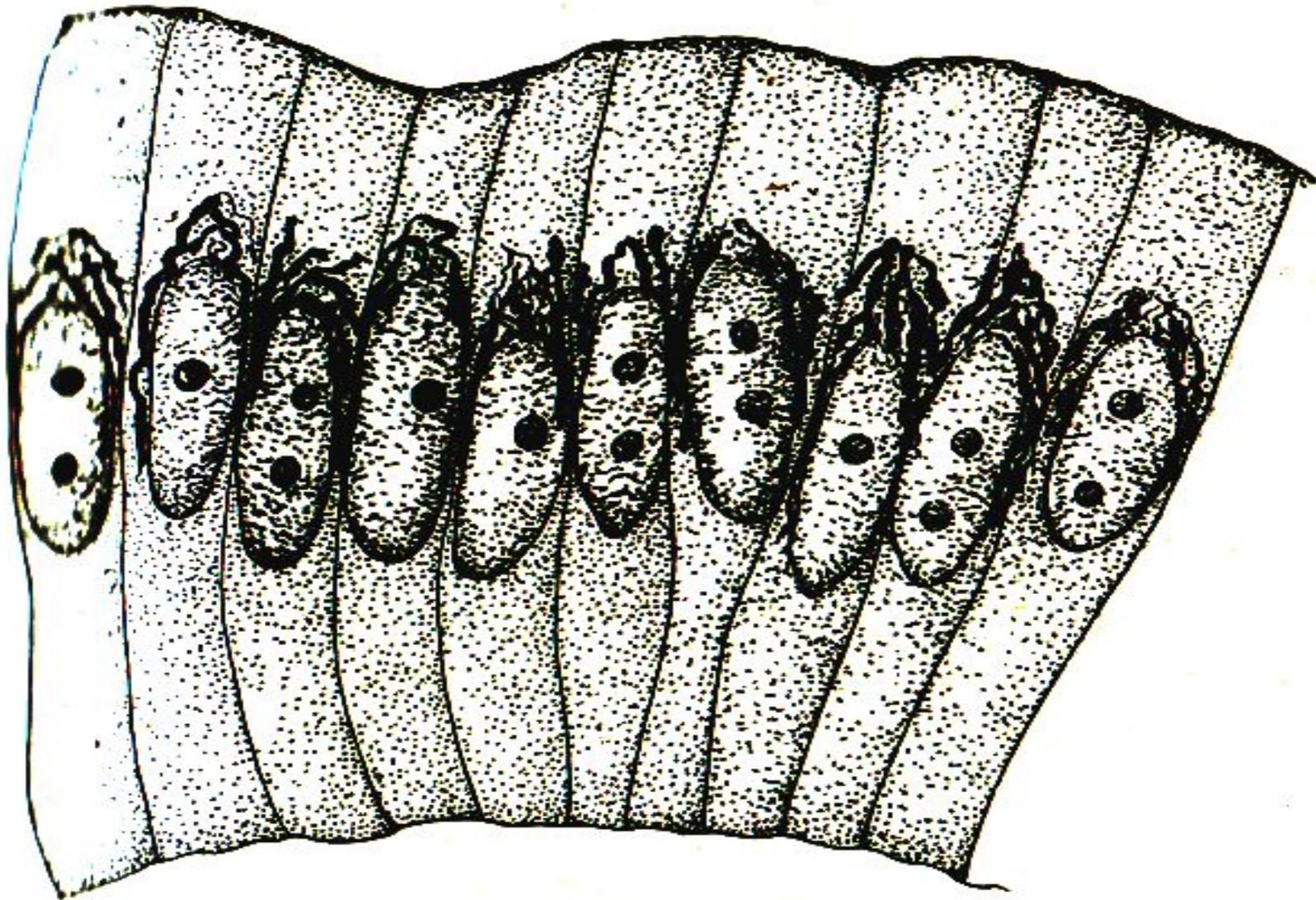


**Внутриклеточный сетчатый  
аппарат Гольджи**



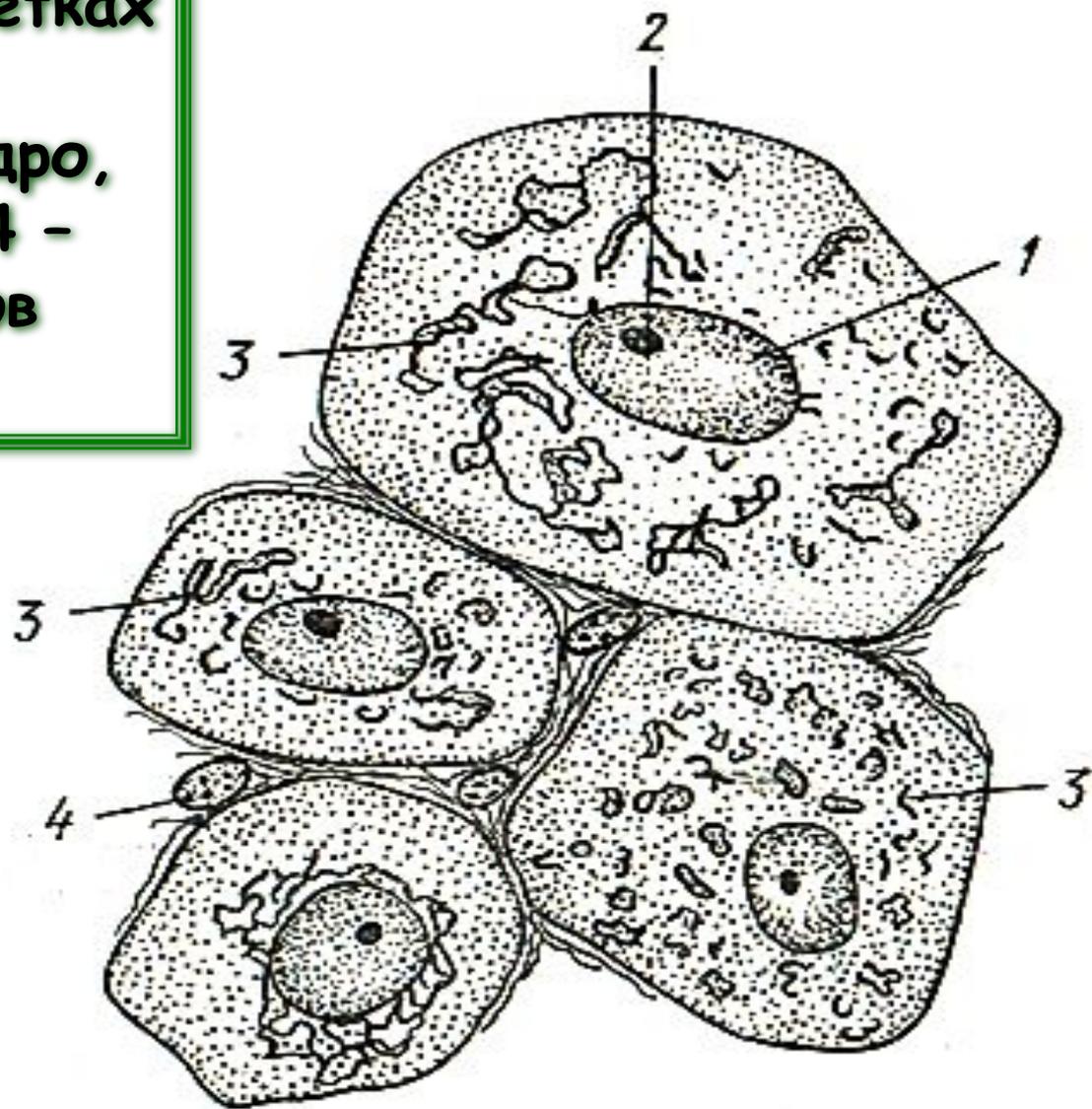
**Схема строения диктиосомы:**

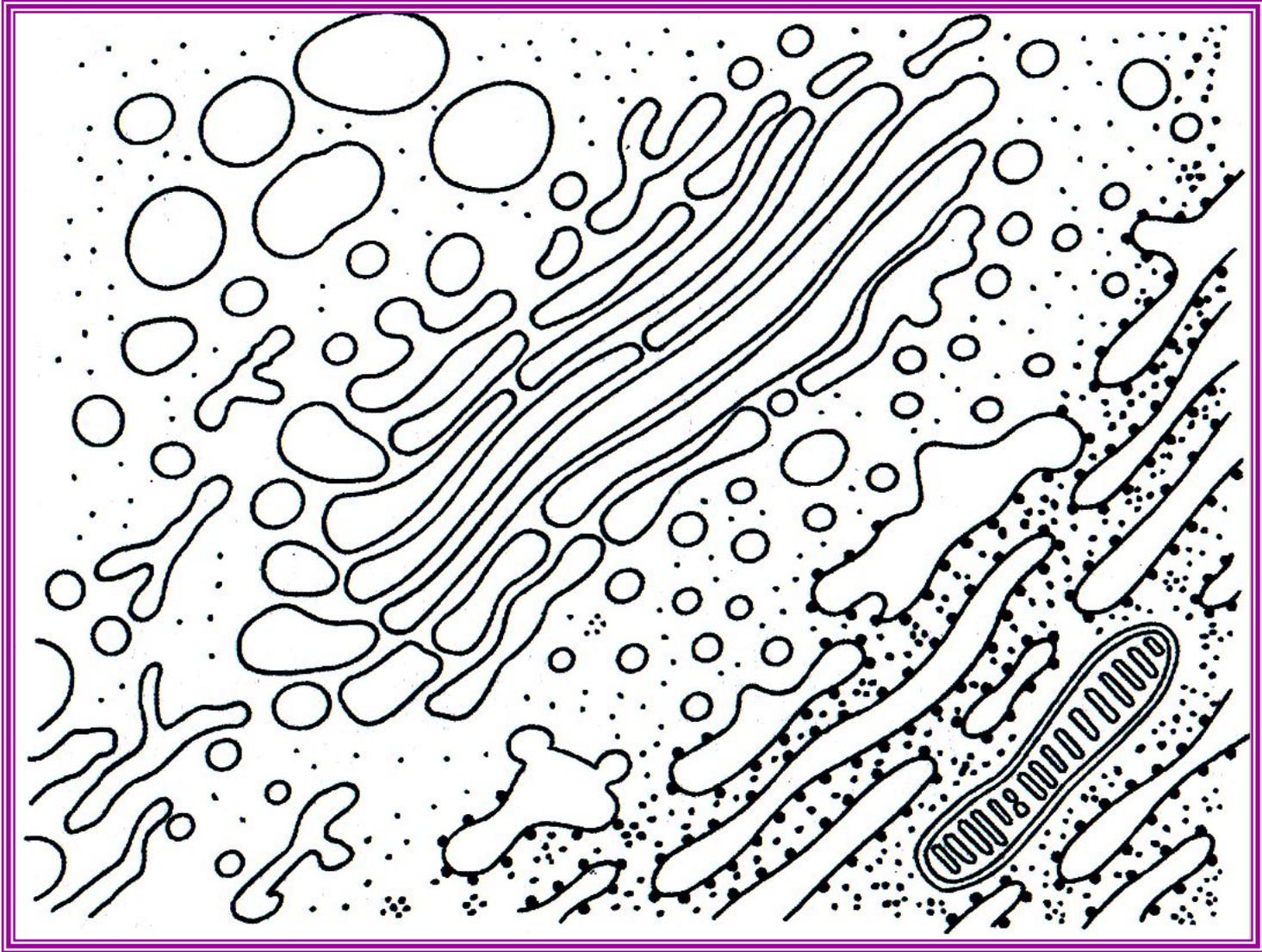
**П** - проксимальная часть, **Д** - дистальная часть, **В** - вакуоли, **Ц** - плоские мембранные цистерны, **А** - ампулярные расширения цистерн



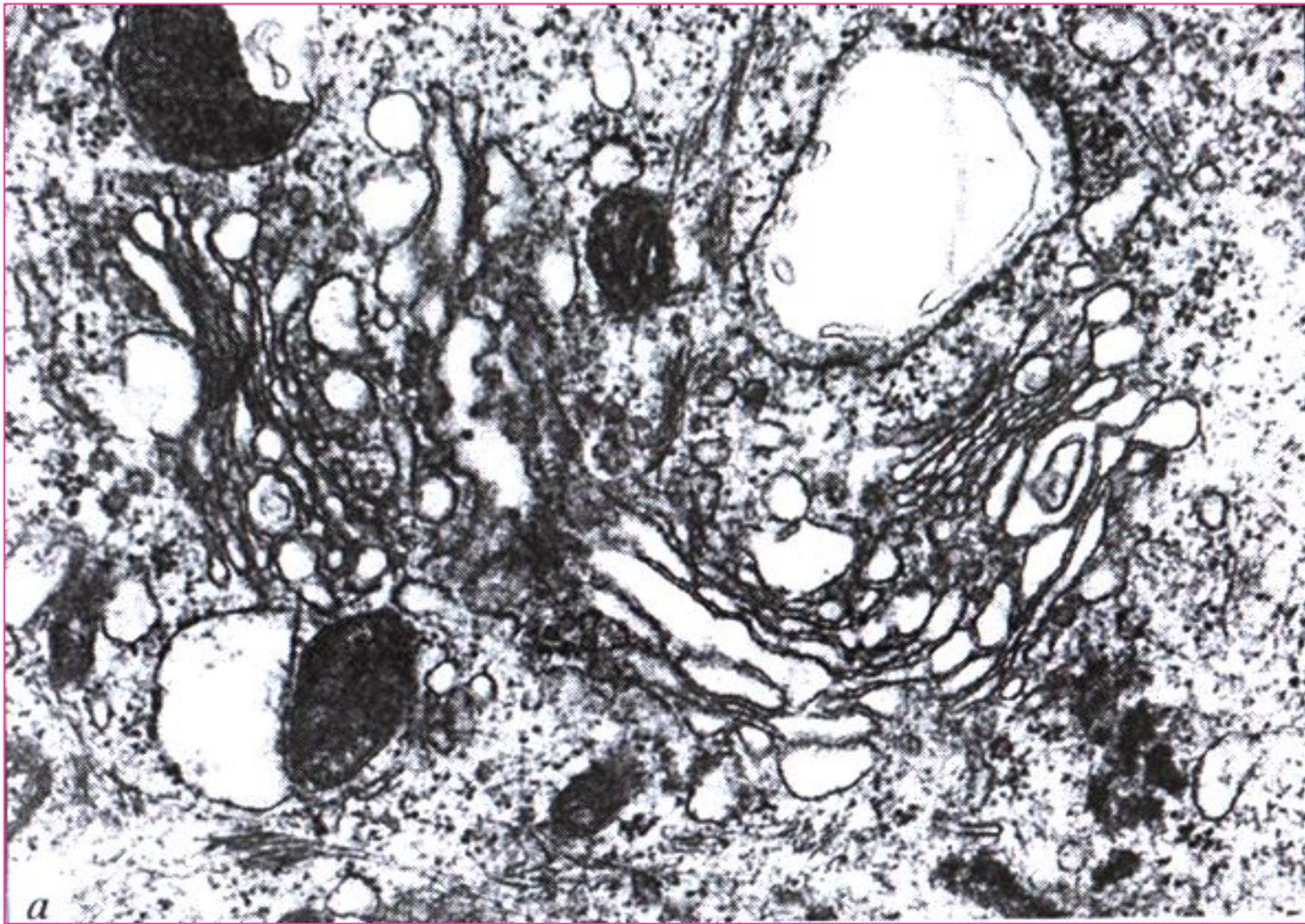
Аппарат Гольджи в клетках тонкой кишки лягушки

Аппарат Гольджи в клетках  
спинального ганглия  
морской свинки: 1 - ядро,  
2 - ядрышко, 3 - АГ, 4 -  
ядра клеток-сателлитов



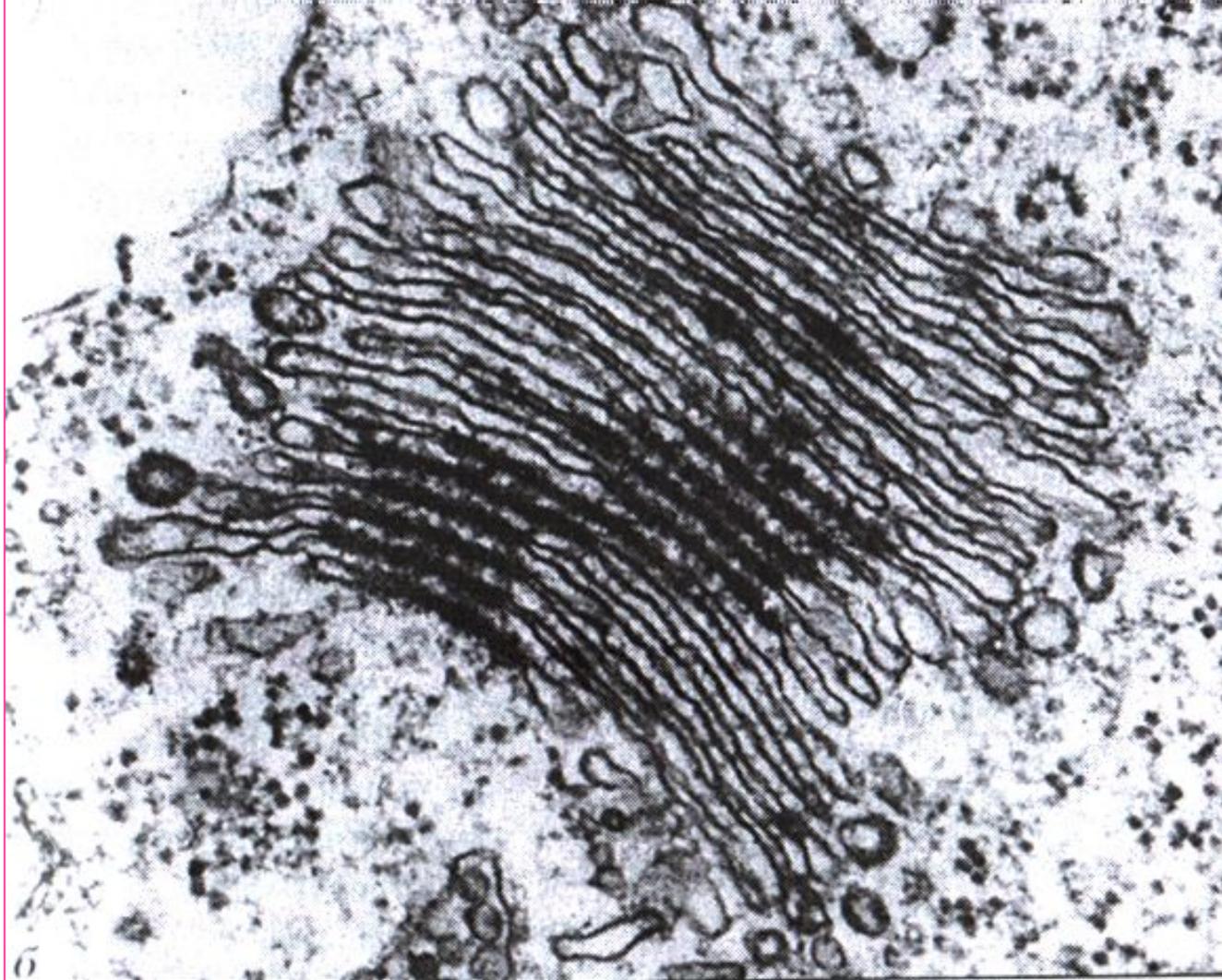


**Комплекс Гольджи**



**Микрография аппарата Гольджи, полученная с помощью электронного микроскопа:**

**а - цистерны АГ в покровном эпителии ноги прудовика;**



**Б - диктиосома клетки Эвглены**

## **Ферменты комплекса Гольджи:**

**Кислая и щелочная фосфотазы, пероксидазы, гидралазы и др.**

## **Функции комплекса Гольджи:**

- 1. Сегрегация и накопление белков, синтезированных в гранулярной ЦПС;**
- 2. Синтез сложных углеводов – полисахаридов;**

- 3. Выведение готовых секретов за пределы клетки;
- 4. Образование лизосом.

## Происхождение:

- 1 - производные гранулярной ЦПС;
- 2 - производные ядерной мембраны.

2 - Органоиды с защитной и пищеварительной функцией.

## Лизосомы

Пузырьки (0,2-0,4 мкм), окружены однослойной мембраной ~ 7 нм

Ферменты - гидралазы: кислая фосфотаза, рибонуклеаза, дезоксирибонуклеаза и др.

(всего ~ 40)

Явление автолиза

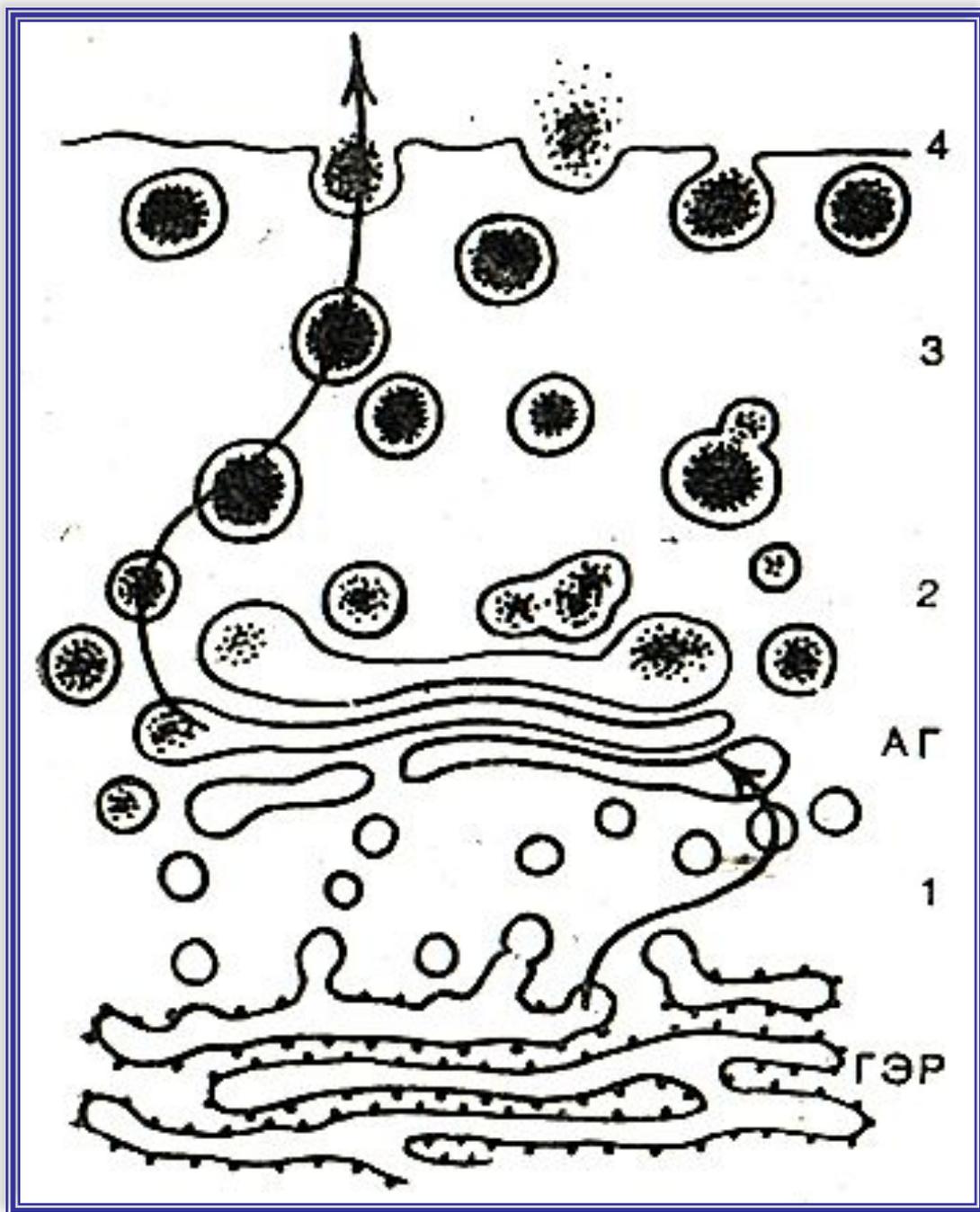
## Типы лизосом:

- 1) **Первичные** – образуются в комплексе Гольджи;
- 2) **Вторичные** – образуются при слиянии первичных лизосом или с фагоцитарными и пиноцитарными вакуолями;
- 3) **Телолизосомы (остаточные тельца)** – в них накапливаются непереваренные продукты, меньше ферментов;
- 4) **аутосомы (аутофагосомы)** – в них встречаются фрагменты или целые цитоплазматические структуры (митохондрии, ЦПС и др.)

## Функции лизосом:

- 1 - внутриклеточное пищеварение;
- 2 - освобождают клетки от продуктов распада («санитары», «мусорщики»);
- 3 - выполняют важную роль в защитных реакциях клетки и организма.

**Происхождение** - образуются в комплексе Гольджи



**Схема связи ЭС,  
аппарата  
Гольджи с  
образованием и  
выведением  
зимогена из  
ацинарных  
клеток  
поджелудочной  
железы**

# Пероксисомы

Пузырьки округлой или овальной формы, **0,3-1,5 мкм**, окружен одинарной мембраной.

## Ферменты:

- 1) окисления аминокислот;
- 2) каталаза (разрушает  $H_2O_2$ )

## Функции:

- 1) обезвреживающие реакции;
- 2) распад жирных кислот

**Происхождение** - образуются из канальцев гладкой ЦПС



**Пероксисомы**

# Строение ядра клетки

Форма ядер животных клеток.

**Химический состав:**

- 1) Белки ~ 50-60%, из них 9-10% - основные белки;
- 2) ДНК - до 30%  
РНК - 1-5%
- 3) Липиды 5-10%, обычно связаны с белками или с минеральными веществами;
- 4) Неорганические вещества - P, K, Ca, Na, Mg, Fe и др.

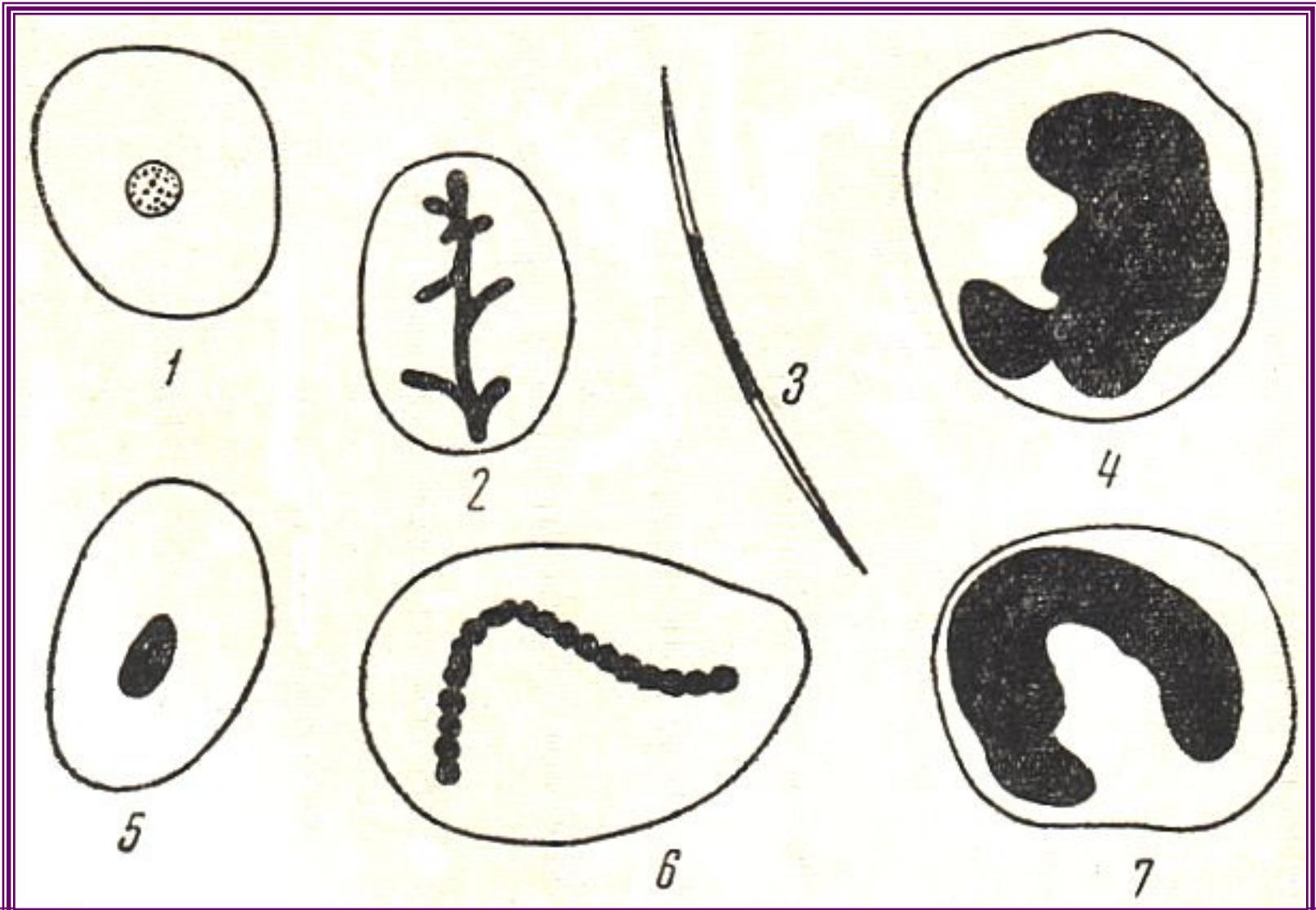
Размеры - **2-200** мкм.

Ядерно-цитоплазматическое  
соотношение.

**Формула Гертвига:**

$$\frac{n}{p} = \frac{V_n}{V_p - V_n}$$

Ядро определенного объема способно контролировать определенную массу цитоплазмы. Нарушение этого соотношения приводит к изменению функционального состояния клетки.

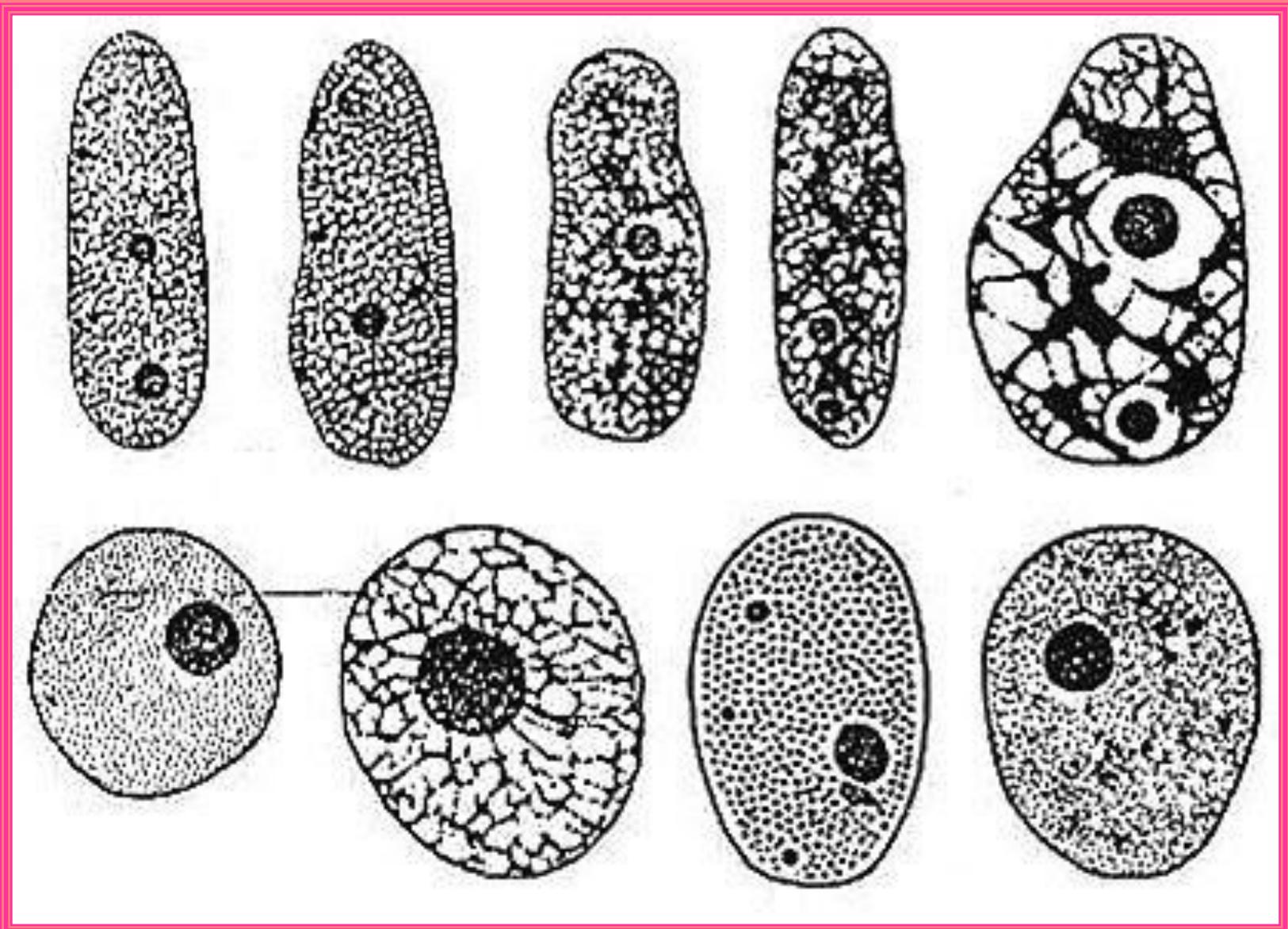


**Различная форма ядер:** 1 - круглая, 2 - ветвистая, 3 - палочковидная, 4 - лопастная, 5 - овальная, 6 - четковидная, 7 - подковообразная

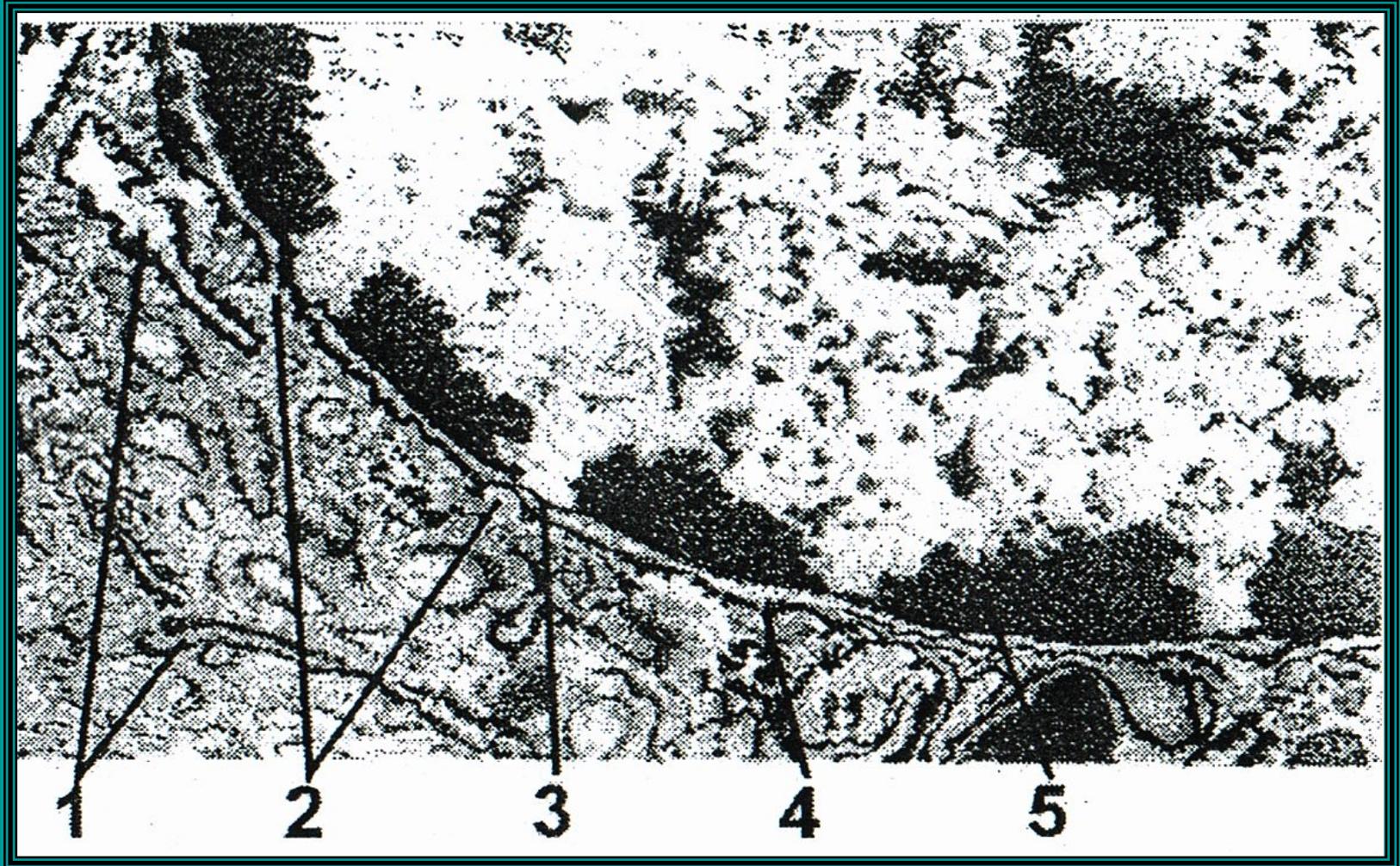
# Структурные компоненты ядра:

- 1) Ядерная оболочка (кариолемма);
- 2) Ядерная пластинка (ламина);
- 3) Ядрышко (нуклеолис);
- 4) Ядерный сок (кариоплазма);
- 5) Строма ядра (ядерная сеть);
- 6) Хроматин.

# Интерфазные ядра

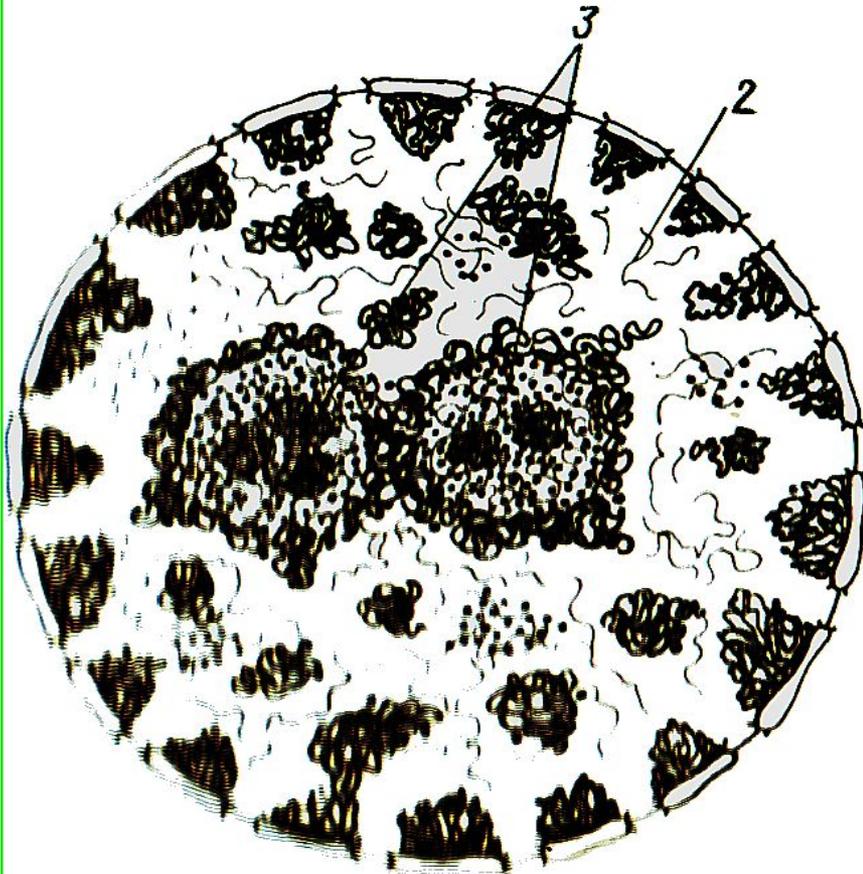


# Схема строения ядра

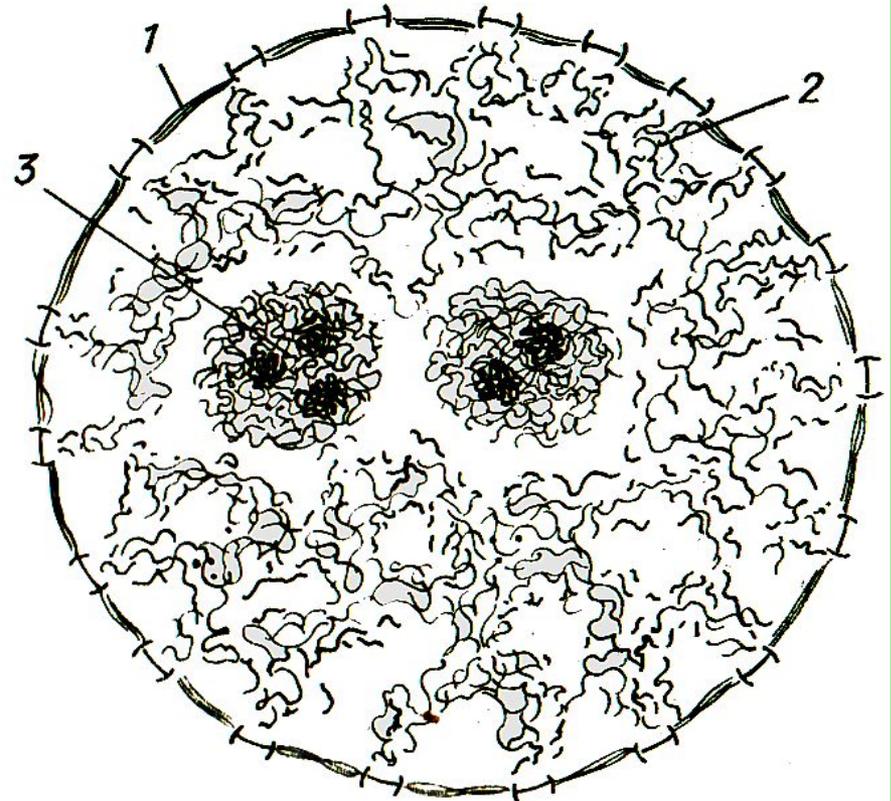


## Схема строения ядра:

1 - примембранный белковый слой (ламина) и поровые комплексы, 2 - межмембранная белковая сеть матрикса, 3 - белковый матрикс ядрышка



а

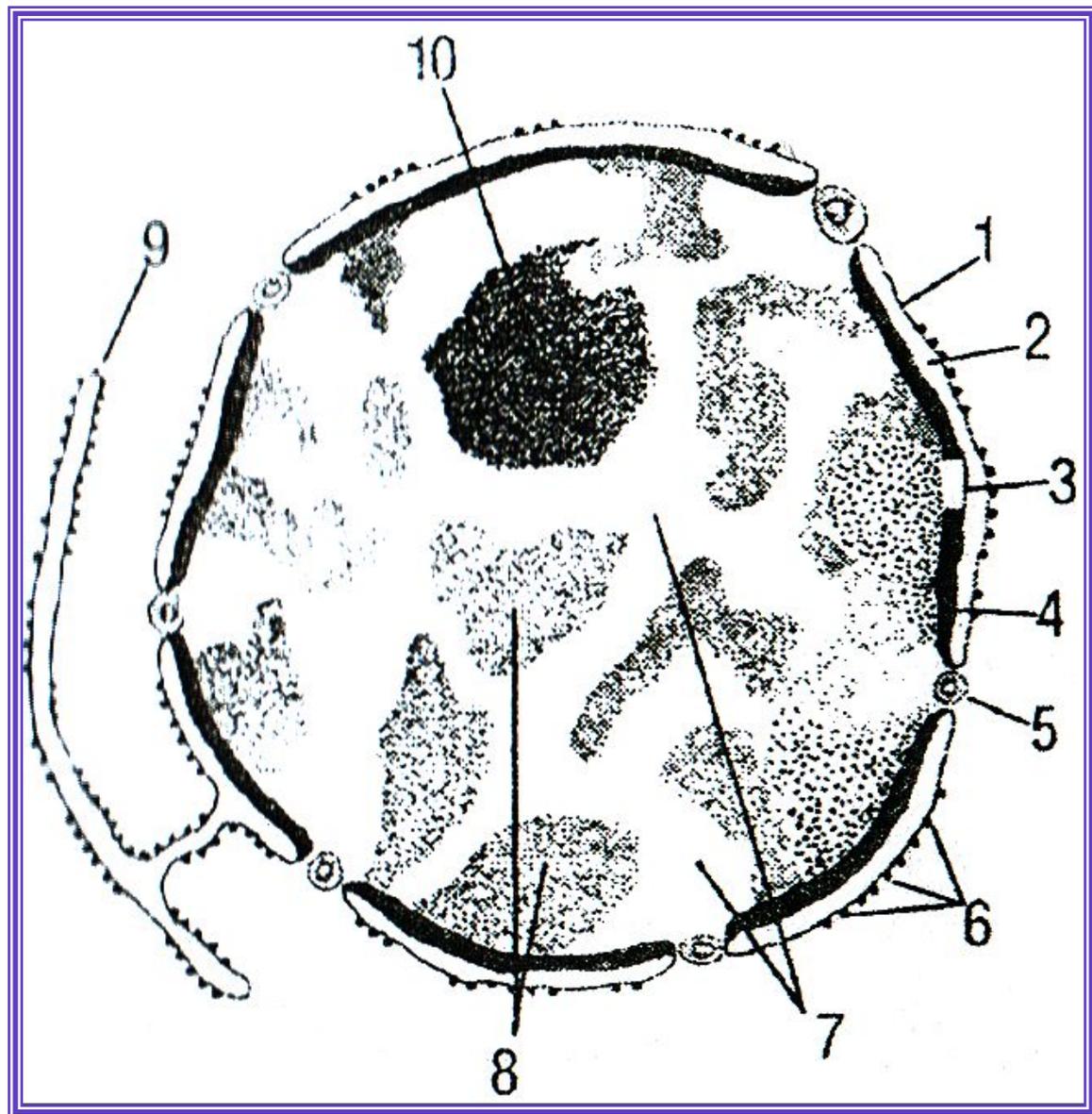


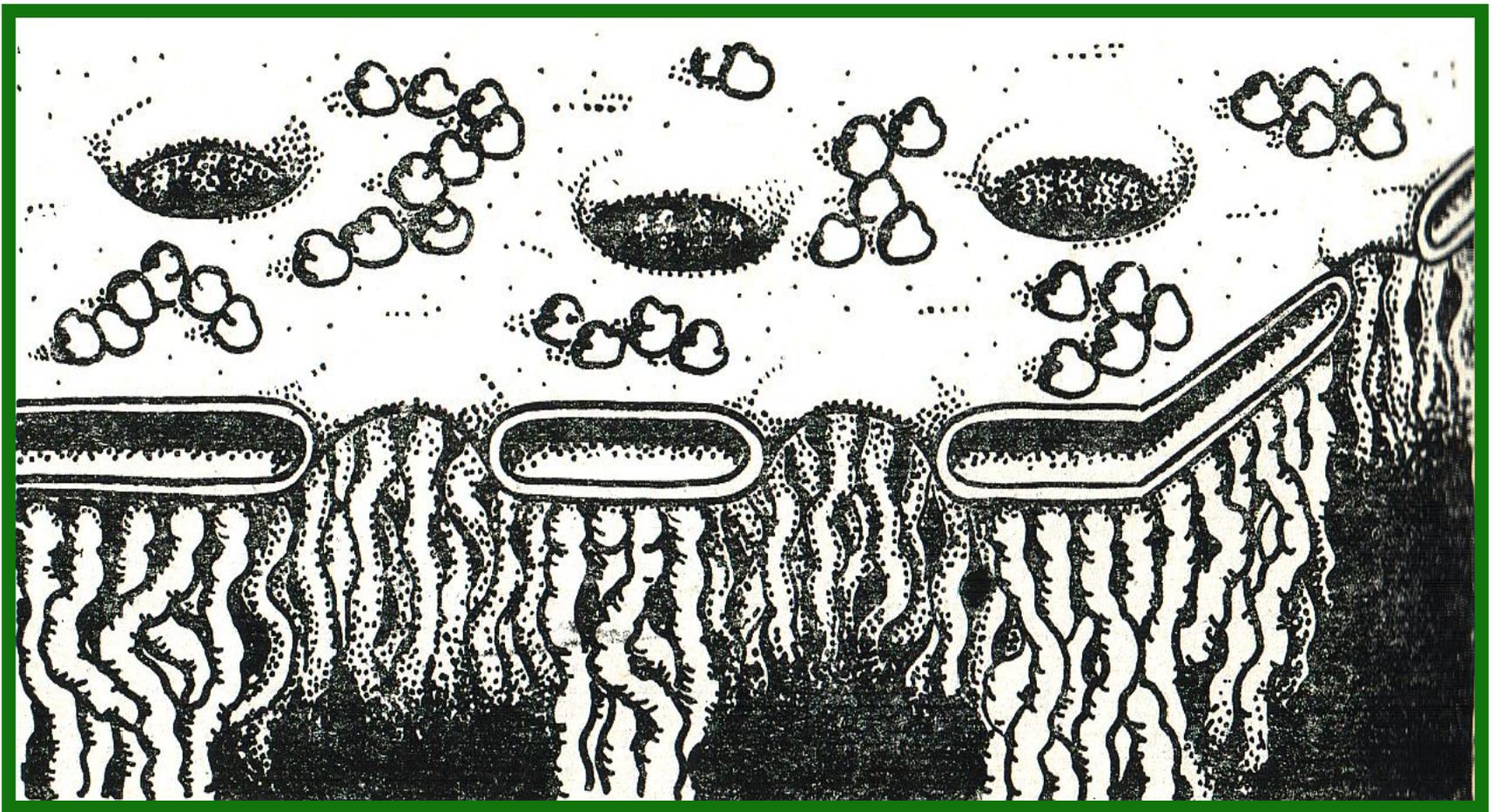
б

# 1. Ядерная оболочка:

- 1) 2 мембраны - наружная и внутренняя, **6-9 нм.**, на наружной мембране большое количество рибосом;
  - 2) перинуклеарное пространство, диаметр **20-40 нм.**;
  - 3) ядерные поры, диаметр **80-90 нм.**
- ❖ Функции (транспорт, защита, синтез).

**Схема  
строения  
ядра**

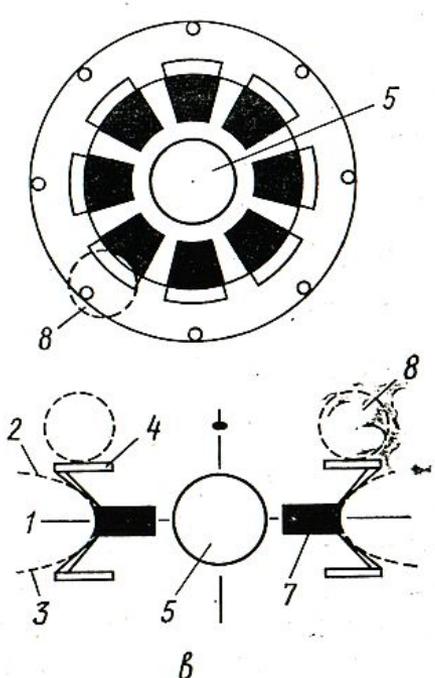
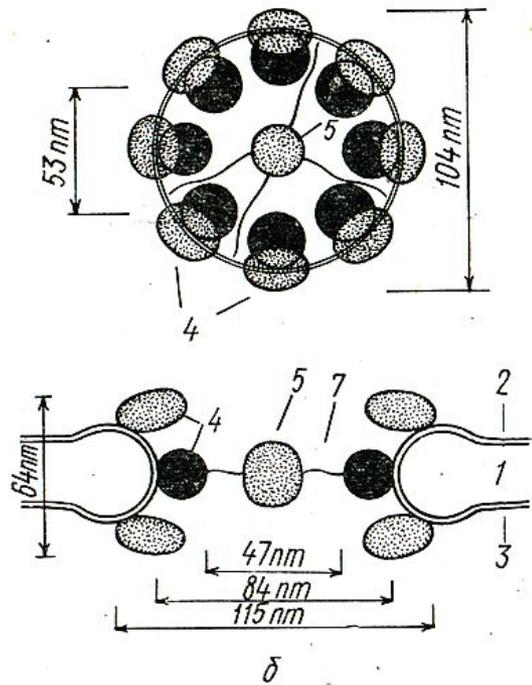
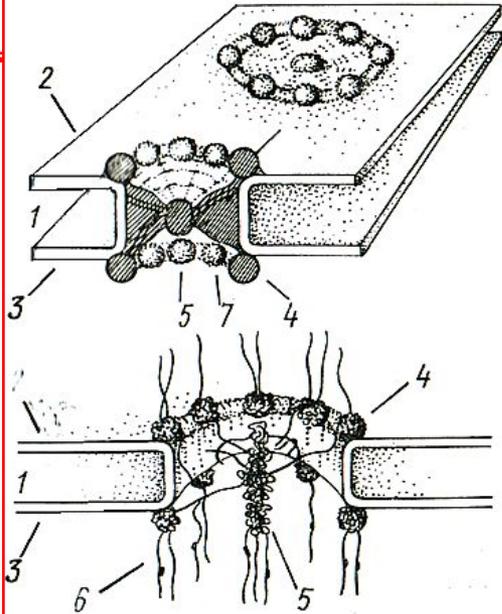




- **Схема строения ядерной мембраны**

# Тонкая организация ядерной поры:

- 1 - перинуклеарное пространство,
- 2 - внутренняя ядерная мембрана,
- 3 - внешняя ядерная мембрана,
- 4 - периферические субъединицы,
- 5 - центральная гранула,
- 6 - фибриллы, отходящие от гранул,
- 7 - диафрагма,
- 8 - рибосома



## 2. Ядерная пластинка

- имеет волокнистую структуру, связана с белками ядерных пор, с определенными участками хроматина.

### Функции:

- 1) участвует в поддержании формы ядра;
- 2) участвует в организации нижележащего хроматина;
- 3) полипептиды ламины отвечают за реорганизацию ядерной оболочки в митозе.

### 3. Ядрышко

Обнаруживается только в интерфазных ядрах.

#### Ультраструктура:

1) **Нитчатая** (волоконнистая) субстанция – нуклеолонема (**100-200** нм), состоит из:

- **протофибрилл** (**5-10** нм)
- **гранул** (созревающие субъединицы рибосом).

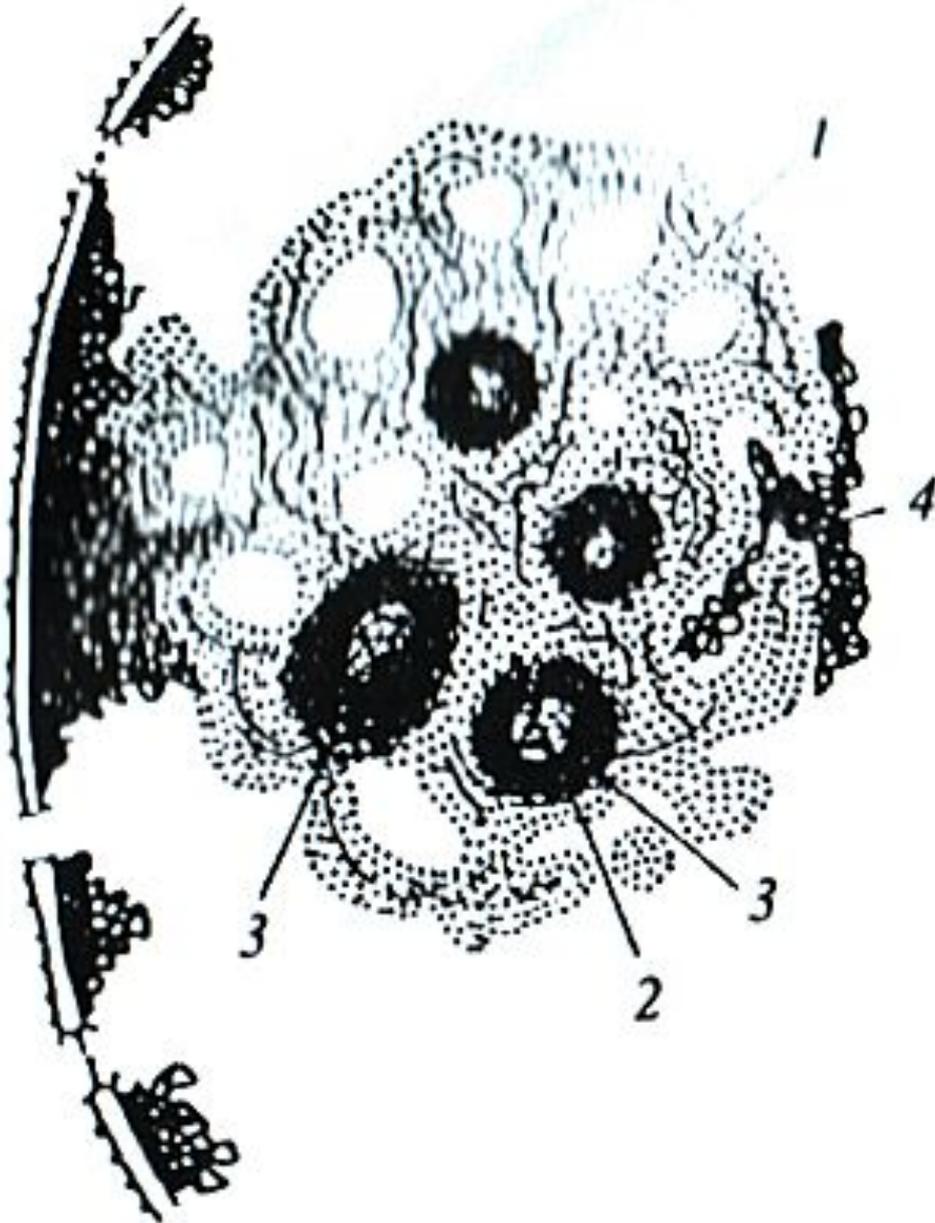
Закручена наподобие клубка, в петлях которого располагается

**2) аморфная субстанция**

**3) ядрышковый хроматин - вокруг ядрышка и между петлями нуклеолонемы.**

### **Функции:**

- источник РНК клетки
- играет важное значение в митозе - образуют основу матрикса митотических хромосом.



## Схема компонентов ядрышка:

**1** - гранулярный компонент

(нуклеолема);

**2** - фибриллярные центры;

**3** - плотный фибриллярный компонент;

**4** -  
околоядрышковый хроматин.

## 4. Ядерный сок

Содержит белки, нуклеиновые кислоты, ферменты, необходимые для синтеза ДНК.

### Функции -

объединяет все структуры ядра и обуславливает их деятельность.

## 5. Ядерная сеть

Состоит из тонких фибрилл-микротрубочек, образует каркас (stroma) ядра.

Функции - поддерживает и сохраняет форму ядра.

## 6. Хроматин

**Химический состав:** ДНК и гистоновые и негистоновые белки.

Хроматин в ядрах интерфазных клеток существует в 2-х состояниях:

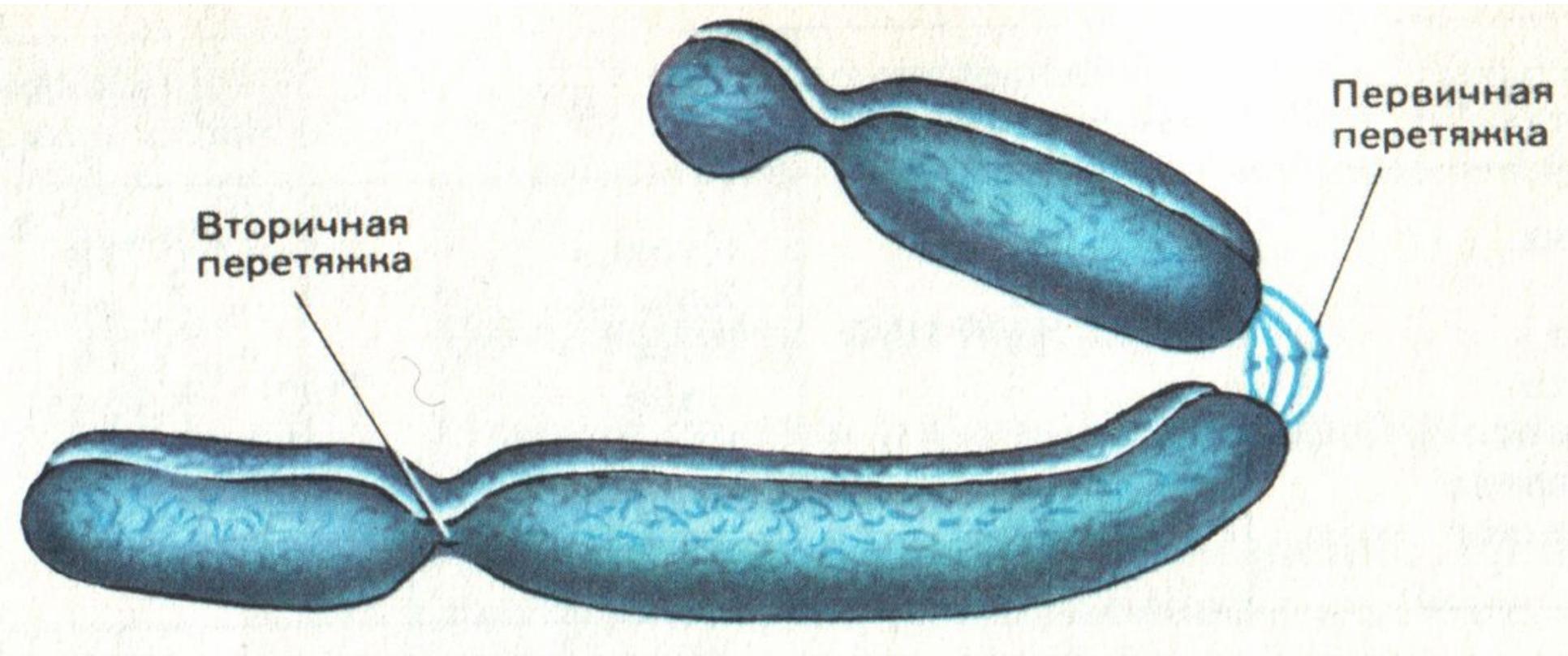
- 1) диффузный;
- 2) конденсированный.

**Диффузный** - рыхлый, в нем не просматриваются уплотнения, глыбки и нити. Это активный хроматин, или **эухроматин**.

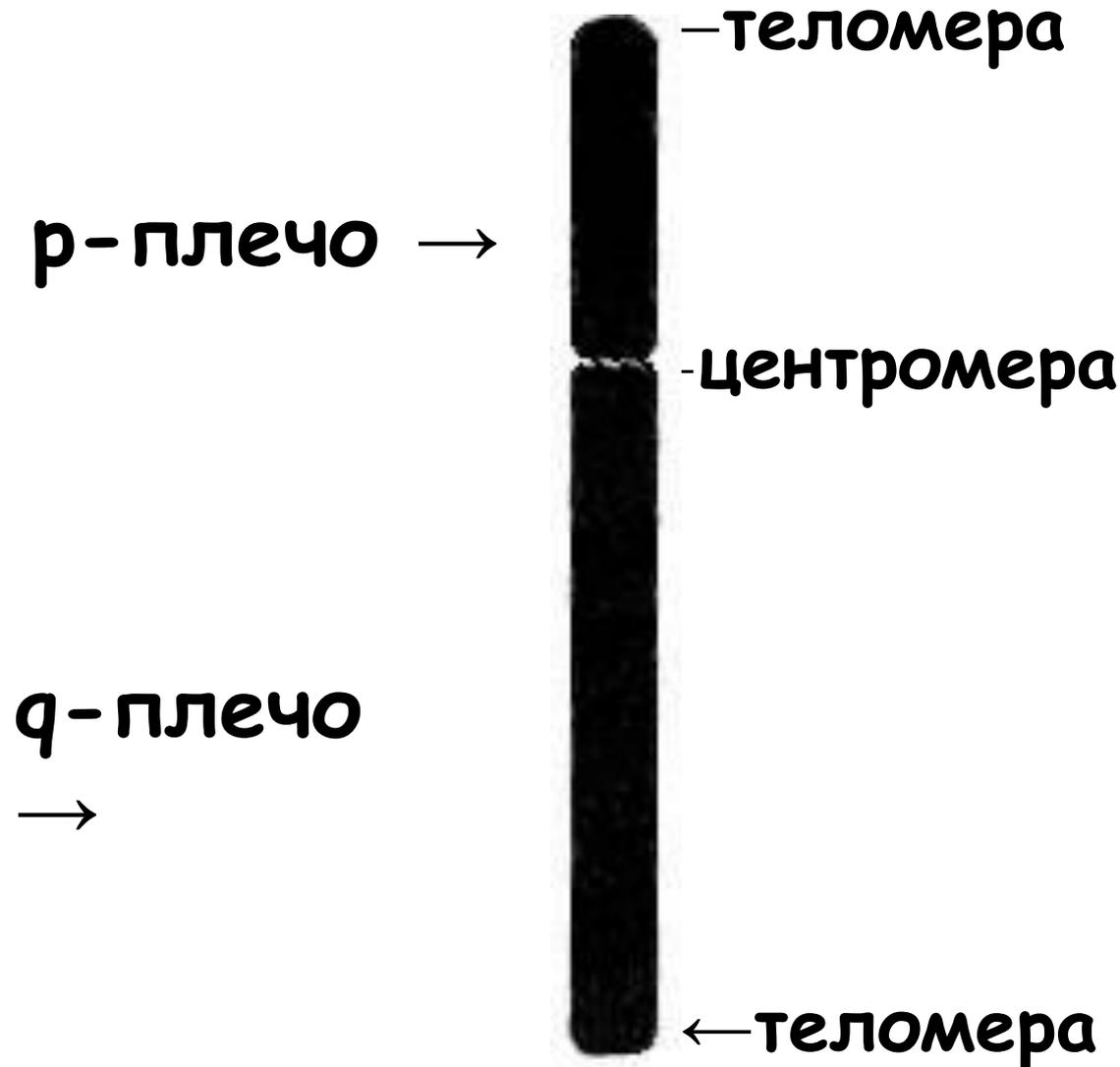
**Конденсированный** - образует скопления, сгустки, нити. Это **гетерохроматин**, он функционально неактивен, инертен.

При делении клетки весь ядерный хроматин переходит в **конденсированное состояние**, образуя хромосомы.

# Строение хромосом.

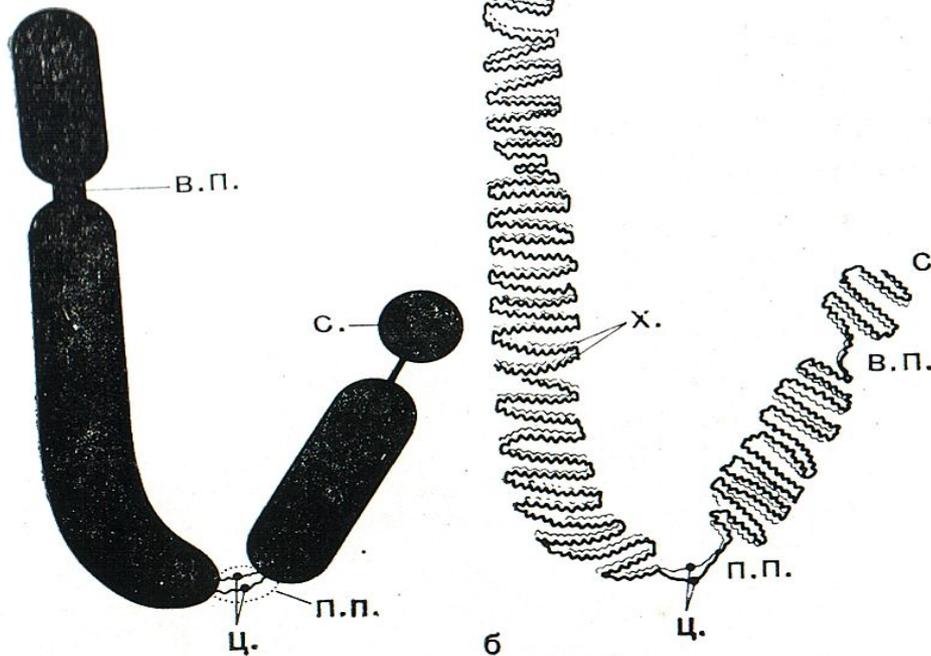
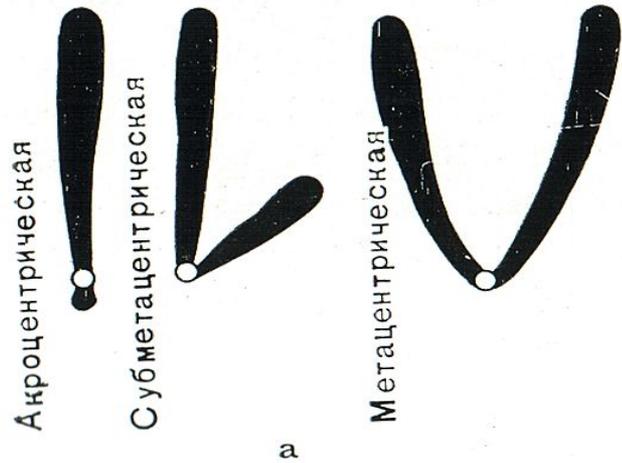


# МОРФОЛОГИЯ ХРОМОСОМ



**По морфологии  
различают 3 типа  
метафазных хромосом:**

- 1. Метacentрические**
- 2. Субметacentрические**
- 3. Акроцентрические**



## Строение хромосом:

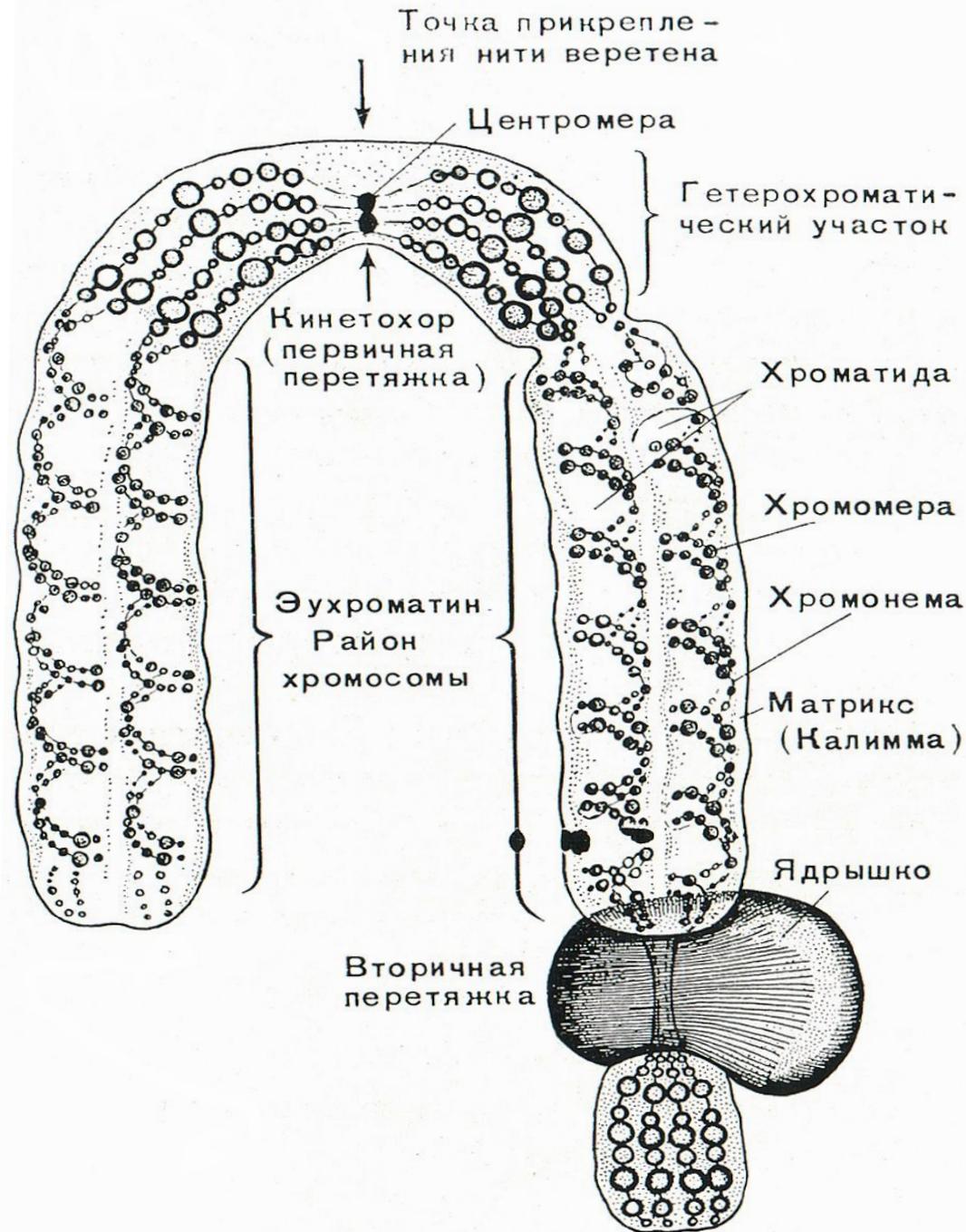
**а** - типы  
хромосом;

**б** - морфология  
хромомера,

**в. п.** - вторичная  
перетяжка,

**с.** -  
специализация  
хромосом

# Ультраструктура хромосом:

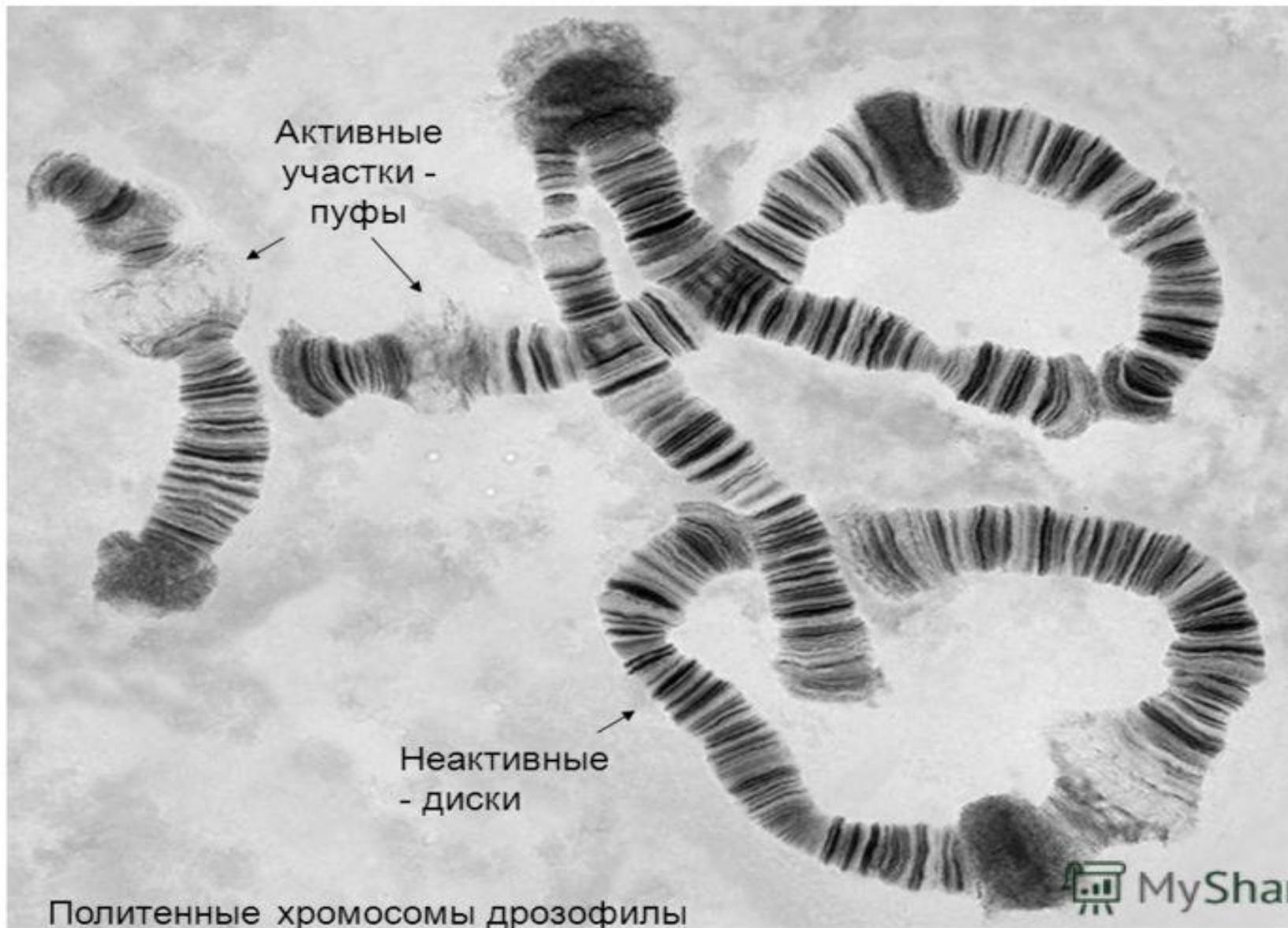


# Гетерохроматиновые участки

располагаются к дистальному концу плеча, к теломеру, в области вторичных перетяжек.

## Размеры хромосом:

- у животных **0,2-50** мкм в длину, у некоторых встречаются гигантские хромосомы - **политенные** - **500-800** мкм;
- у человека - **1,5-10** мкм.



Активные  
участки -  
пуфы

Неактивные  
- диски

Политенные хромосомы дрозофилы

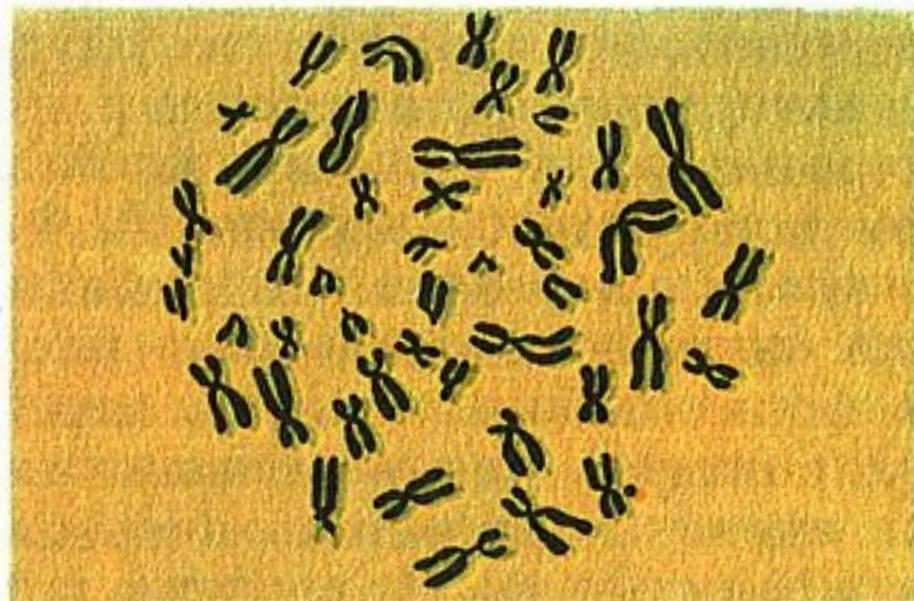
# Понятие о кариотипе.

**Кариотип** – диплоидный набор хромосом соматической клетки, характерный для данного вида.

## Правила хромосомного набора:

1. Постоянство числа хромосом;
2. Парность хромосомного набора;
3. Индивидуальность хромосом;
4. Непрерывность хромосом.

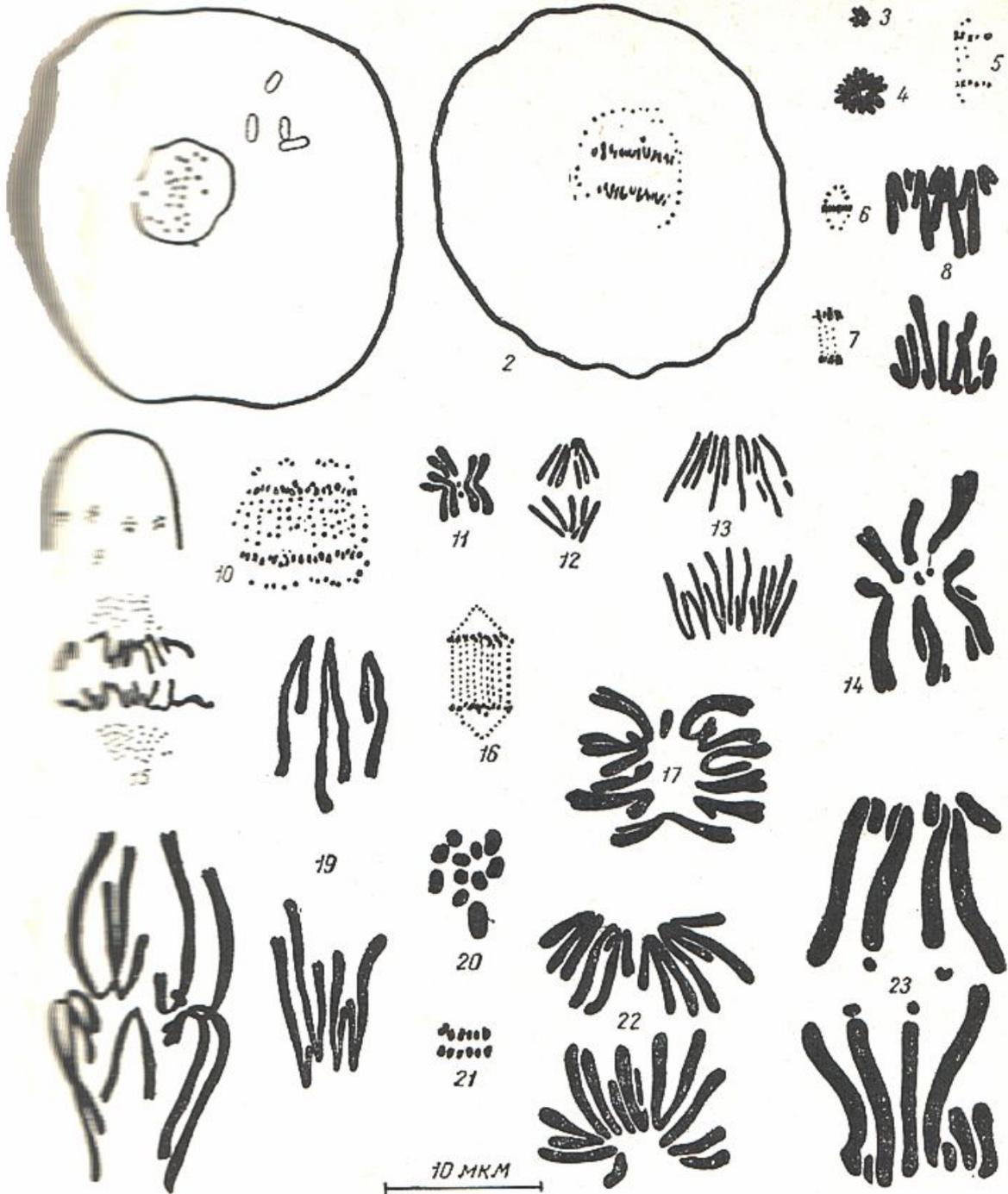
Вид	Диплоидное число хромосом	Вид	Диплоидное число хромосом
Ячмень	14	Курица	78
Овес	42	Кролик	44
Томат	24	Коза	60
Скерда	6	Овца	54
Плодовая мушка дрозофила	8	Шимпанзе	48
Домашняя муха	12	Человек	46



**Диплоидный набор хромосом человека**



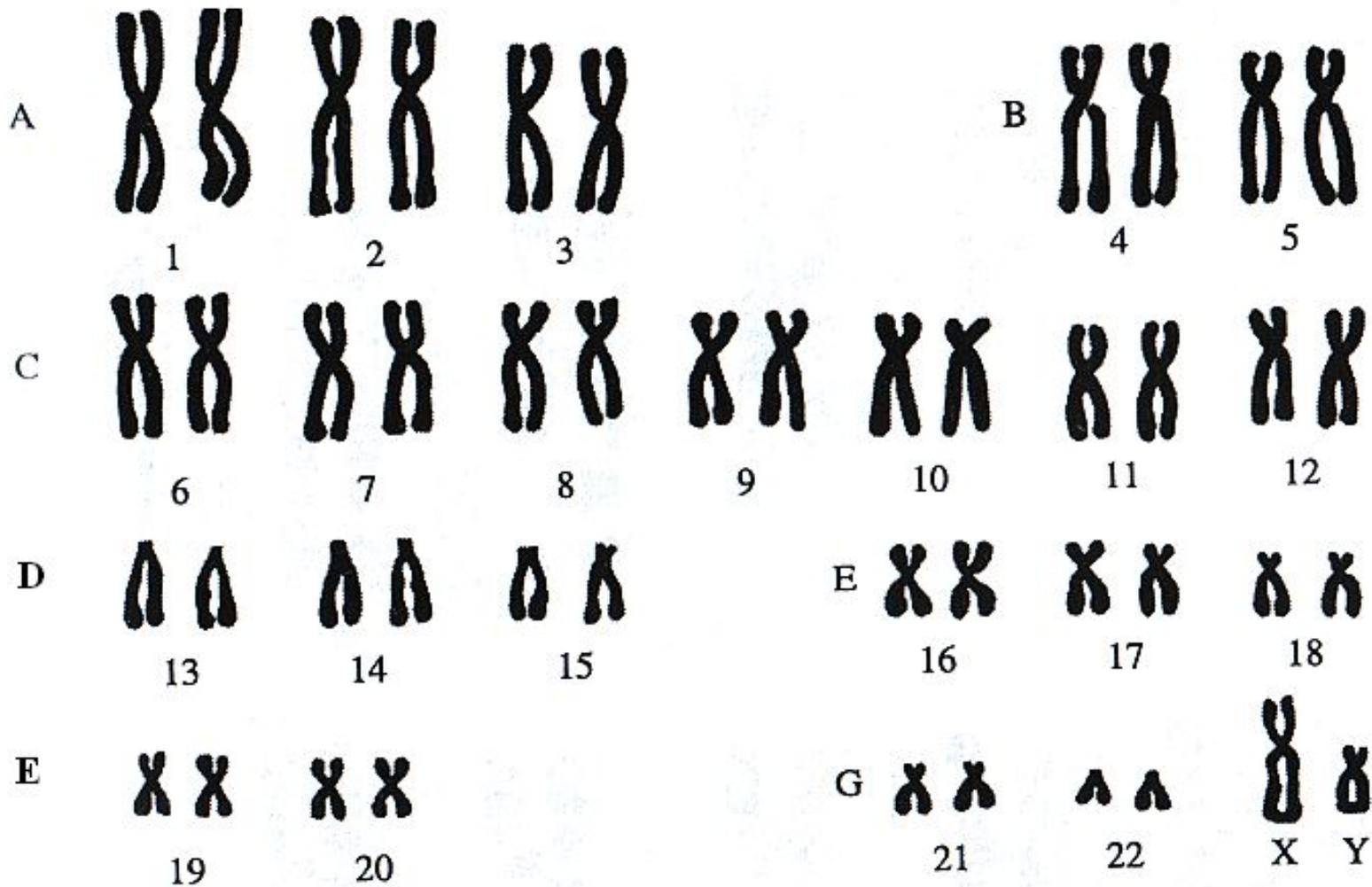
**Диплоидный набор хромосом в клетках**



**Хромосомы  
разных видов  
растений и  
животных,  
изображение в  
одном  
масштабе**

# Кариотип мужчины

## Хромосомы обозначены согласно денверской системе



# Клеточный цикл.

**Клеточный цикл** – период существования клетки от одного деления до другого.

Он включает:

- интерфазу;
- МИТОЗ.

**Интерфаза:**

$G_1$  – постмитотический (пресинтетический)

$S$  – синтетический

$G_2$  – премитотический (постсинтетический)

## $G_1$ - период:

- 1) рост массы клеток;
- 2) синтез соединений, необходимых клетке для дифференцировки;
- 3) синтез белка.

Продолжительность от 10 час до нескольких суток.

$2n2C$

## S период:

- 1) синтез ДНК;
- 2) синтез РНК и гистонов.

Продолжительность 6-10 час

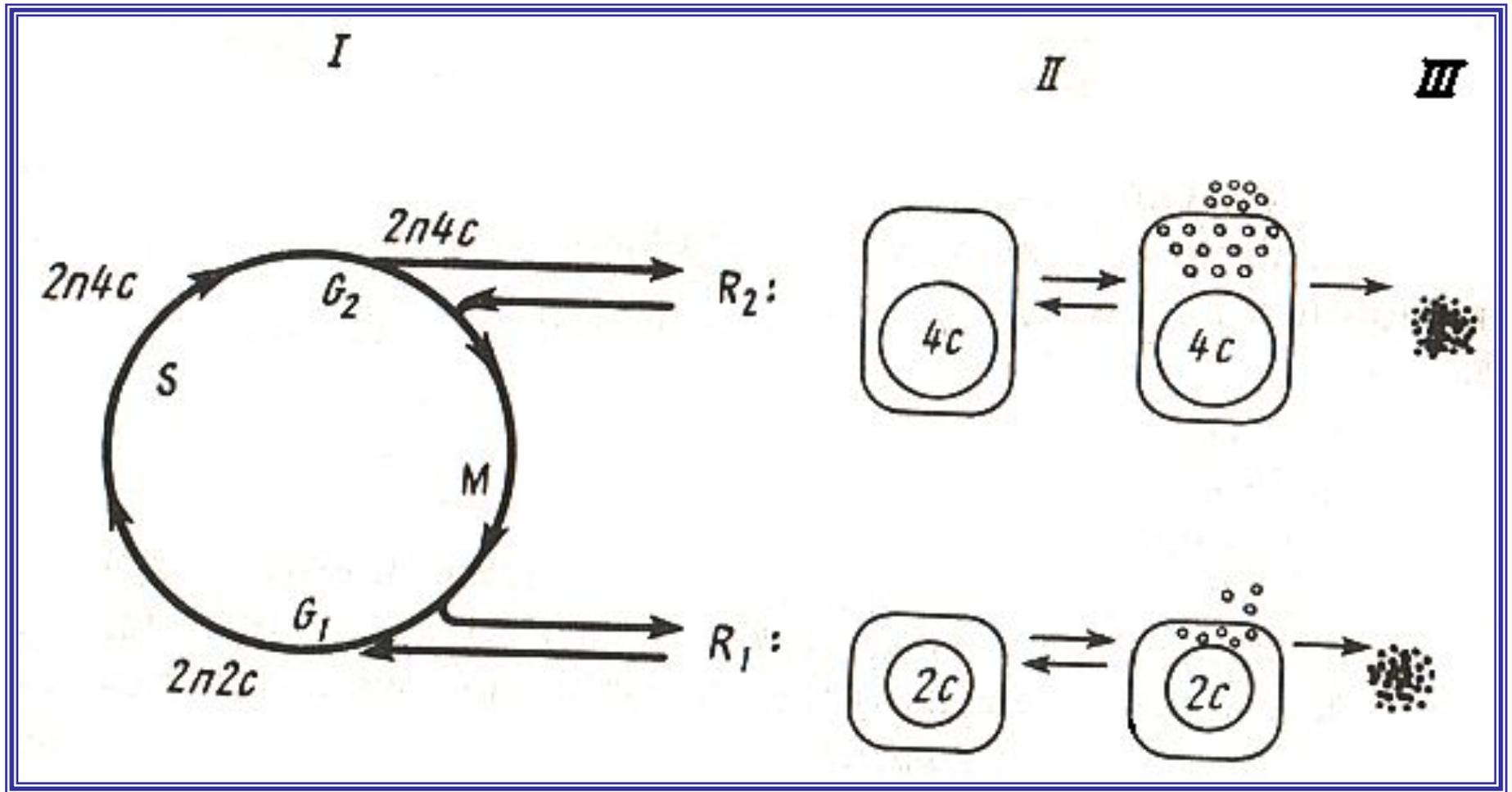
$2n4C$

## G<sub>2</sub> - период:

- 1) накопление энергии;
- 2) синтез РНК и белков;
- 3) завершается удвоение массы цитоплазмы.

Продолжительность 2-5 час

$2n4C$



**Жизненный цикл клетки:** **I** - митотический цикл,  
**II** - дифференцировка и функционально активное состояние,  
**III** - гибель клетки; **c** - число молекул ДНК гаплоидного набора,  
**G<sub>1</sub>** и **G<sub>2</sub>** - пресинтетический и постсинтетический периоды, **M** - митоз,  
**n** - число хромосом гаплоидного набора, **R<sub>1</sub>** и **R<sub>2</sub>** - периоды покоя,  
**S** - синтетический период

# Митоз.

## Фазы митоза:

- 1 - профаза;
- 2 - метафаза;
- 3 - анафаза;
- 4 - телофаза

### 1. Профаза (стадия «рыхлого клубка»):

- 1) конденсация хроматина, появление видимых хромосом;
- 2) выявление в хромосомах по 2 хроматиды;
- 3) формирование веретена деления;
- 4) исчезновение ядрышка и ядерной оболочки.

## 2. Метафаза

(стадия «материнская звезда»):

- 1) перемещение хромосом в плоскость экватора;
- 2) полное разъединение хроматид, образование «материнской звезды»

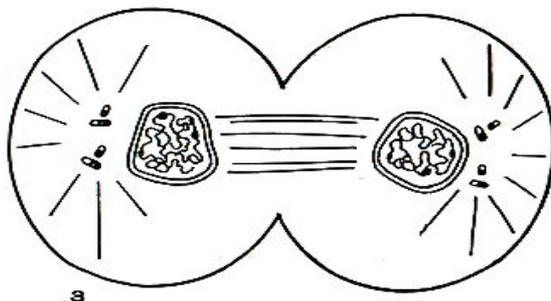
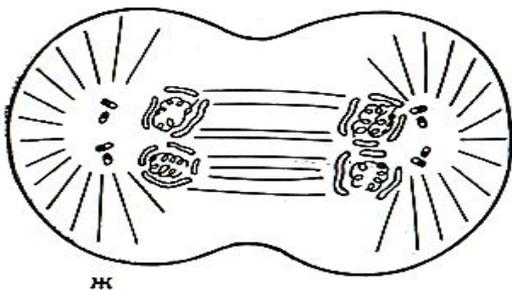
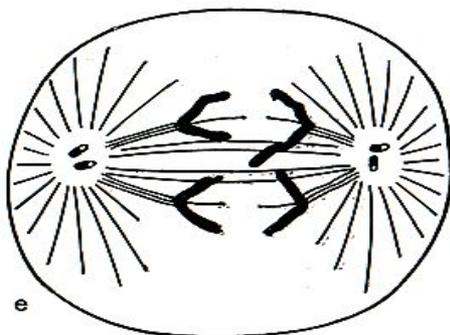
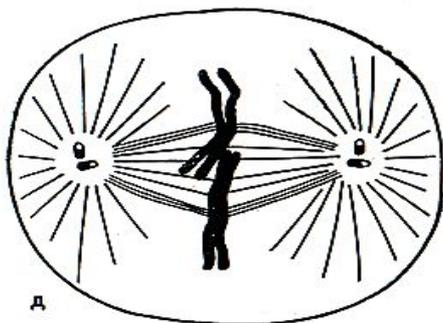
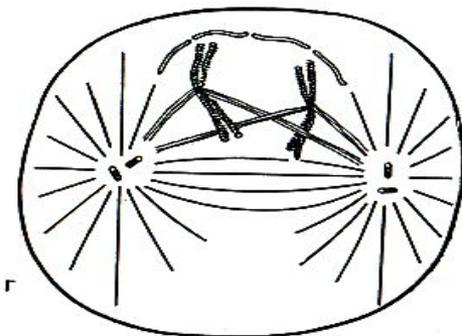
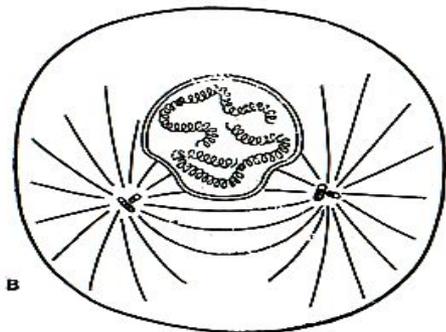
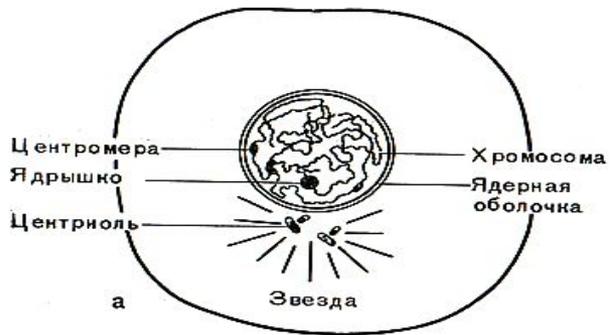
3. Анафаза (стадия «дочерних звезд»):

- 1) передвижение хроматид к противоположным полюсам клетки;
- 2) формирование на каждом полюсе «дочерних звезд».

## 4. Телофаза:

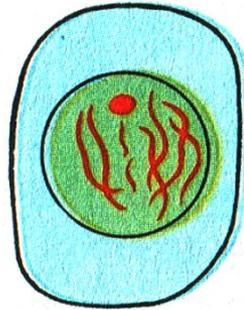
- 1) деконденсация хроматид на полюсах клетки;
- 2) формирование новых ядер;
- 3) разрушение аппарат деления;
- 4) цитокинез;
- 5) образование 2-х новых клеток.

**Биологическое значение митоза:** за счет расщепления хромосом на хроматиды обеспечивается точное и равномерное распределение ДНК между дочерними клетками.

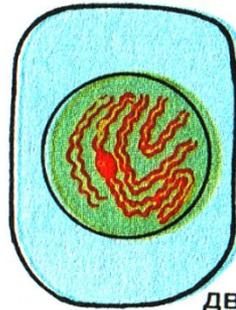


# Схема МИТОЗА

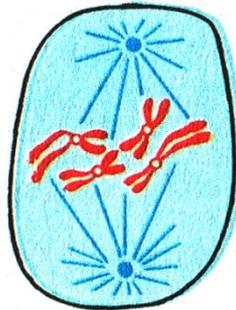
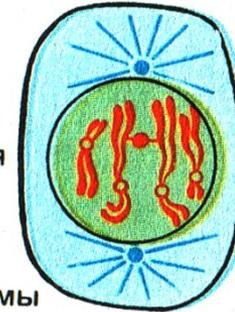
# Митоз клетки животных



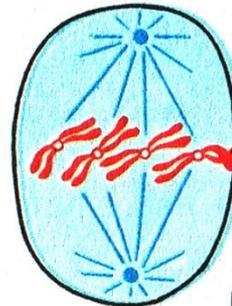
Ядро  
неделяющейся  
клетки. Видно  
круглое  
ядрышко



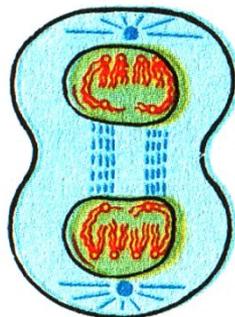
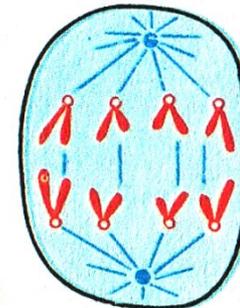
Профаза  
Видны  
центриоли,  
разошедшиеся  
к разным  
полюсам  
клетки, и  
двойные хромосомы



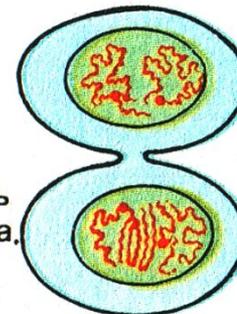
Метафаза  
Ядерная  
оболочка  
растворилась,  
видны нити  
веретена  
деления



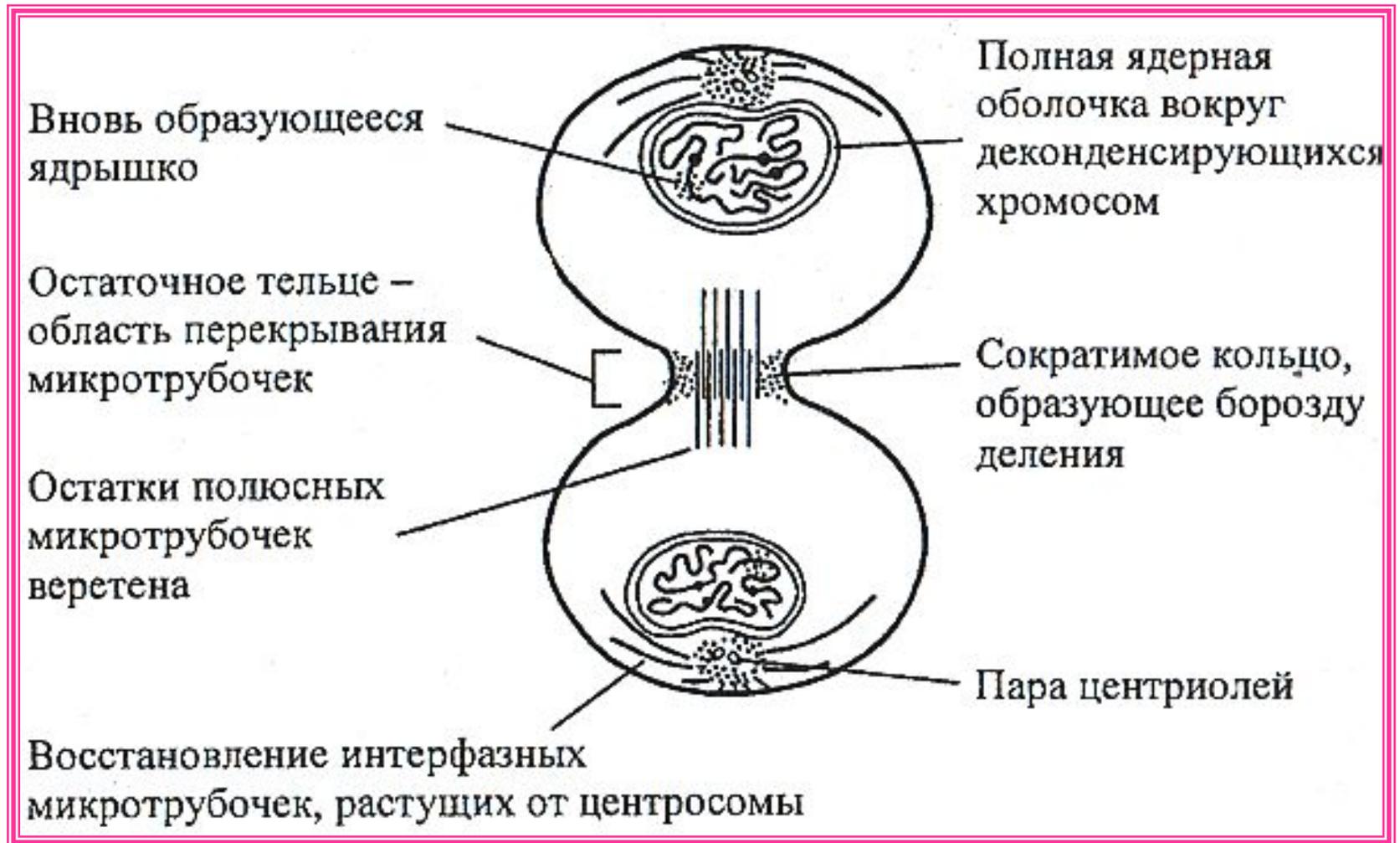
Анафаза  
Хромосомы  
разошлись к  
полюсам клетки

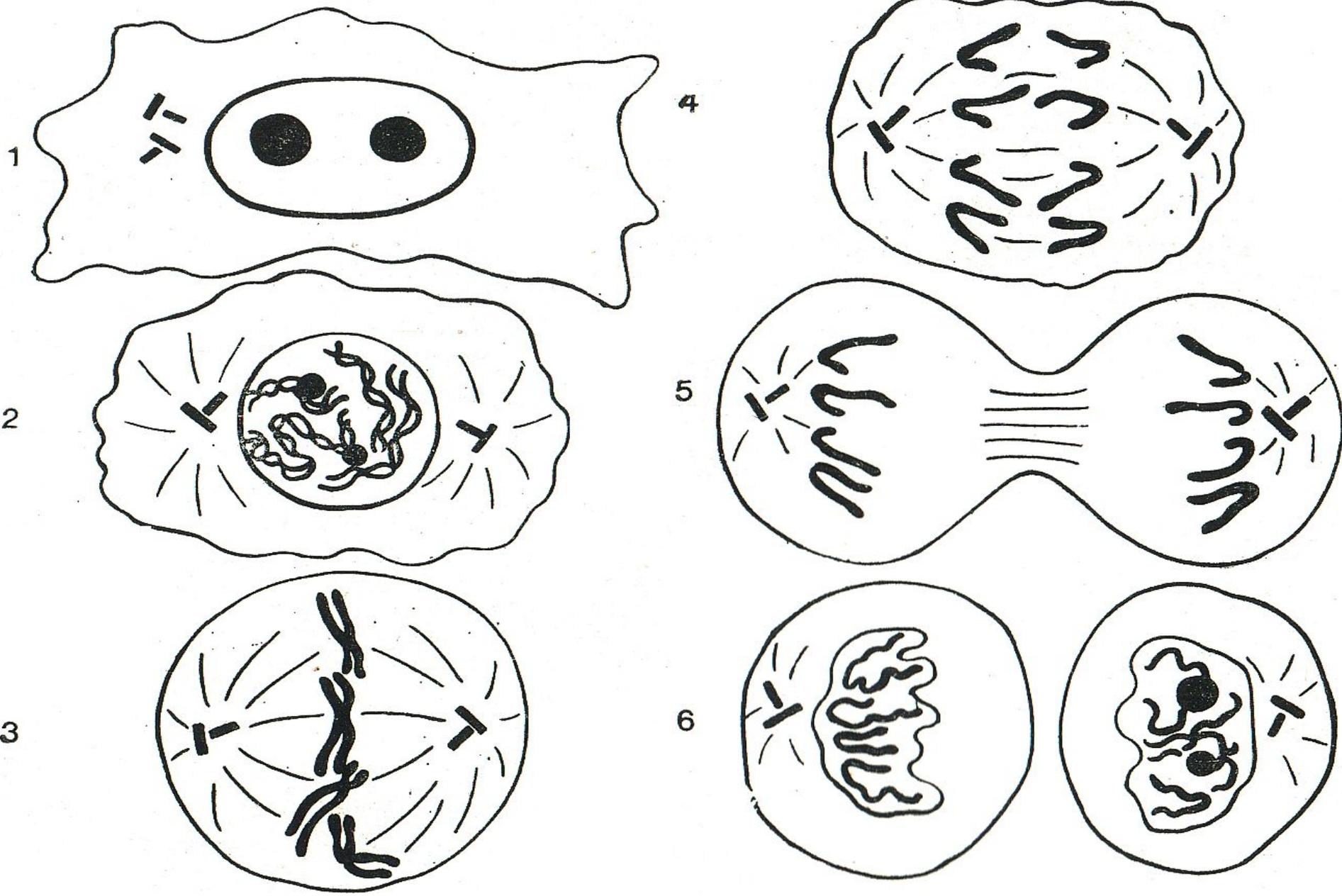


Телофаза  
Ядро полностью разделилось  
Образовалась ядерная оболочка.  
Цитоплазма делится  
образованием перетяжки



# Схематическое изображение ЦИТОКИНЕЗА



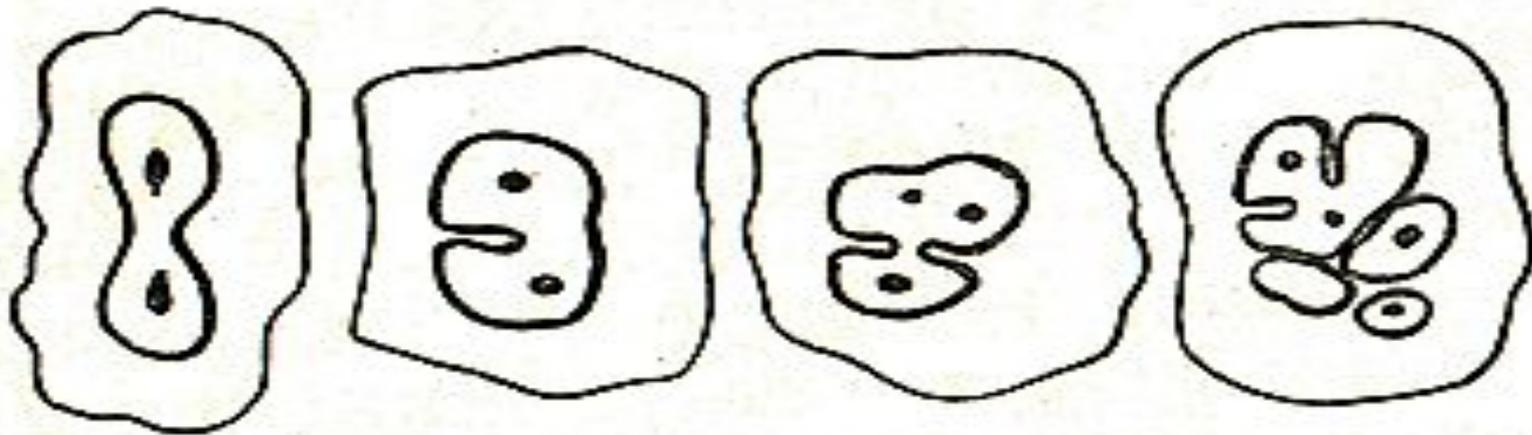


**Схема митоза в животной клетке**

## **Амитоз (прямое деление)**

**Оно заключается в разделении ядра перетяжкой без сложной перестройки генетического материала и точного распределения между дочерними клетками. За ядром делится цитоплазма. Встречается в клетках отживающих, обреченных на гибель и дегенерирующих или стоящих в конце своего развития.**

# Варианты амитоза



Часто разные формы  
**амитотического деления**  
ядер встречаются при  
различных процессах  
(воспаление,  
злокачественный  
рост и др.)