

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);

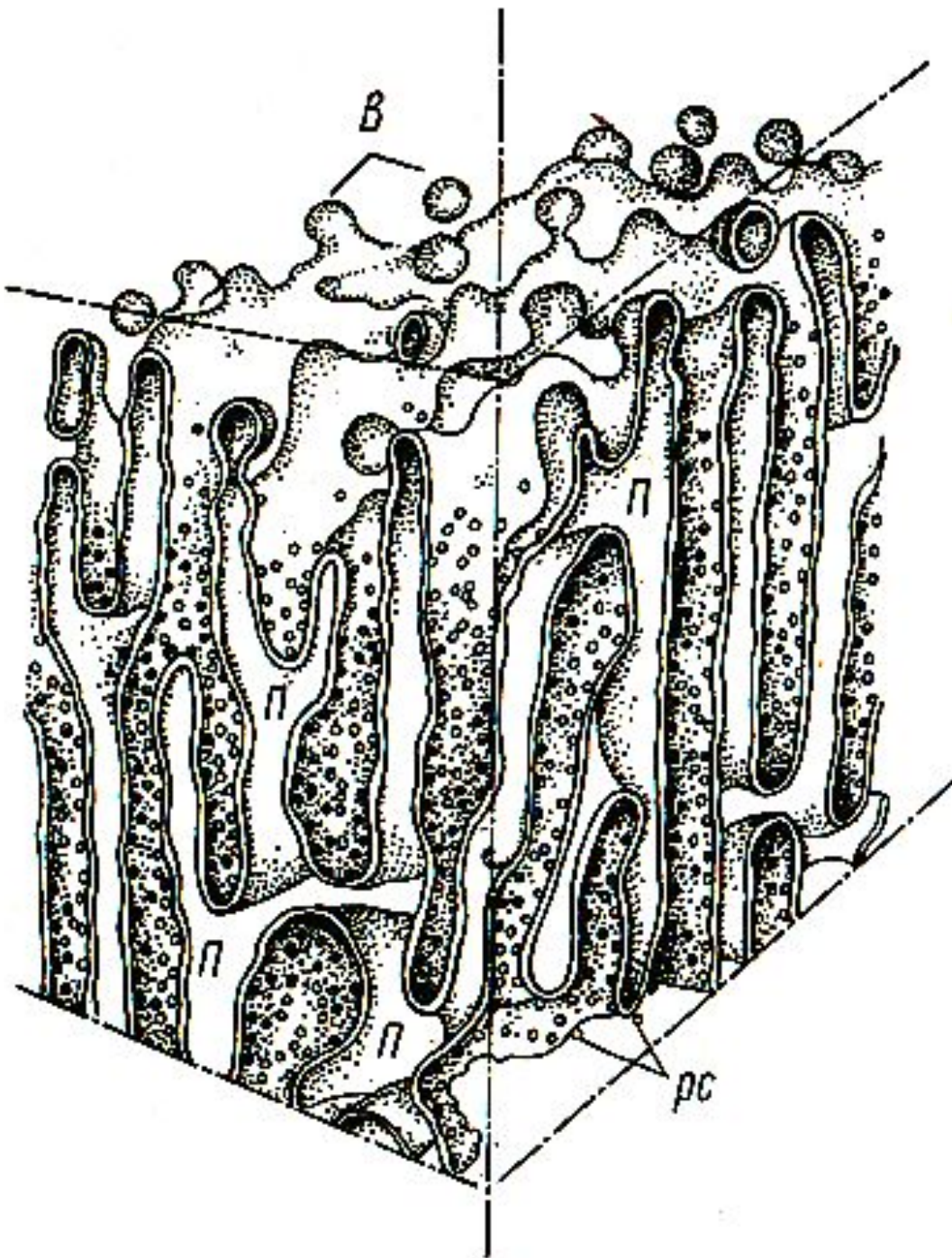
2) шероховатая (гранулярная, эргастоплазма).

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.

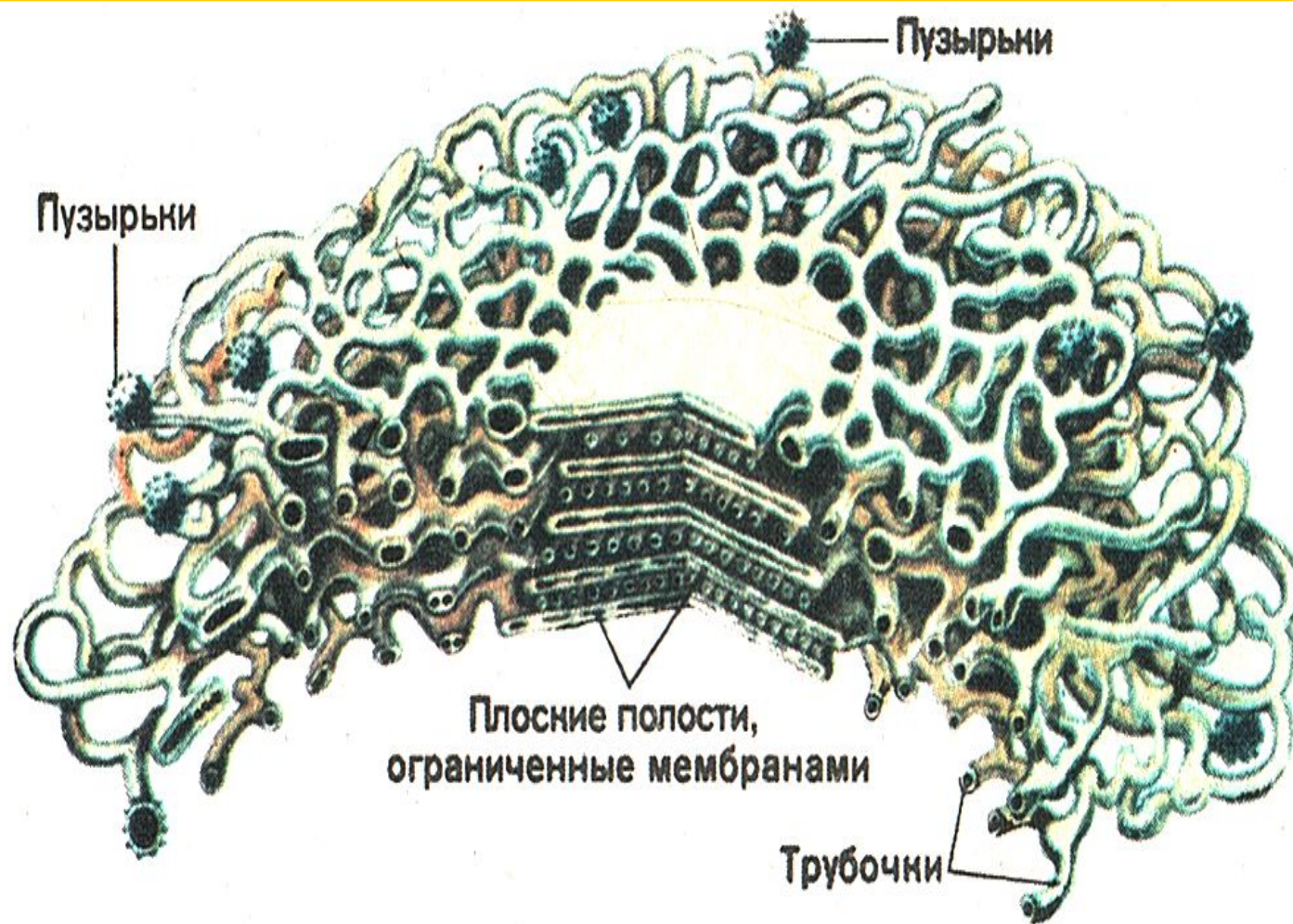
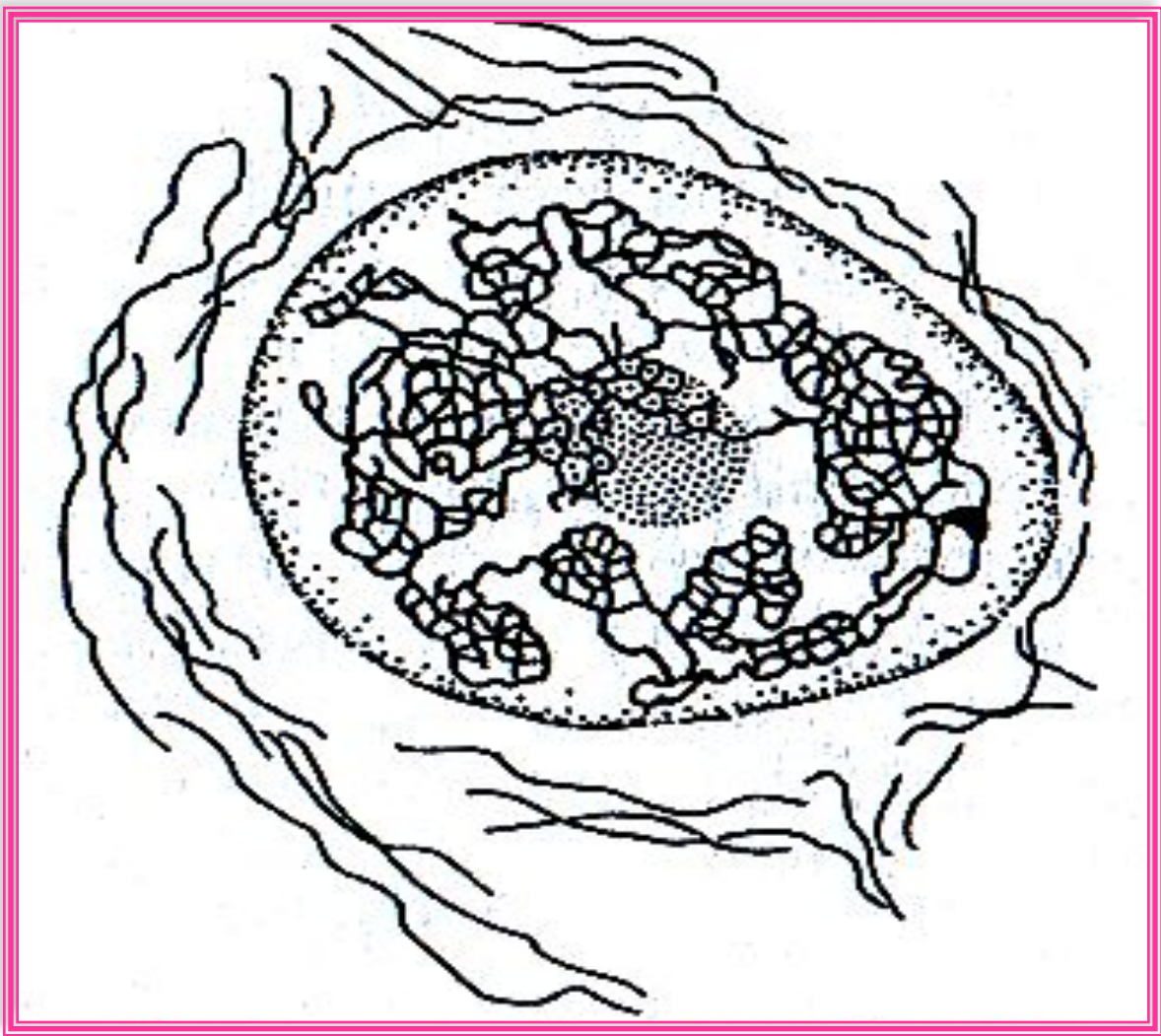


Схема строения аппарата Гольджи по данным электронного микроскопа



**Внутриклеточный сетчатый
аппарат Гольджи**

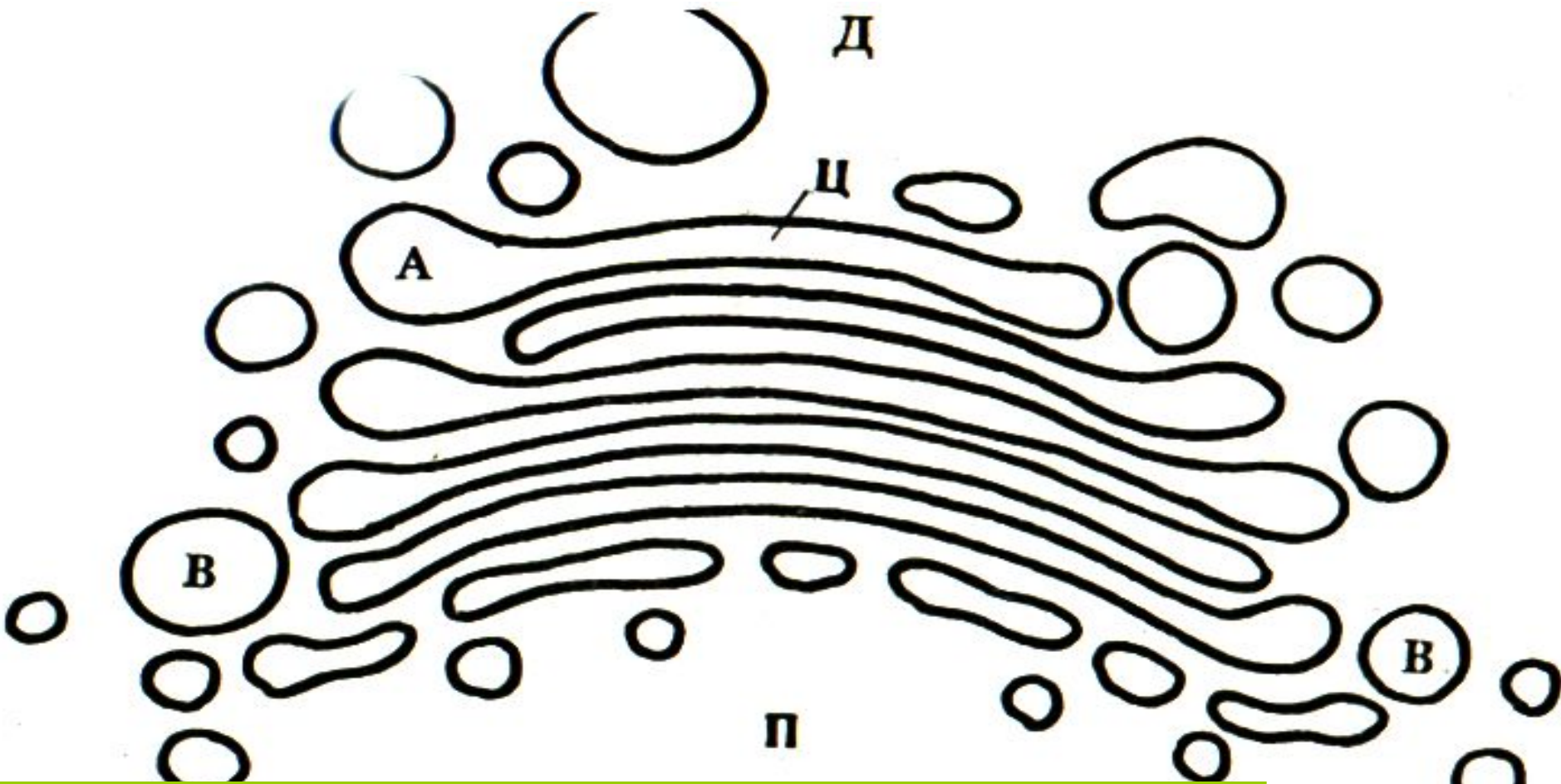
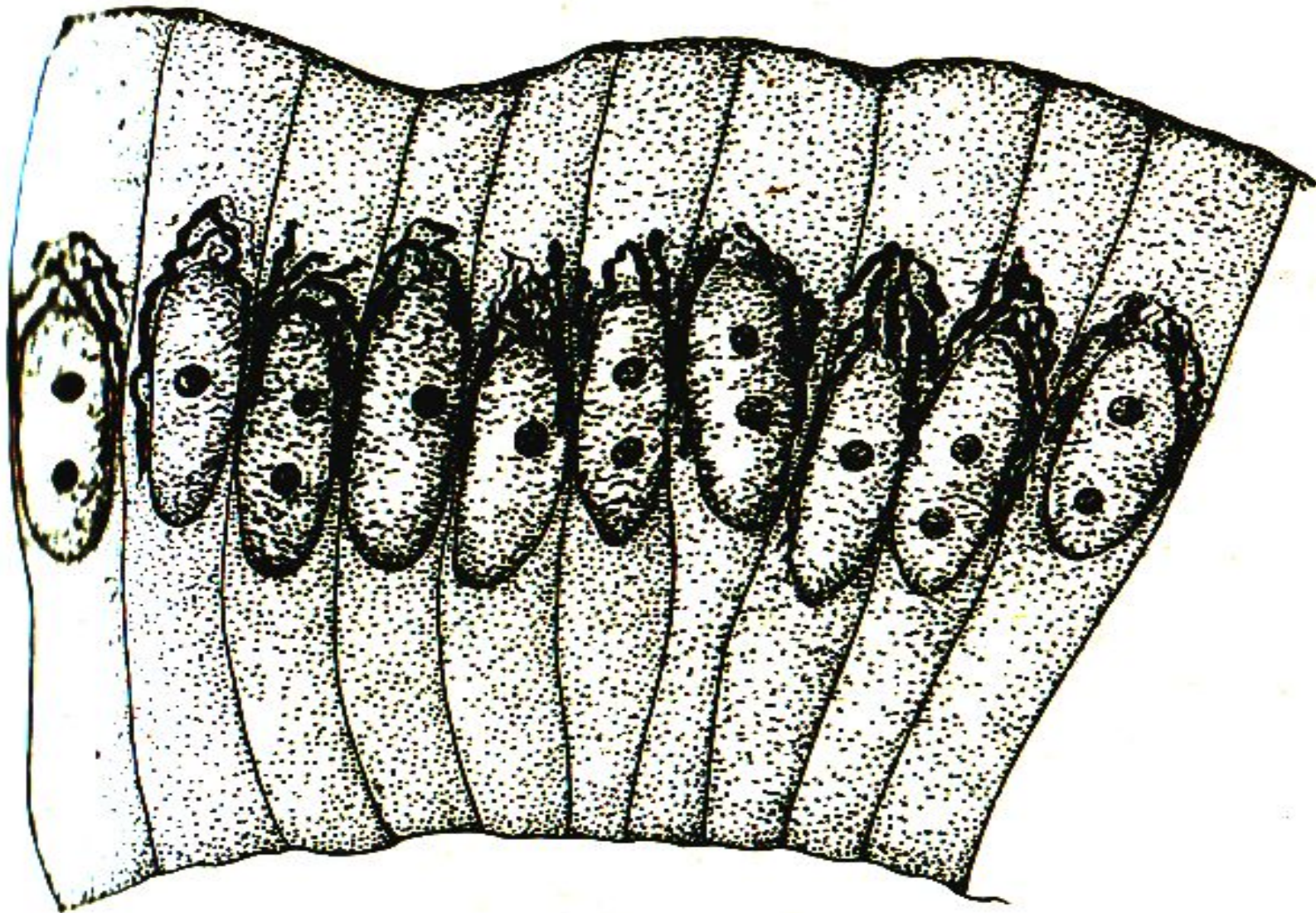


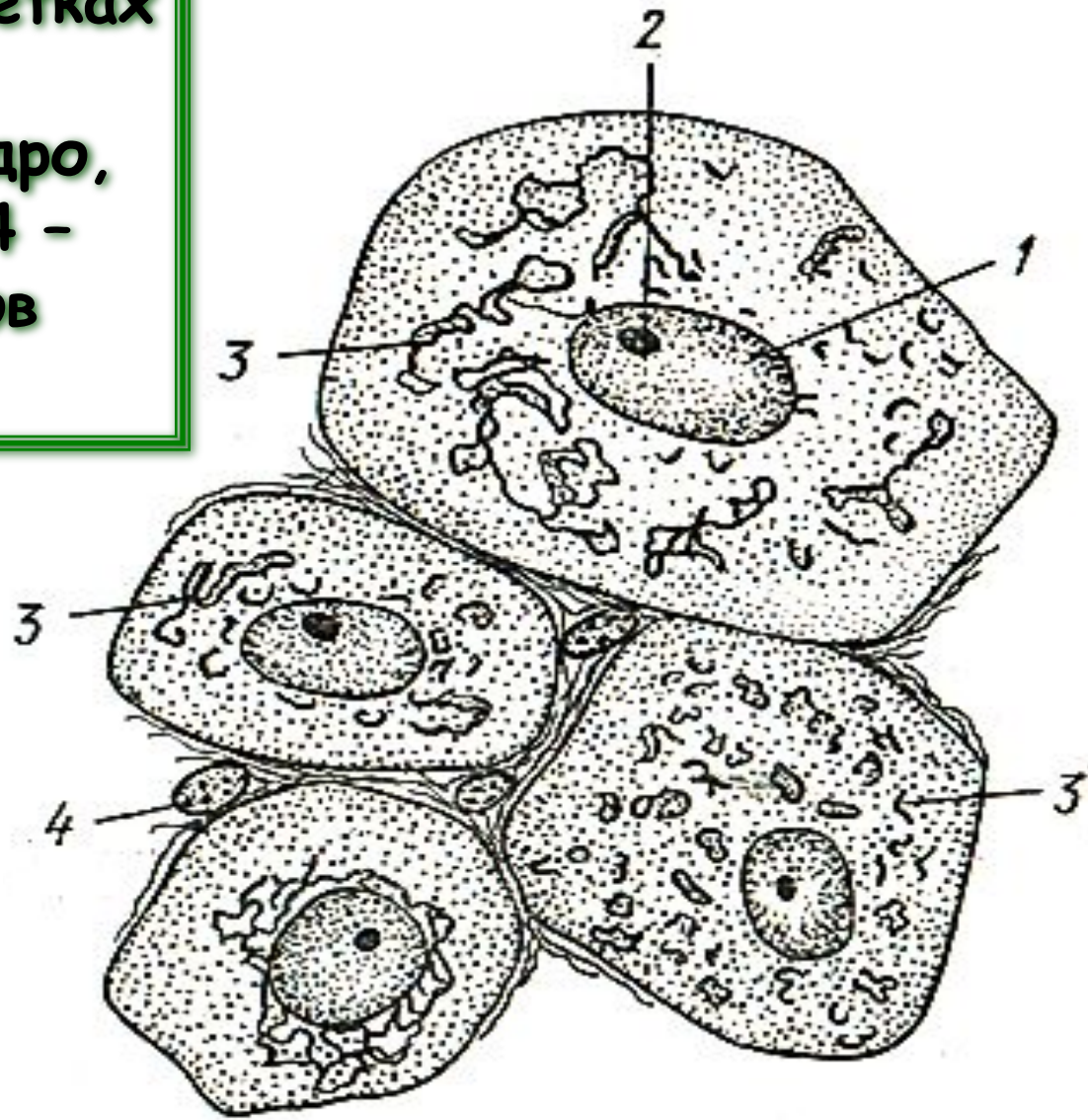
Схема строения диктиосомы:

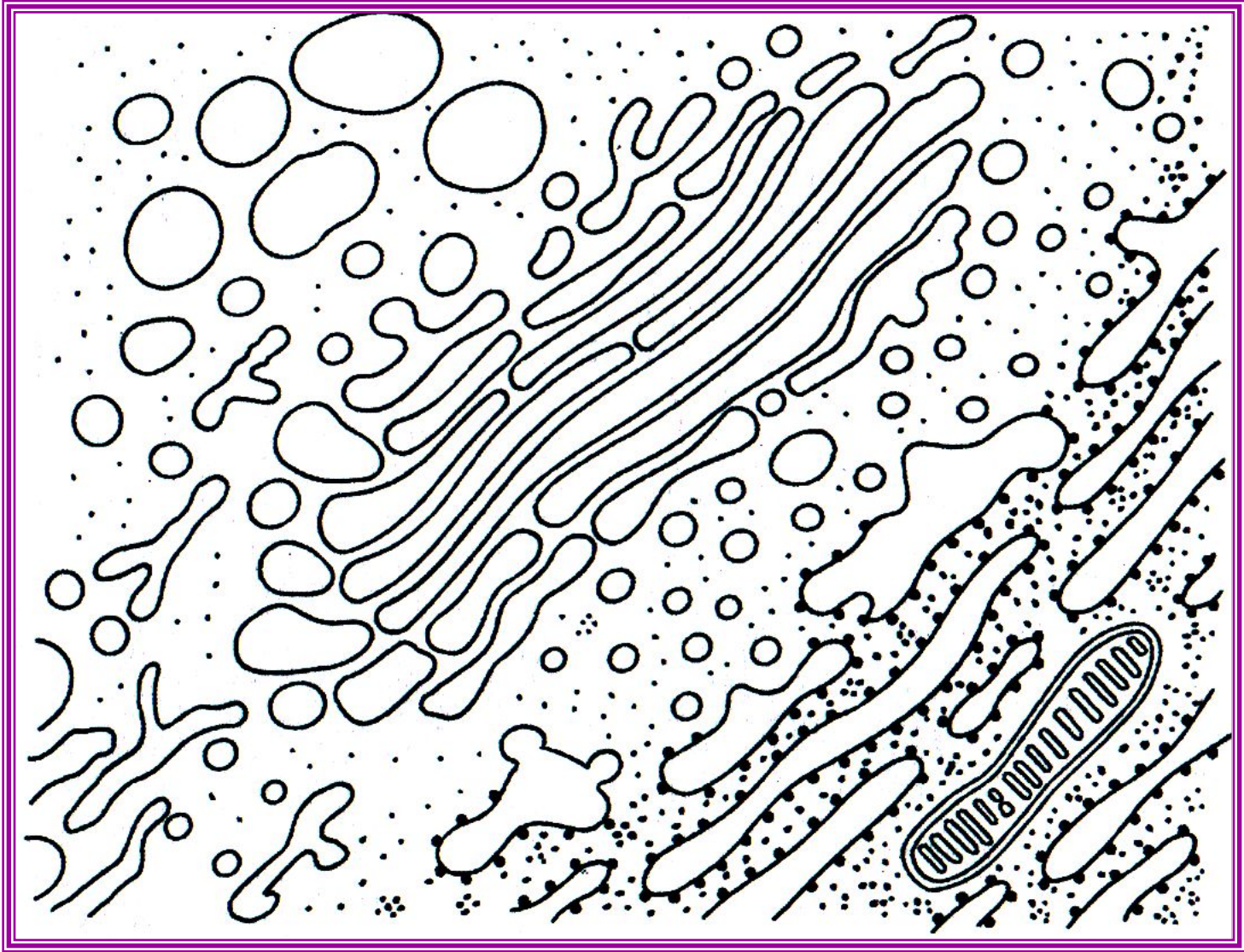
П - проксимальная часть, **Д** - дистальная часть, **В** - вакуоли, **Ц** - плоские мембранные цистерны, **А** - ампулярные расширения цистерн



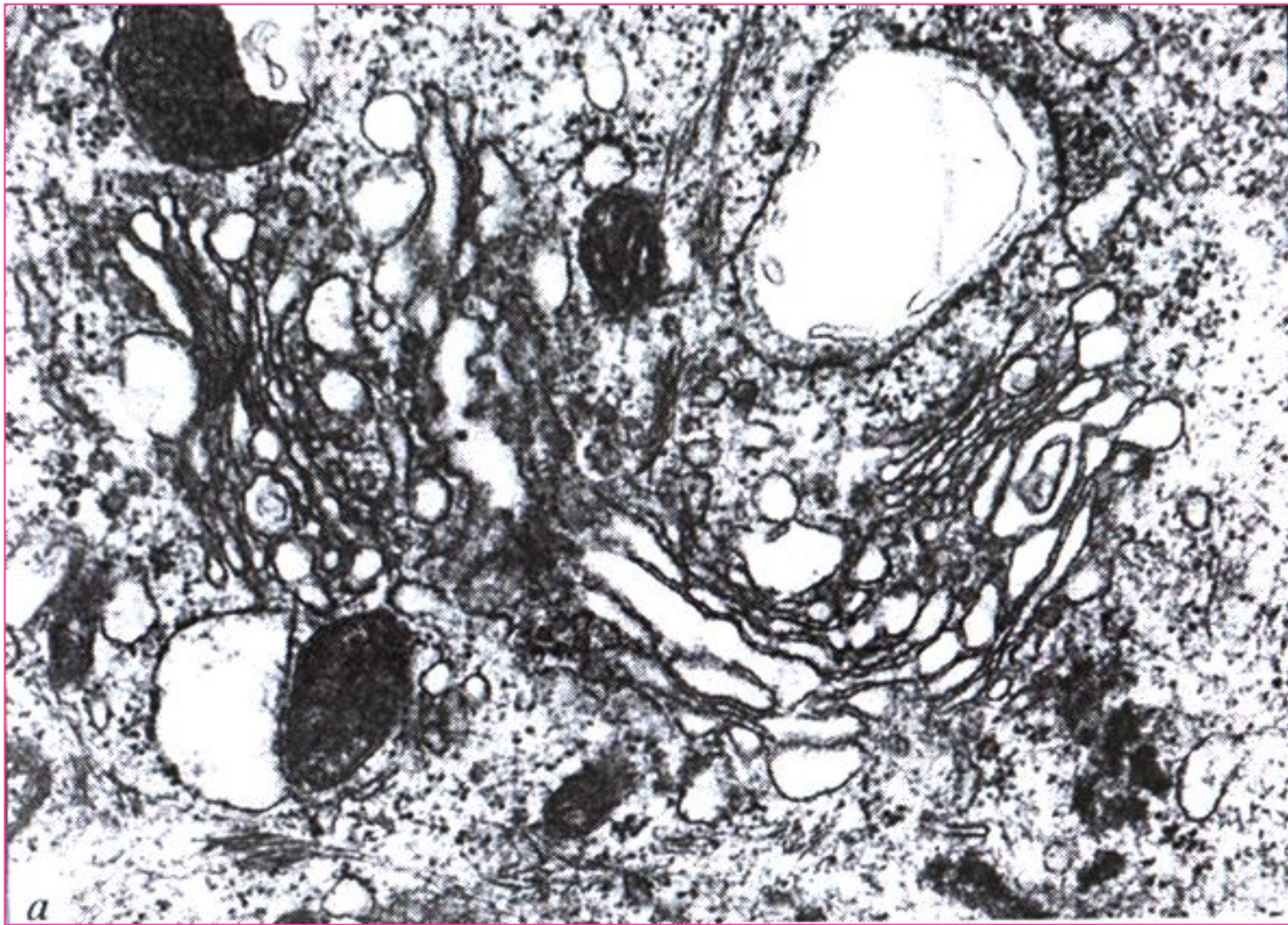
Аппарат Гольджи в клетках тонкой кишки лягушки

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



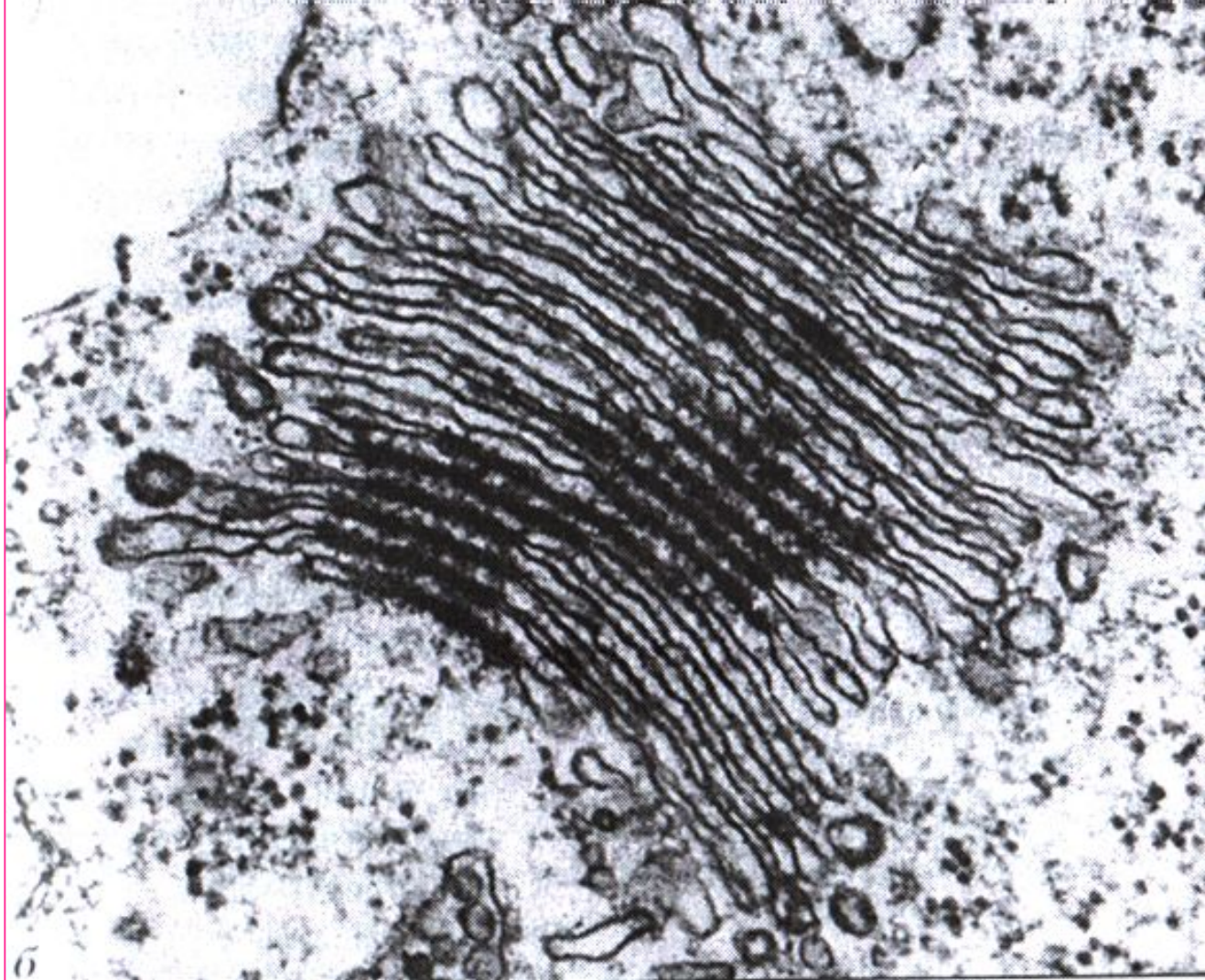


Комплекс Гольджи



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 фосфатаза, рибонуклеаза, дезоксирибонуклеаза и др.

(всего ~ 40)

Явление автолиза

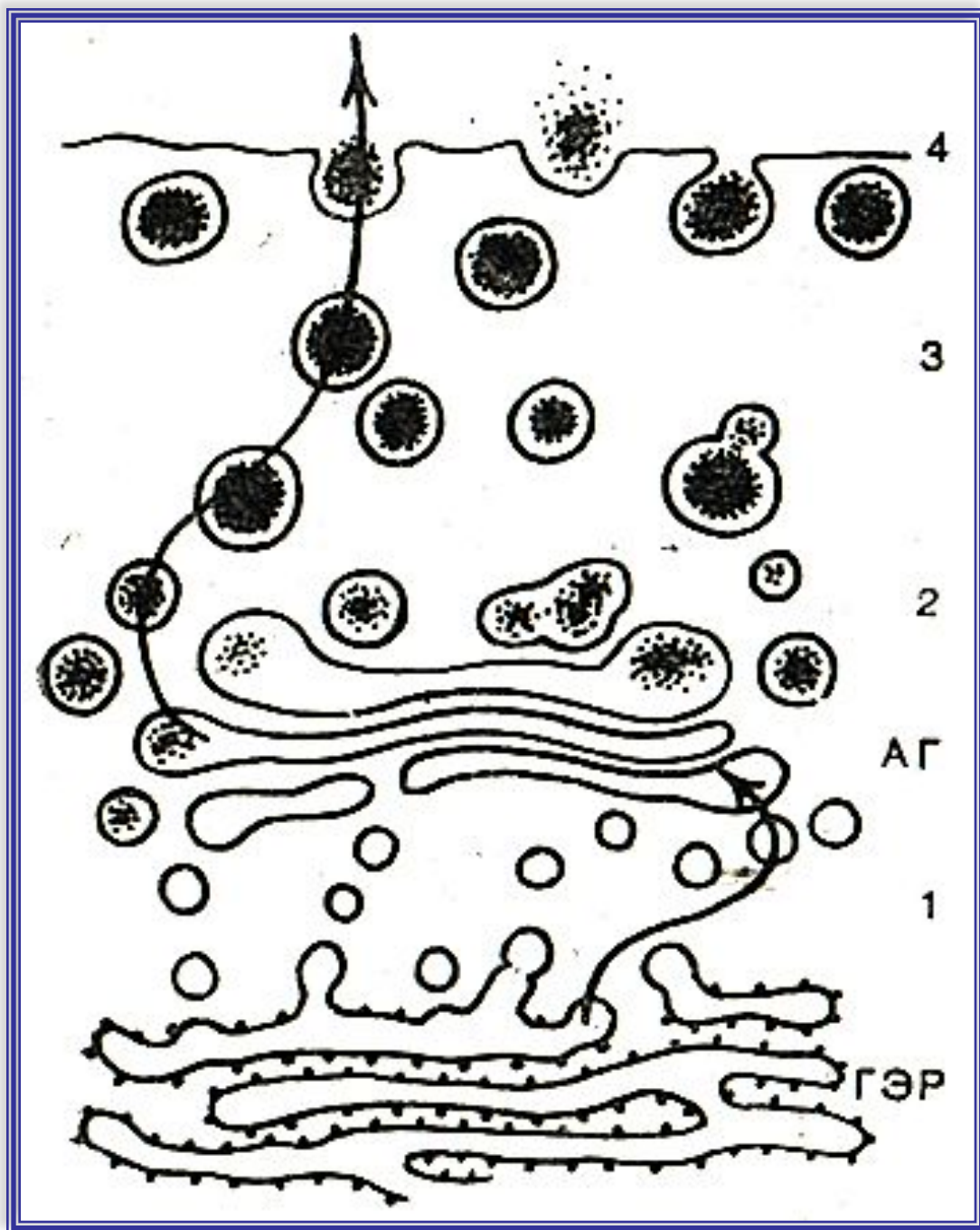
Типы лизосом:

- 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.

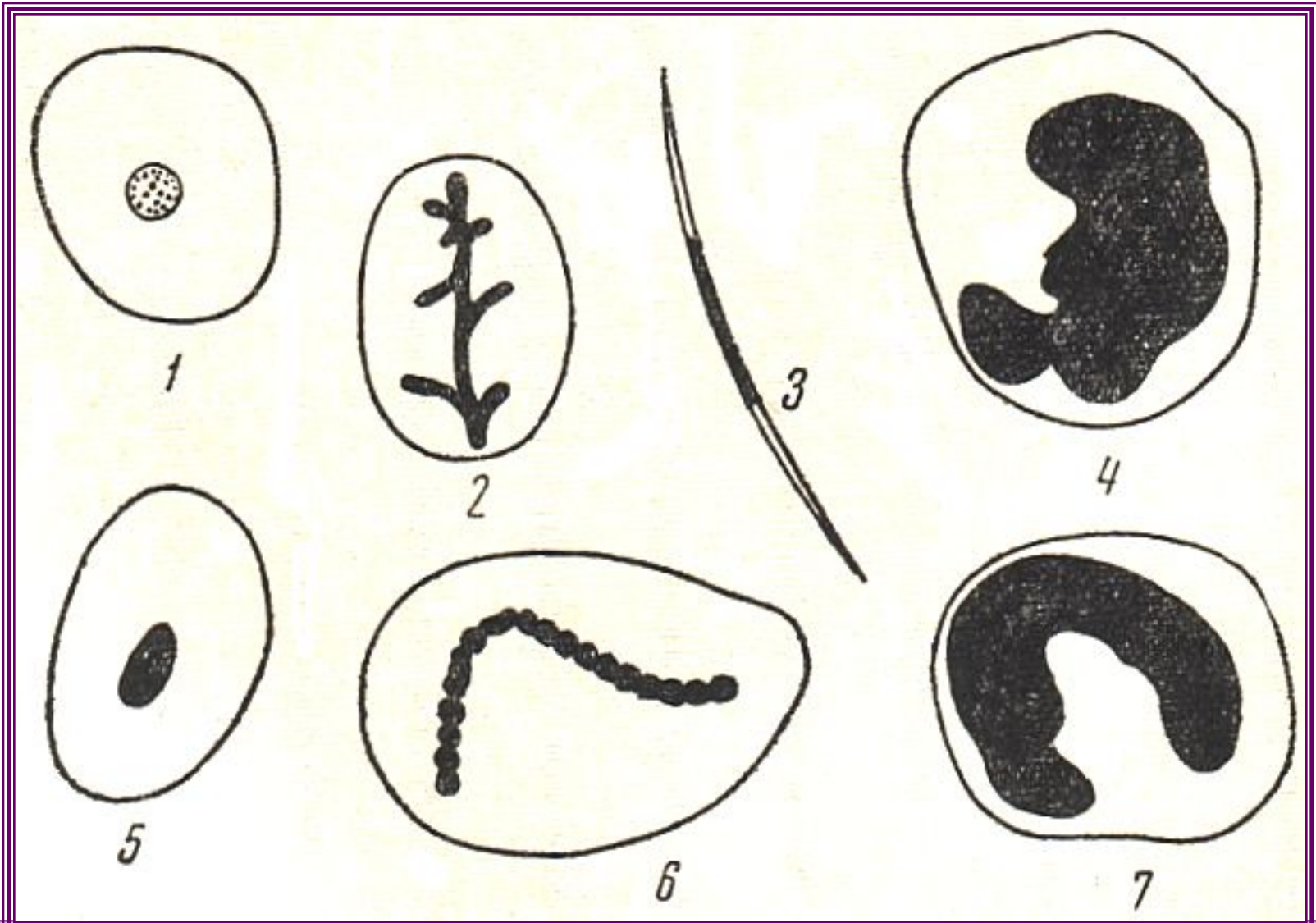
Размеры - **2-200** мкм.

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

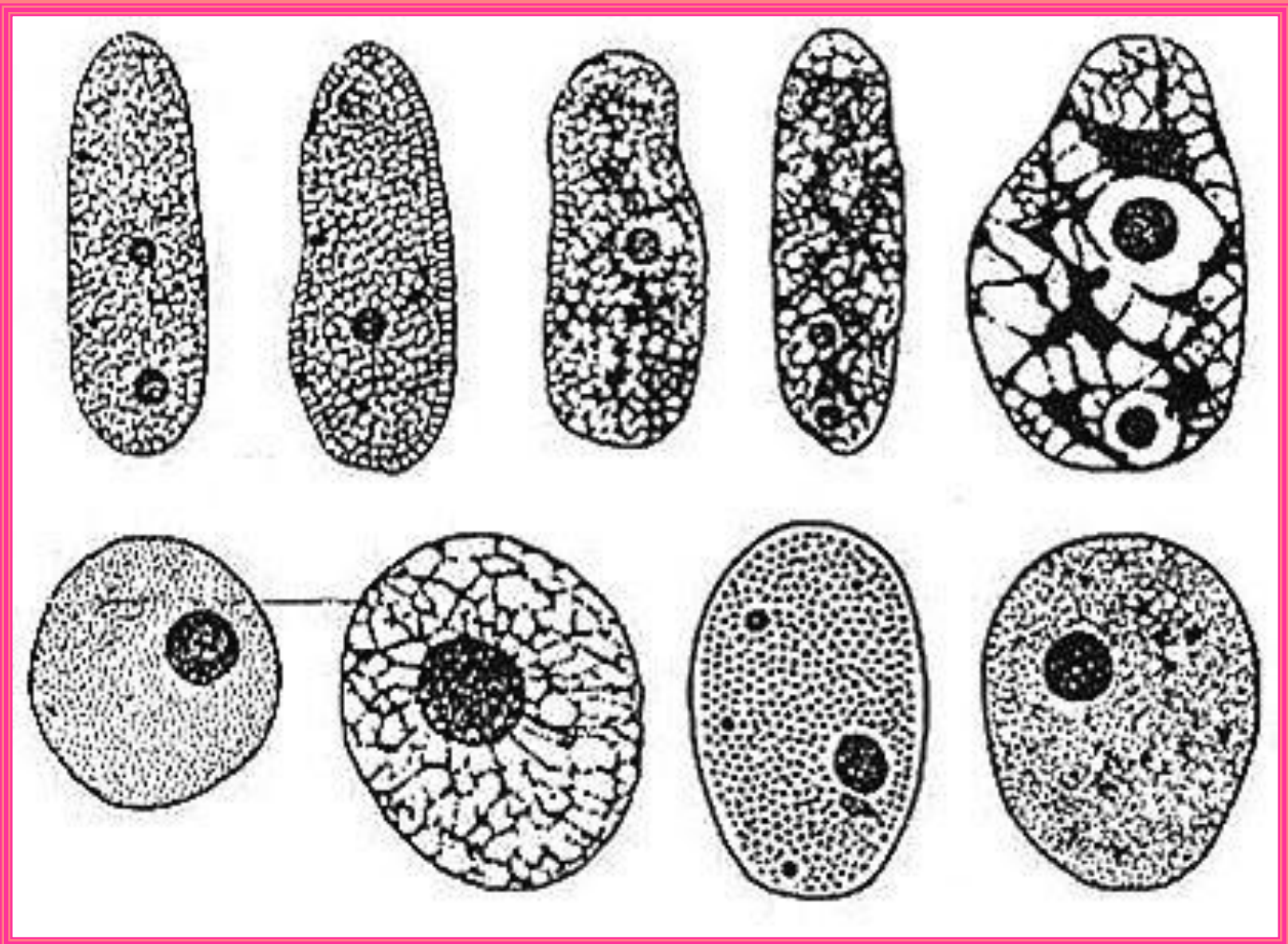


Схема строения ядра

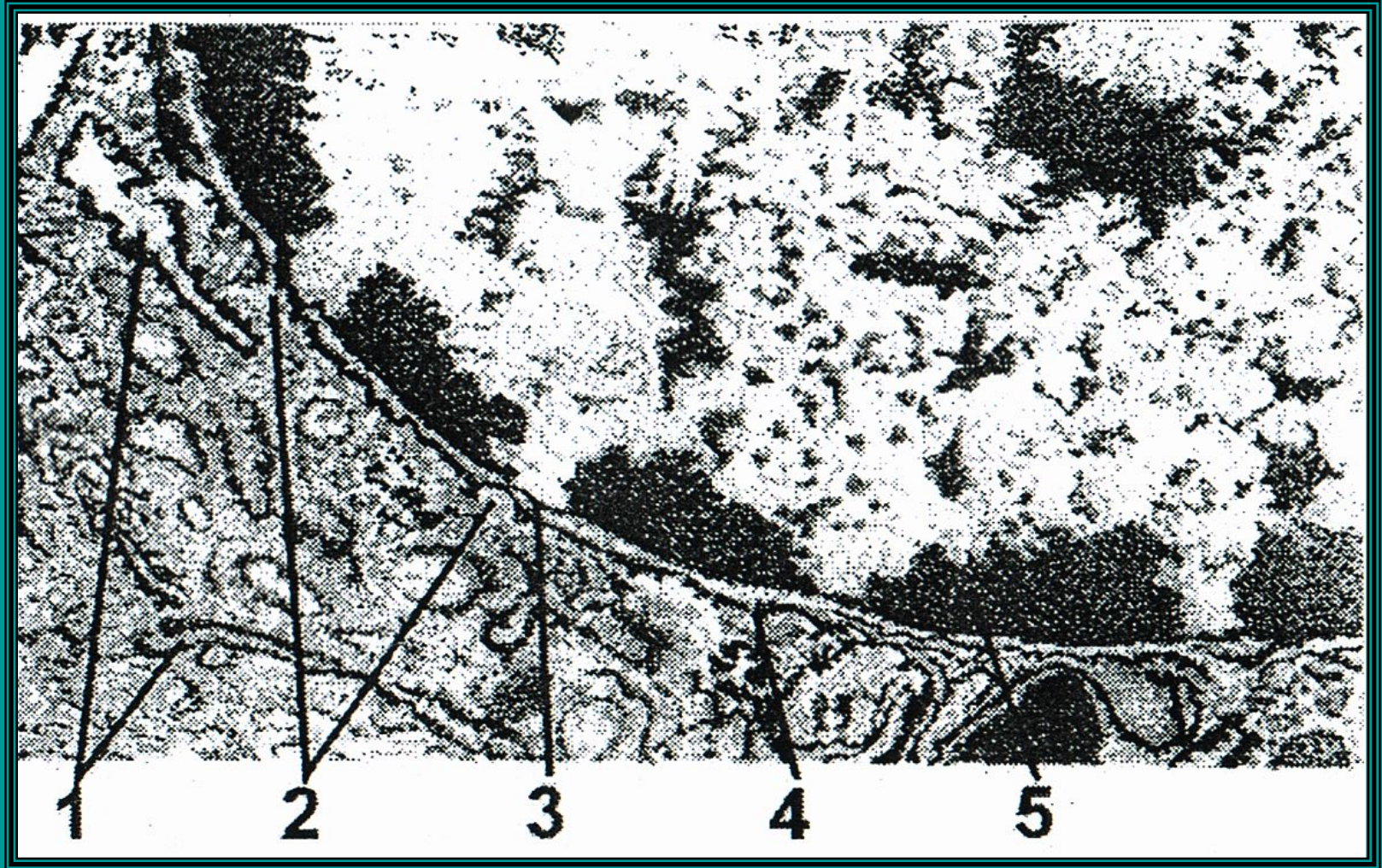
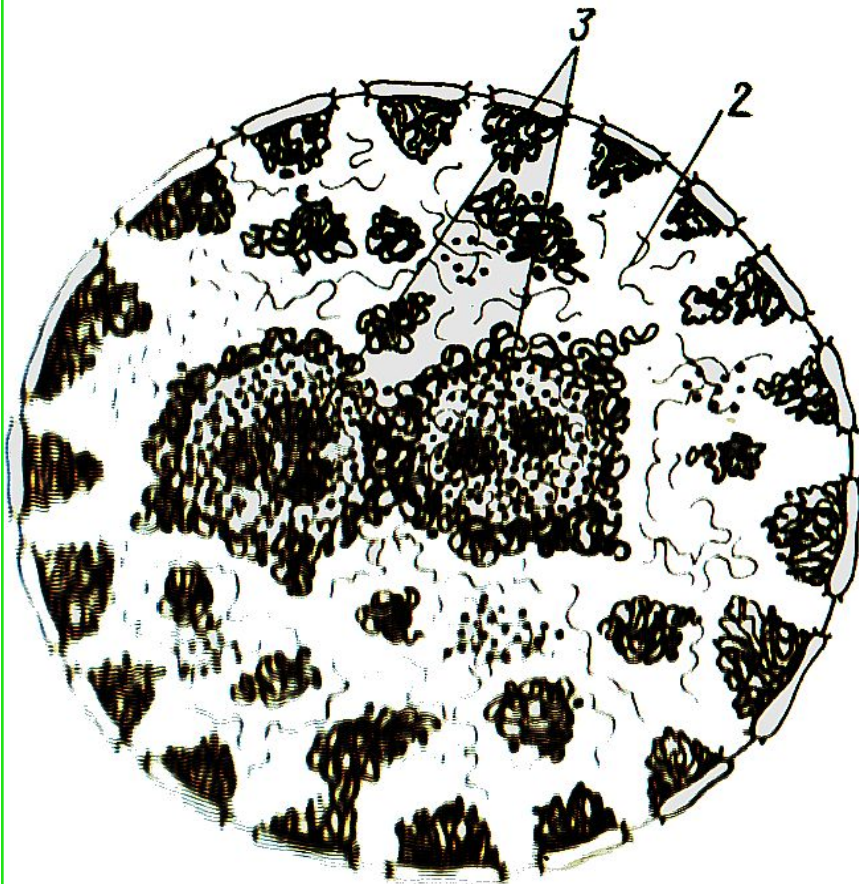
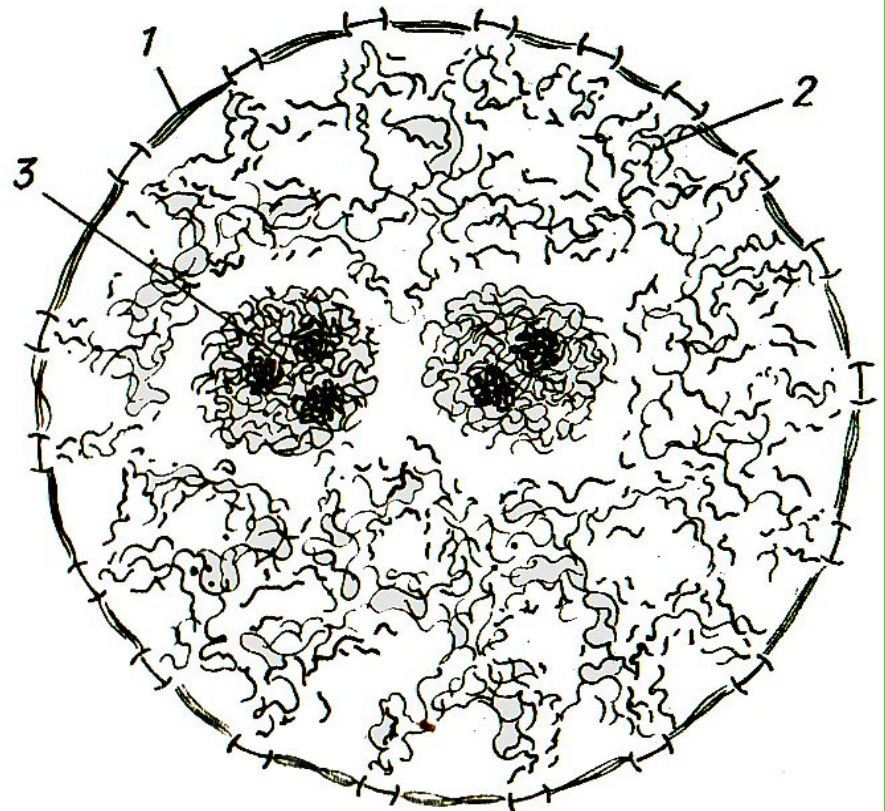


Схема строения ядра:

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



а

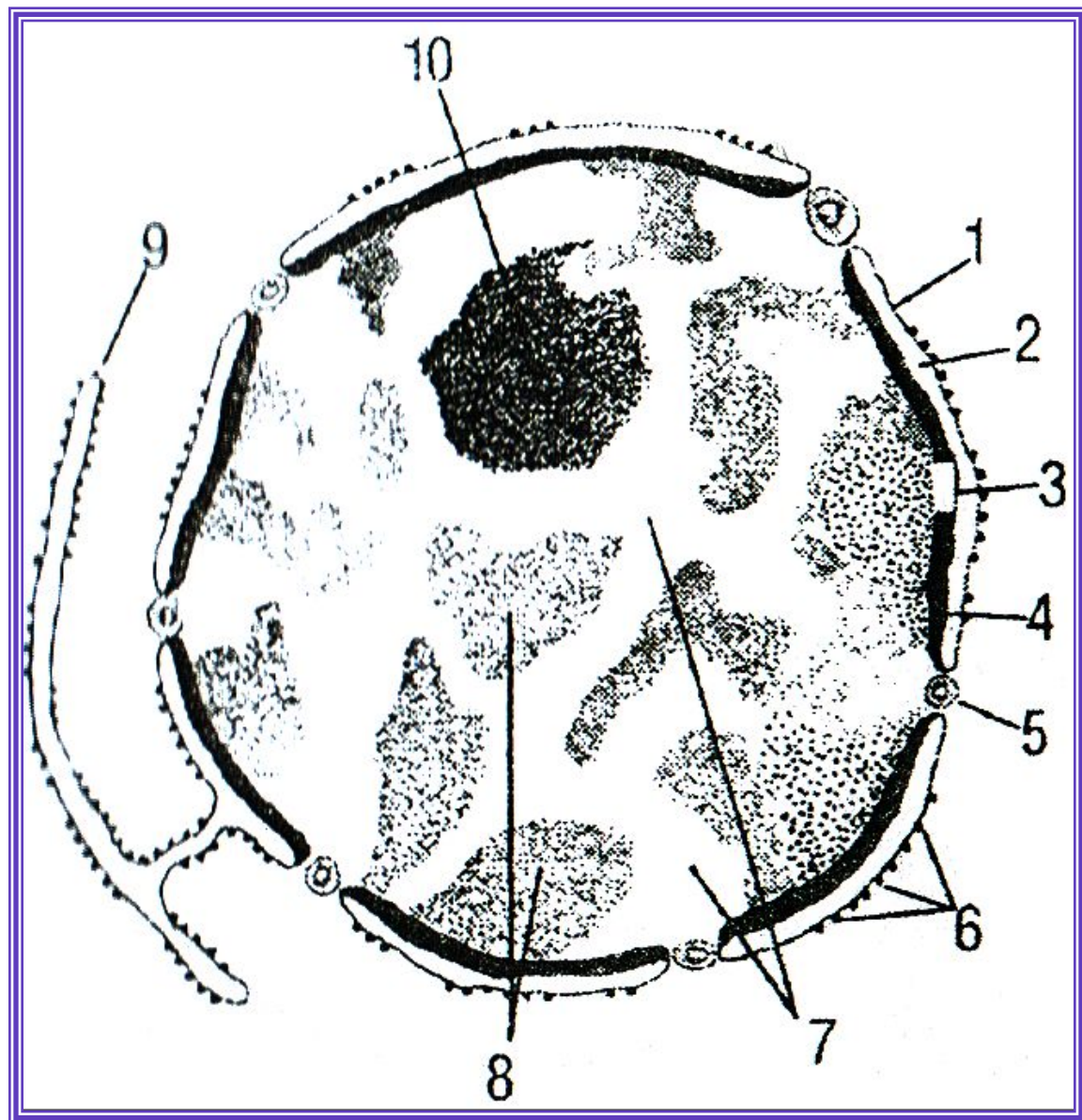


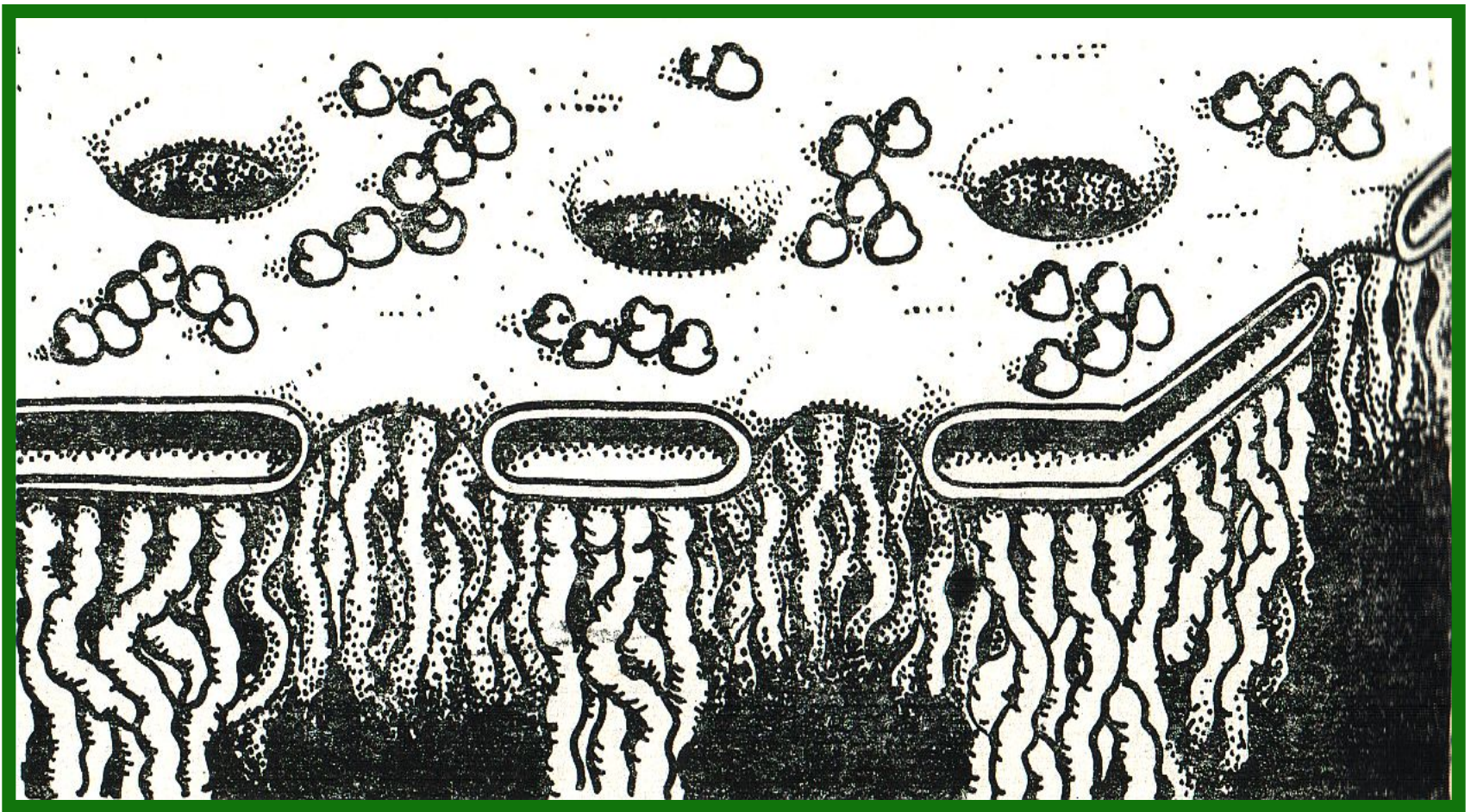
б

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,

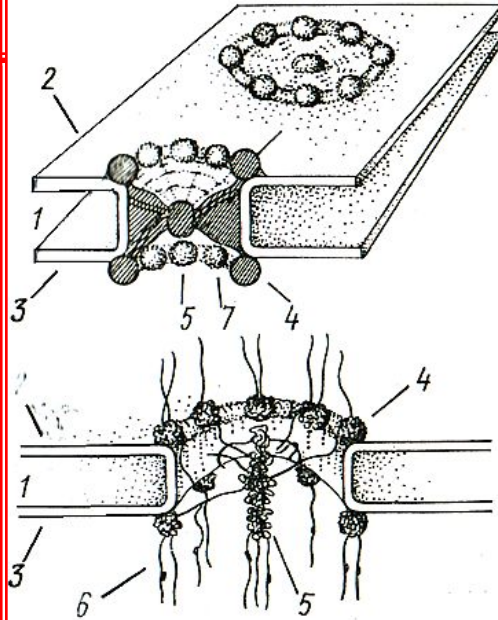
4 - периферические субъединицы,

5 - центральная гранула,

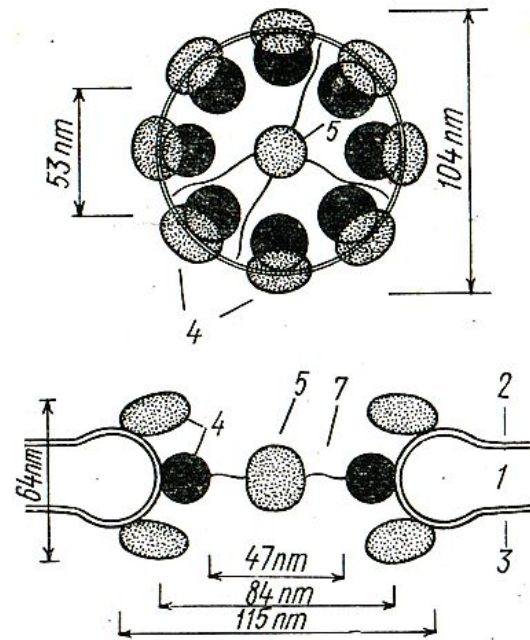
6 - фибриллы, отходящие от гранул,

7 - диафрагма,

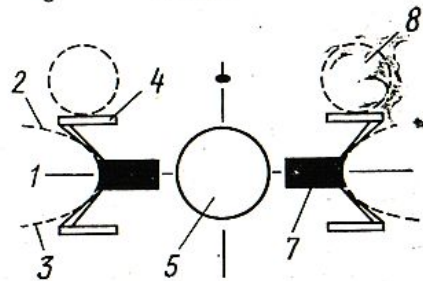
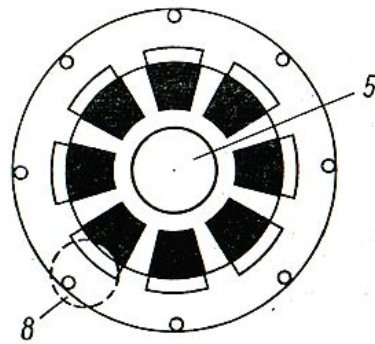
8 - рибосома



а



б



в

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.

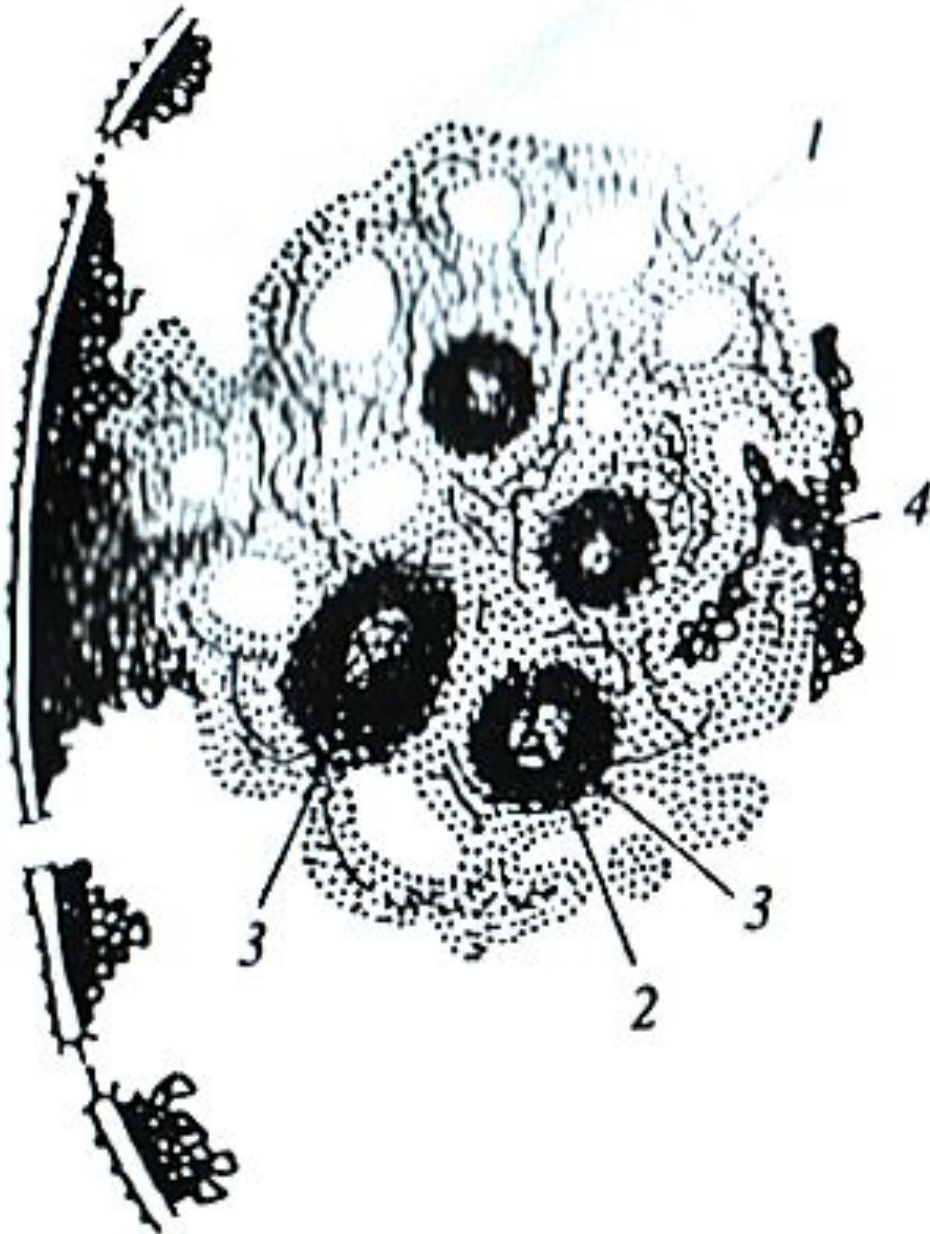


Схема компонентов ядрышка:

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:

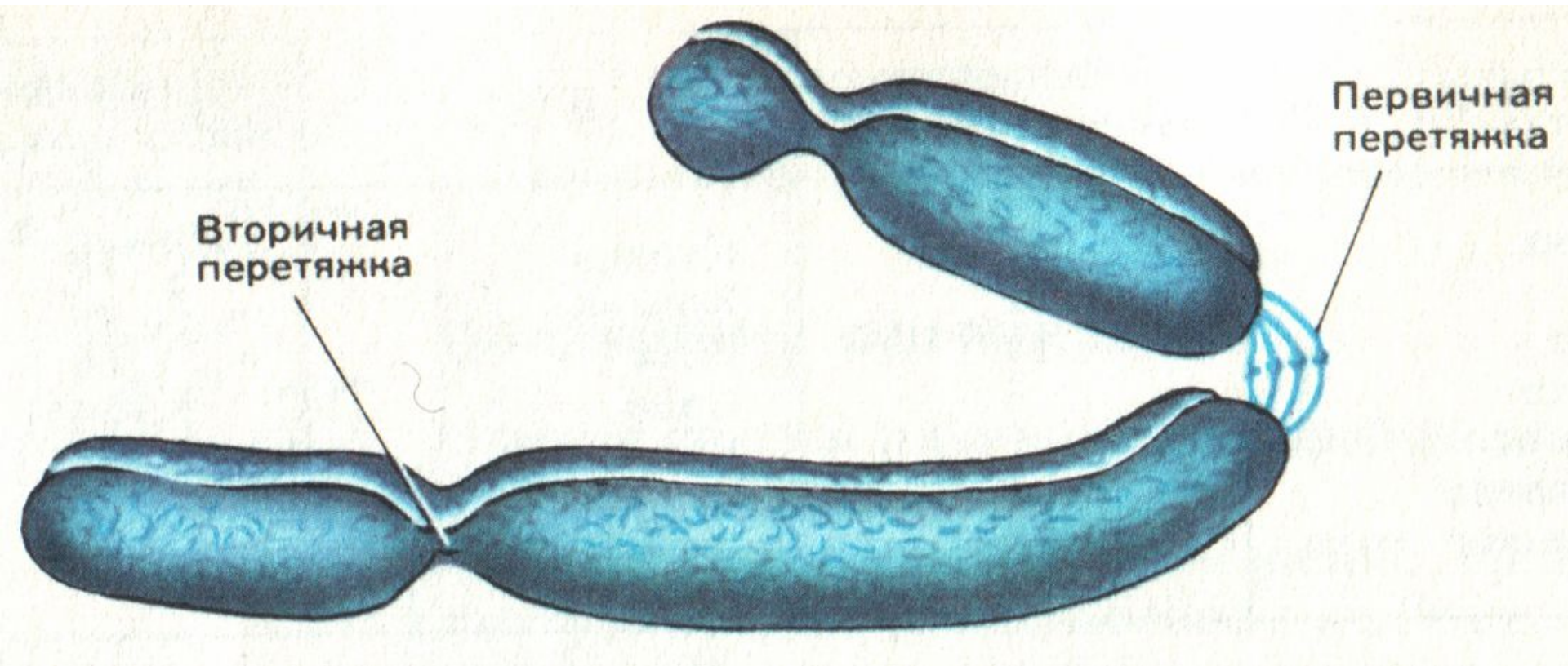
- 1) диффузный;
- 2) конденсированный.

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

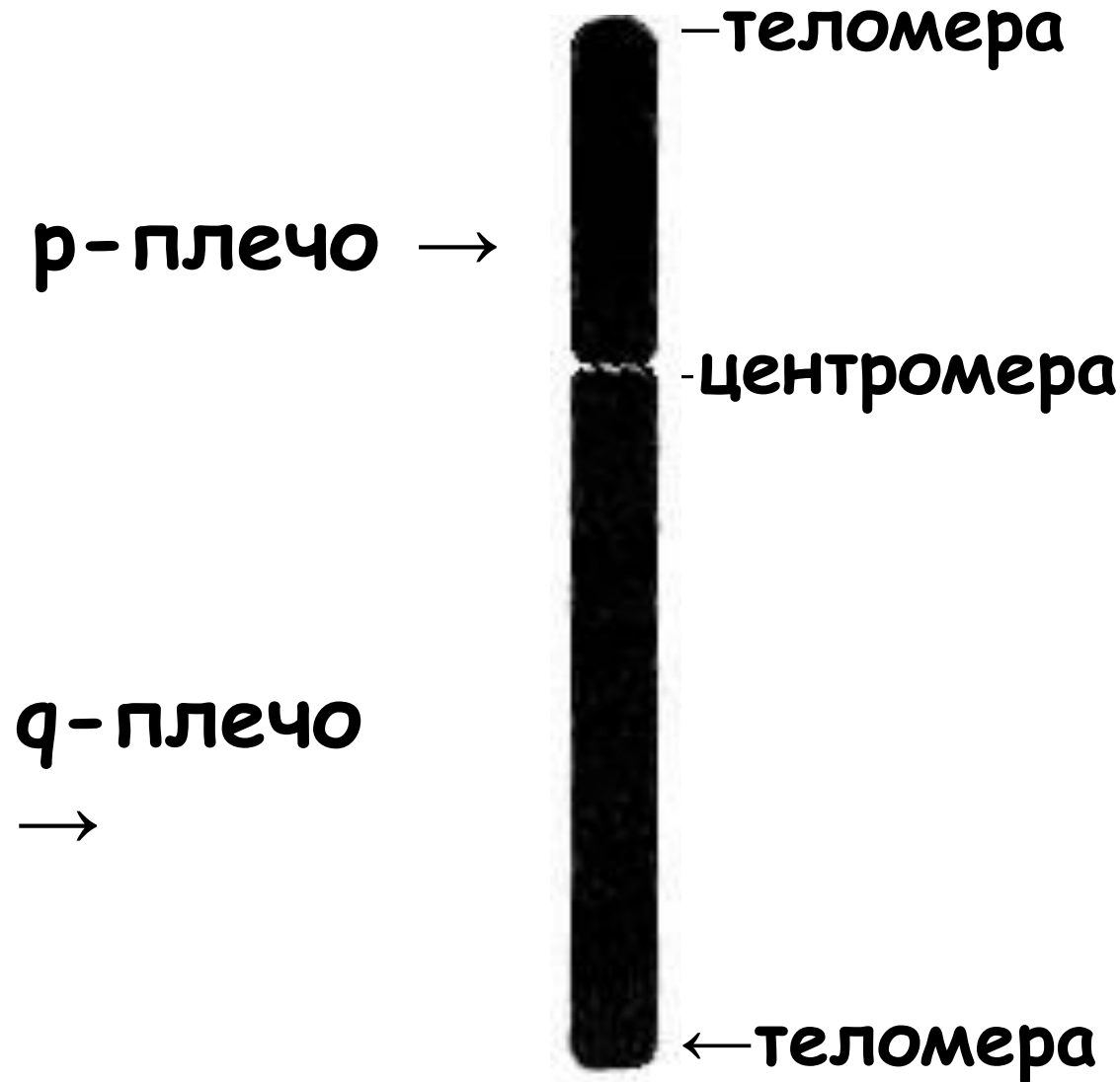
Конденсированный - образует скопления, сгустки, нити. Это **гетерохроматин**, он функционально неактивен, инертен.

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

Строение хромосом.

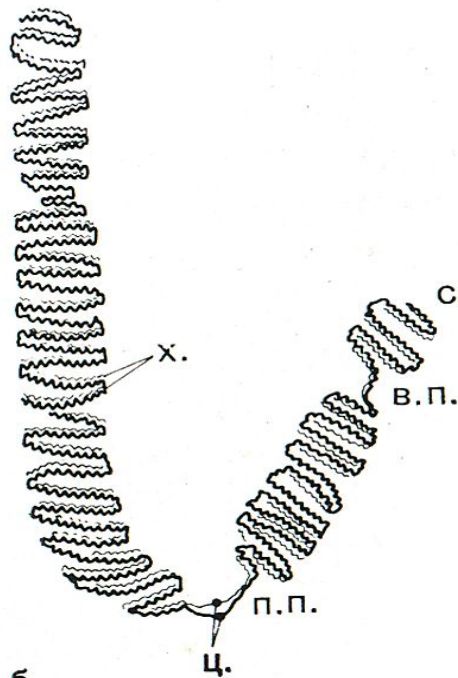
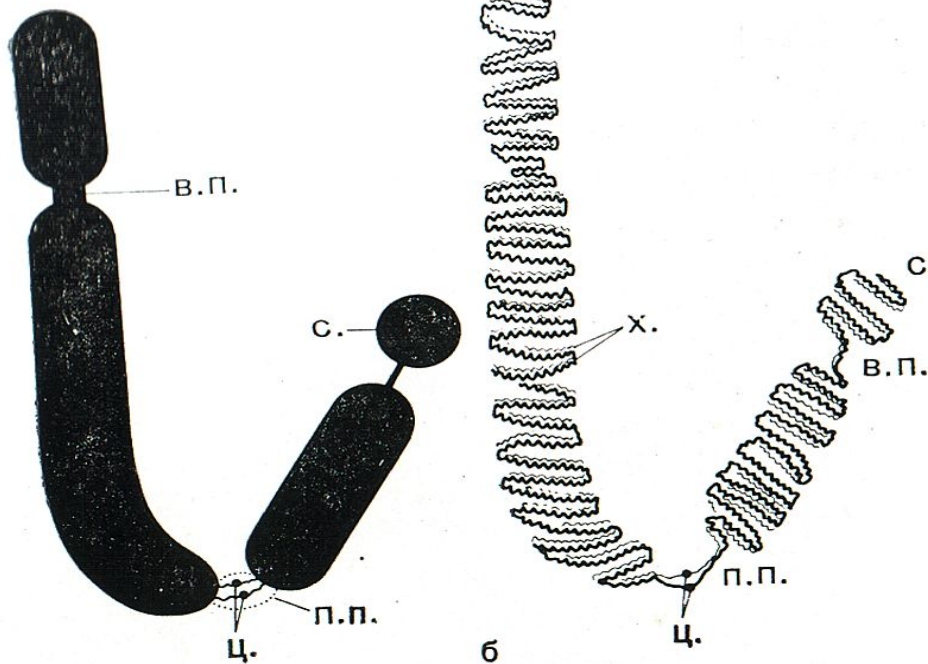
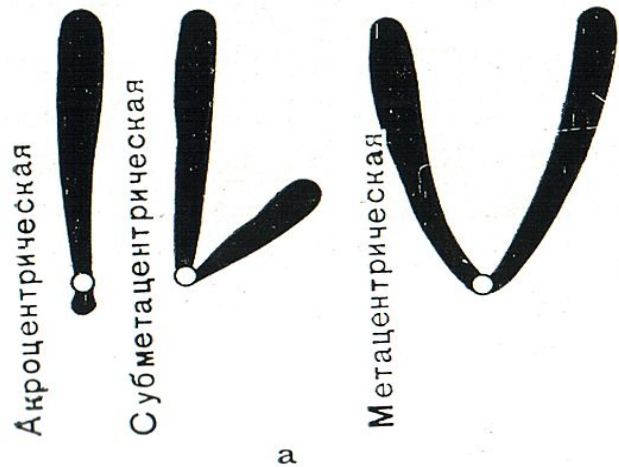


МОРФОЛОГИЯ ХРОМОСОМ



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

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



Строение хромосом:

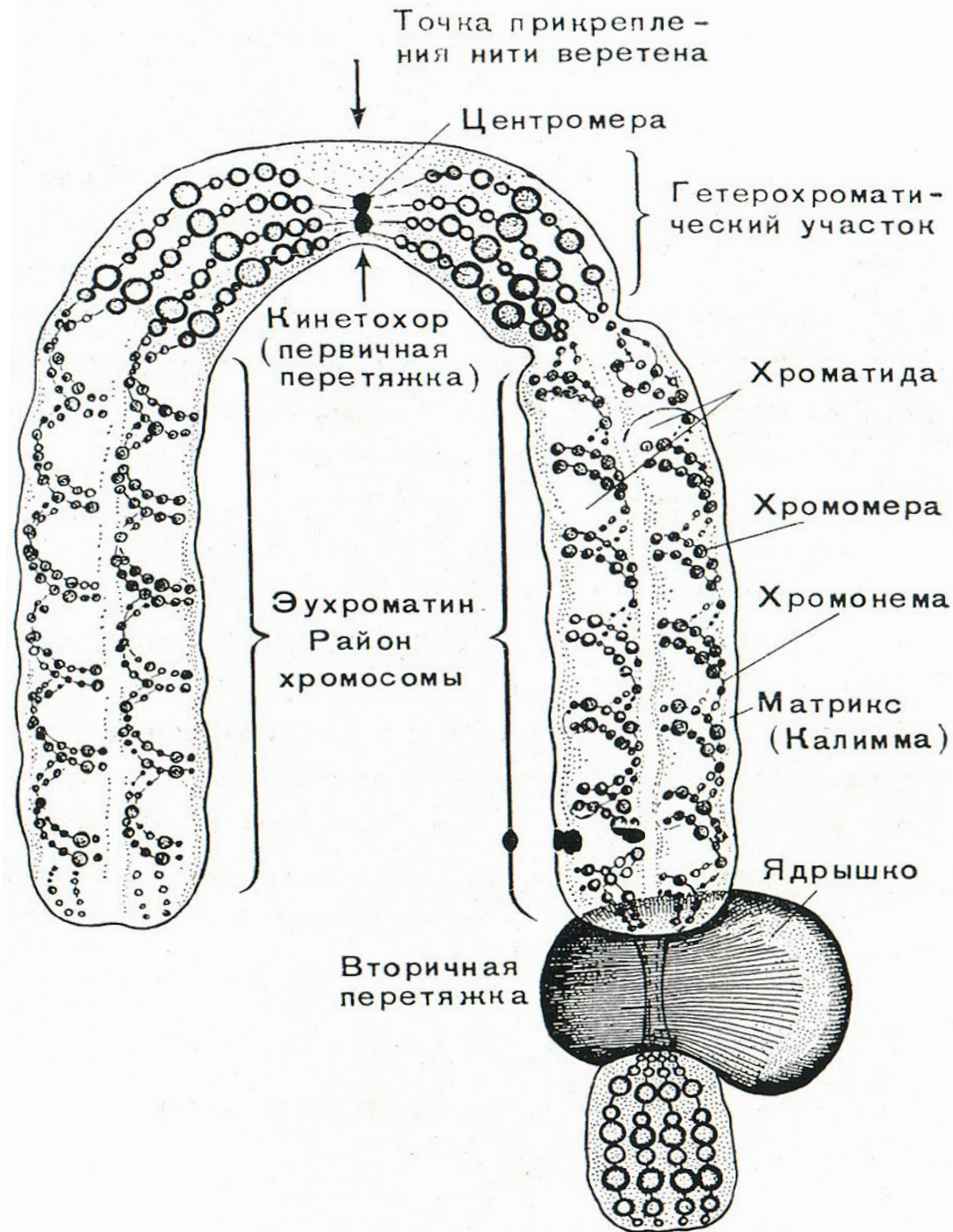
а - ТИПЫ
хромосом;

б - морфология
хромомера,

в. п. - вторичная
перетяжка,

с. -
специализация
хромосом

Ультраструктура хромосом:

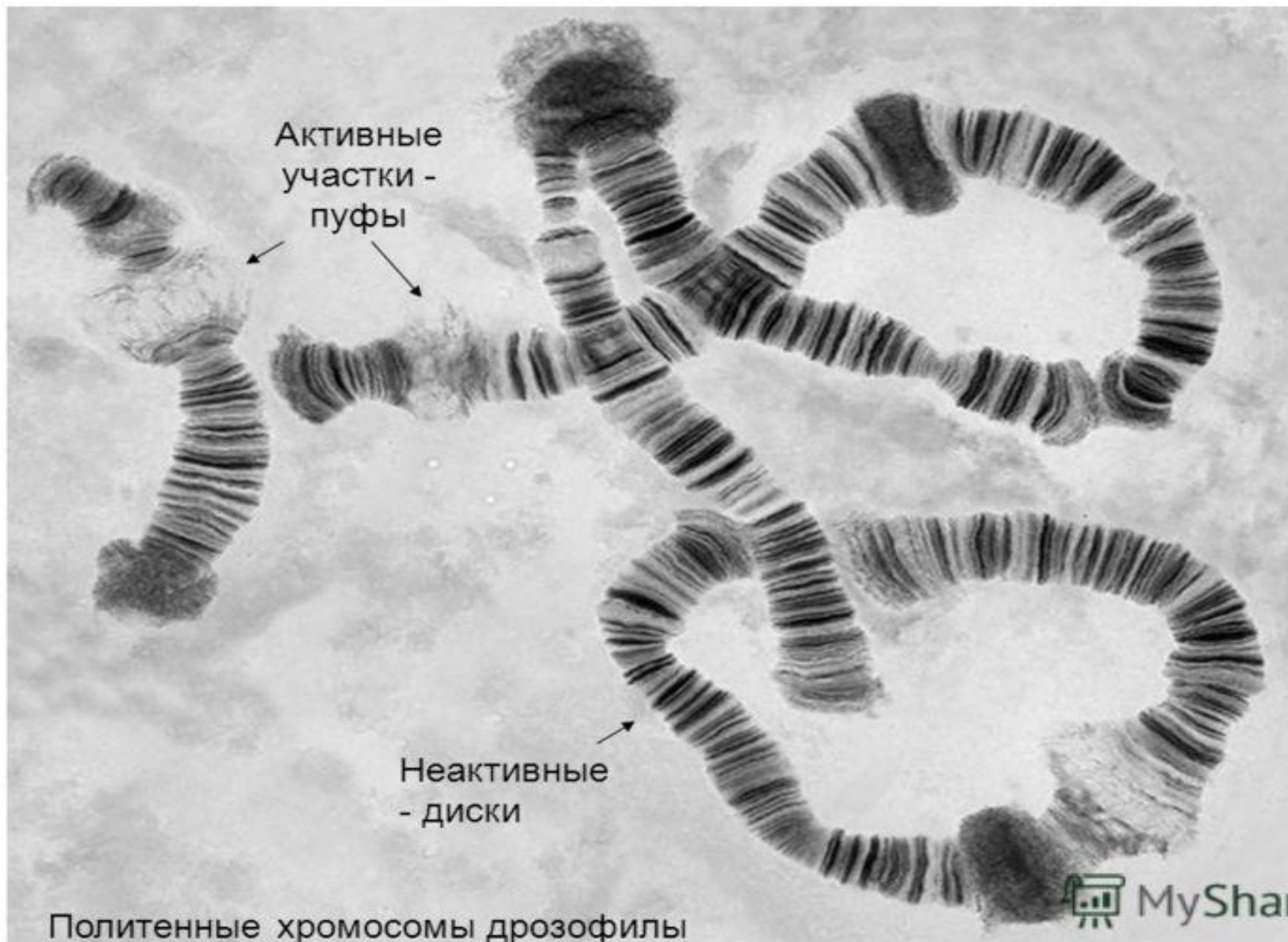


Гетерохроматиновые участки

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

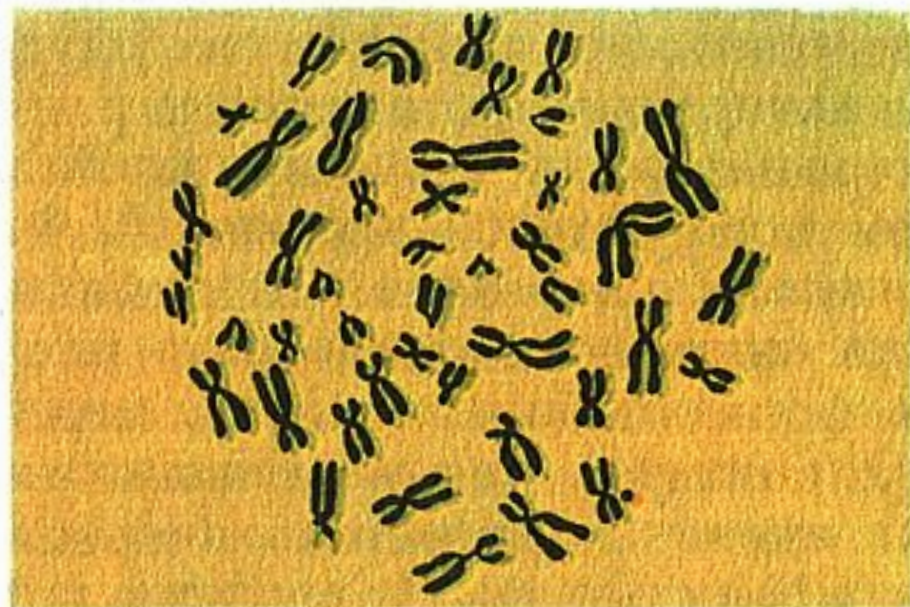
Понятие о кариотипе.

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.

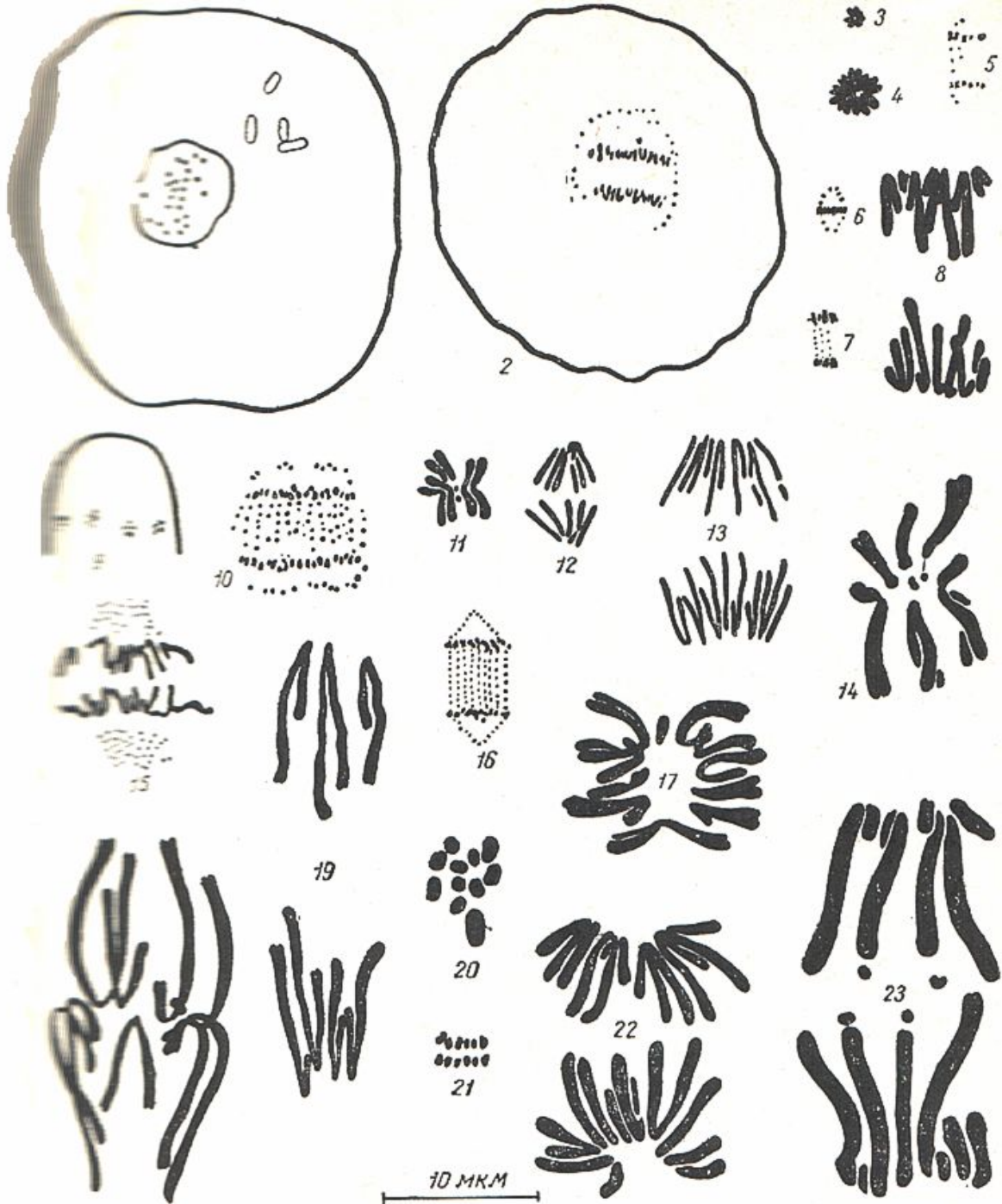
Вид	Диплоидное число хромосом	Вид	Диплоидное число хромосом
Ячмень	14	Курица	78
Овес	42	Кролик	44
Томат	24	Коза	60
Скерда	6	Овца	54
Плодовая мушка дрозофила	8	Шимпанзе	48
Домашняя муха	12	Человек	46



Диплоидный набор хромосом человека



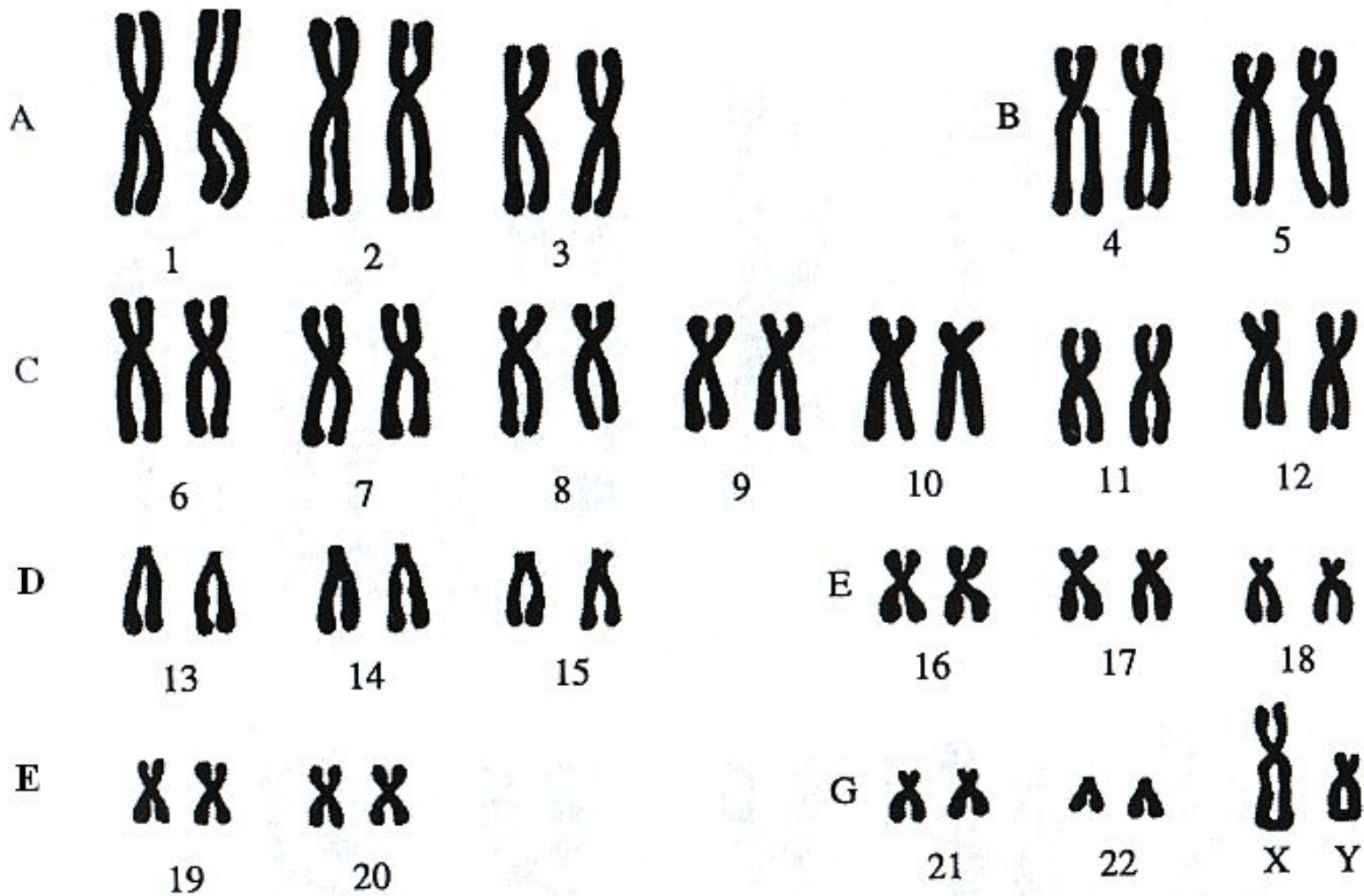
Диплоидный набор хромосом в клетках



**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

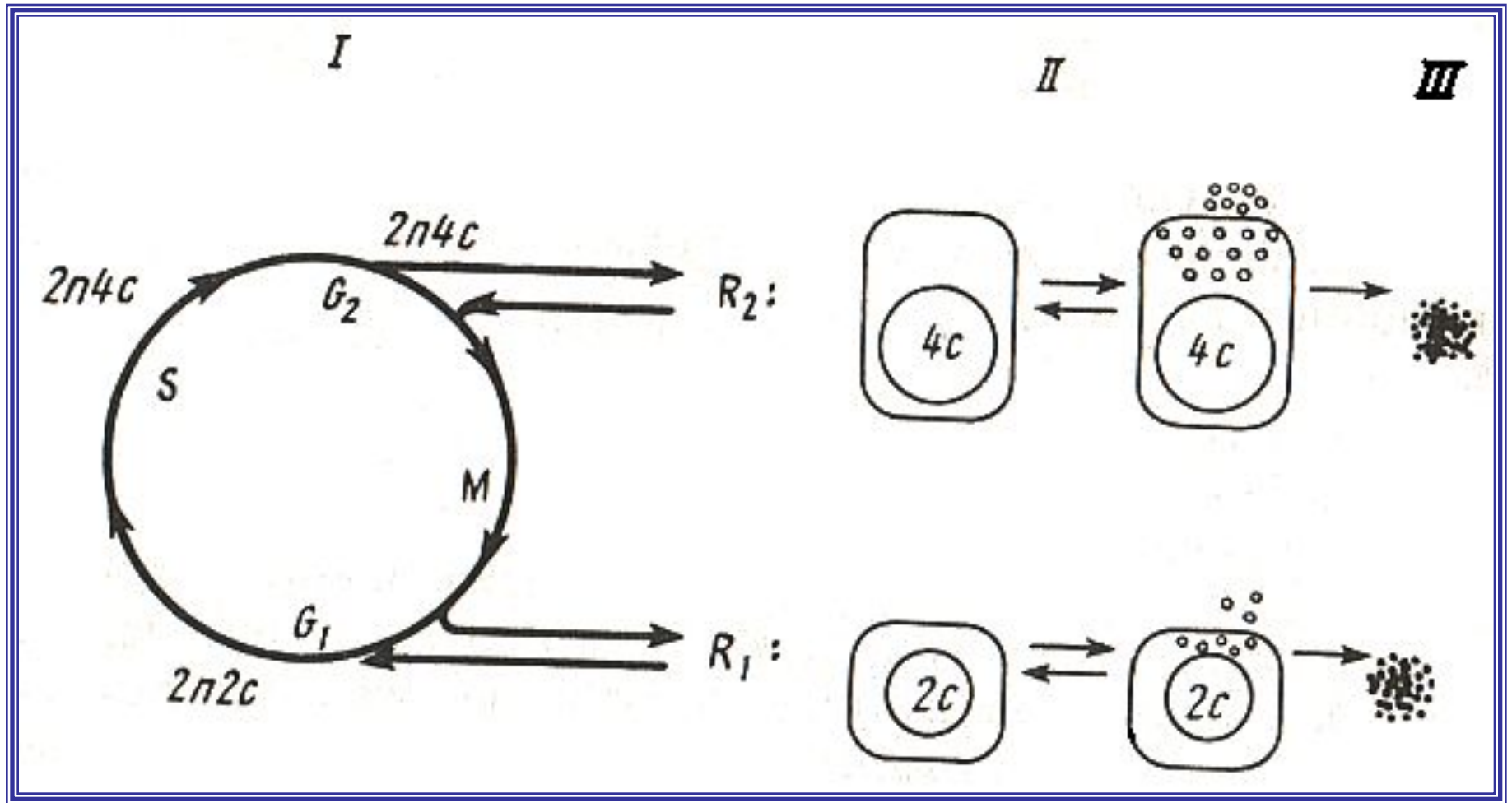
$2n4C$

G₂ - 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,
G₁ и **G₂** - пресинтетический и постсинтетический периоды, **M** - митоз,
n - число хромосом гаплоидного набора, **R₁** и **R₂** - периоды покоя,
S - синтетический период

Митоз.

Фазы митоза:

- 1 - профазы;
- 2 - метафазы;
- 3 - анафазы;
- 4 - телофазы

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.

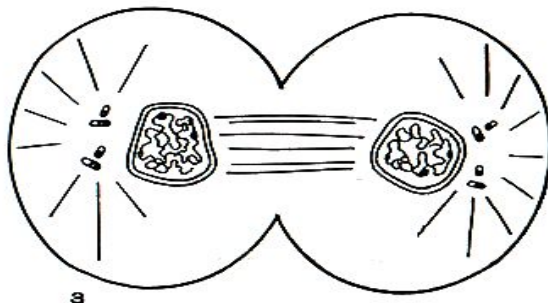
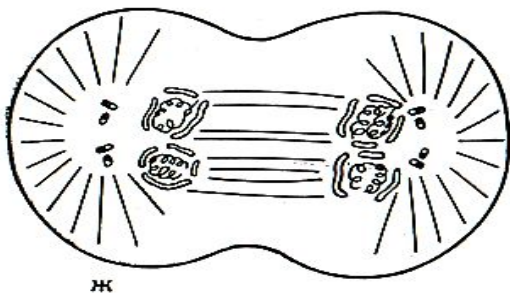
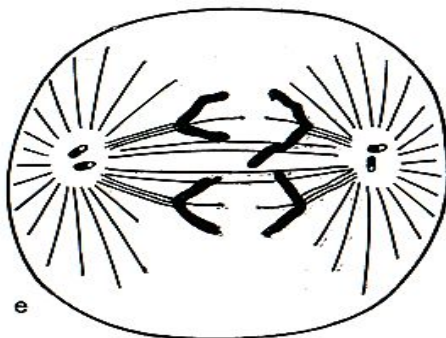
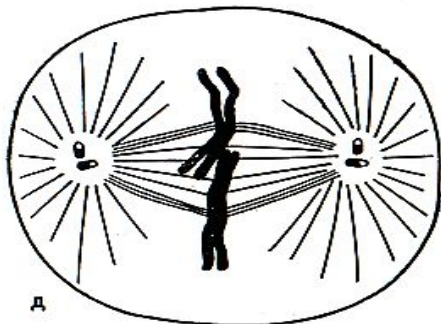
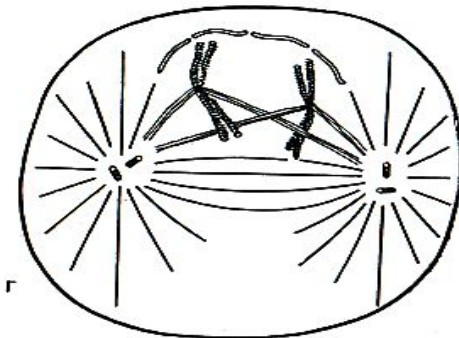
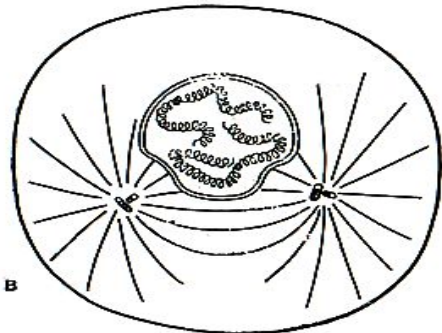
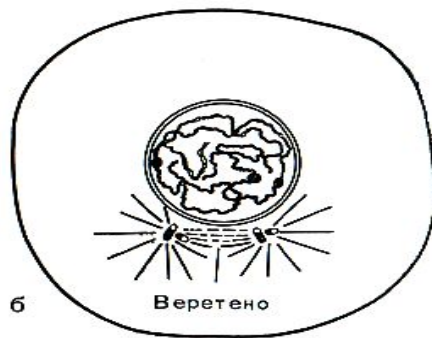
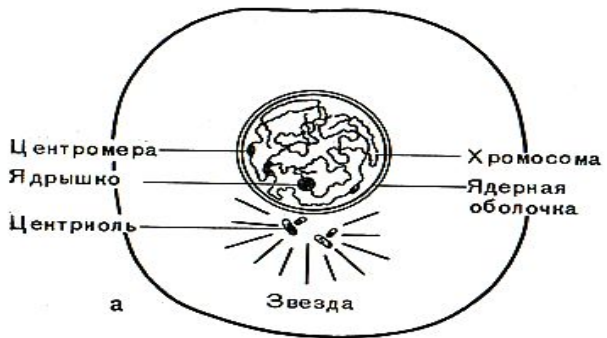
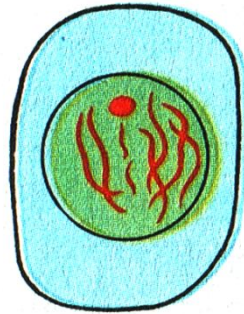
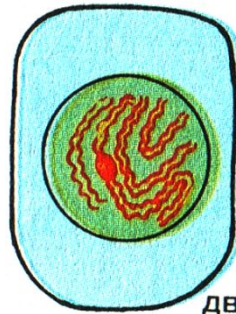


Схема МИТОЗА

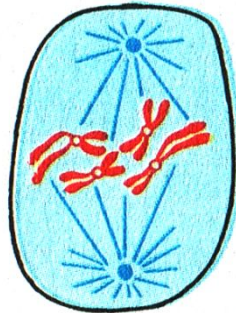
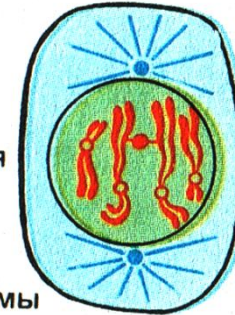
Митоз клетки животных



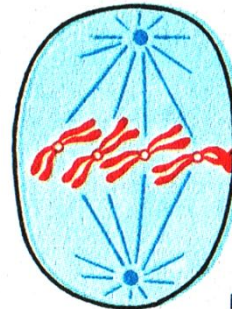
Ядро
неделяющейся
клетки. Видно
круглое
ядрышко



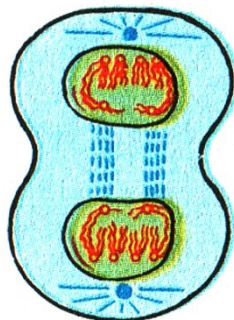
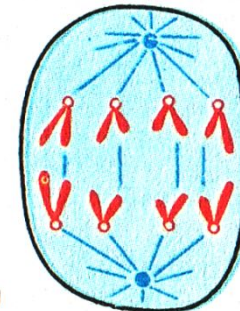
Профаза
Видны
центриоли,
разошедшиеся
к разным
полюсам
клетки, и
двойные хромосомы



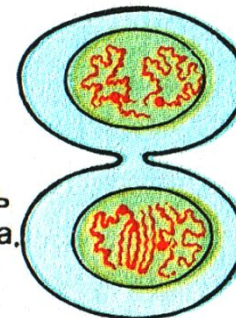
Метафаза
Ядерная
оболочка
растворилась,
видны нити
веретена
деления



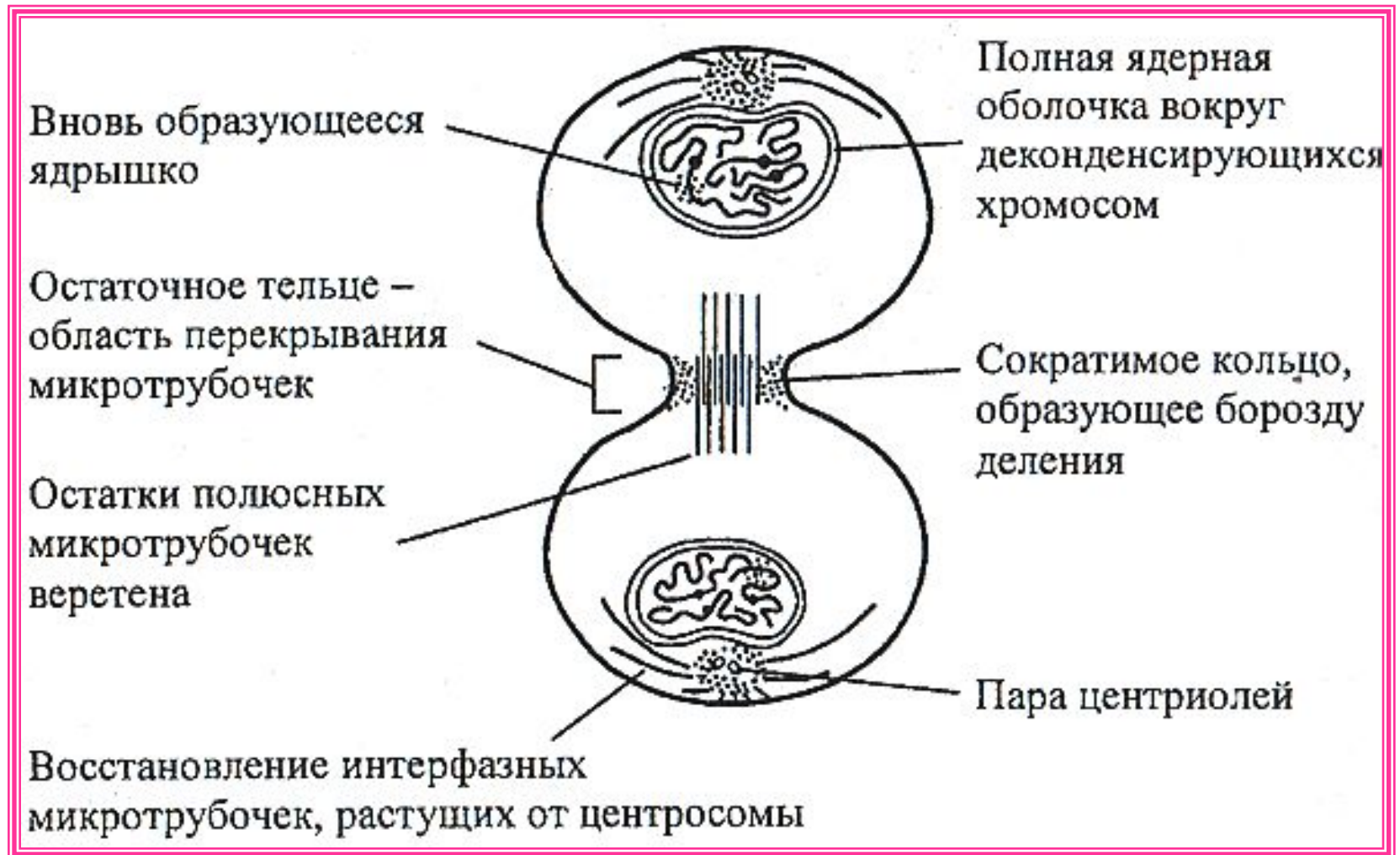
Анафаза
Хромосомы
разошлись к
полюсам клетки



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



Схематическое изображение ЦИТОКИНЕЗА



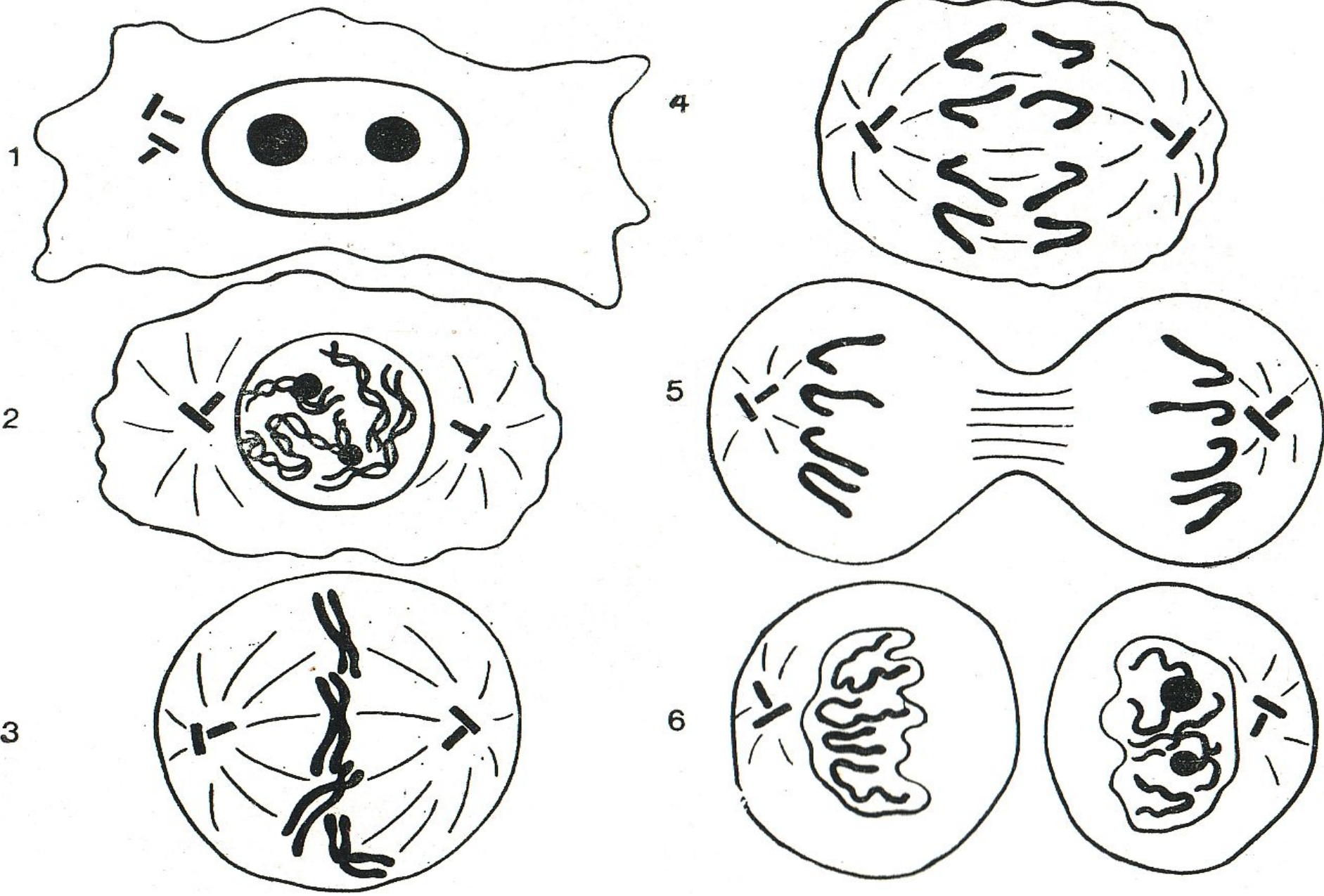
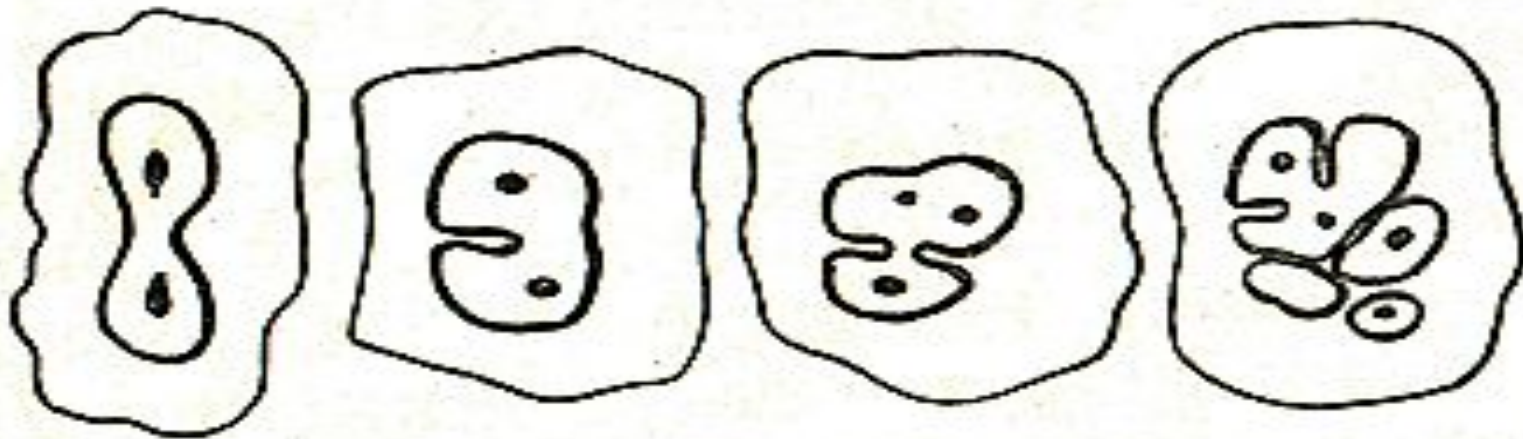


Схема митоза в животной клетке

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.)