

Лекция 1. ЯДРО, СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ

Соловых Галина Николаевна
— зав. каф., доктор биолог. наук,
профессор, заслуженный
работник высшей школы

ОСНОВНЫЕ
ВОПРОСЫ ТЕМЫ

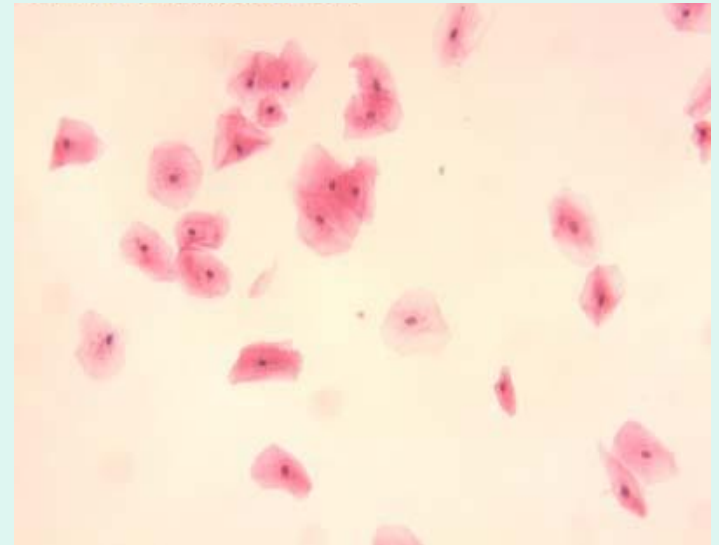
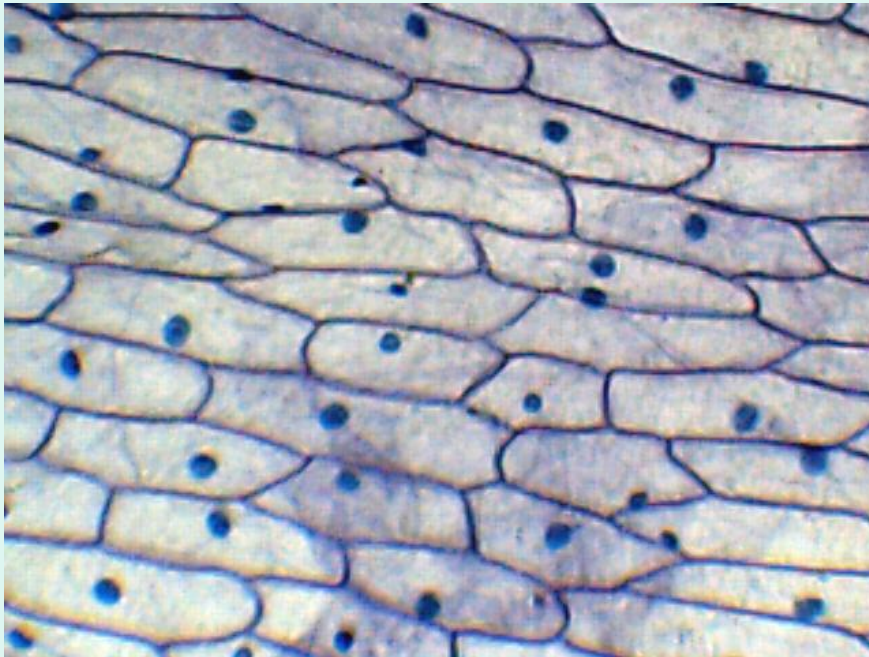
- 1. Роль ядра и цитоплазмы в передаче наследственной информации**
- 2. Характеристика ядра как генетического центра.**
- 3. Роль хромосом в передаче наследственной информации.**
- 4. Правила хромосом.**
- 5. Цитоплазматическая (внеядерная) наследственность: плазмиды, эписомы, их значение в медицине.**
- 6. Основные компоненты ядра, их структурно-функциональная характеристика.**
- 7. Современные представления о строении хромосом: нуклеосомная модель хромосом, уровни организации ДНК в хромосомах.**
- 8. Хроматин как форма существования хромосом (гетеро- и эухроматин): строение, химический состав.**
- 9. Кариотип. Классификация хромосом (Денверская и Парижская)**
- 0. Типы хромосом**
- 1. Современное представление о геноме**

Основные структурные компоненты эукариотических клеток.

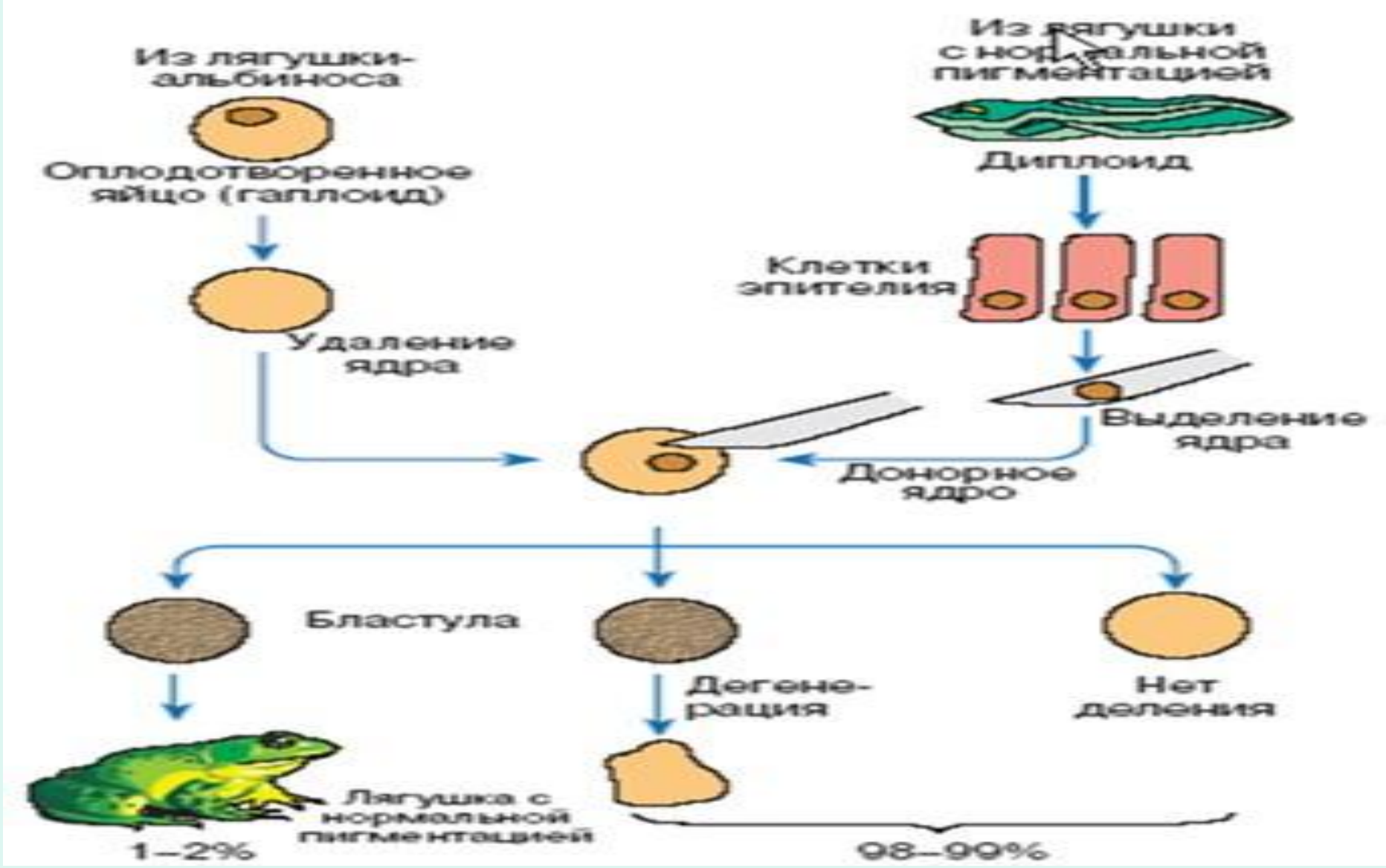


		Цитоплазматическая мембрана (Плазмолемма)
Ядро	Цитоплазма	Гликокаликс (надмембранный комплекс)
Кариолема	Гиалоплазма	Элементарная биологическая мембрана
Кариоплазма	Органеллы	Подмембранный комплекс
Ядрышко	Включения	
Хроматин		

Ядро клетки было открыто в 1831 г. английским ботаником *Робертом Брауном*. Он открыл его в клетках кожицы орхидных



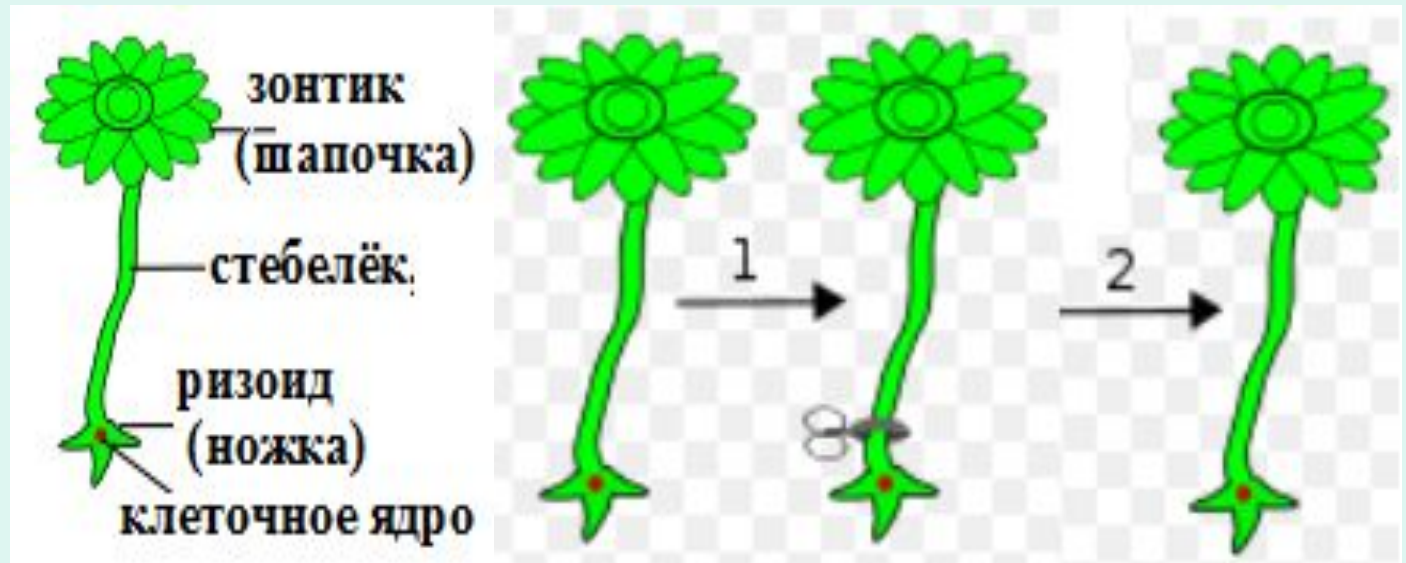
опыты подтверждающие функции ядра: пересадка ядер яйцеклеток



Опыты Геммерлинга

Доказательства роли ядра в передаче наследственной информации:

одноклеточная водоросль (*Acetabularia*), имеющая форму гриба (шляпка, стебелек, корни). Ядро располагается в основании «стебелька». Если перерезать ножку, то нижняя часть продолжает жить, регенерирует шляпку и полностью восстанавливается после операции. Верхняя же часть, лишенная ядра, живет в течение некоторого времени, но, в конце концов, погибает, не будучи в состоянии восстановить нижнюю часть. Следовательно, ядро необходимо для метаболических процессов, лежащих в основе регенерации и соответственно роста.



Опыты Астаурова с тутовым шелкопрядом

Объект: два подвида тутового шелкопряда. У одного подвида берут сперматозоиды, у другого яйцеклетку. После разрушения ядра яйцеклетки, ее оплодотворяют сперматозоидами. Т.к. у шелкопряда имеет место полиспермия (несколько сперматозоидов могут оплодотворить яйцеклетку) в цитоплазме одного подвида формируется ядро с генетическим набором второго подвида. Из такой яйцеклетки развиваются только самцы того подвида, у которых брали сперматозоиды.

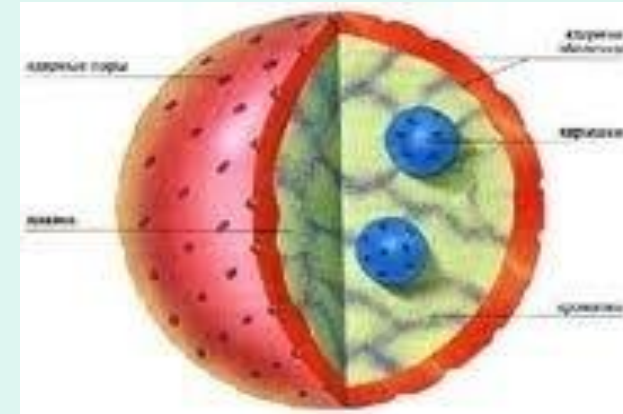
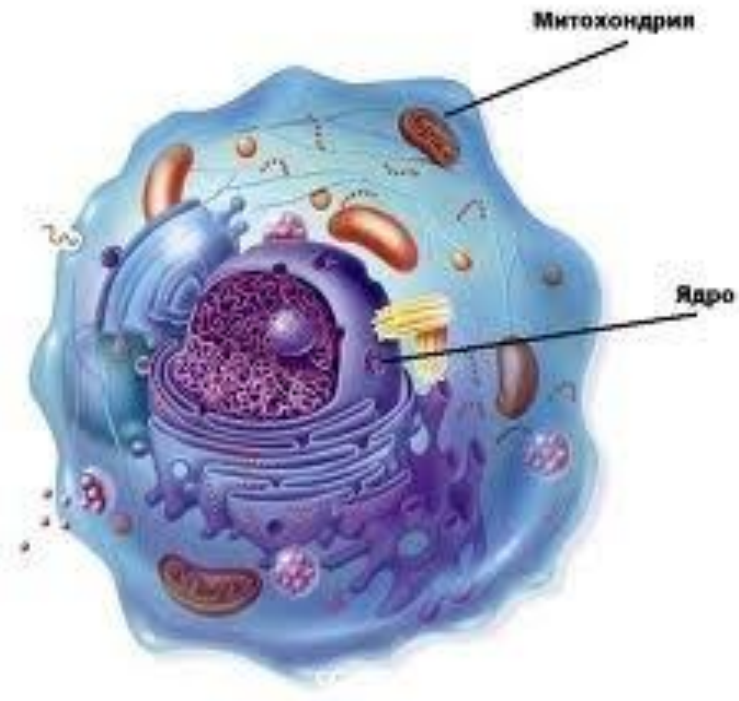


**Астауров
Борис Львович**



***Тутовый шелкопряд:
бабочка и коконы***

Роль ядра в жизнедеятельности клетки



- Хранение генетической информации.
- Передача генетической информации.
- Реализация генетической информации.

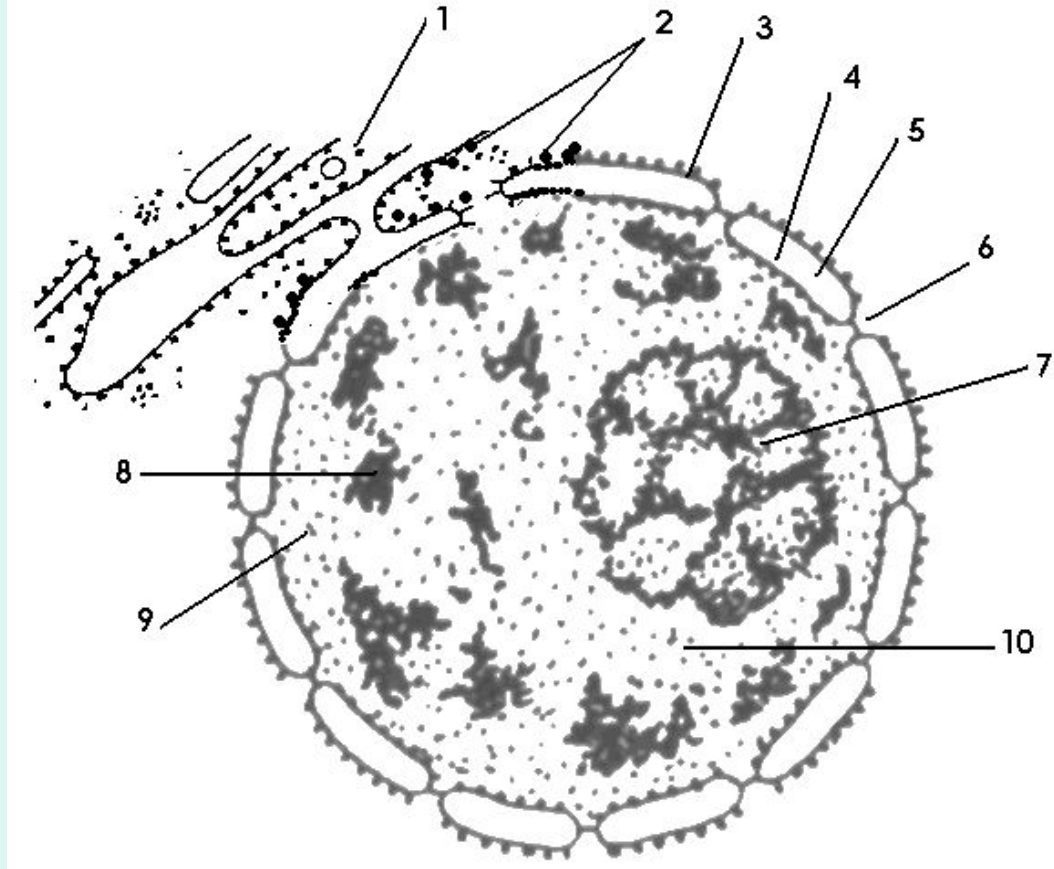
функции ядра хромосом:

- **Прямыми доказательствами** роли ядра являются наследственные болезни, связанные с нарушением числа и структуры хромосом
- **Косвенные:**
 - Правило постоянства числа хромосом.*** Число хромосом и особенности их строения – видовой признак.
 - Правило парности хромосом.*** Число хромосом в соматических клетках всегда четное, это связано с тем, что хромосомы составляют пары.
 - Правило индивидуальности хромосом.*** Каждая пара хромосом характеризуется своими особенностями. Хромосомы, относящиеся к одной паре, одинаковые по величине, форме и расположению центромер называются гомологичными. Негомологичные хромосомы всегда имеют ряд отличий.
- ***Правило непрерывности хромосом.*** Хромосомы способны к авторепродукции.

Каков механизм

выполнения этих функций?

- *Хранение генетической информации* – заключается в поддержании в неизменном состоянии структуры ДНК. Это достигается за счет процессов репарации, репликации и рекомбинации (кроссинговер).
- *Передача генетической информации* – реализуется в ходе митоза и мейоза.
- *Реализация генетической информации* – осуществляется через синтез белков в ходе транскрипции и трансляции.



Строение ядра

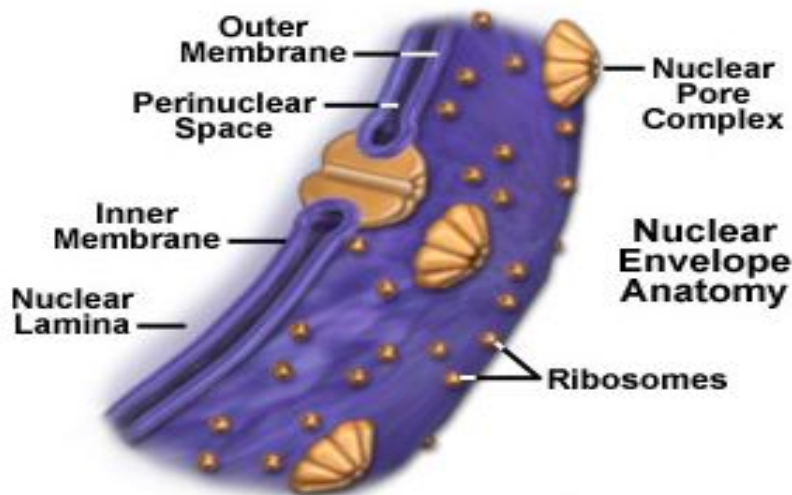
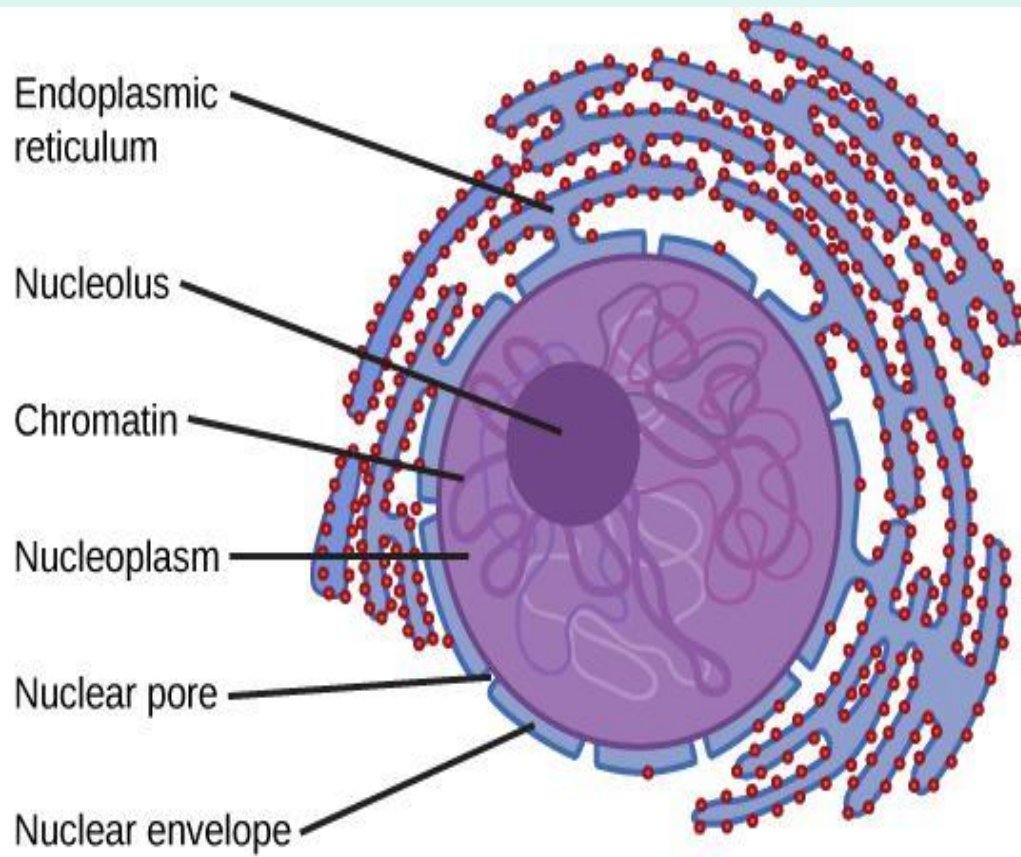
- ядерной оболочки (кариолеммы),
- ядерного сока (или кариоплазмы),
- ядрышка и
- **хроматина.**

Функция ядерной оболочки:

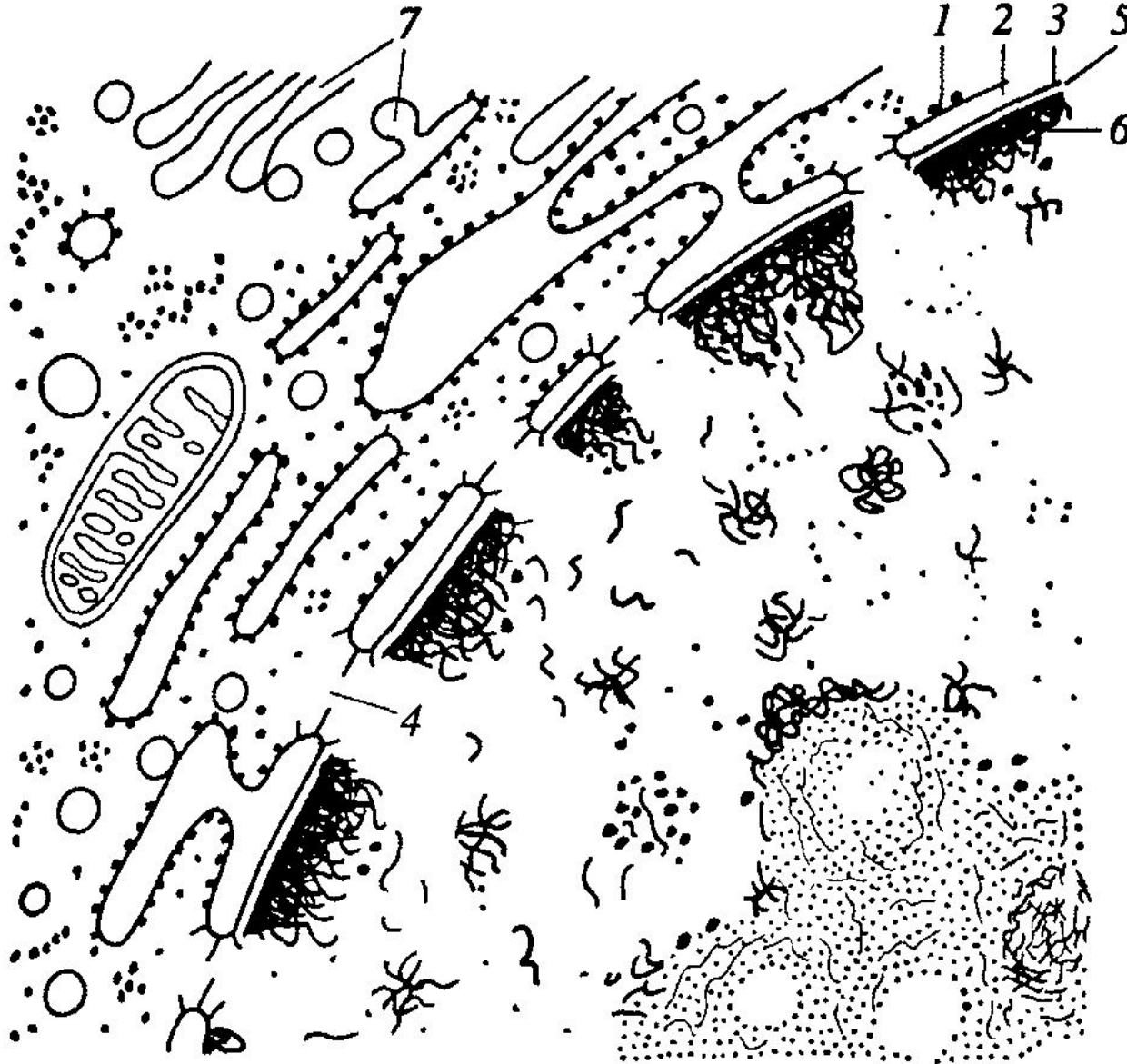
- **защитная**
- **барьерная**
- **регуляторная**
- **транспортная**
- **фиксирующая**

Строение ядерной оболочки

1. внешняя мембрана ядерной оболочки;
2. перинуклеарное пространство (10-30 нм)
3. Внутренняя мембрана ядерной оболочки;
4. ядерные поры;
5. ламины;
6. хроматин;
7. Мембраны цитоплазмы



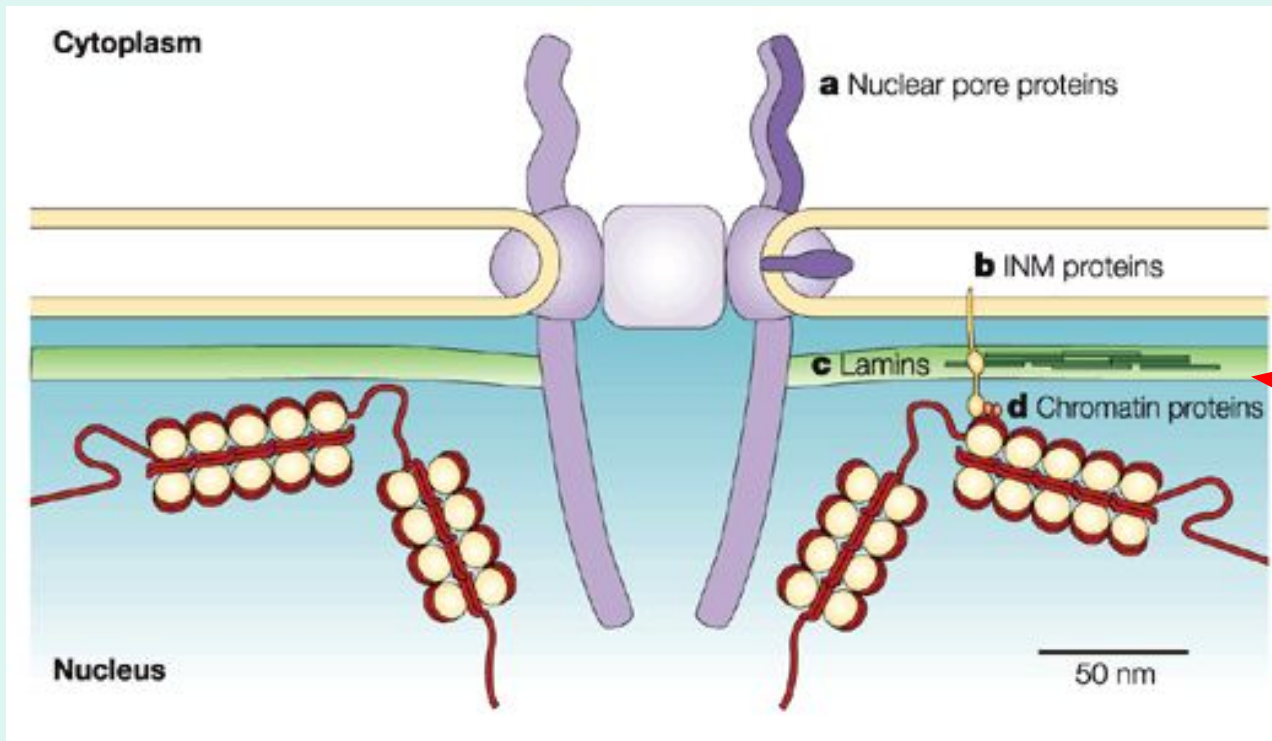
Строение ядерной оболочки



1. **внешняя мембрана ядерной оболочки;**
2. **перинуклеарное пространство;**
3. **внутренняя мембрана ядерной оболочки;**
4. **ядерные поры;**
5. **ламины;**
6. **хроматин;**
7. **мембраны цитоплазмы**

Ядерная ламина

- Внутренняя мембрана связана с ядерной ламиной, которая состоит из трех типов белков **A**, **B**, and **C**.
- Именно с ней контактируют нити хроматина

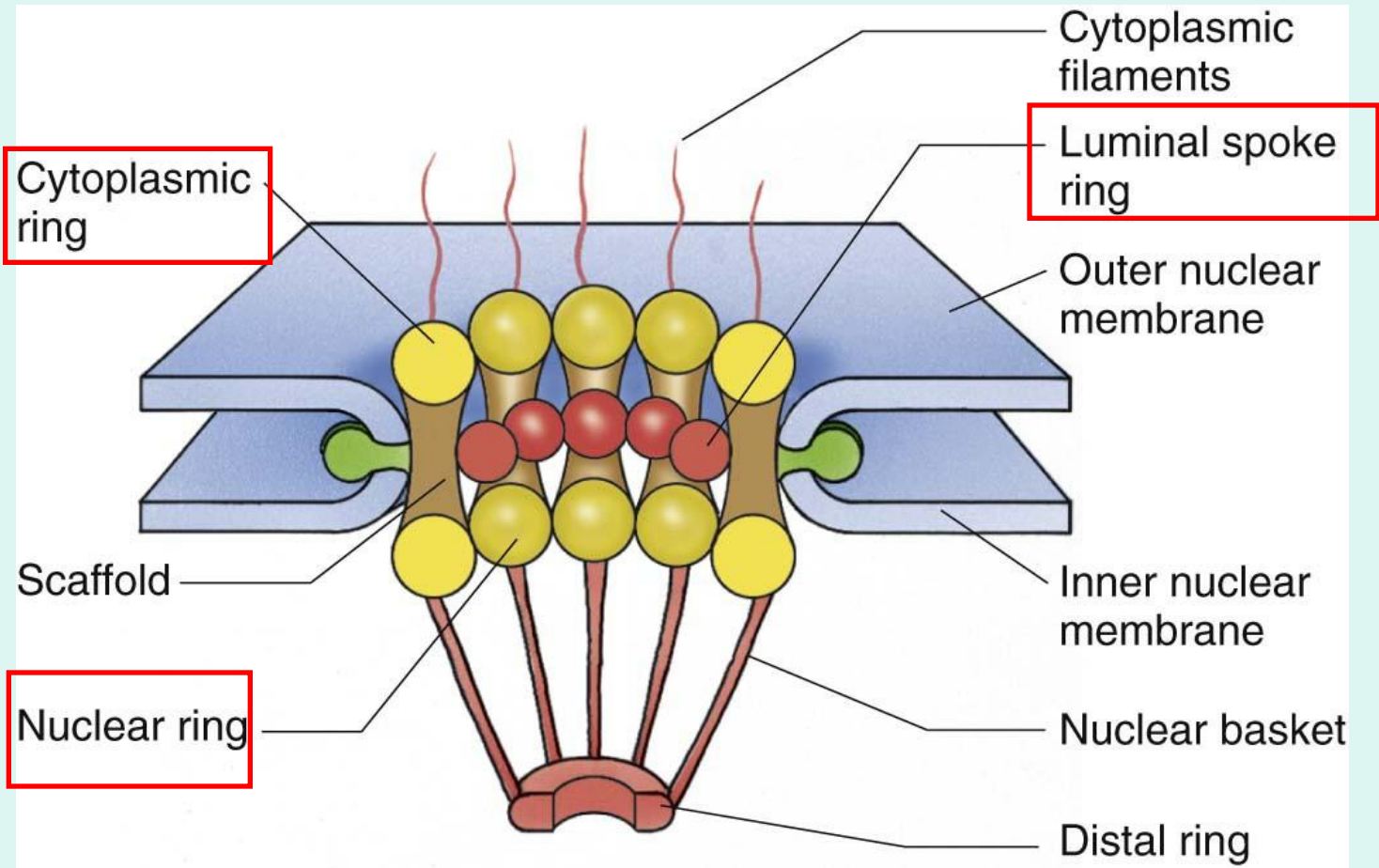


*nuclear
lamina*

ядерная пора.

- Наиболее характерной структурой ядерной оболочки является **ядерная пора**. Пory в оболочке образуются за счет слияния двух ядерных мембран и имеют вид округлых сквозных отверстий, или перфораций, с **диаметром около 100 нм.**
- Число ядерных пор зависит от метаболической активности клеток: чем выше синтетические процессы в клетках, тем больше пор.

Ядерные поры



- **Поровый комплекс** образован 3 рядами (слоями) глобулярных белков, в каждом ряду их 8, в центре большая центральная глобула. Т.о. образуется воронка, в которой ряды соединяются между собой фибриллярными нитями. За счет этих нитей, при их сокращении, происходит увеличение или уменьшение поры. Глобулы белков – это ферменты и поэтому это ферментативная воронка, которая пропускает не все вещества. **Функция ядерной поры:** *барьерная, регуляторная, транспортная, фиксирующая (для хроматина)*. В то же время ядерные поры осуществляют избирательный транспорт.

Ядерный сок

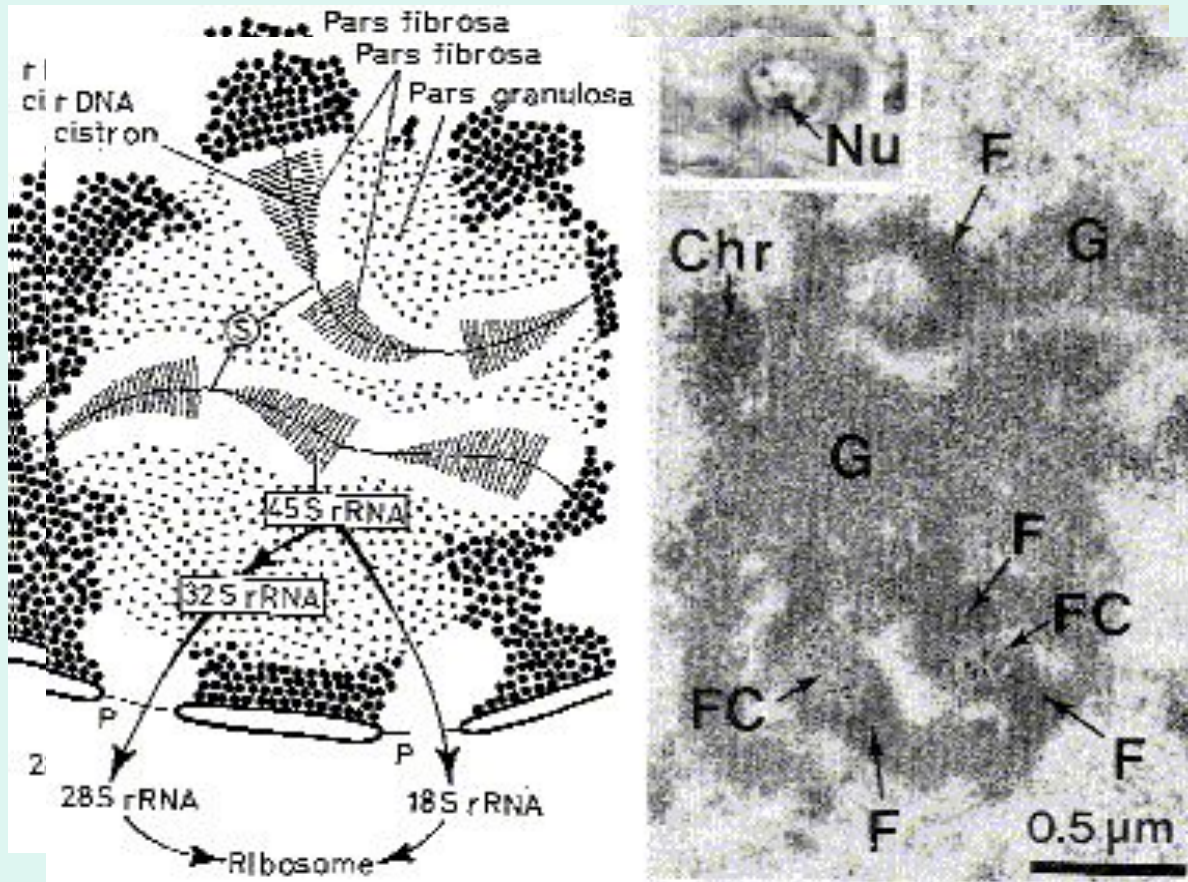
- **Ядерный сок (кариоплазма)** - внутренняя среда ядра, представляющая собой коллоидное (гелеобразное) вязкое вещество, в котором находятся структуры ядра, а также ферменты и нуклеотиды, необходимые для репликации, транскрипции.
- **Функция ядерного сока:** *осуществление взаимосвязи ядерных структур и обмен с цитоплазмой клетки.*

ЯДРЫШКО

- **Ядрышки** – это мелкие, обычно шаровидные тельца, являющиеся непостоянными компонентами ядра - они исчезают в начале деления клетки (профаза) и восстанавливаются после его окончания (телофаза).
- Впервые ядрышки были обнаружены Фонтана в 1774 г.

- Еще в 1930-х годах рядом исследователей (МакКлинток, Хейтц, С.Г. Навашин) было показано, что возникновение ядрышек связано с **ядрышковыми организаторами**, расположенными в области **вторичных перетяжек спутнических хромосом (13, 14, 15, 21 и 22 пары)**. В области вторичных перетяжек локализованы гены, кодирующие синтез рибосомальных РНК.

Электронная микрофотография - ядрышко



Функция: синтез р-РНК, из которых на 80% состоят рибосомы

Состав ядрышка

- Основным **компонентом** ядрышка является **белок**: на его долю приходится до **70—80%** от сухой массы. Такое большое содержание белка и определяет высокую плотность ядрышек. Кроме белка в составе ядрышка обнаружены нуклеиновые кислоты: **РНК (5—14%)** и **ДНК (2-12%)**. В структуре ядрышка выделяют **гранулярный и фибриллярный компоненты**.
- **Функция**: синтез р-РНК, из которых на 80% состоят рибосомы.

Число ядрышек может быть различным – **1-5** ядрышек на гаплоидный набор и до **10** на диплоидный набор, причем их количество не строго постоянно даже у одного и того же типа клеток. При новообразовании ядрышек они могут сливаться друг с другом в одну общую структуру, т.е. в пространстве интерфазного ядра отдельные ядрышковые организаторы разных хромосом могут объединяться. *Так, в тканях человека могут встречаться клетки с одним ядрышком.* Это значит, что они слились.

Хроматин -это сложный химический комплекс и одно из возможных структурно-функциональных состояний наследственного материала клетки, т.е. ДНК.

Хроматин СОСТОИТ ИЗ :

ДНК(40%) в комплексе с **ГИСТОНОВЫМИ** (Н1, Н2а, Н2в, Н3, Н4.) **(40%)** и **НЕГИСТОНОВЫМИ (20%)** белками, а так же встречаются следы РНК. Хроматин хорошо окрашивается основными красителями, что объясняет его кислотные свойства. При наблюдении в световой микроскоп хроматин интерфазного ядра виден в виде тонких нитей, глыбок, гранул.

- В зависимости от локализации в ядре хроматин может быть ***пристеночным*** (обнаруживается около ядерной мембраны) и ***диффузным*** (распределенный по всему объему ядра).

Типы хроматина

Эухроматин

- деспирализованный,
транскрибируемый, слабее окрашен

Гетерохроматин

–спирализованный, конденсированный,
нетранскрибируемый, более интенсивно
окрашен.

РАЗЛИЧАЮТ:

Конститутивный – ДНК которого находится в
конденсированном состоянии постоянно во всех
клетках организма.

Факультативный – ДНК которого может
транскрибироваться и находится в
конденсированном состоянии лишь в некоторых
клетках в определенные периоды онтогенеза
организма. Примером служит тельце Бара.

Конститутивный – ДНК в нём находится в конденсированном состоянии.

Конститутивный гетерохроматин генетически **не активен**; он не транскрибируется, реплицируется позже всего остального хроматина, в его состав входит особая (сателлитная) **ДНК**, обогащенная **высокоповторяющимися последовательностями нуклеотидов**; **он локализован в центромерных, теломерных зонах митотических хромосом**. *Доля конститутивного хроматина может быть неодинаковой у разных объектов.* Так, у **млекопитающих** на его долю приходится **10—15%** всего генома, а у некоторых **амфибий** — *даже до 60%*.

Факультативный хроматин:

- Это хроматин– ДНК которого может транскрибироваться, большая его часть *не конденсирована*, а в конденсированном состоянии находится лишь в некоторых клетках в определенные периоды онтогенеза организма. Примером служит *тельце Барра*. Функция хроматина: это на 98-99% наследственный материал клетки.

- Хроматин в ядре может быть структурно не оформлен, находясь в дисперсном (распылённом) состоянии и распределён по всему ядру, но может быть и в пристеночном состоянии (сосредоточен у ядерной мембраны),.
- Однако на определенном этапе жизни клетки из него формируются четкие структуры!!!- хромосомы(из ДНК и БЕЛКОВ хроматина) .

Уровни укладки:

Упаковка нитей ДНК-это функция белков

- Нуклеосомный
- Хроматиновые фибриллы (соленоид) 30 нм (нуклеомерный)
- Хроматиновые филаменты (Хроматиновые петли-домены) (хромомерный)
- Суперспирализованные филаменты (минибенд) (хромонемный)
- Хроматидный
- Хромосомный (Метафазная хромосома)
- За счет этих уровней ДНК утолщается и укорачивается: 1 ДНК – это 1 хромосома.

Этапы упаковки ДНК
хроматина в хромосому:

- **нуклеосомный**
- **нуклеомерный**
- **хромомерный**
- **Хромонемный**
- **хроматидный**
- **хромосомный**

1. Молекула ДНК



2. Хроматин в форме нуклеосом



3. Хроматиновая фибрилла 30 нм (нуклеомерный):



А) Соленоидный тип укладки



Б) Нуклеомерный тип укладки

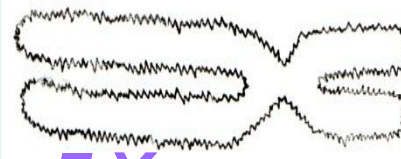
4. Петельная структура (хромомерный)



5. Хромонема



6. Хроматида



7. Хромосома

Нуклеосомный уровень

Двуцепочечная ДНК накручивается вокруг гистоновых белков.

Нуклеосома - наименьшая единица хроматина и хромосомы



Нуклеосомный кор

H2A, H2B, H3, and H4

• Гистоновый октамер

Линкерный

участок
H1

