

## Лекция 4.

Трансляция. Деление клеток.  
Основы полового и бесполого  
размножения. Гаметогенез.

# I. Трансляция - синтез белка на рибосомах

- Трансляция - перевод нуклеотидной последовательности и-РНК в последовательность аминокислот полипептида.
- Это второй этап реализации генетической информации, который заключается в синтезе белков на рибосоме. Осуществляется в несколько этапов и стадий:

# I. Подготовительный этап.

## ■ 1. Активизация аминокислот.

Аминокислоты взаимодействуют с АТФ с образованием аминоациладенилатов (комплексов аминокислота+АТФ).

Взаимодействие происходит с помощью ферментоваминоацил-тРНК-синтетаз.

Ферменты специфичны для каждой аминокислоты и участвуют в следующей стадии.

- **2. Аминоацетилирование тРНК.**
- Под действием ферментов аминоацил-т-РНК-синтетаз происходят присоединения аминоациладенилатов к своим т-РНК. Энергия АТФ при этом идёт на образование ковалентной связи между аминокислотой и т-РНК. К каждой тРНК присоединяется только та аминокислота, которая кодируется триплетом и-РНК, комплементарным антикодону данной т-РНК.
- т.к. у эукариот предыдущий матричный процесс - транскрипция происходит в ядре, то для осуществления трансляции в таких клетках необходим выход и-РНК из ядра в цитоплазму.

## II. Собственно трансляция. это синтез белка на рибосомах.

- 1. Инициация. Малая субъединица рибосомы соединяется с иРНК, она имеет аминоацильный центр или А-центр. Сигналом инициации служит кодон и-РНК АУГ, который считывается в А-центре. К этому кодону в А-центре у эукариот присоединяется метиониновая аминокислота, а у прокариот - форметиониновая аминокислота. Малая субъединица рибосомы, и-РНК и т-РНК, несущая форметионин или метионин, т.е. первую аминокислоту, образуют комплекс инициации.
- Далее к малой субъединице рибосомы присоединяется большая рибосома и форметиониновая т-РНК перемещается в пептидильный центр Р-центр, расположенный преимущественно на большой субъединице рибосомы. Инициация обеспечивается факторами инициации и энергии АТФ.

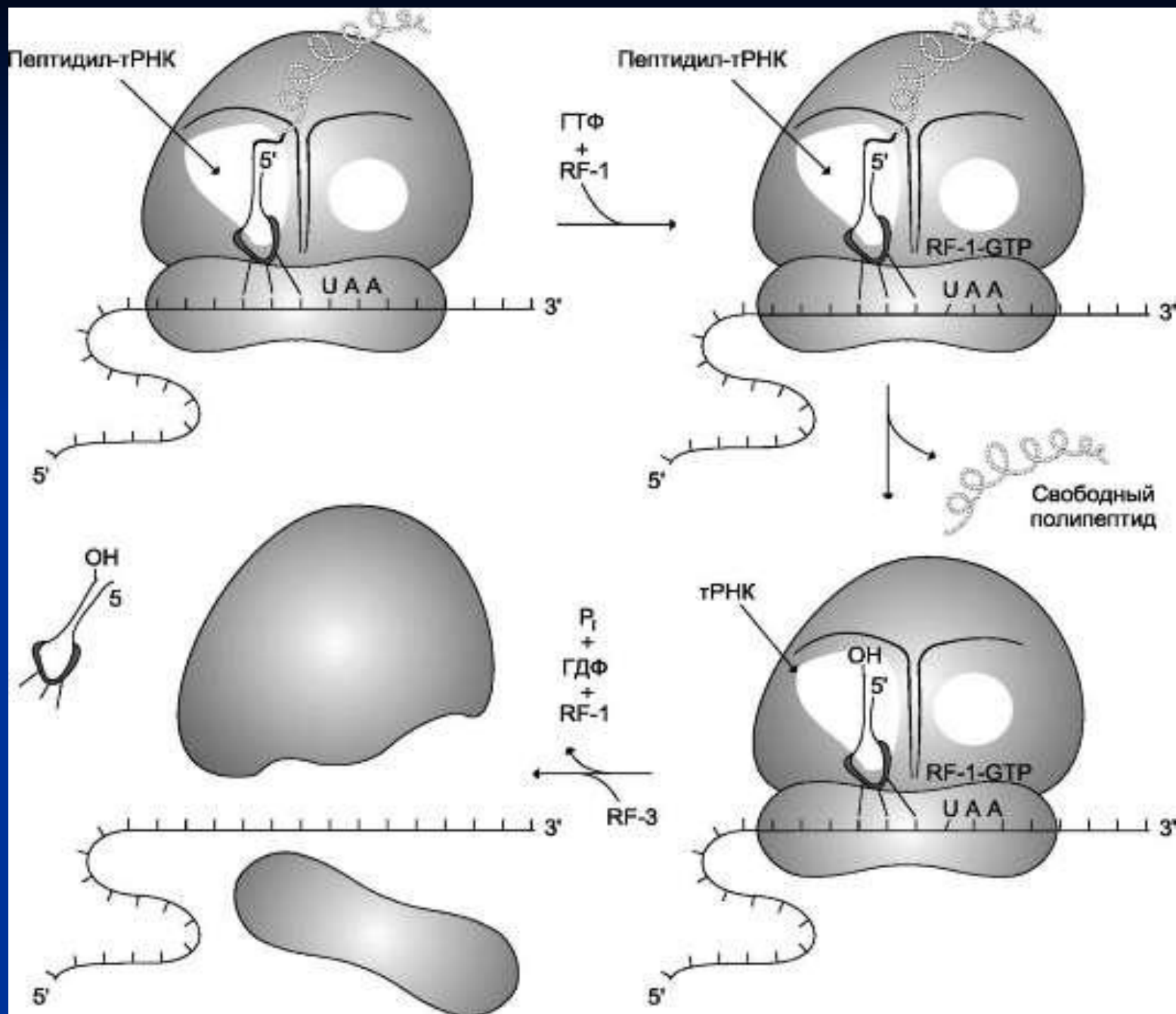
- 2. Элангация.
- а) Специальные факторы элангации способствуют доставке и закреплению в свободный А центр тРНК со второй аминокислотой. Доставка осуществляется согласно принципу комплементарности и правилам генетического кода. Происходит гидролиз АТФ.

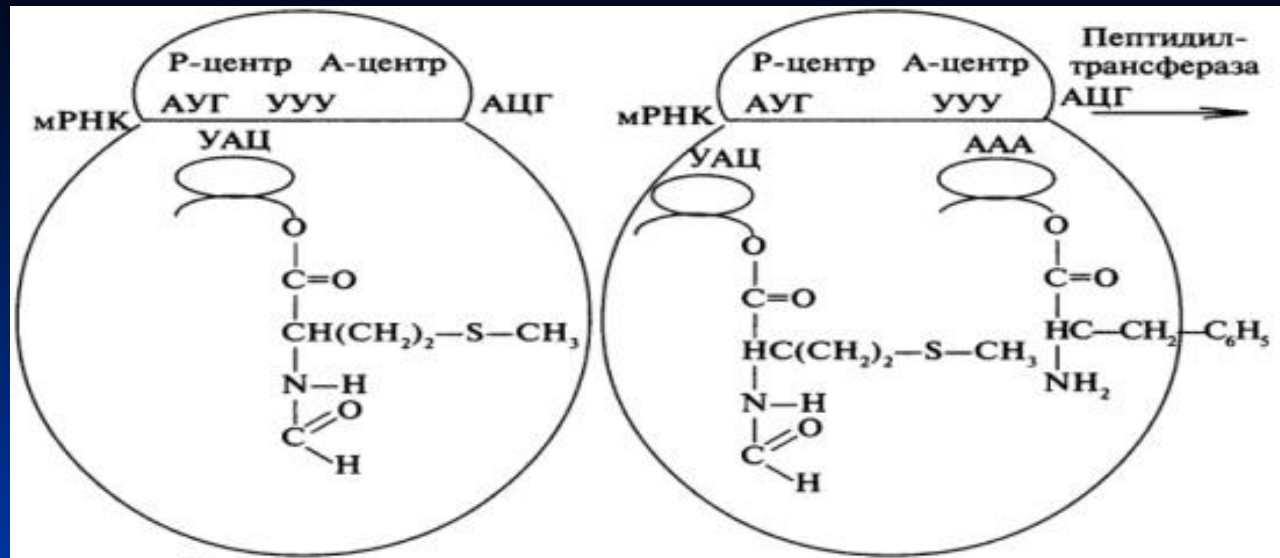
- б) Специальный фермент большой субъединицы рибосомы - пептидилтрансфераза переносит первую аминокислоту из Р-центра в А-центр между первой и второй аминокислотами образуется пептидная связь. Теперь тРНК в А-центре несёт дипептид, а свободная первая тРНК вытесняется из рибосомы, затрачивается энергия АТФ.
- в) Факторы элангации вызывают перемещение рибосомы вдоль иРНК, при этом система тРНК - дипептид оказывается в Р-центре, расходуется энергия АТФ.
- г) А-центр рибосомы вновь свободен и может принимать тРНК с третьей аминокислотой, согласно правилам генетического кода.

- д) Фермент пептидилтрансфераза переносит дипептид из Р-центра в А-центр, образуется пептидная связь между 2 и 3 аминокислотами. тРНК в А-центре несёт теперь трипептид, а свободная тРНК вытесняется из Р-центра. На указанные процессы затрачивается энергия АТФ.
- е) Рибосома под действием факторов элангации вновь совершает перемещение вдоль цепи и-РНК на один триплет и система тРНК - трипептид оказывается в Р-центре, а А-центр вновь свободен и может принимать следующую тРНК со своей аминокислотой. Происходит затрата энергии АТФ.
- ё) Так рибосома последовательно передвигается вдоль цепи и-РНК, последовательно считывается генетическая информация и удлиняя синтезирующую полипептидную цепь.

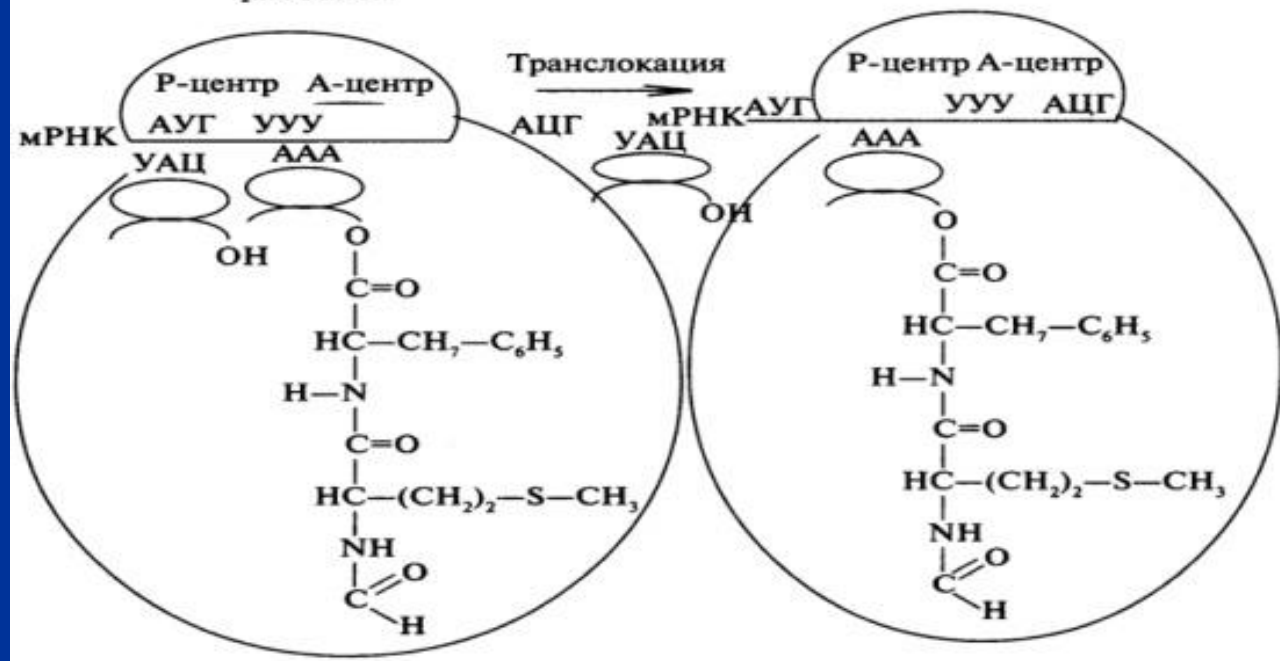


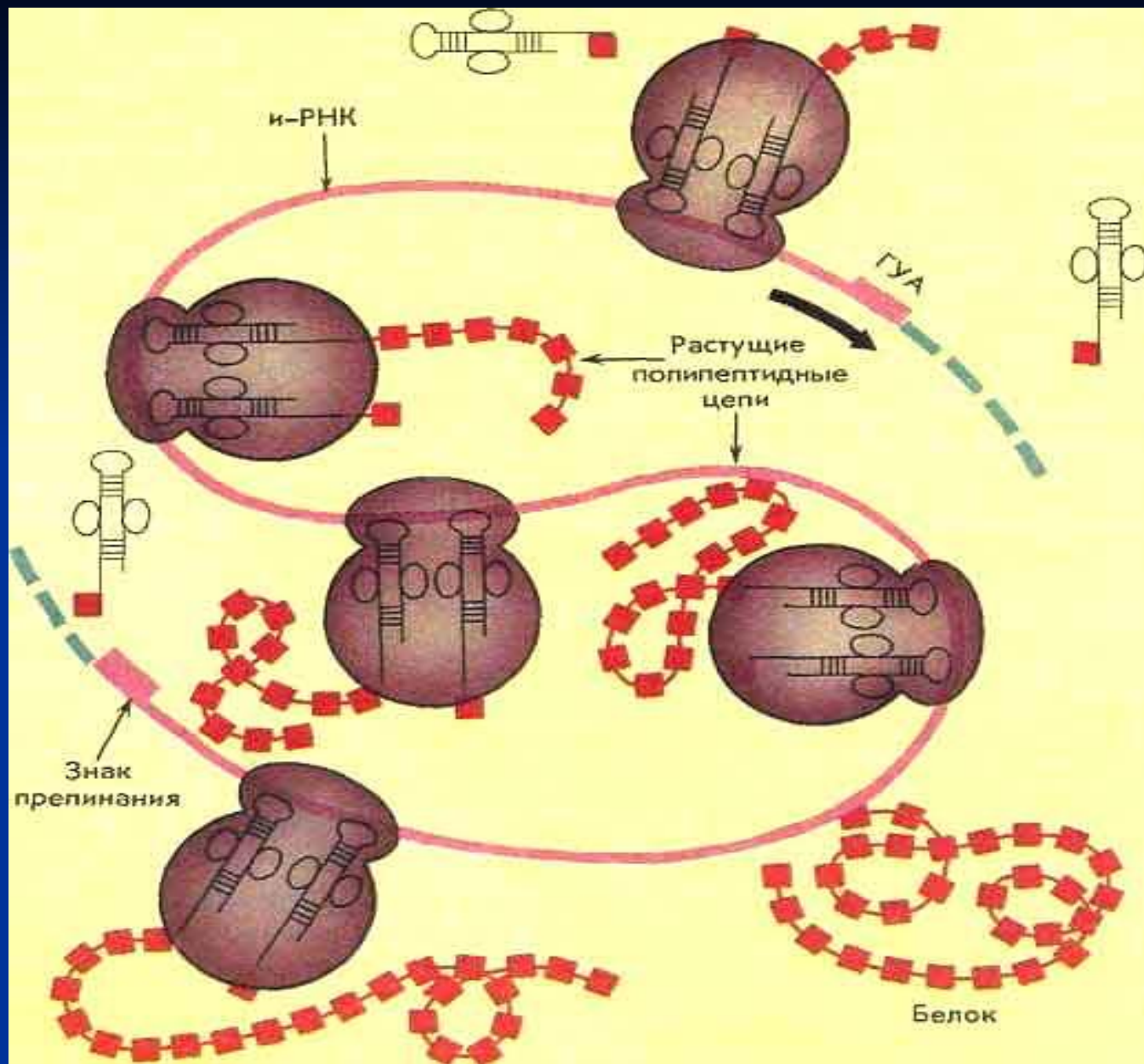
- 3. Терминация. Когда в А-центре рибосомы окажется один из стоп-кодонов и-РНК, то фактор терминации узнаёт его и останавливает синтез полипептида. Происходит распад белок-синтезирующей системы, который заключается в диссоциации пептидилтранспортной РНК на полипептид и т-РНК, освобождение субъединиц рибосом и-РНК, которые становятся способными к новому акту инициации трансляции.
- 
- Синтез белка происходит как правило не на одиночных рибосомах, а на полисомах (полирибосомах).

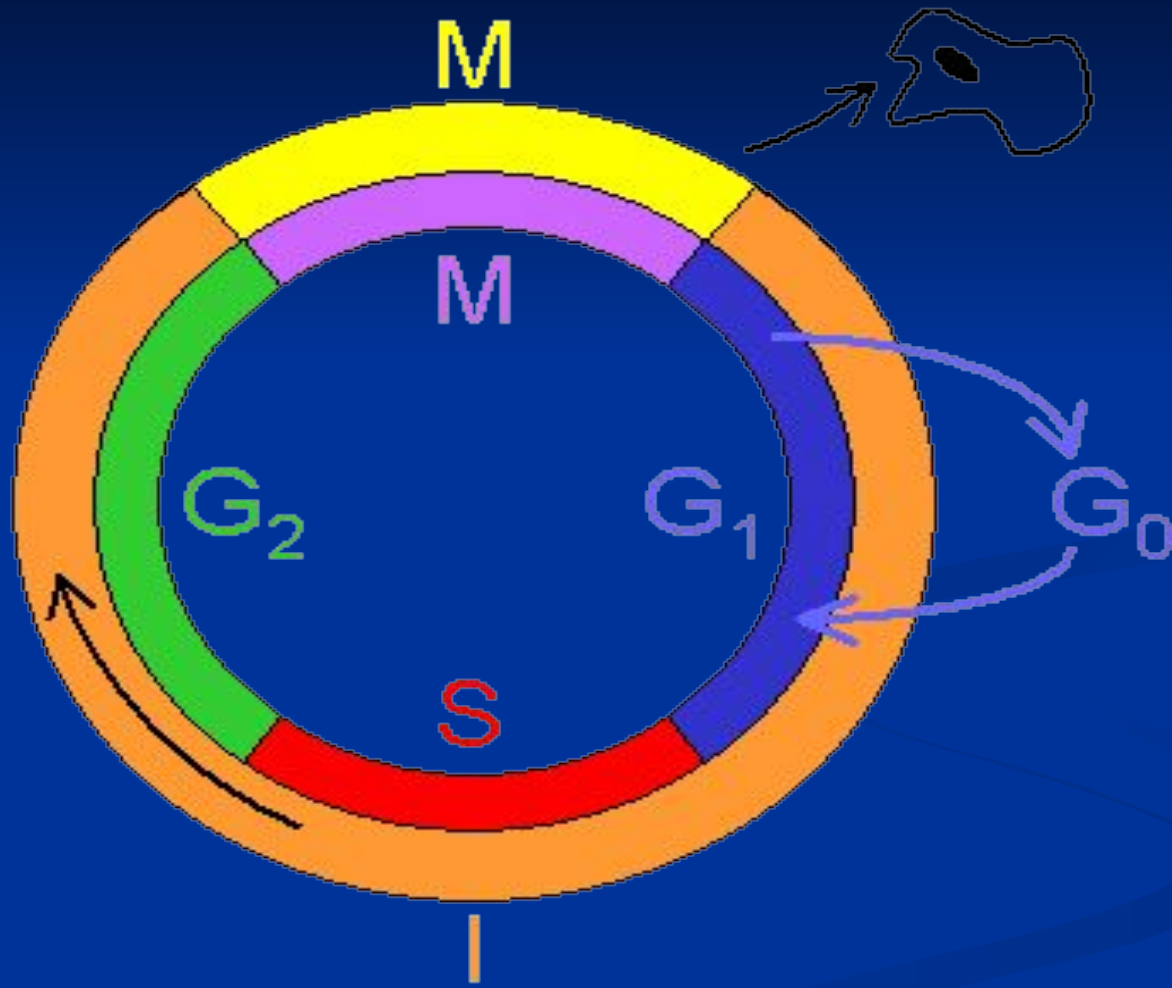




Транслирующая рибосома



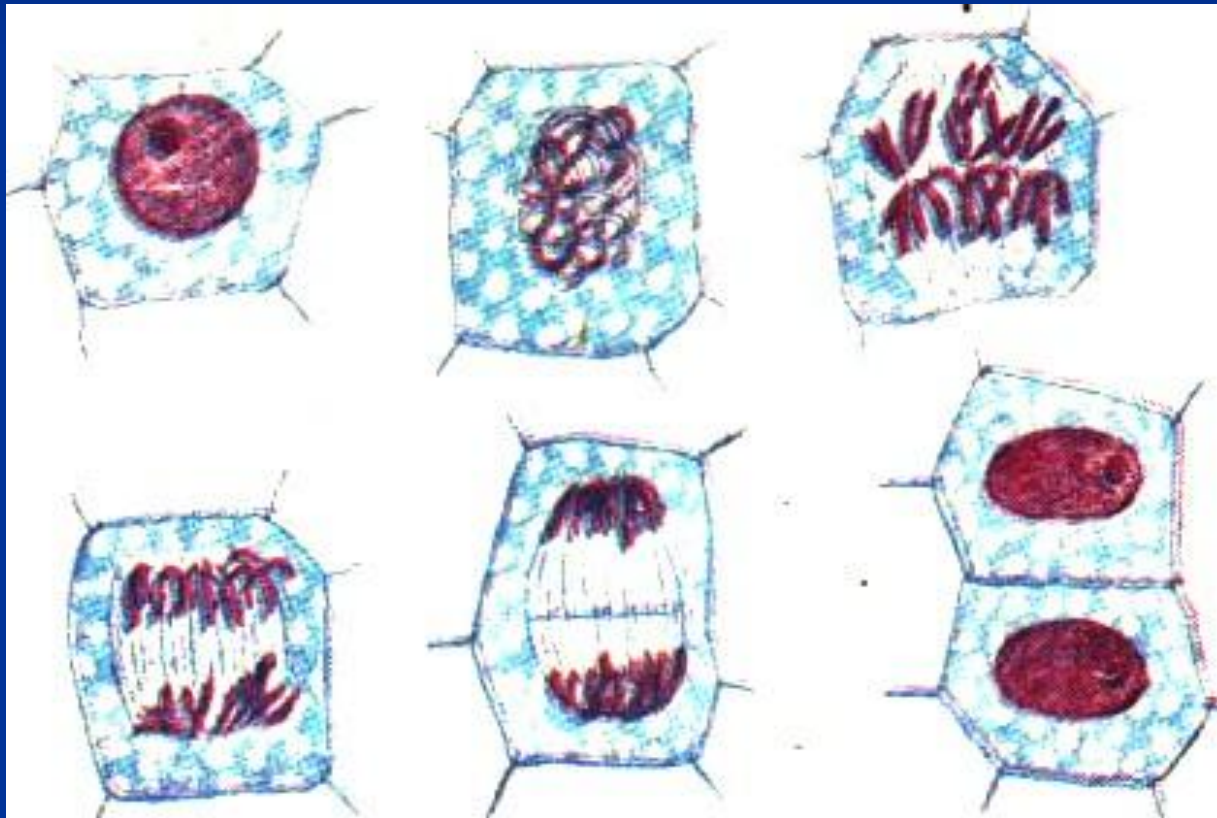




Митоз	Мейоз
1. Происходит в <b>соматических</b> клетках	1. Происходит в <b>созревающих половых</b> клетках
2. Лежит в основе <b>бесполого</b> размножения	2. Лежит в основе <b>полового</b> размножения
3. <b>Одно</b> деление	3. <b>Два</b> последовательных деления
4. Удвоение молекул ДНК происходят в <b>интерфазе</b> перед делением	4. Удвоение молекул ДНК происходит только перед <b>первым</b> делением, перед вторым делением <b>интерфазы нет</b>
5. <b>Нет</b> конъюгации	5. <b>Есть</b> конъюгация
6. В метафазе удвоенные хромосомы выстраиваются по экватору <b>отдельно</b>	6. В метафазе удвоенные хромосомы выстраиваются по экватору <b>парами (бивалентами)</b>
7. Образуются <b>две диплоидные клетки</b> ( <i>соматические</i> клетки)	7. Образуются <b>четыре гаплоидные клетки</b> ( <i>половые</i> клетки)

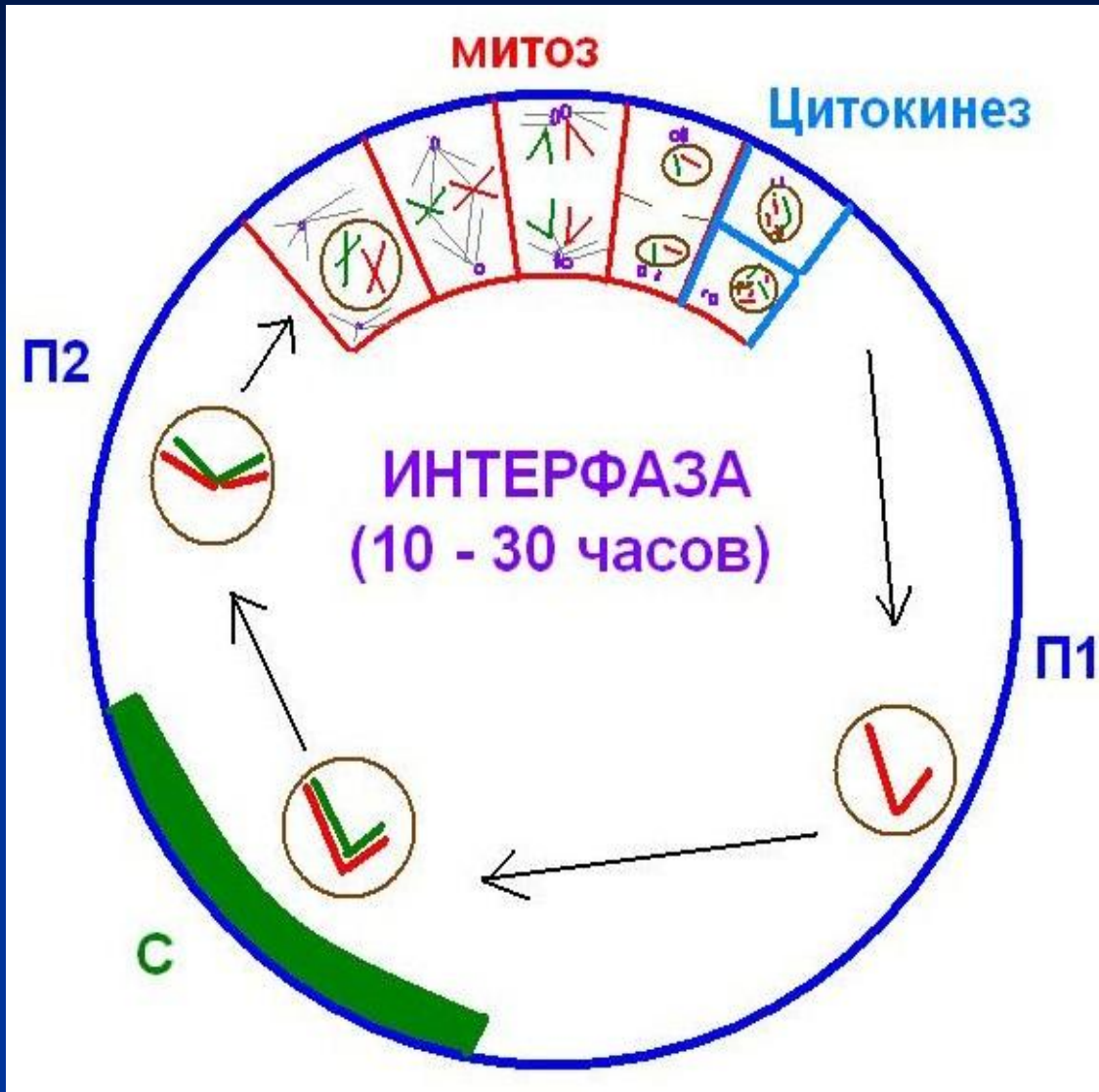
# МИТОЗ, ИЛИ НЕПРЯМОЕ ДЕЛЕНИЕ

- Митоз (лат. *Mitos* – нить) – такое деление клеточного ядра, при котором образуется два дочерних ядра с набором хромосом, идентичных родительской клетки.
- *Митоз = деление ядра + деление цитоплазмы*



Впервые митоз у растений наблюдал И.Д. Чистяков в 1874 г., а детально процесс был описан нем. ботаником Э.Страсбургером (1877) и нем. зоологом В. Флемингом (1882)

# Клеточный цикл



Период существования клетки от одного деления до другого называется **митотическим, или клеточным циклом**.

Клеточный цикл у растений продолжается от 10 до 30 часов. Деление ядра (митоз) занимает около 10% этого времени.

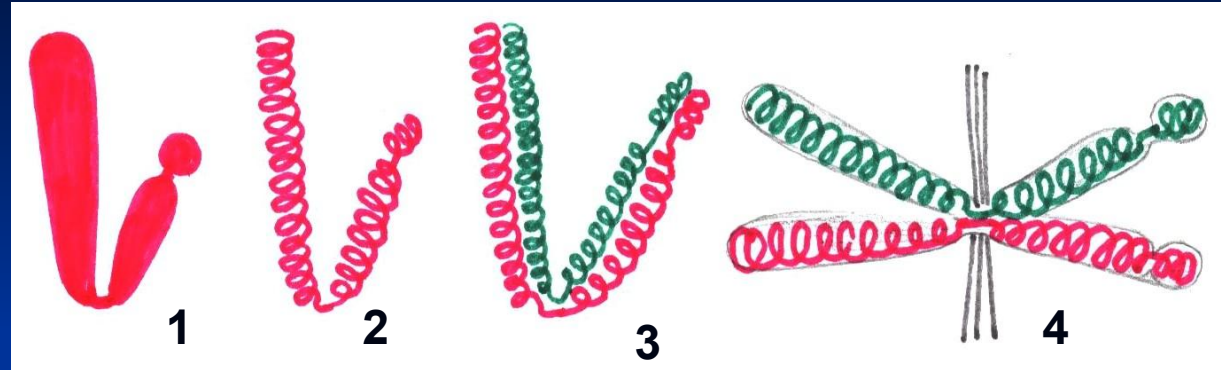
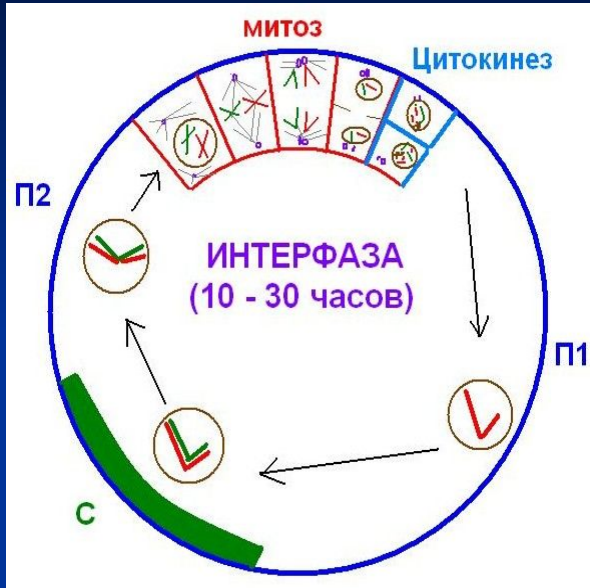
**П<sub>1</sub>** - пресинтетический период

**С** - синтетический период

**П<sub>2</sub>** - постсинтетический период

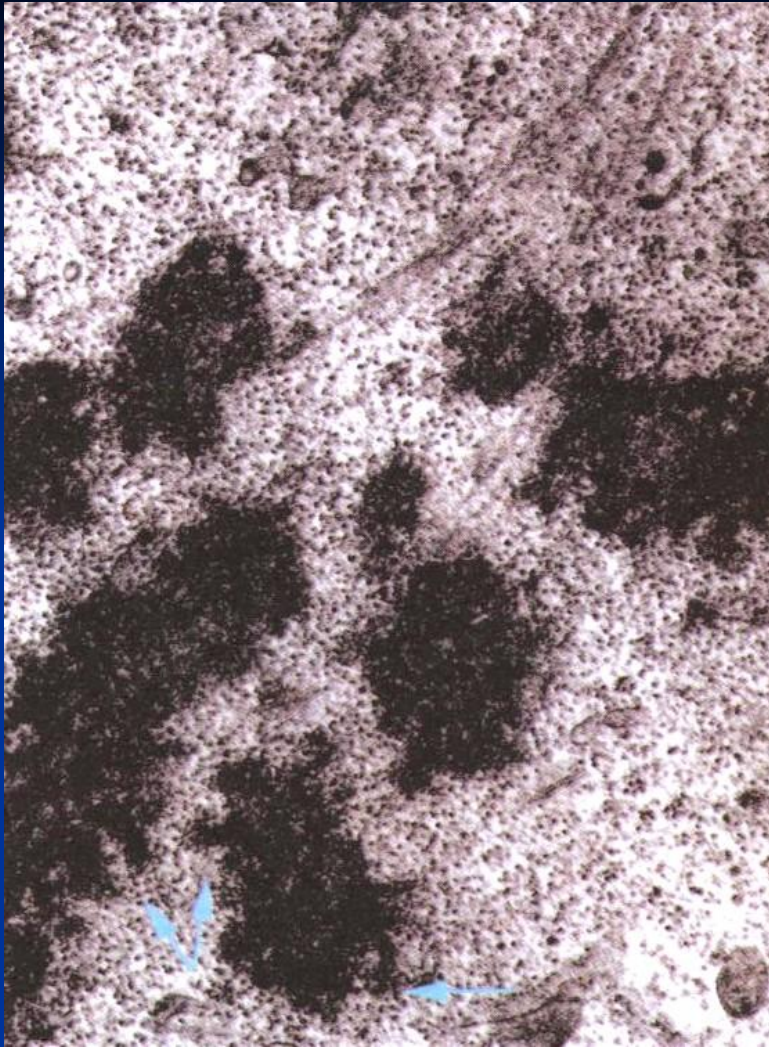


# Строение хромосом в разные периоды клеточного цикла

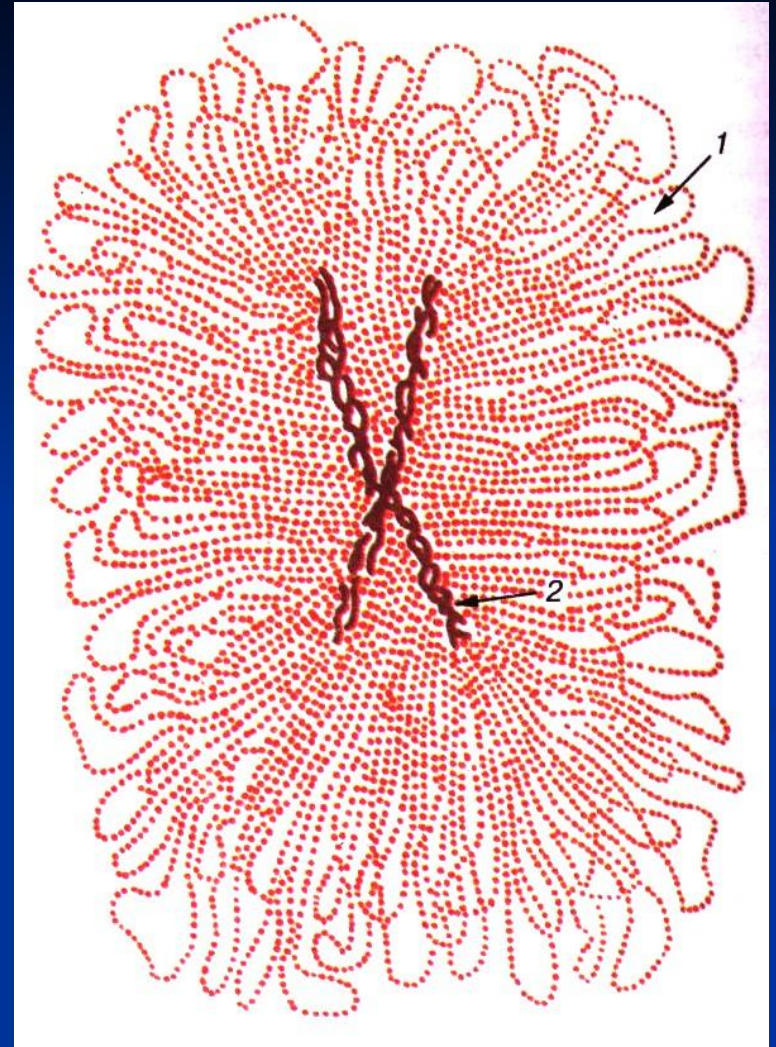


1,2 – предсинтетический период; 3 – синтетический и постсинтетический период; 4 – метафаза.

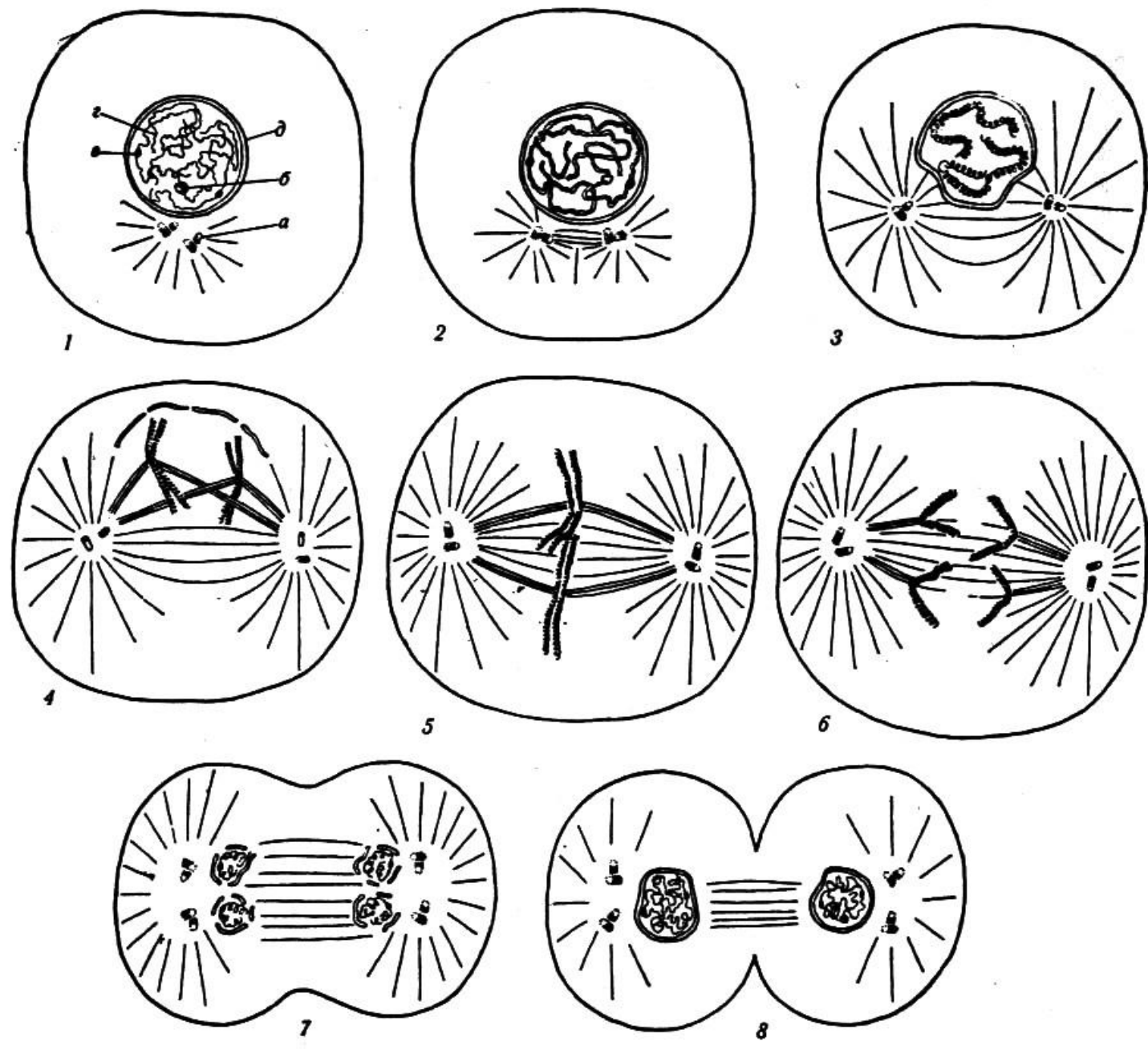
1. В предсинтетический период клетка **растет**: происходит синтез белка, РНК и увеличивается количество органических веществ.
2. В синтетический период происходит **репликация ДНК (удвоение)**. С этого момента каждая хромосома состоит из **двух хроматид**.
3. В постсинтетический период идет интенсивный **синтез белка и АТФ**, необходимых для деления клетки.



**Глыбки хроматина в интерфазном ядре**

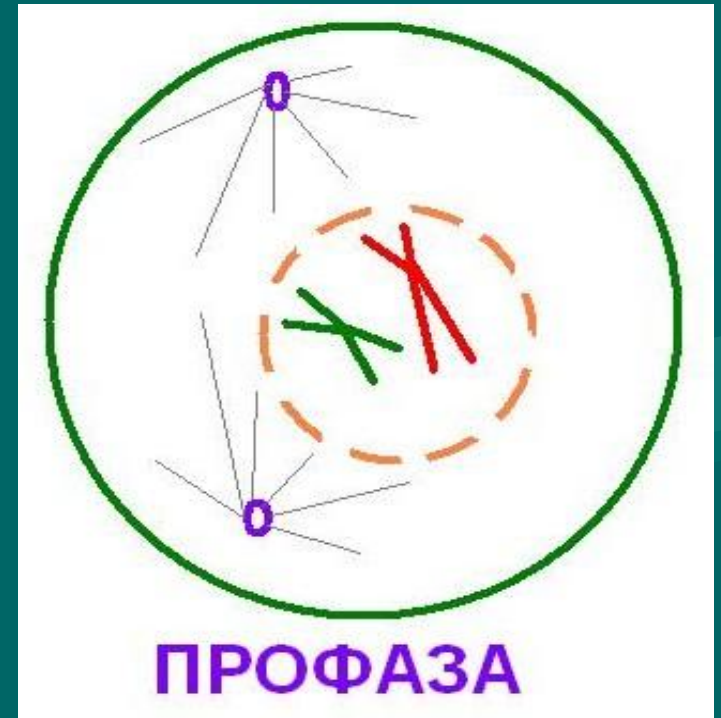
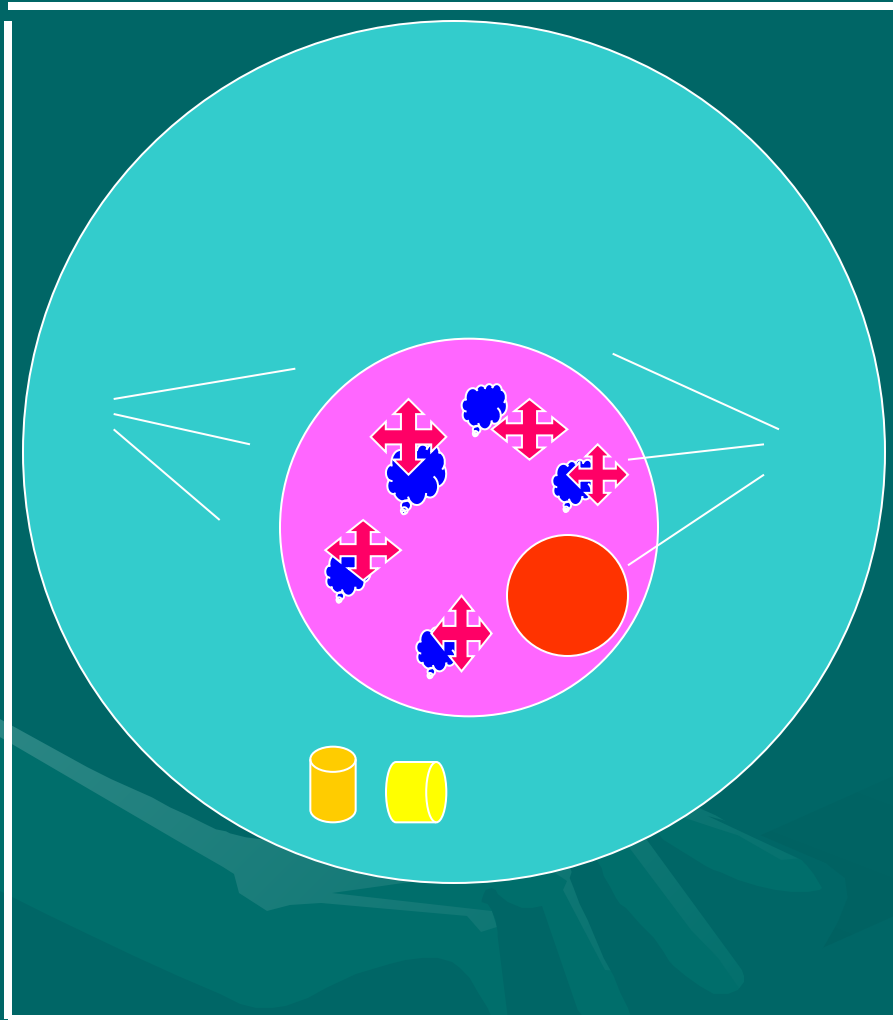


**1. Нить ДНК в виде хроматина.  
2. Она же в виде хромосомы при делении клетки**



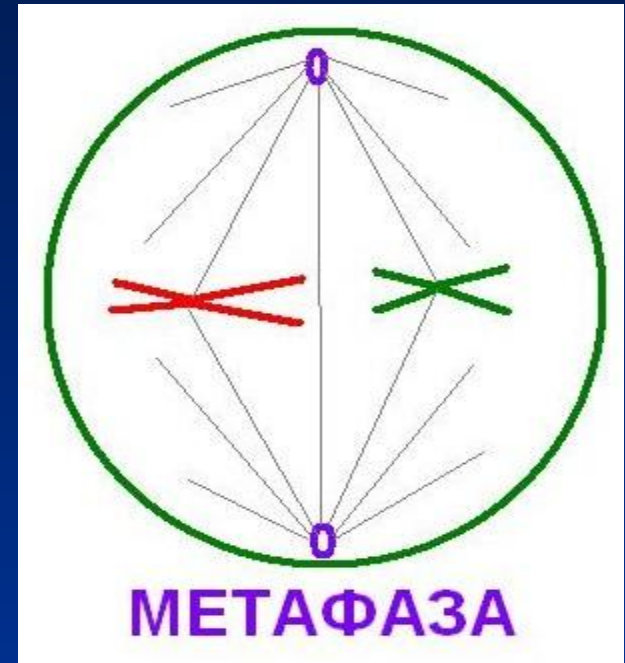
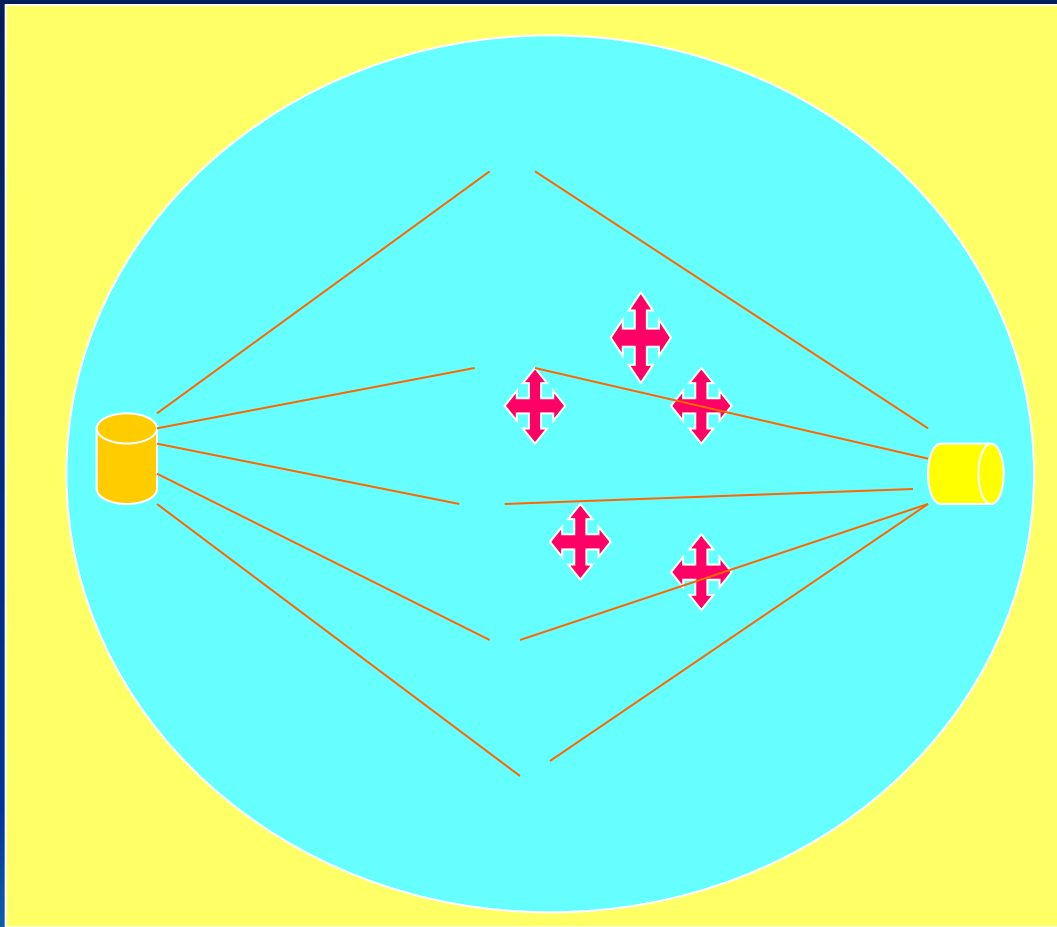
Общая схема митоза

# ПРОФАЗА



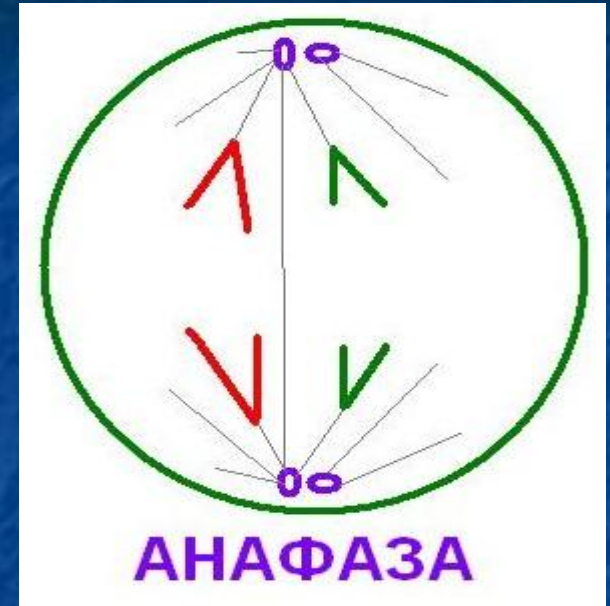
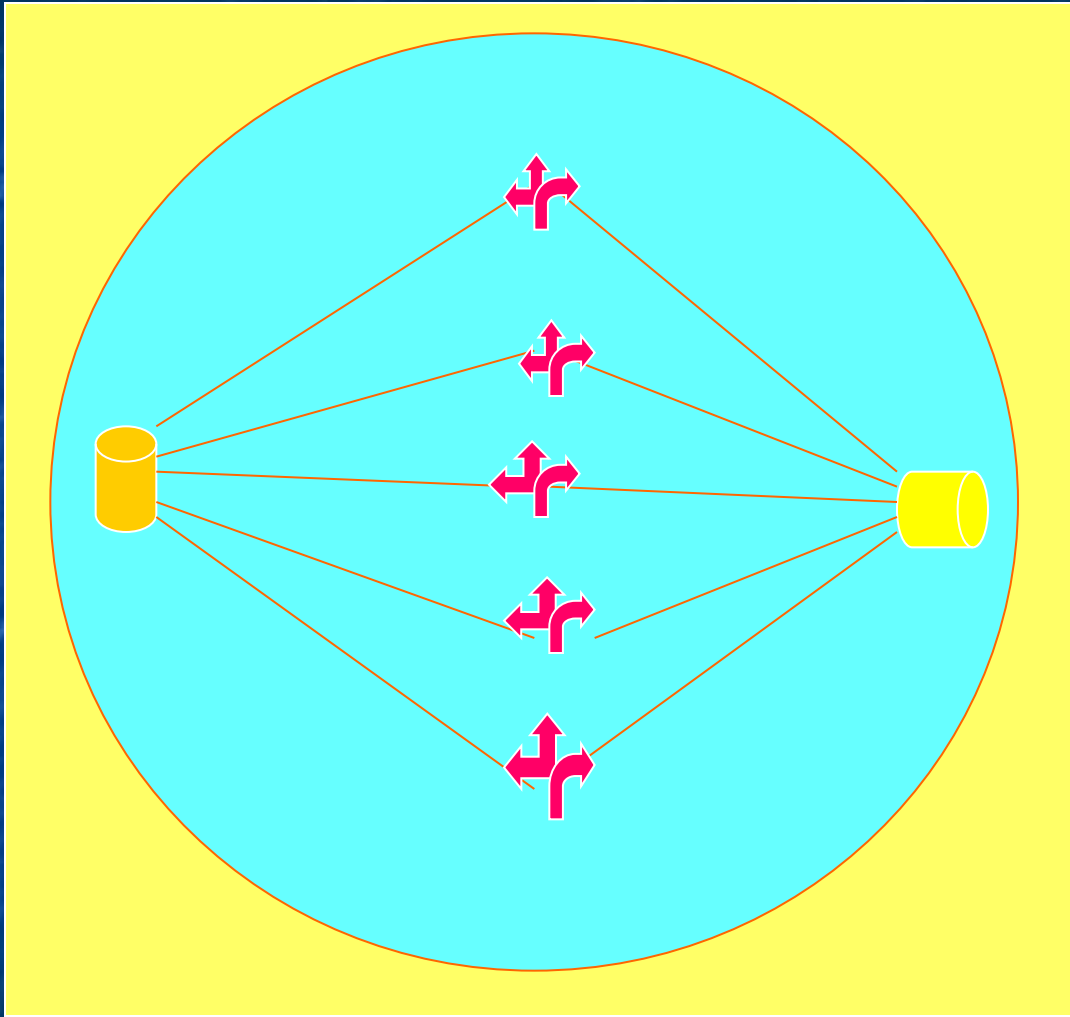
Хроматин спирализуется в двухроматидные хромосомы; ядерная оболочка и ядрышко растворяются; центриоли расходятся к полюсам; ( $2n$   $4c$ ).

# МЕТАФАЗА



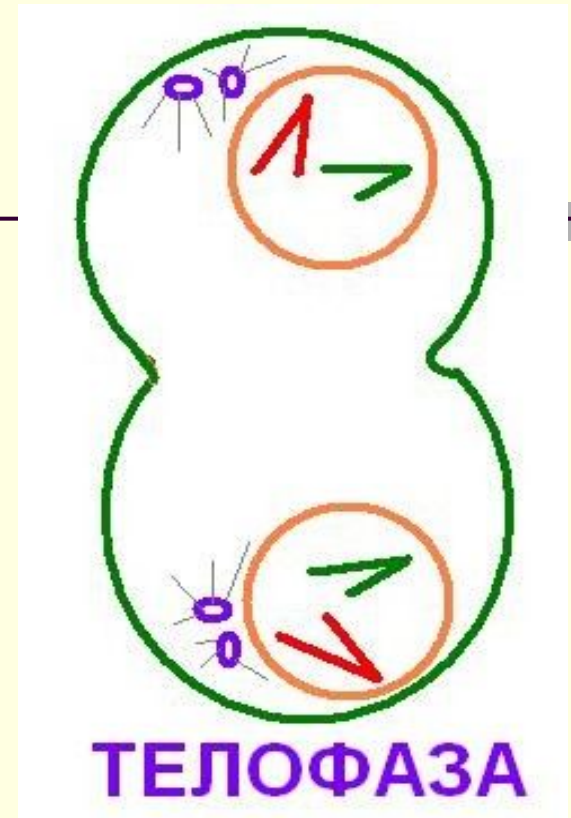
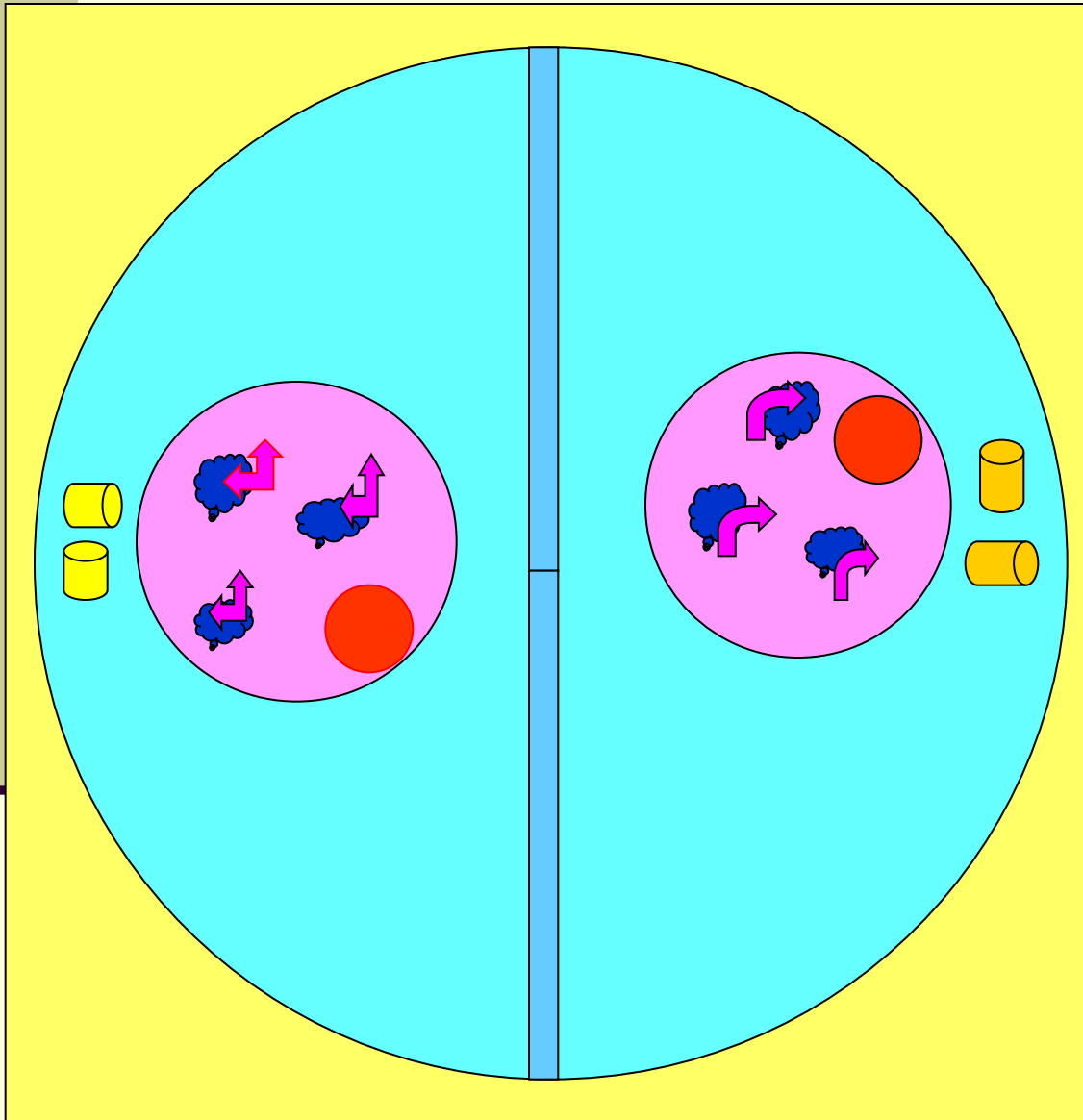
Двухроматидные хромосомы выстраиваются на экваторе клетки; центриоли образуют нити веретена, которые прикрепляются к центромерам хромосом; ( $2n$   $4c$ ).

# АНАФАЗА



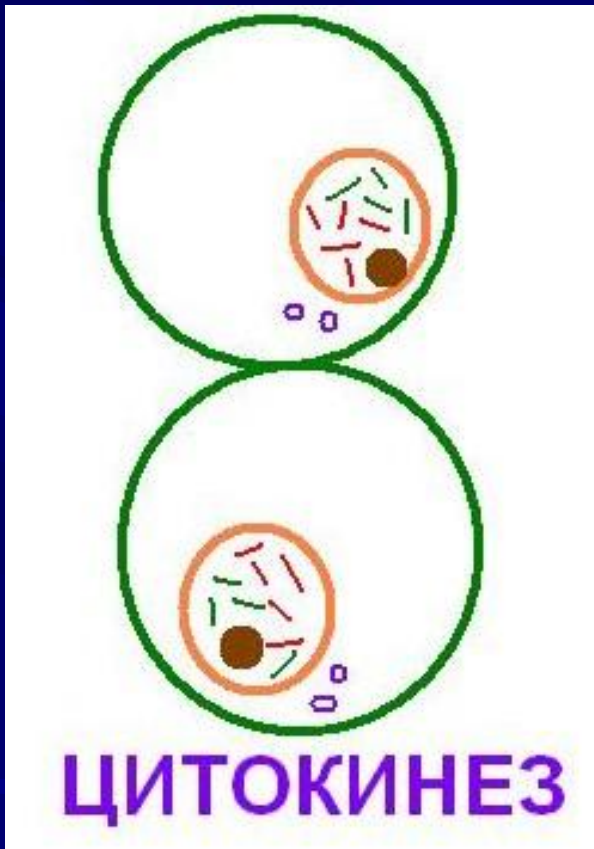
При сокращении нитей веретена центромеры хромосом делятся и хроматиды каждой хромосомы расходятся к полюсам клетки; ( $4n$   $4c$ ).

# ТЕЛОФАЗА



Однохроматидные (дочерние) хромосомы раскручиваются, формируется ядрышко и вокруг них образуется ядерная оболочка; на экваторе начинает формироваться перегородка; в ядрах  $2n2c$ .

# ЦИТОКИНЕЗ (деление цитоплазмы)



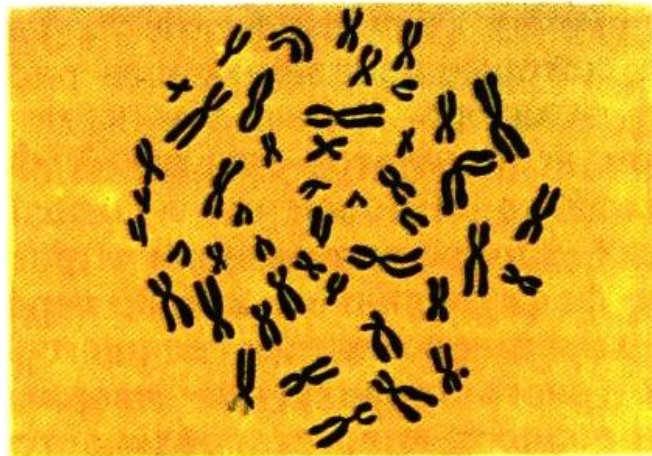
Цитокинез клетки (фото)

Образование двухмембранной перегородки по экватору клетки с последующим полным отделением дочерних клеток.  
У растений по экватору клетки формируется клеточная стенка.



Совокупность хромосом (число, форма и размер) в соматической клетке называется **кариотипом**. Кариотип содержит двойной (**диплоидный**) набор хромосом ( $2n$ ), постоянный для каждого вида организмов.

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		Шимпанзе	48
дрозофила	8	Человек	46
Домашняя муха	12		



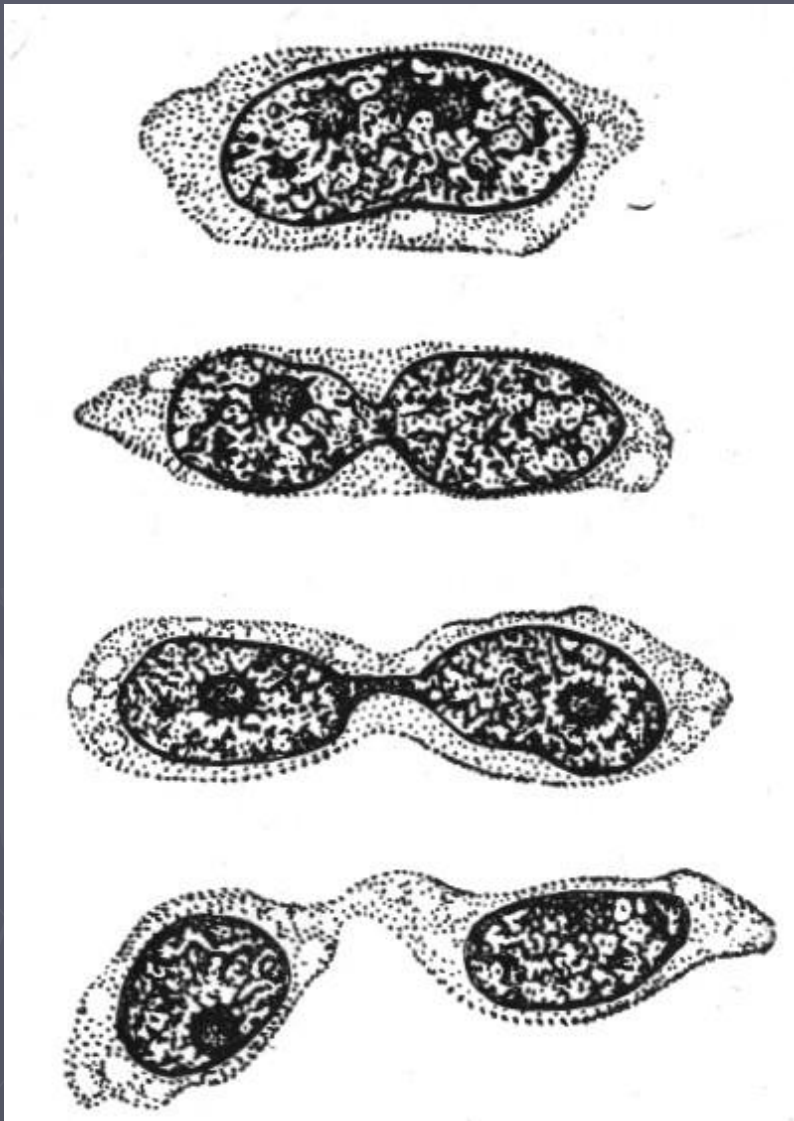
Диплоидный набор хромосом человека

# **ЗНАЧЕНИЕ МИТОЗА**

---

- 1. Приводит к увеличению числа клеток и обеспечивают рост многоклеточного организма.**
- 2. Обеспечивает замещение изношенных или поврежденных тканей.**
- 3. Сохраняет набор хромосом во всех соматических клетках.**
- 4. Служит механизмом бесполого размножения, при котором создается потомство, генетически идентичное родителям.**
- 5. Позволяет изучить кариотип организма (в метафазе).**

# АМИТОЗ или прямое деление



- ▶ Амитоз – это деление интерфазного ядра путем перетяжки без образования веретена деления.
- ▶ **Распространенность в природе:**

## Норма

1. Амебы
2. Большое ядро инфузорий
3. Эндосперм
4. Клубень картофеля
5. Роговица глаза
6. Хрящевые и печеночные клетки

## Патология

1. При воспалениях
2. Злокачественные новообразования

## Значение:

экономичный (мало энергозатрат) процесс воспроизводства клеток

**Мейоз** — процесс деления клетки, при котором число хромосом в клетке уменьшается вдвое. В результате такого деления образуются гаплоидные ( $n$ ) половые клетки (гаметы) и споры.

**МЕЙОЗ**

**ЗИГОТНЫЙ**

В зиготе после оплодотворения, что приводит к образованию зооспор у водорослей и мицелия грибов.

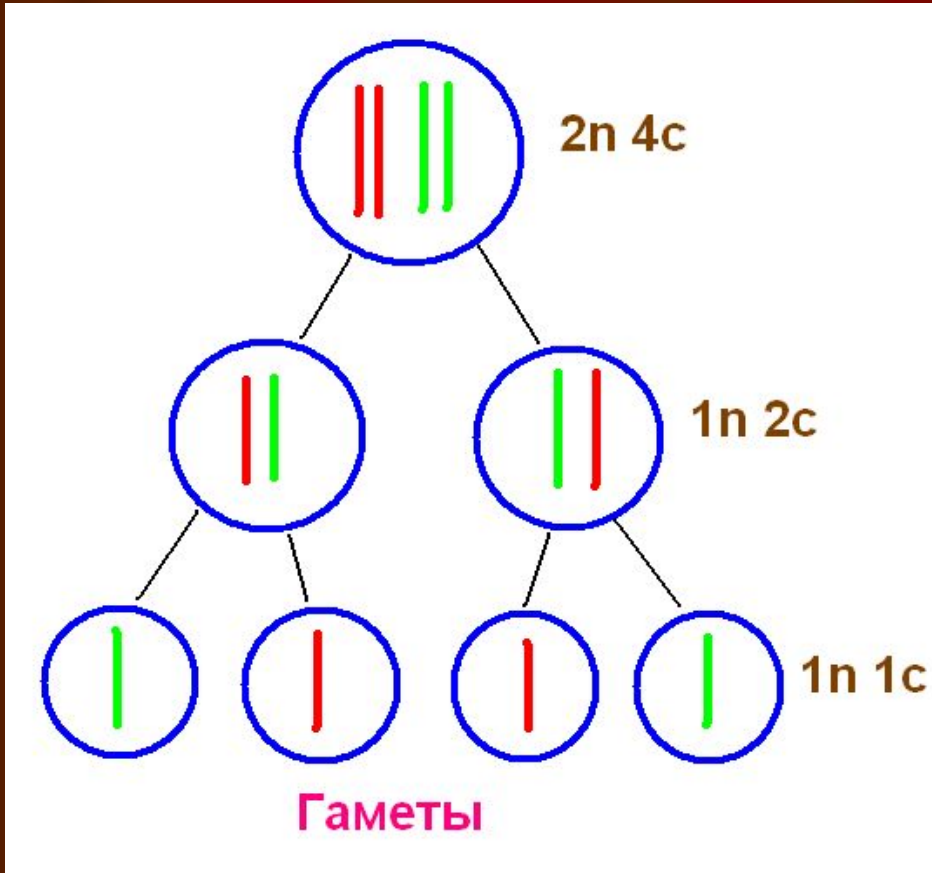
**ГАМЕТНЫЙ**

В половых органах, приводит к образованию гамет

**СПОРОВЫЙ**

У семенных растений приводит к образованию гаплоидного гаметофита

# МЕЙОЗ



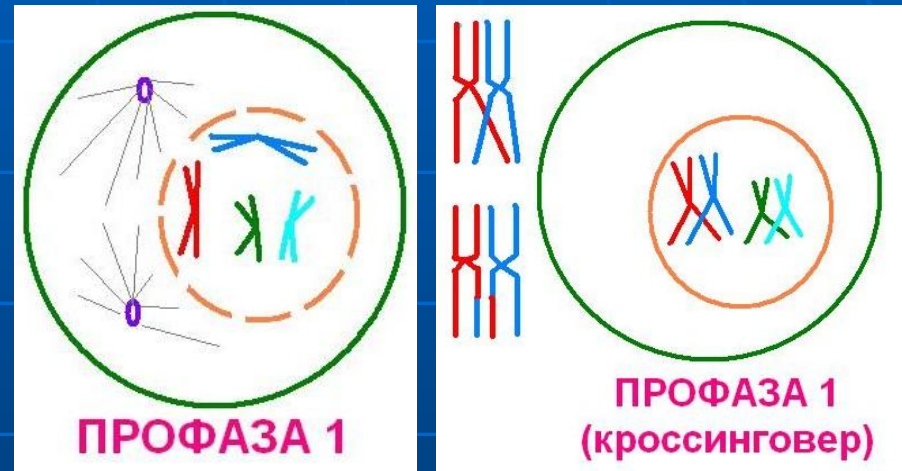
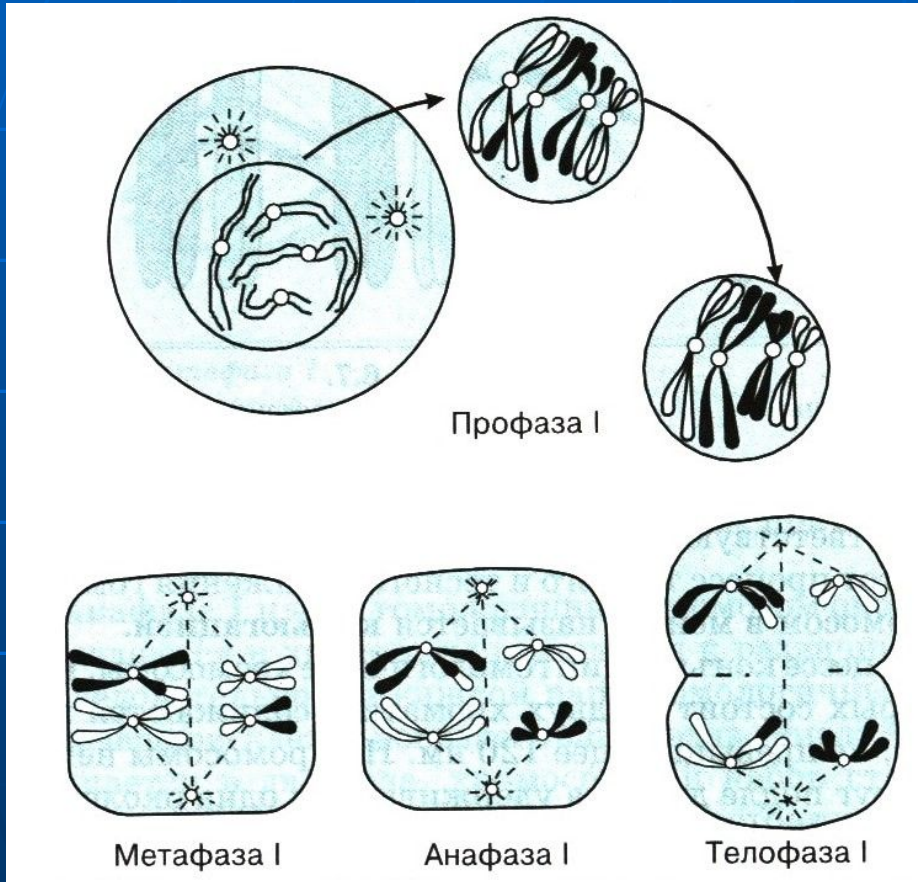
Мейоз состоит из двух последовательных делений – мейоза 1 и мейоза 2. Удвоение ДНК происходит только перед мейозом 1, а между делениями отсутствует интерфаза.

При первом делении расходятся гомологичные хромосомы и их число уменьшается вдвое, а во втором – хроматиды и образуются зрелые гаметы.

Особенностью первого деления является сложная и длительная по времени **профаза**.

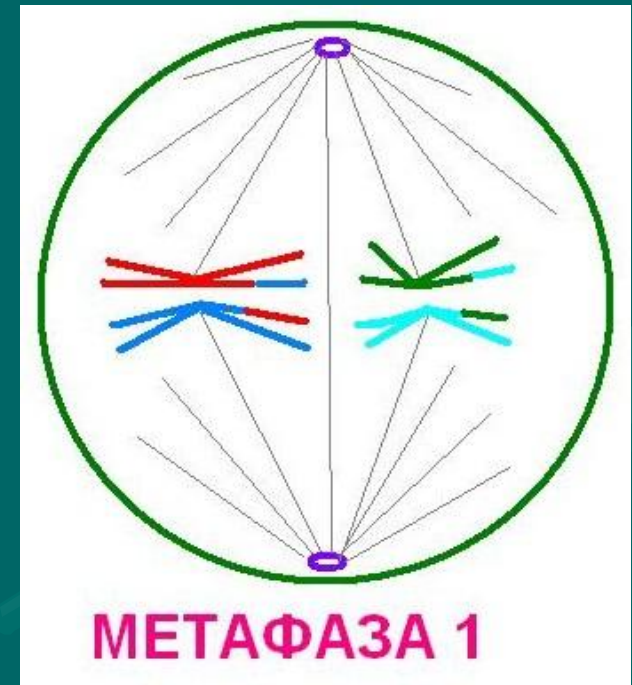
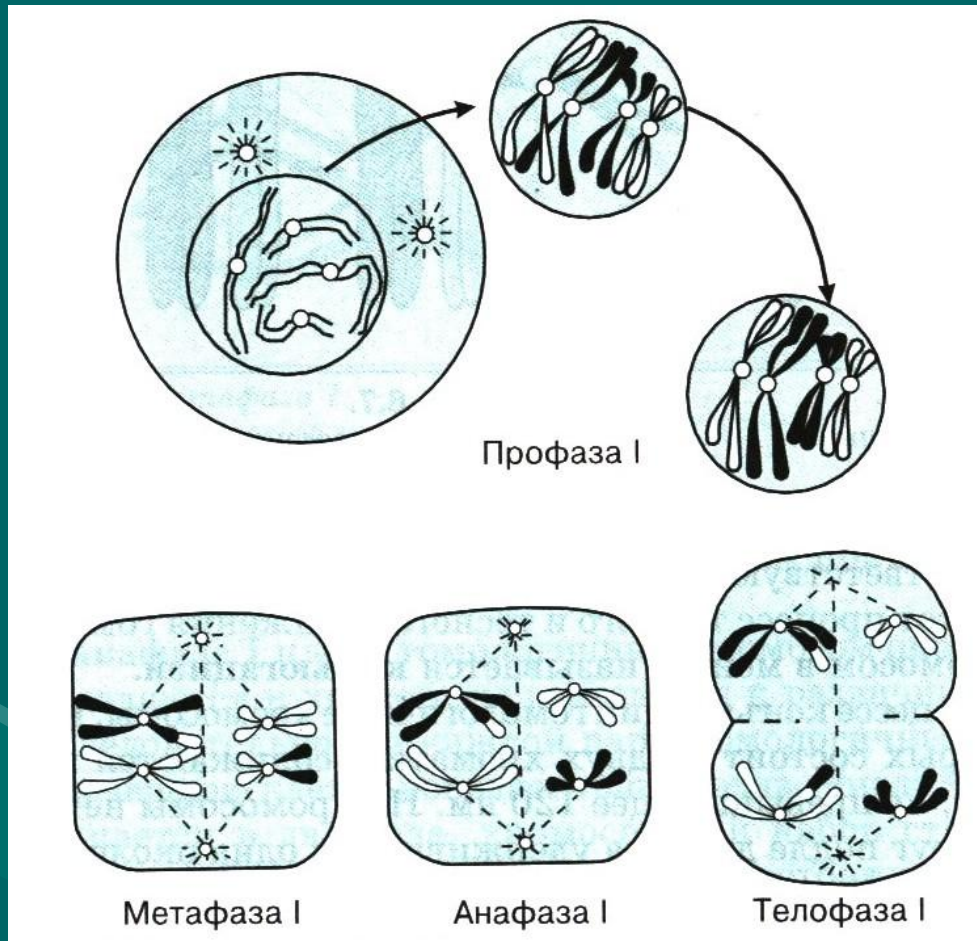
# ПРОФАЗА 1

Профаза 1 самая продолжительная



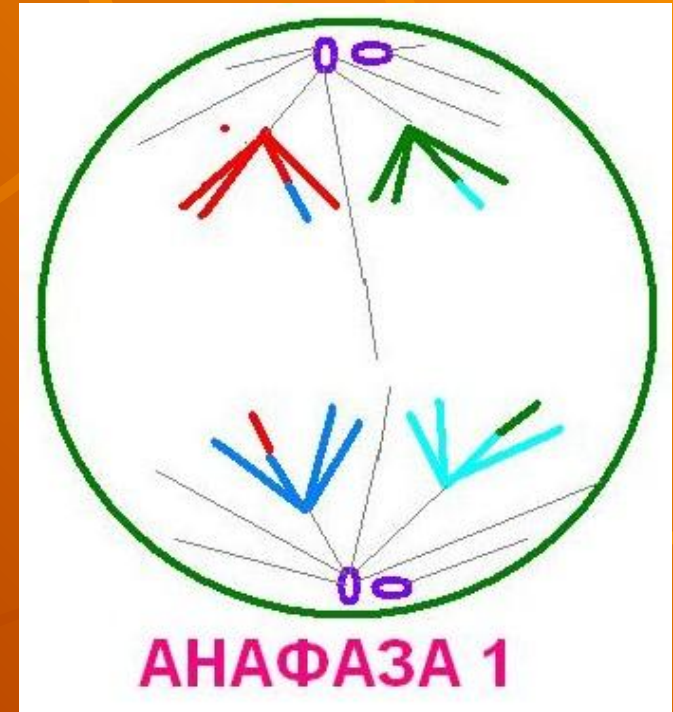
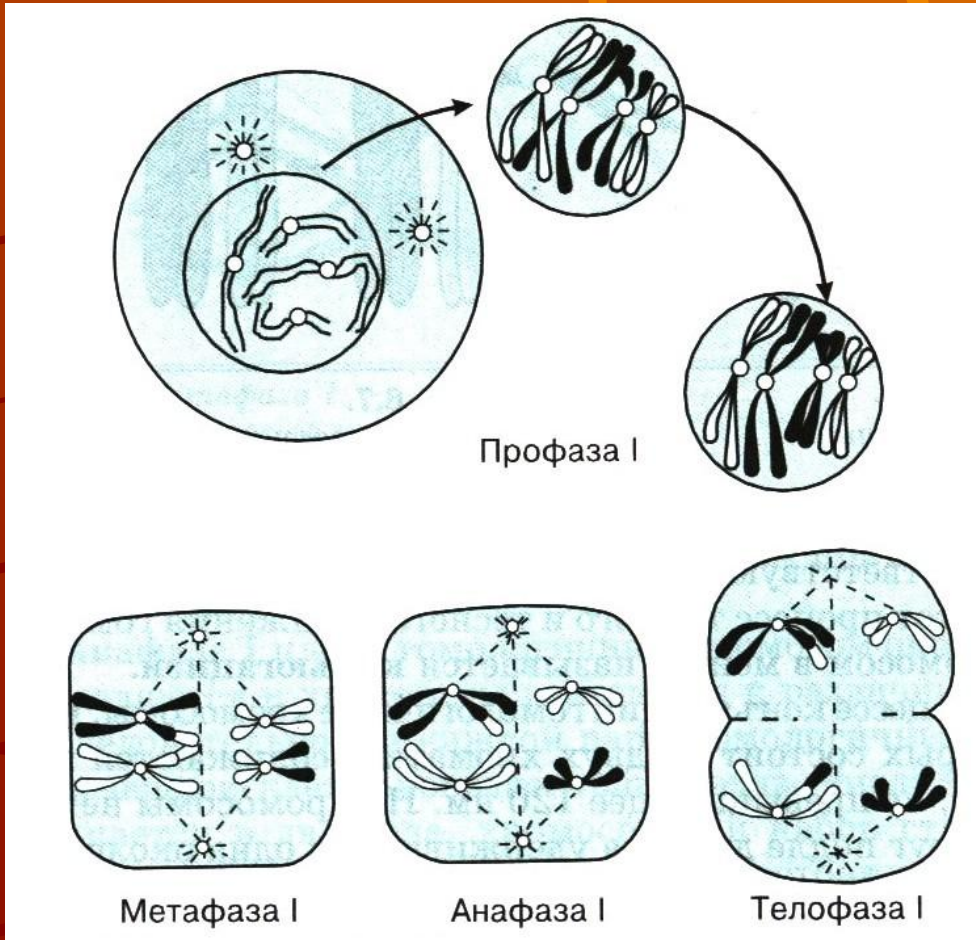
Спирализация хроматина в двуххроматидные хромосомы; центриоли расходятся к полюсам; сближение (**конъюгация**) и укорочение гомологичных хромосом с последующим перекрестом и обменом гомологичными участками (**кроссинговер**); растворение ядерной оболочки.

# МЕТАФАЗА 1



Гомологичные хромосомы попарно располагаются на экваторе и отталкиваются друг от друга. Образуется веретено деления. Нити веретена прикрепляются к двуххроматидным хромосомам.

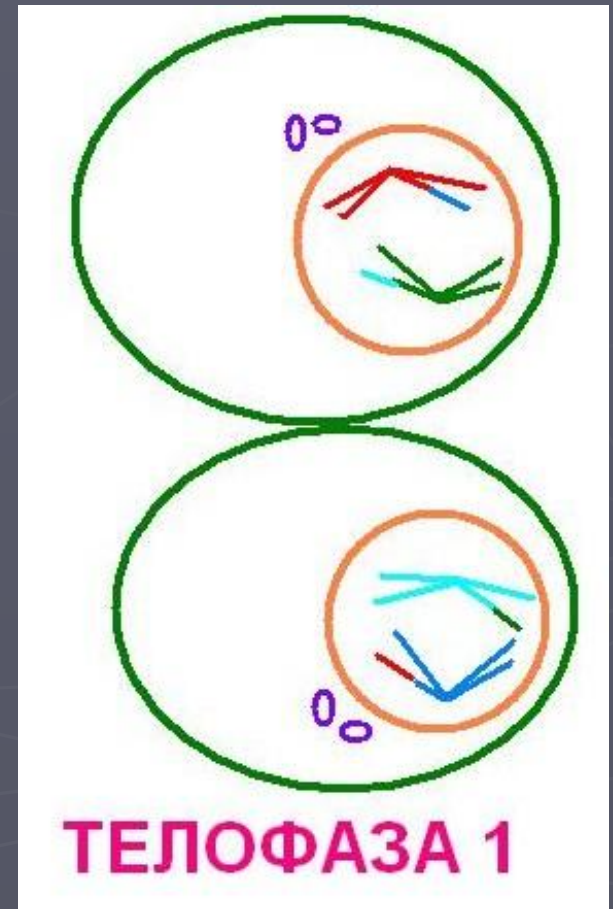
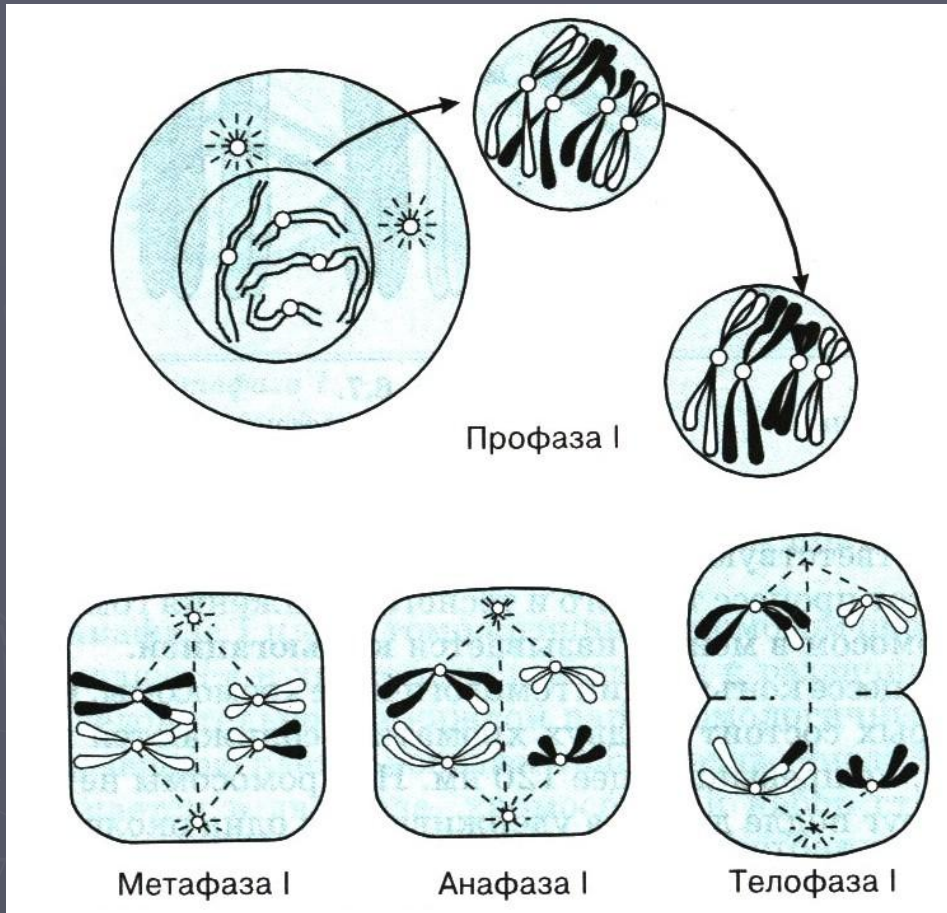
# АНАФАЗА 1



К полюсам расходятся гомологичные хромосомы, состоящие из двух хроматид. Происходит уменьшение (редукция) хромосом у полюсов клетки.

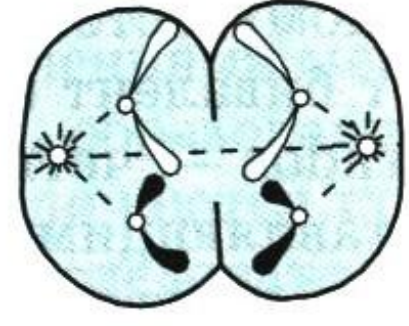
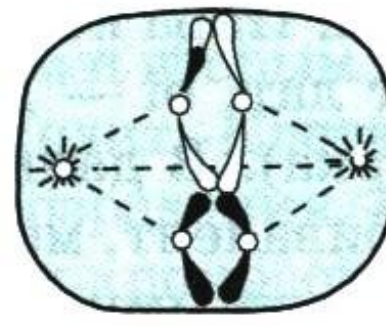
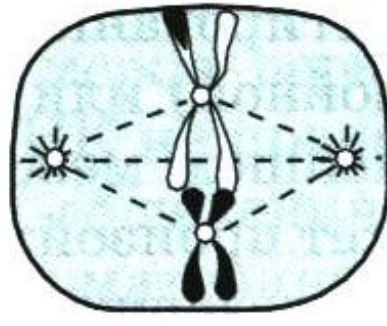
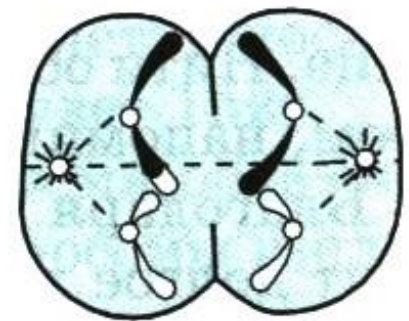
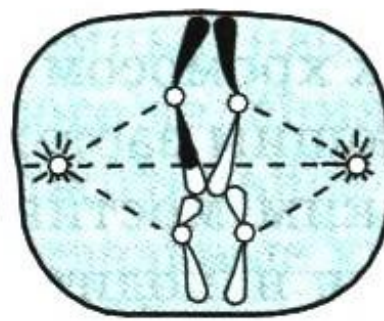
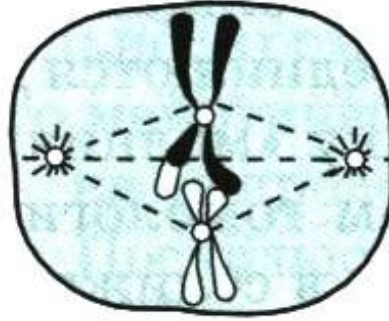
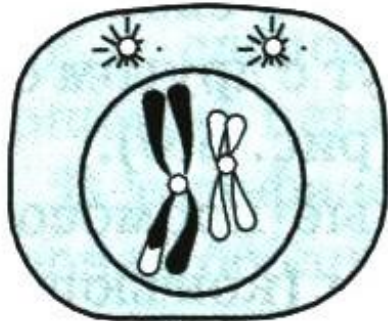


# ТЕЛОФАЗА 1



В телофазе из каждой пары гомологичных хромосом в дочерних клетках оказывается по одной, а хромосомный набор становится **гаплоидным**. Однако каждая хромосома состоит из **двух хроматид**, поэтому клетка сразу же приступает ко второму делению.

# МЕЙОЗ 2



Профаза II

Метафаза II

Анафаза II

Телофаза II

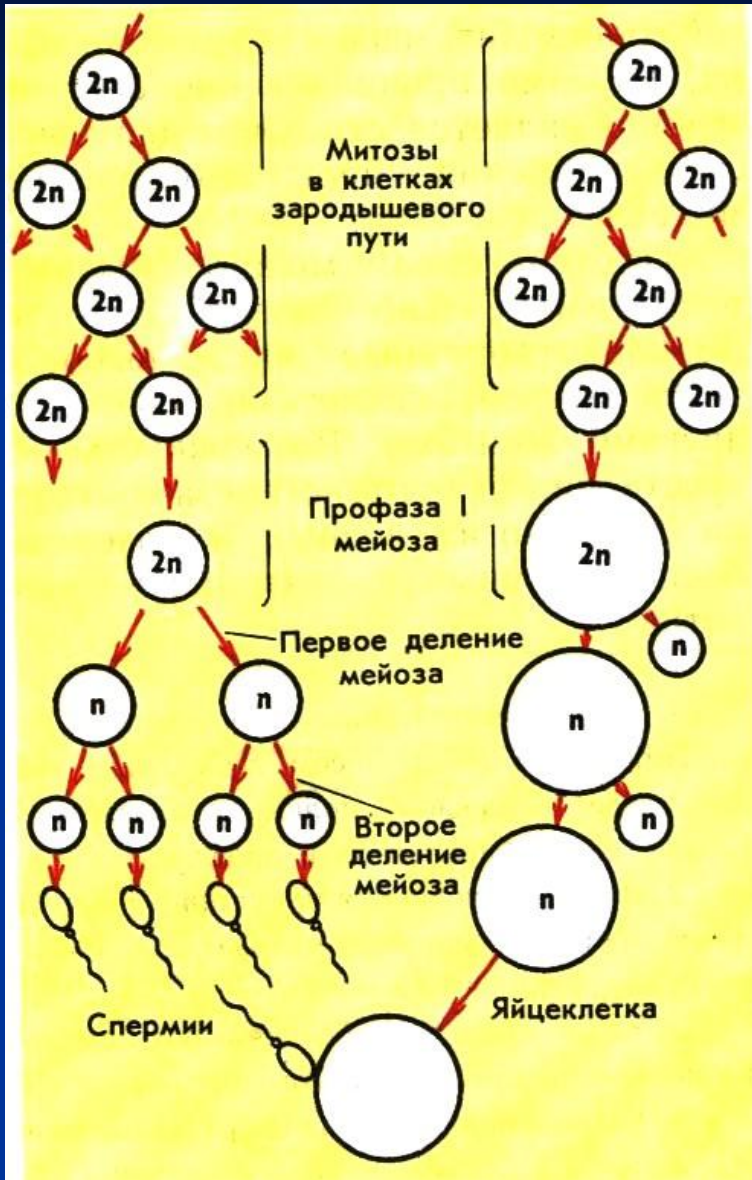
Второе мейотическое деление идет по типу митоза. В анафазе 2 к полюсам расходятся хроматиды, которые и становятся дочерними хромосомами. Из каждой исходной клетки в результате мейоза образуется четыре клетки с гаплоидным набором хромосом.



# Значение мейоза

- Происходит поддержание числа хромосом из поколения в поколение. Зрелые гаметы получают гаплоидное число ( $n$ ) хромосом, а при оплодотворении восстанавливается характерное для данного вида диплоидное число хромосом.
- Образуется большое количество новых комбинаций генов при кроссинговере и слиянии гамет (комбинативная изменчивость), что дает новый материал для эволюции (потомки отличаются от родителей).
- $\text{♂ } (n) + \text{♀ } (n) = \text{зигота } (2n) \rightarrow \text{новый организм } (2n)$

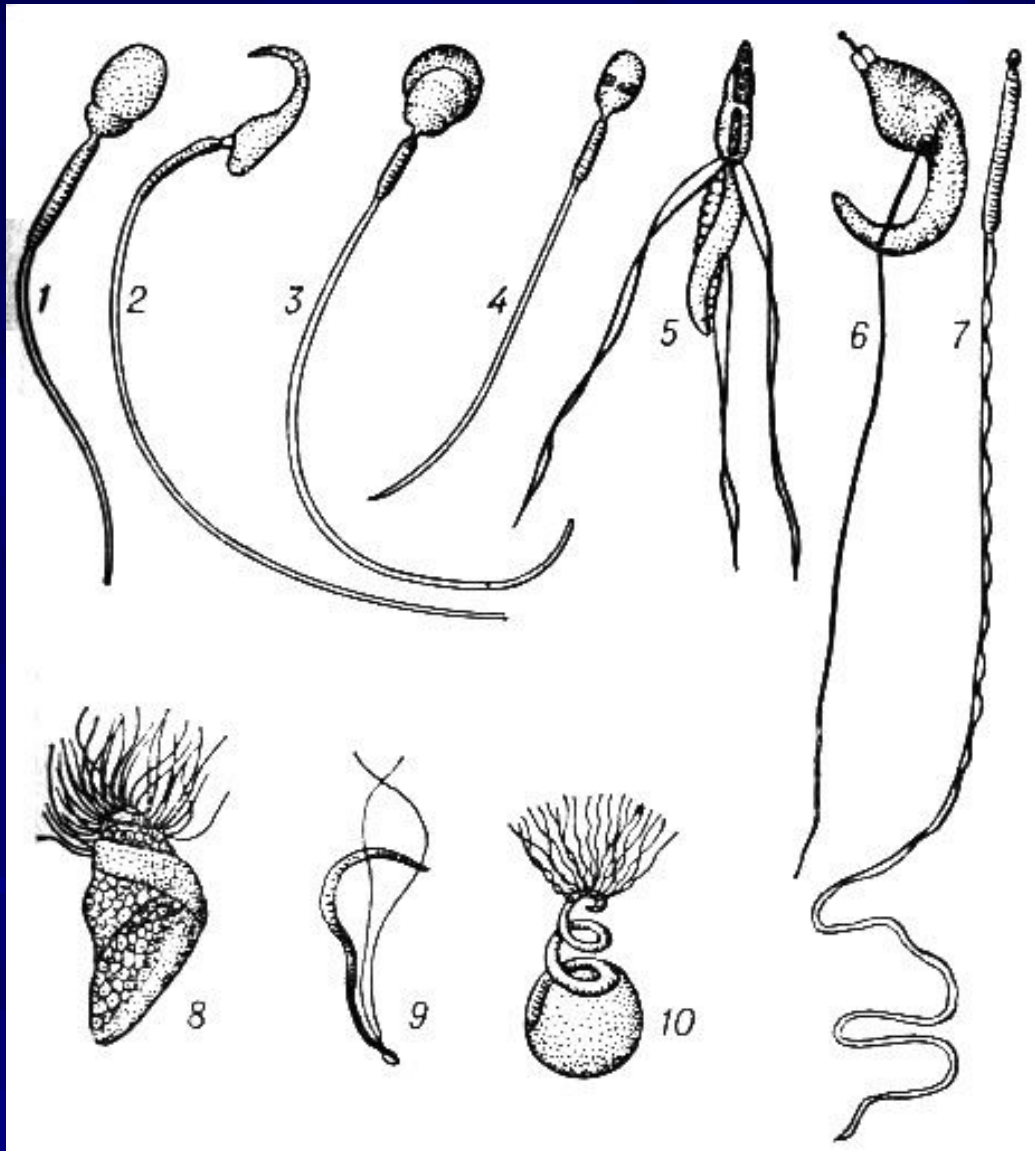
# ГАМЕТОГЕНЕЗ



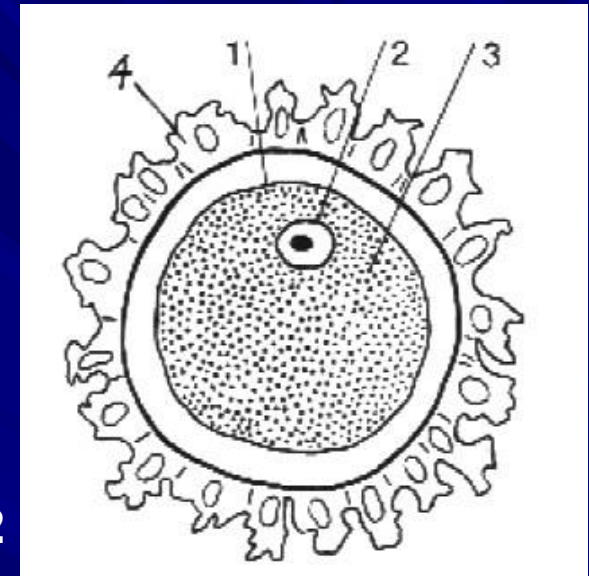
## ГАМЕТОГЕНЕЗ

- **Сперматогенез** ♂ (в семенниках)
  - **Овогенез** ♀ (в яичниках)
- Период размножения (МИТОЗ)**
- В репродуктивный период
  - В эмбриональный период
- Период роста (интерфаза)**
- Незначительный Спермацит 1-го порядка
  - Длительный период Овоцит 1-го порядка
- Период созревания (мейоз)**
- Первое и второе мейотическое деление
  - Первое и второе неравномерное мейотическое деление
- деление
- **4 сперматозоида**
  - **1 яйцеклетка**

# Виды и строение гамет



1

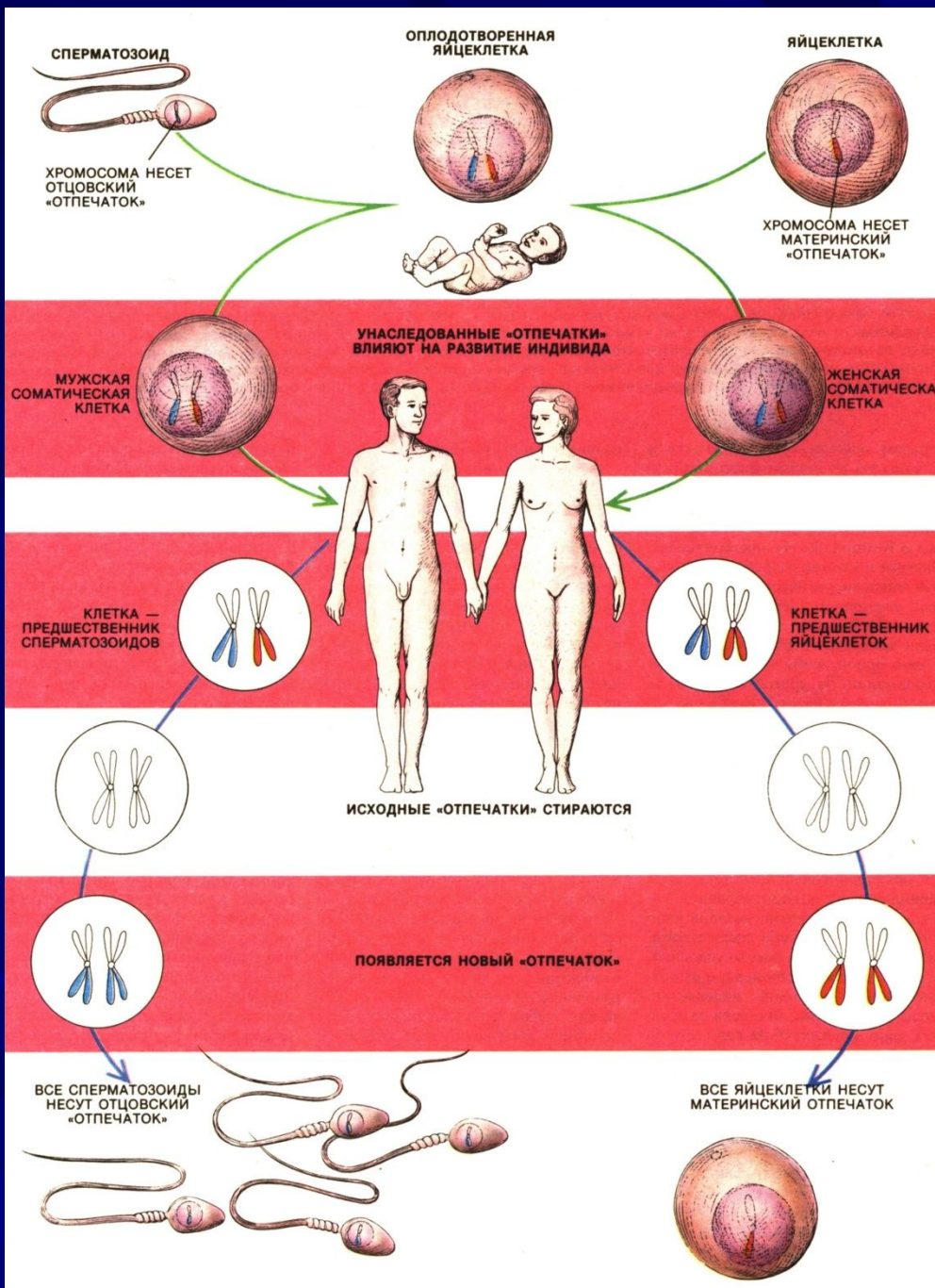


2

Рис.1. Сперматозоиды: 1 – кролика, 2 – крысы, 3 – морской свинки, 4 – человека, 5 – рака, 6 – паука, 7 – жука, 8 – хвоща, 9 – мха, 10 – папоротника.

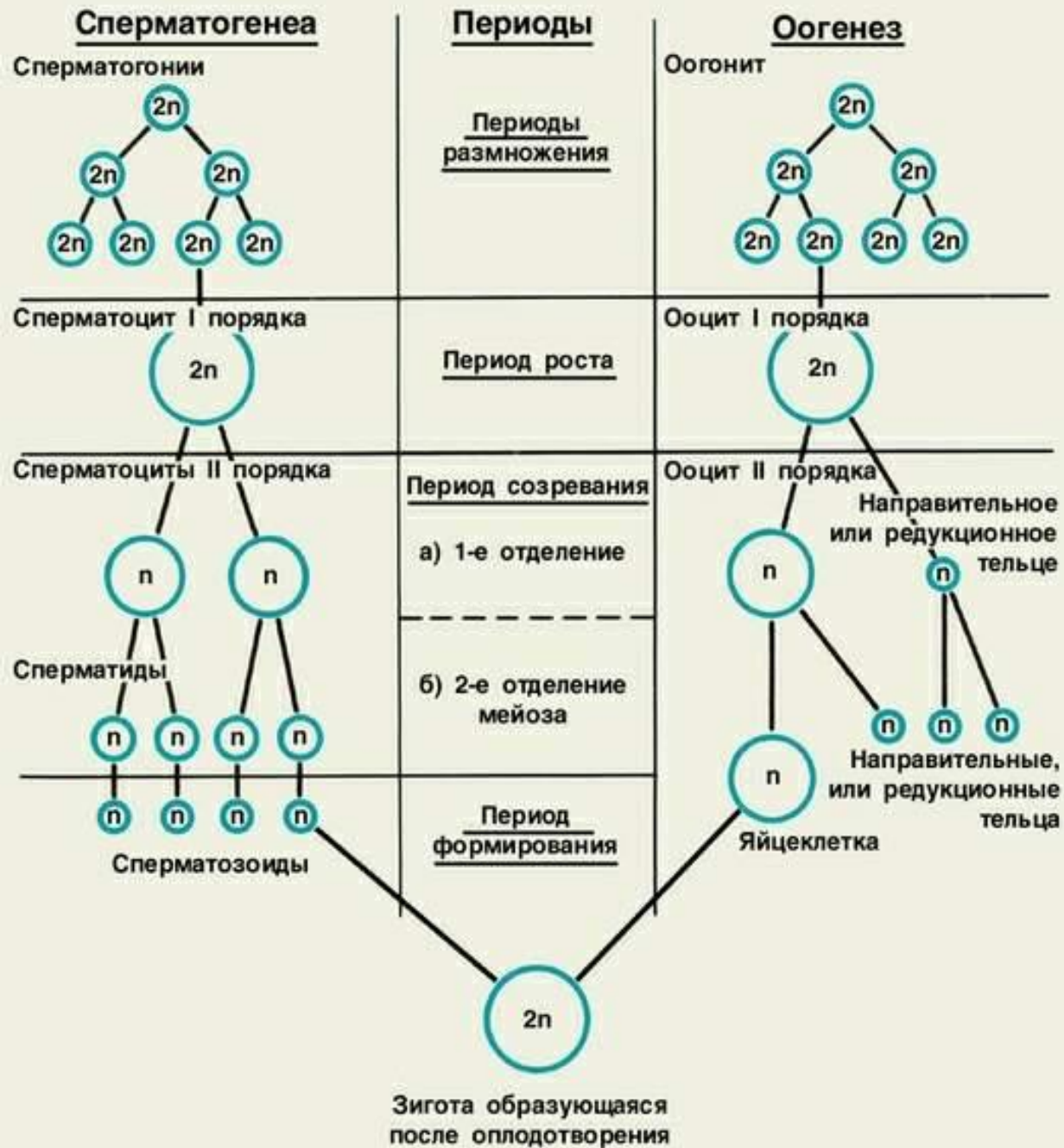
Рис.2. Яйцеклетка млекопитающих: 1 – оболочка, 2 – ядро, 3 – цитоплазма, 4 – фолликулярные клетки.

Термины сперматозоид и яйцеклетка ввел Карл Бэр в 1827 г.



- Даже если от обоих родителей потомки получают идентичные гены, действие этих генов может быть различным, т.к. гены несут родительский «отпечаток», различный у самцов и самок, который влияет на нормальное развитие организма, а также играет роль в возникновении заболеваний.

- Явление, когда при образовании гамет у потомка прежний хромосомный «отпечаток», полученный от родителей стирается и его гены маркируются в соответствии с полом данной особи, называется **ГЕНОМНЫЙ ИМПРИНТИНГ**



---



# Размножение организмов

**Размножение** - это способность живых организмов воспроизводить себе подобных, обеспечивая непрерывность и преемственность жизни в ряду поколений.

---





---

# Виды размножения

## Бесполое

Происходит без образования гамет и в нем участвует лишь один организм. Идентичное потомство, происходящее от одной родительской особи, называют клоном.

Бесполое размножение эволюционно сложилось раньше полового. Его значение - увеличение численности вида, при помощи митотического деления. Все потомки имеют генотип, идентичный материнскому, что не сопровождается повышением генетического разнообразия.

---



---

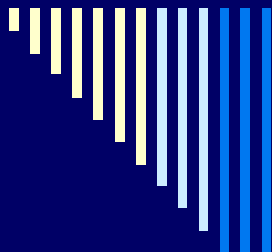
# Виды размножения

## Половое

Происходит при слиянии двух гамет особей одного вида - родителей, в результате которого осуществляется объединение генетической информации в наследственном материале потомка.

Биологическое значение полового размножения заключается не только в самовоспроизведении особей, но и в обеспечении биологического разнообразия видов, их адаптивных возможностей и эволюционных перспектив. Это делает половое размножение биологически более прогрессивным, чем бесполое.

---



# Типы бесполого размножения

**Деление.** Делением размножаются одноклеточные организмы: каждая особь делится на две или большее число дочерних клеток, идентичных родительской клетке. Делению клетки предшествует репликация ДНК, а у эукариот - также деление ядра. В большинстве случаев происходит бинарное деление, при котором образуются две идентичные дочерние клетки. Так делятся бактерии, многие простейшие (амеба, парамеция), одноклеточные водоросли.

При таком делении вслед за рядом делений клеточного ядра происходит деление самой клетки на множество дочерних клеток. Наблюдается у споровиков - группы простейших. Стадия, на которой происходит множественное деление, называется шизонтом, а сам этот процесс - шизогония.

**Образование спор.** Спора - это одноклеточная репродуктивная единица обычно микроскопических размеров, (споруляция) состоящая из небольшого количества цитоплазмы и ядра, покрытая плотной оболочкой и устойчивая к действиям неблагоприятных факторов внешней среды. Споры служат для размножения, расселения и переживания неблагоприятных условий. Существуют и половые споры - зооспоры; они участвуют в половом размножении, иногда выполняют функцию гамет.



# Типы бесполого размножения

- **Почкование.** Почкованием называют одну из форм полового размножения, при которой новая особь образуется в виде выроста (почки) на теле родительской особи, а затем отделяется от нее, превращаясь в самостоятельный организм, совершенно идентичный родительскому. Например, у кишечнополостных.

**Фрагментацией** называется разделение особи на две и несколько частей, каждая из которых растет и образует новую особь. Основу фрагментации составляет способность организма к регенерации - восстановлению утраченных частей.

**Вегетативное размножение.** При вегетативном размножении от растения отделяется относительно большая, обычно дифференцированная, часть и развивается в самостоятельное растение. Нередко растения образуют структуры, специально предназначенные для этой цели: луковицы, клубнелуковицы, корневища, столоны и клубни. Некоторые из этих структур служат для запасания питательных веществ.



# Виды размножения

## Половое

Происходит при слиянии двух гамет особей одного вида - родителей, в результате которого осуществляется объединение генетической информации в наследственном материале потомка.

Биологическое значение полового размножения заключается не только в самовоспроизведении особей, но и в обеспечении биологического разнообразия видов, их адаптивных возможностей и эволюционных перспектив. Это делает половое размножение биологически более прогрессивным, чем бесполое.