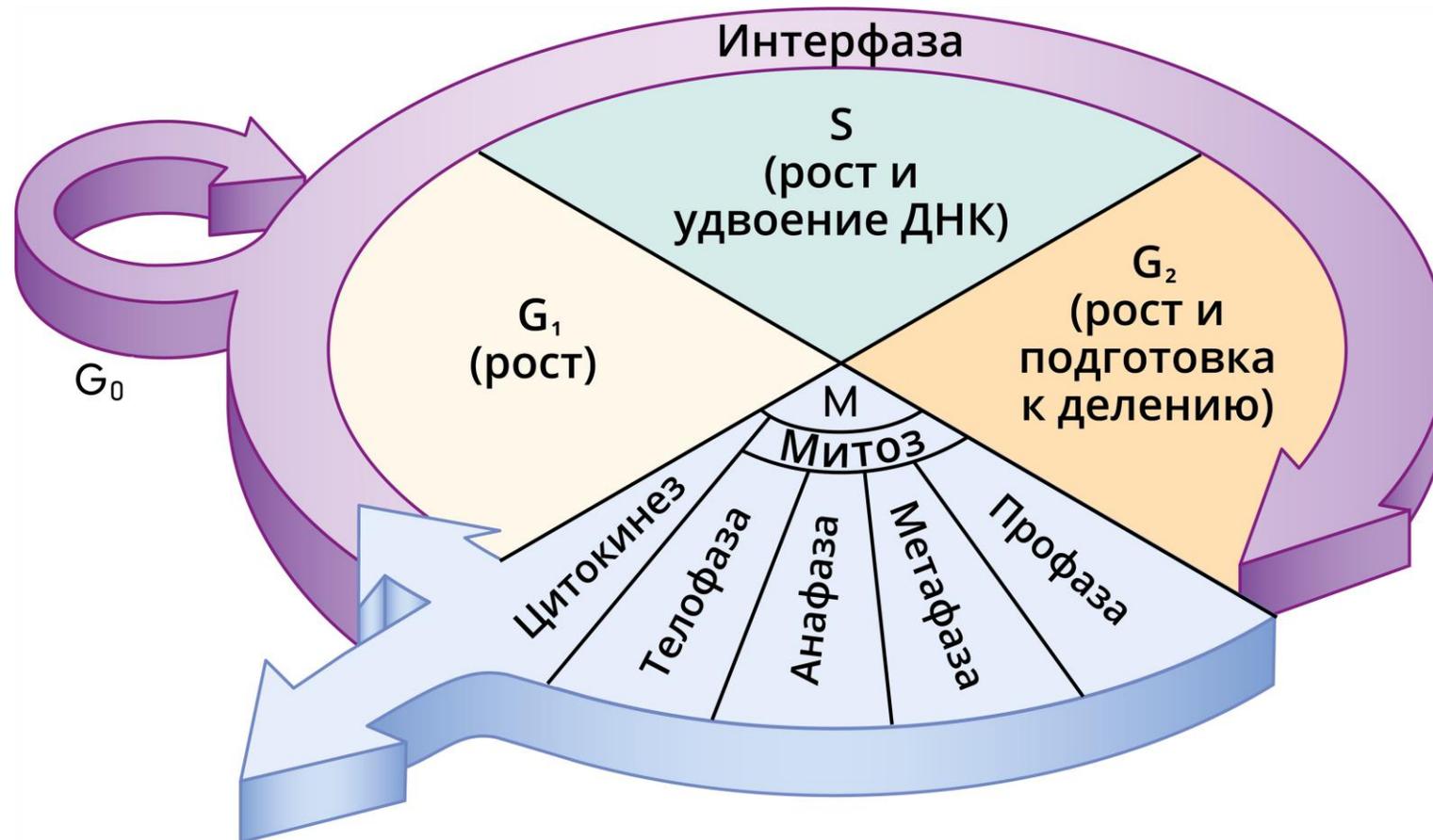


Жизненный цикл клетки. Митоз. Мейоз

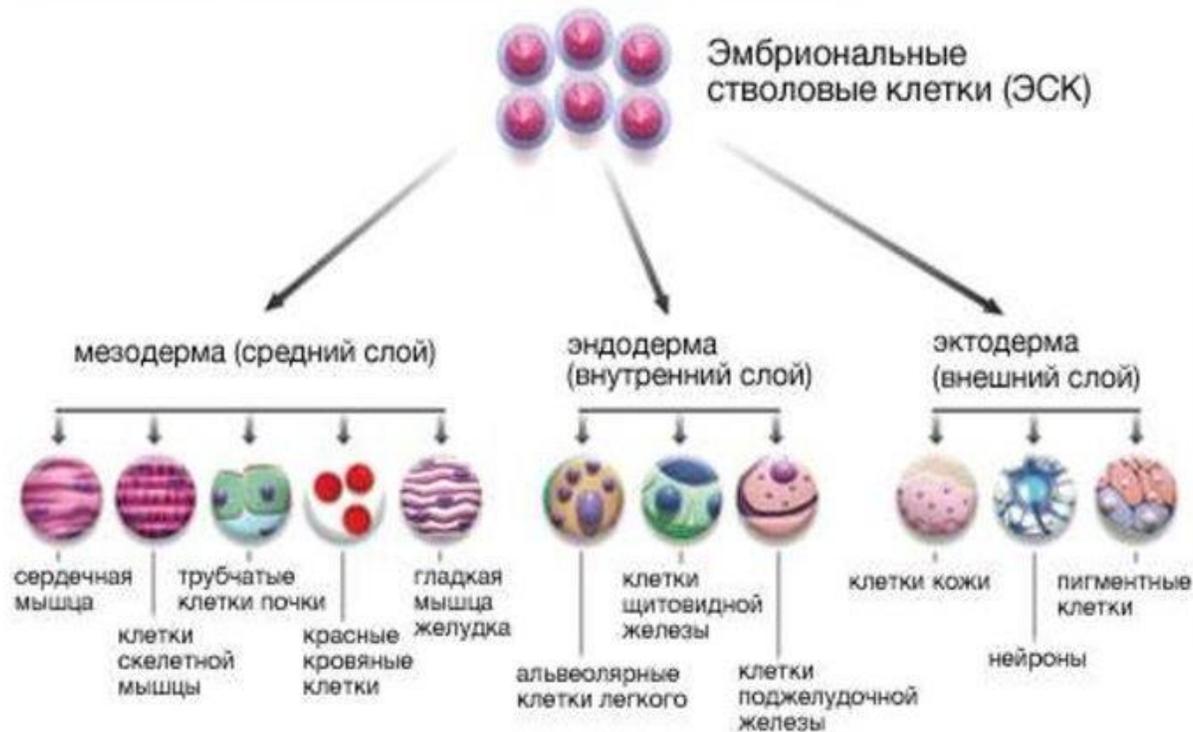
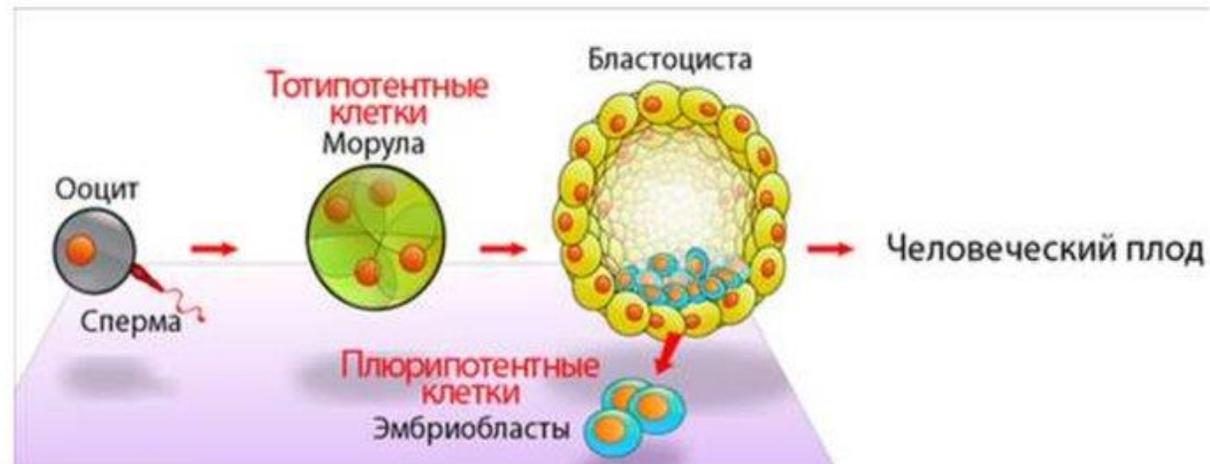
▶ **Клеточный цикл** – жизнь клетки с момента ее образования в процессе деления материнской клетки до собственного деления (включая это деление) или гибели.



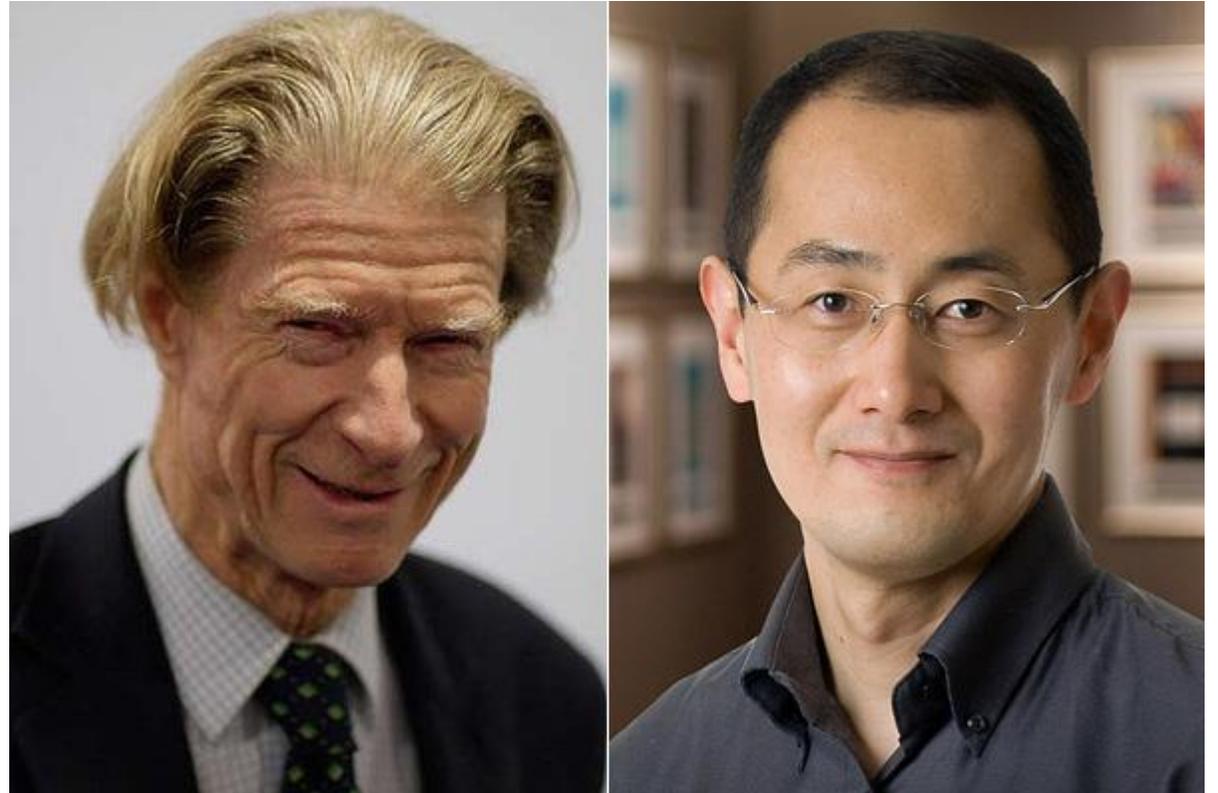
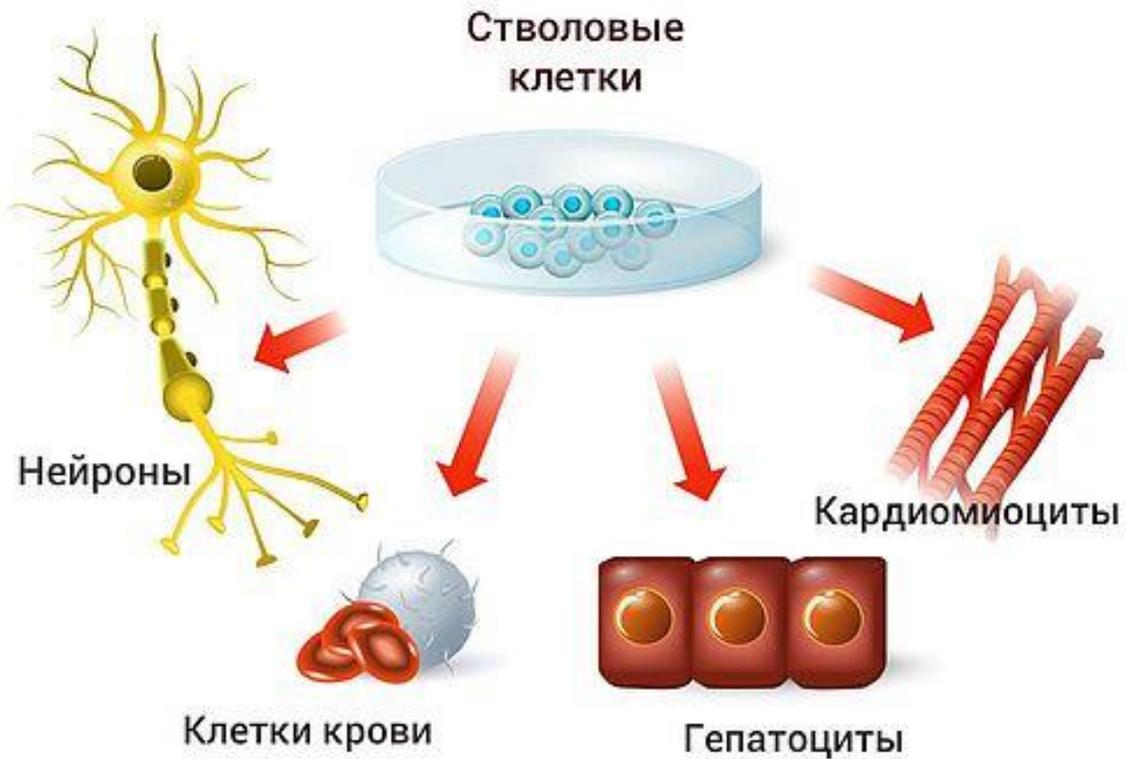
▶ Дифференцировка клеток (англ. to differ — различаться) — включение и выключение определенных генов и специализация клетки для выполнения тех или иных функций, приобретение ею черт того или иного клеточного типа.

▶ В некоторых случаях этот процесс обратим, и клетка может вернуться в менее дифференцированное состояние (дедифференцироваться).

Уровень дифференцировки клеток



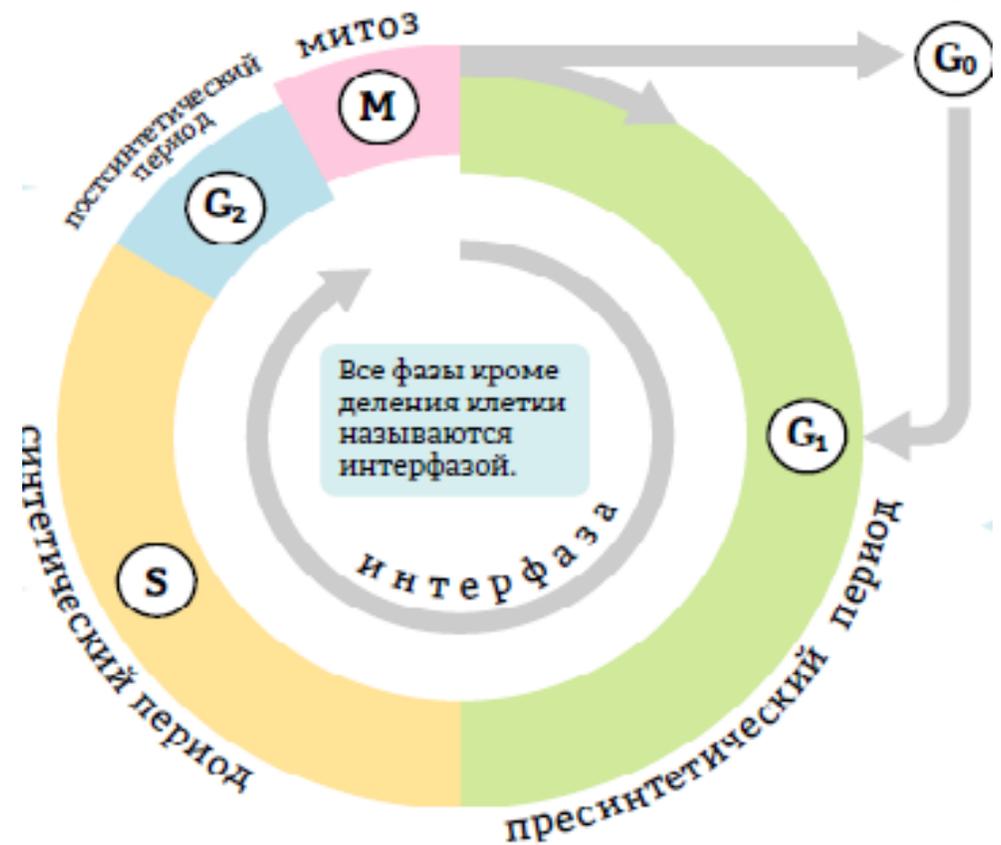
- Стволовые клетки – это незрелые клетки предшественницы для всех тканей организма.



Лауреаты Нобелевской премии по физиологии и медицине 2012 года Джон Гёрдон и Синъя Яманака

Клеточный цикл

- G_0 -фаза, или фаза покоя, — период клеточного цикла, в течение которого клетки находятся в состоянии покоя и не делятся.
- Клетки из стадии G_0 могут перейти в стадию **апоптоза**- клеточной смерти
- Или в стадию G_1 - **пресинтетический период**, с которого начинается процесс клеточного деления. В этом периоде синтезируется РНК и белки, необходимые для репликации ДНК.



Из фазы G1 клетка переходит в **S-фазу** – **синтетический период**. В этой фазе происходит удвоение ДНК – репликация, а также удвоение центриолей клеточного центра (в тех клетках, где он имеется).

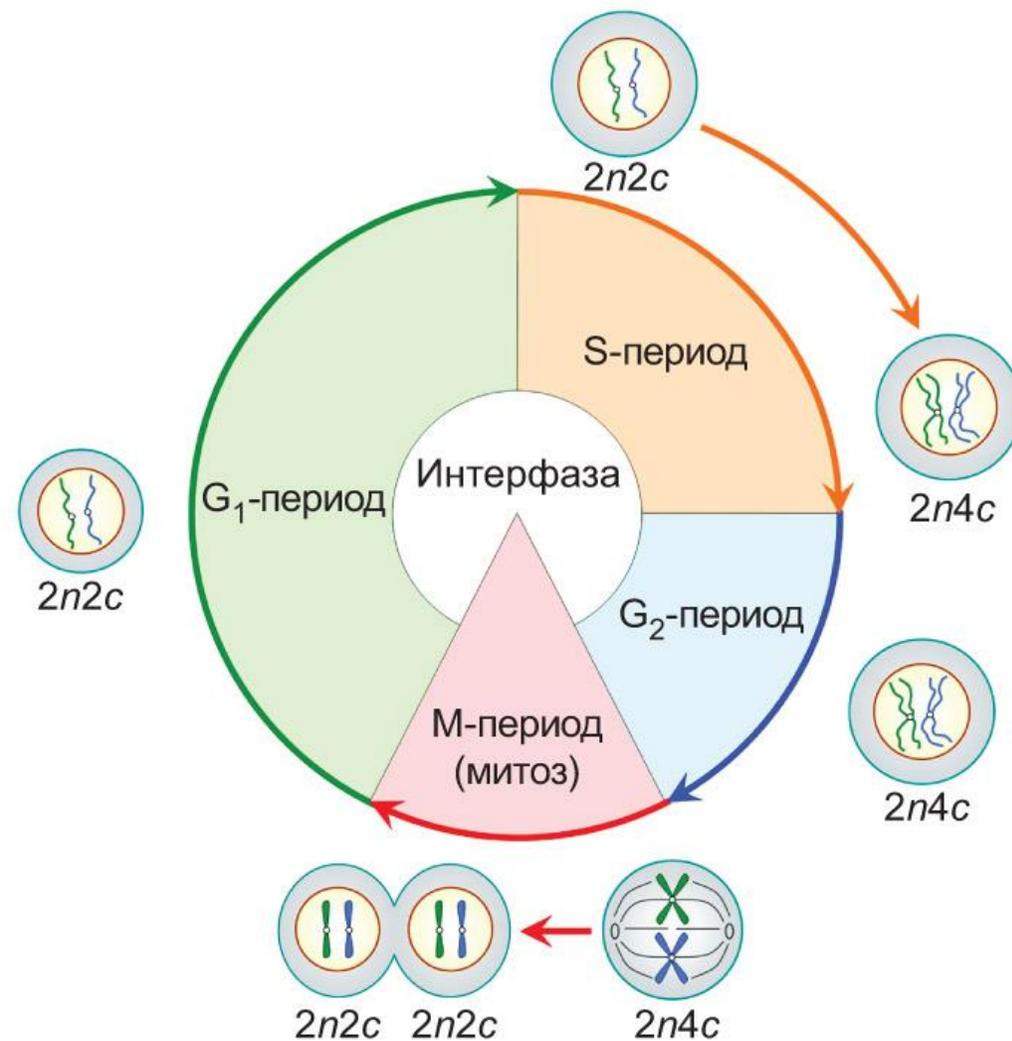


Рис. 16.1. Основные периоды клеточного цикла

Постсинтетический, или G₂-период, продолжается от окончания синтеза ДНК (репликации) до начала деления клетки. В это время клетка активно запасает энергию и синтезирует белки для предстоящего деления.

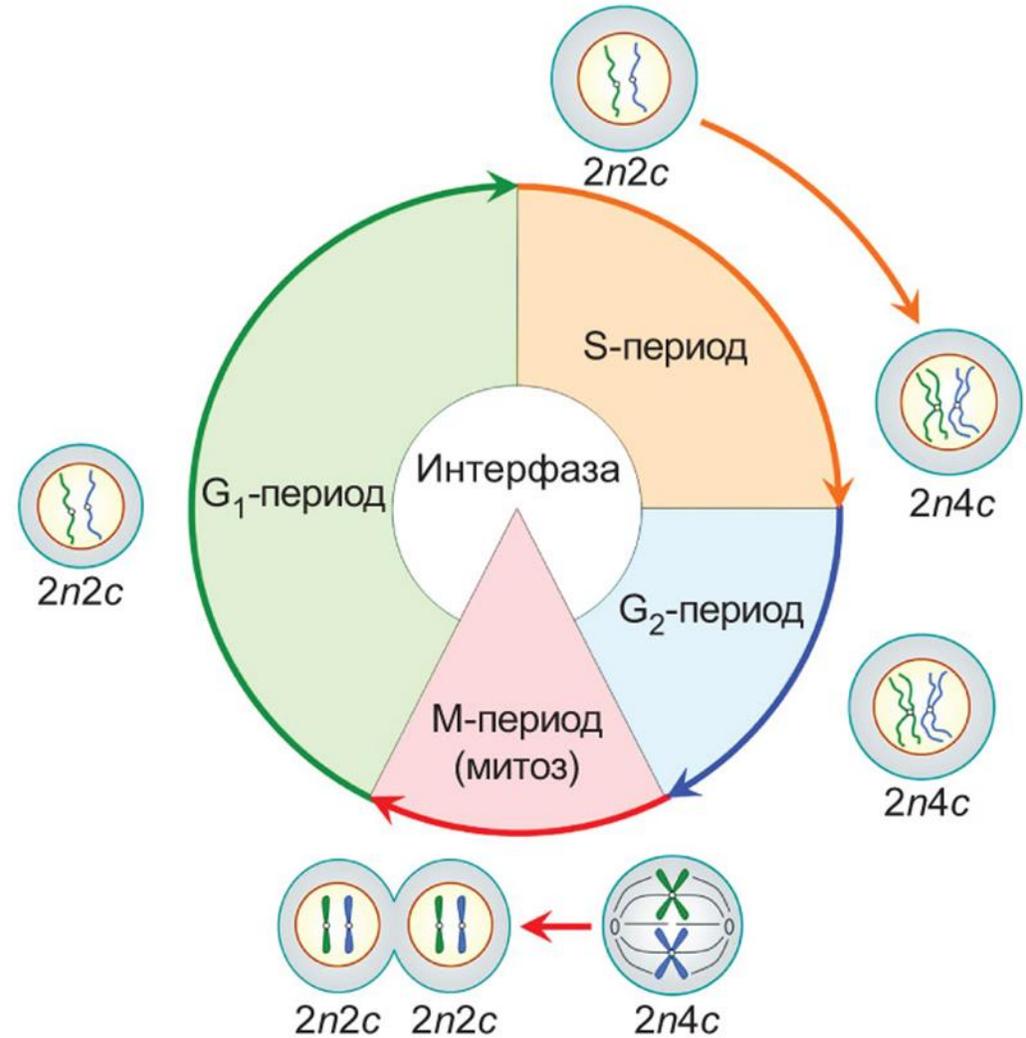


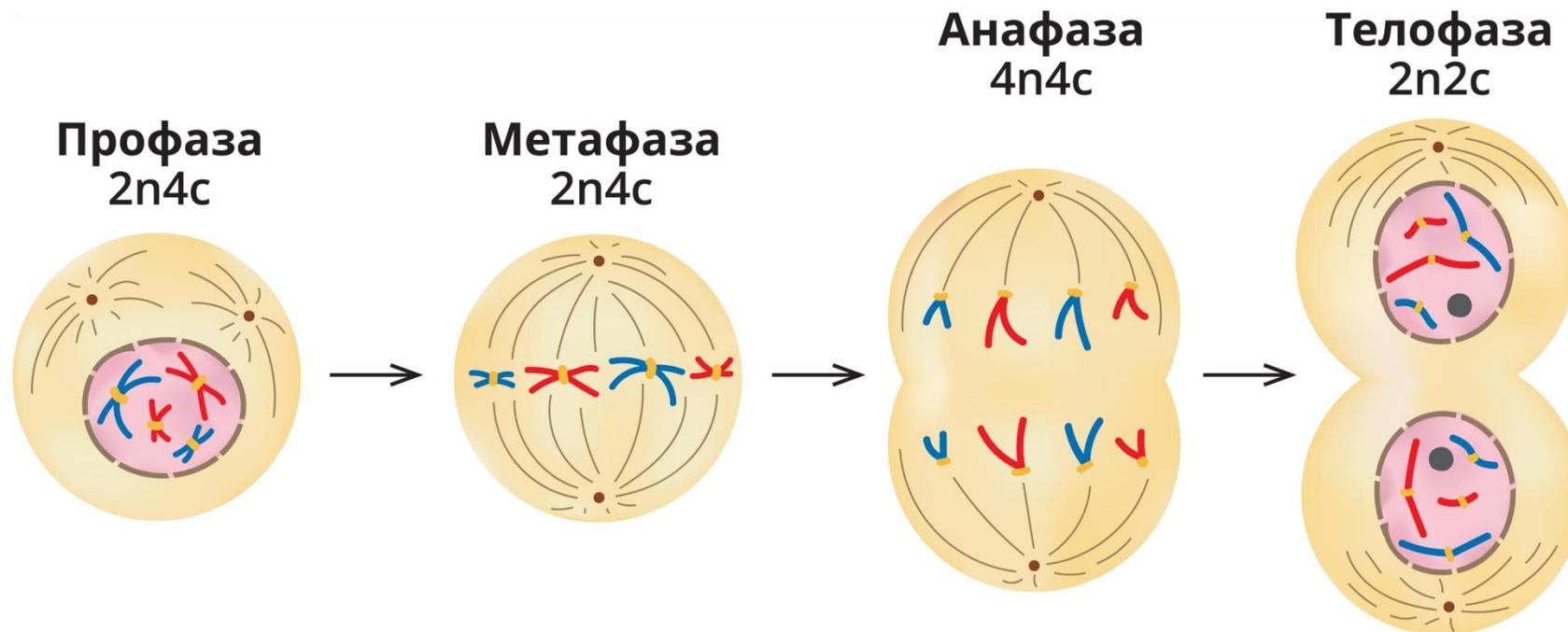
Рис. 16.1. Основные периоды клеточного цикла

Основные периоды клеточного цикла

Период		Содержание наследственного материала в диплоидной клетке	Краткая характеристика
Интерфаза	Пресинтетический (G_1)	$2n2c$	Рост клетки, образование органоидов, подготовка к репликации
	Синтетический (S)	$2n2c$ (в начале) \rightarrow $2n4c$ (в конце)	Репликация ДНК, удвоение центриолей клеточного центра
	Постсинтетический (G_2)	$2n4c$	Завершение подготовки к делению
Митоз (M)		$2n4c$ (в материнской клетке) \rightarrow $2n2c$ (в каждой дочерней клетке)	Деление клетки на две дочерние

МИТОЗ

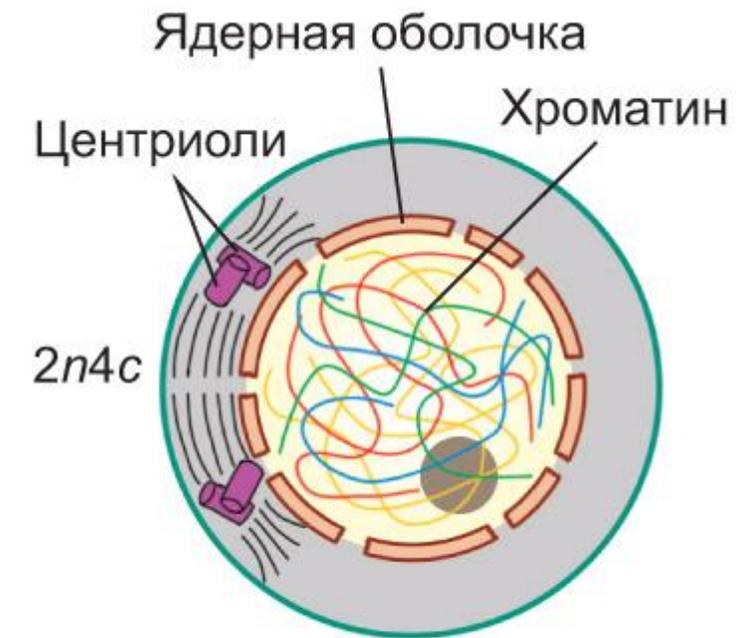
- Митоз — основной способ деления клеток эукариот, в результате которого из одной материнской клетки образуются две дочерние с таким же набором хромосом, как и в материнской клетке.
- Митоз включает в себя два процесса:
кариокинез (деление ядра) и **цитокинез** (деление цитоплазмы).



Профаза

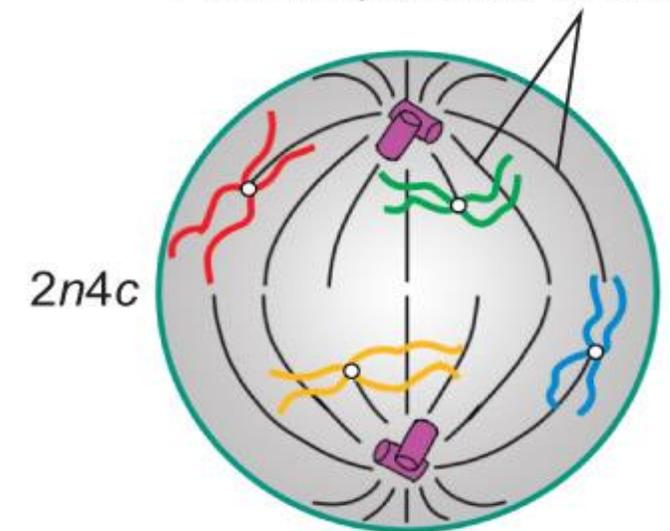
В ядре молекулы ДНК укорачиваются и скручиваются (спирализуются), образуя компактные хромосомы.

Каждая хромосома состоит из двух молекул ДНК (двух хроматид), соединённых центромерой. Ядерная оболочка распадается. Хромосомы неупорядоченно располагаются в цитоплазме. Растворяются ядрышки. Начинает формироваться веретено деления, часть нитей которого прикрепляется к центромерам хромосом. В животной клетке начинают расходиться центриоли.



Ранняя профаза

Нити веретена деления



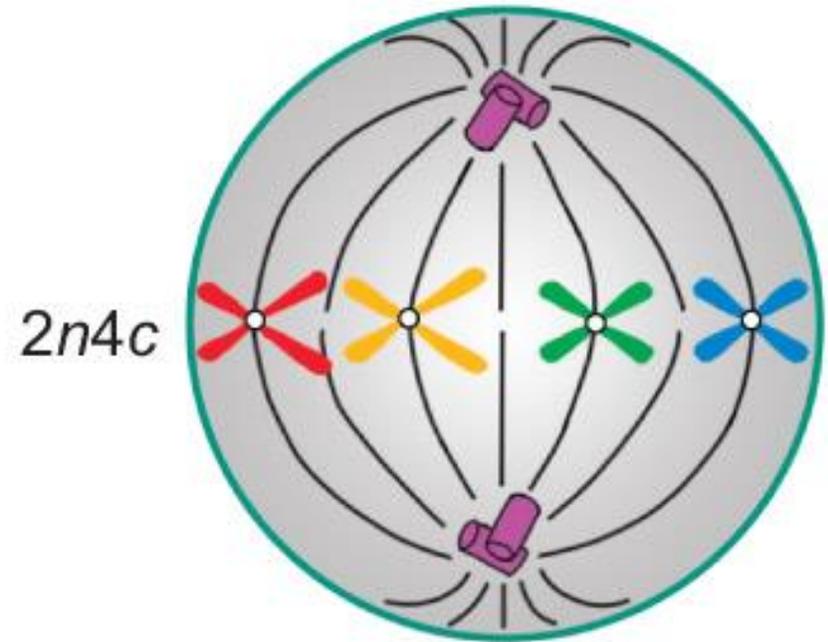
Поздняя профаза

Метафаза

Хромосомы располагаются на экваторе клетки, образуя метафазную пластинку.

Хроматиды соединены в области первичной перетяжки с нитями веретена деления.

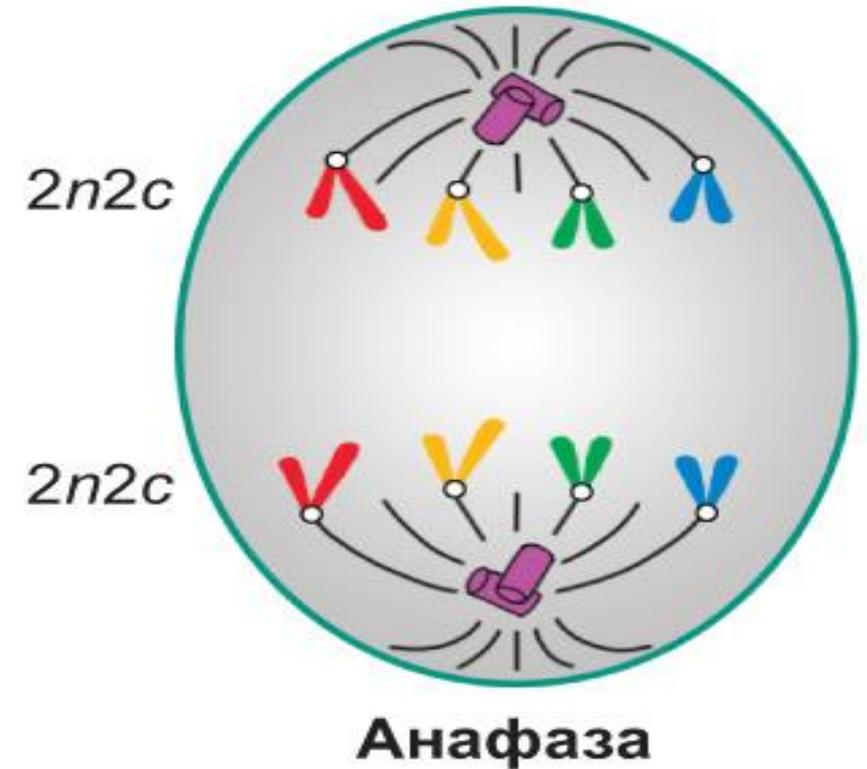
Центриоли располагаются у полюсов клетки.



Метафаза

Анафаза

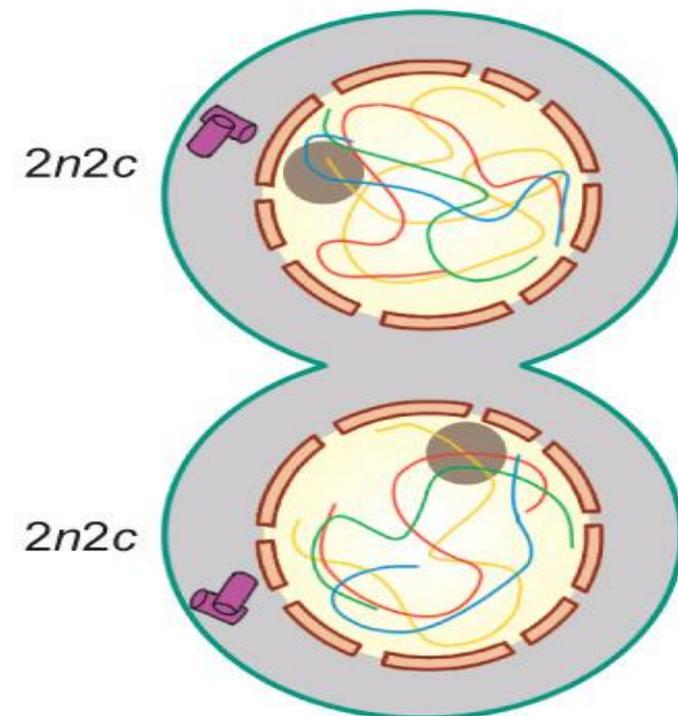
- Каждая хромосома, состоящая из двух хроматид, разделяется на две идентичные дочерние хромосомы. Дочерние хромосомы растягиваются нитями веретена деления к полюсам клетки.
- У каждого полюса оказывается одинаковый генетический материал



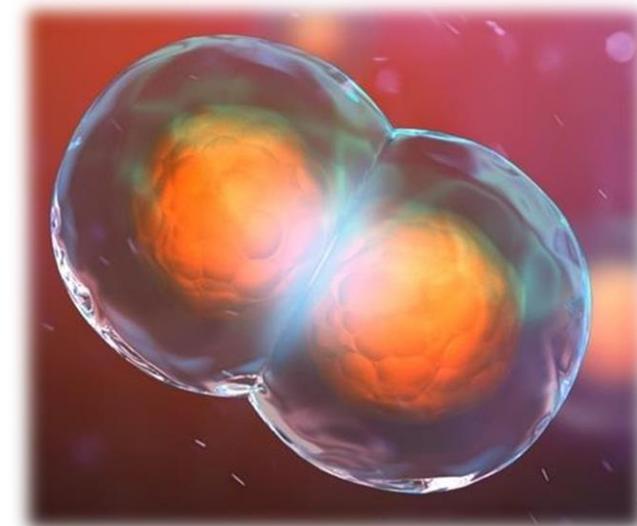
Телофаза

- Хромосомы раскручиваются.
- Вокруг хромосом начинают формироваться ядерные оболочки.
- В ядрах появляются ядрышки.
- Нити веретена деления разрушаются.

На этом кариокинез завершается. Происходит **цитокинез** — разделение цитоплазмы.

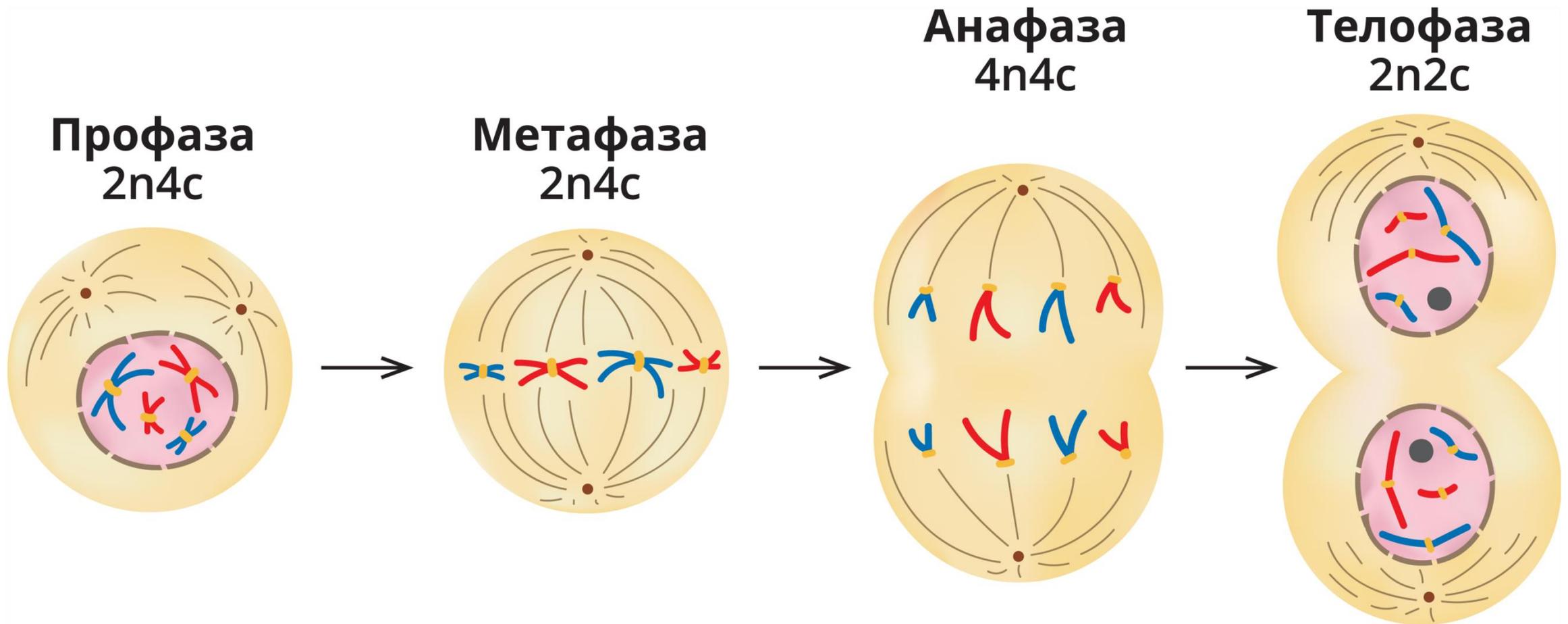


Телофаза



Цитокинез животной клетки

- Запомнить последовательность фаз митотического деления клетки поможет фраза «ПРОфессор МЕТнул АНАнас в ТЕЛефон» или слово «ПриМАТ».



Биологическое значение митоза

- ▶ Митотическое деление обеспечивает точную передачу генетической информации в ряду поколений клеток, обуславливает поддержание постоянного числа хромосом.
- ▶ Благодаря митозу в многоклеточном организме происходит увеличение количества клеток.

АМИТОЗ

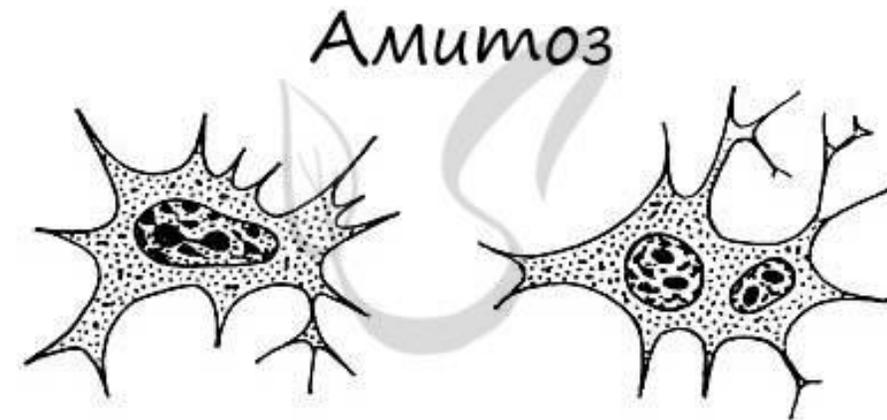
Амитоз, или прямое деление — деление ядра путём перетяжки, идущее без спирализации хромосом.

Такое деление встречается:

- в высокоспециализированных клетках с низкой активностью (клетках хрящей, роговицы глаза, печени),
- у дегенерировавших, обречённых на гибель клеток растений и животных.

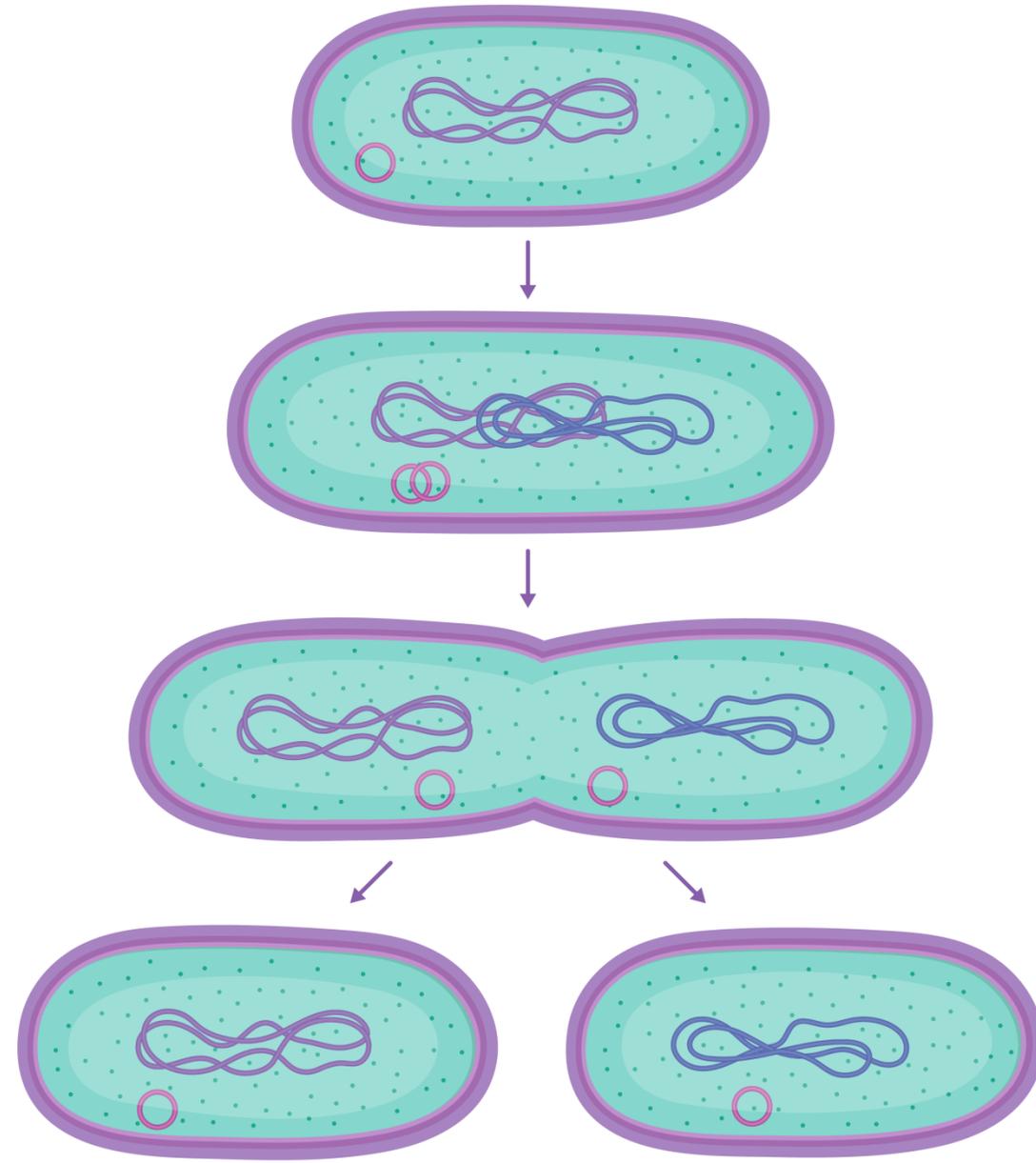
При амитозе часто наблюдается только деление ядра, а разделение цитоплазмы не происходит.

Если же цитоплазма разделяется, то распределение клеточных компонентов, как и ДНК, происходит произвольно.



Прямое бинарное деление

- Прямое бинарное деление характерно для прокариот.
- Перед делением клетки ДНК удваивается. Образовавшиеся одинаковые молекулы ДНК прикрепляются к цитоплазматической мембране (ЦПМ).
- Во время деления ЦПМ врастает между двумя молекулами ДНК и делит клетку пополам.
- В каждой дочерней клетке оказывается по одной идентичной молекуле ДНК.



Мейоз

Мейоз — это способ деления клеток, в результате которого из одной исходной клетки с диплоидным хромосомным набором образуются четыре клетки с гаплоидными наборами хромосом.

Подготовка клетки к мейозу происходит в интерфазу: удваивается ДНК, накапливается АТФ, синтезируются белки веретена деления.

Мейоз включает два следующих друг за другом деления.

Первое деление мейоза (мейоз I) приводит к уменьшению хромосомного набора и называется **редукционным**.

Происходит скручивание молекул ДНК и образование хромосом.

Каждая хромосома состоит из двух гомологичных хроматид — $2n4c$.

Гомологичные (парные) хромосомы сближаются и скручиваются, т. е. происходит **конъюгация** хромосом.

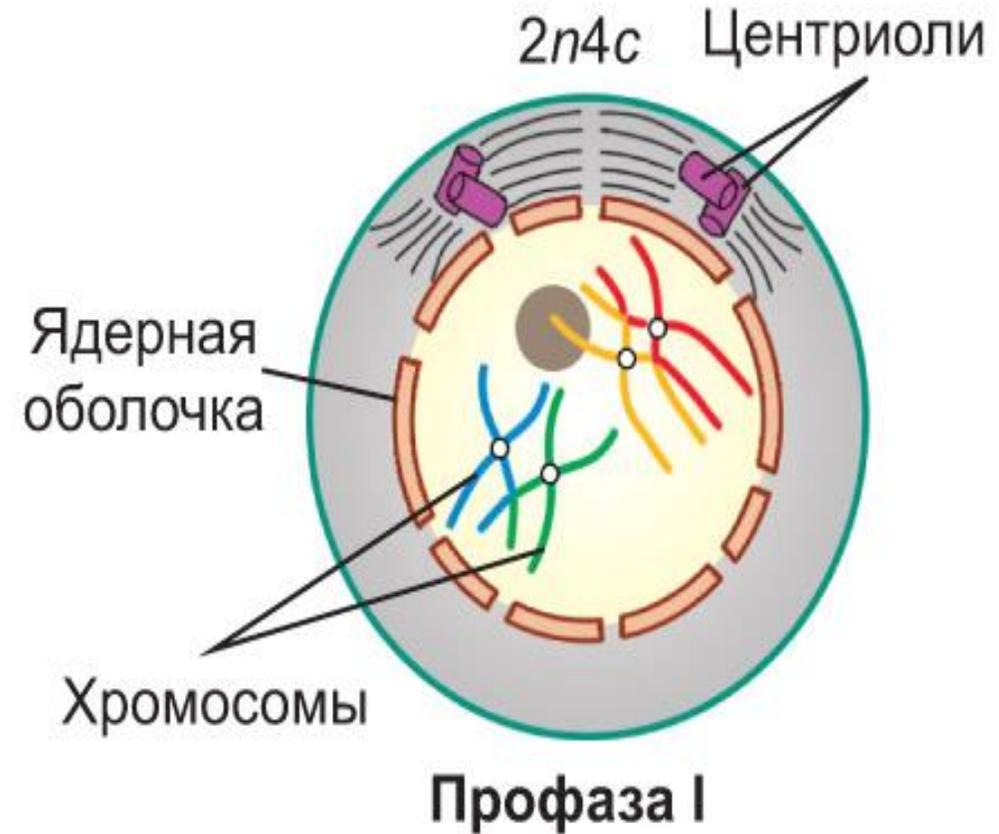
Затем гомологичные хромосомы начинают расходиться.

При этом образуются перекрёсты и происходит **кроссинговер** — обмен участками между гомологичными хромосомами.

Растворяется ядерная оболочка.

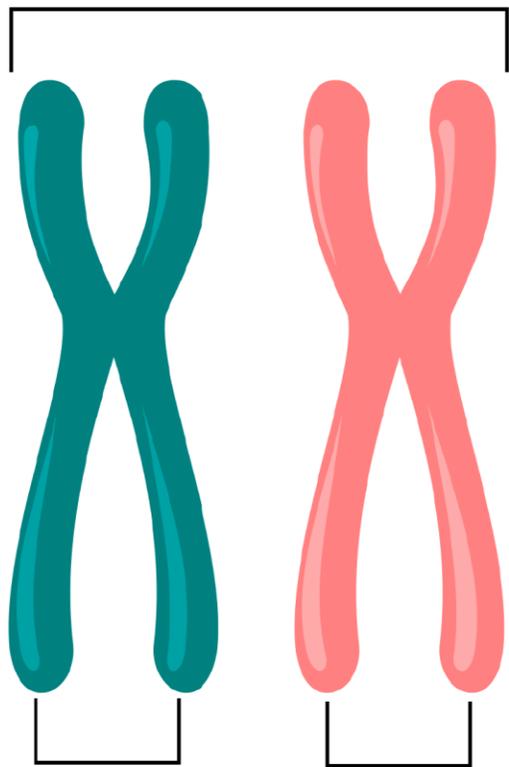
Разрушаются ядрышки.

Формируется веретено деления



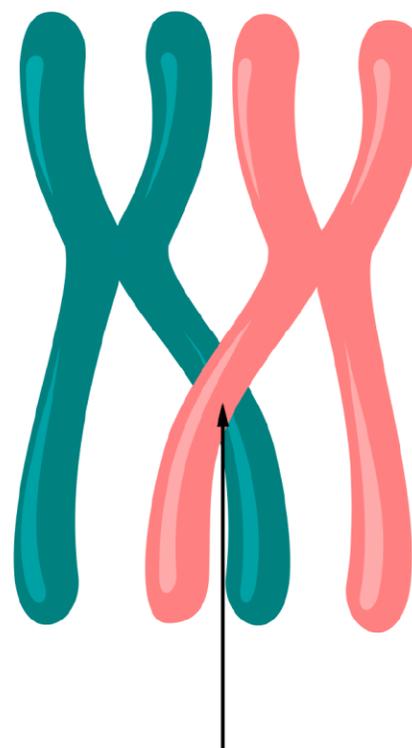
Кроссинговер

Гомологичные
хромосомы



Сестринские
хроматиды

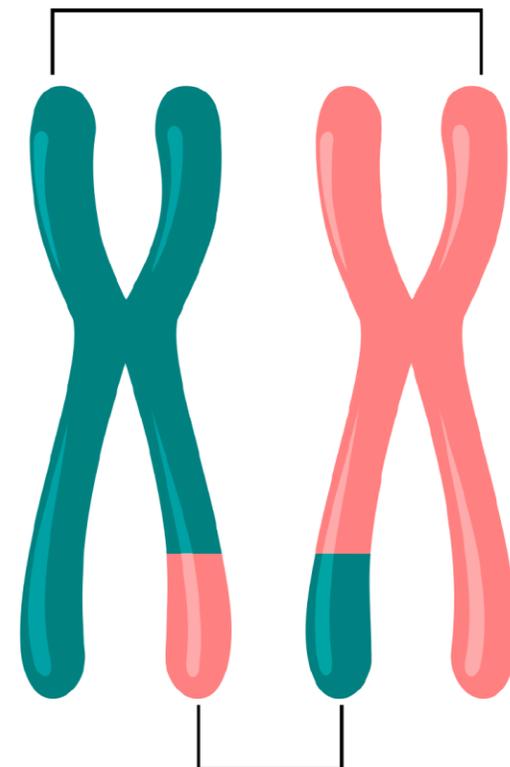
Обмен генетическим
материалом



Хиазма



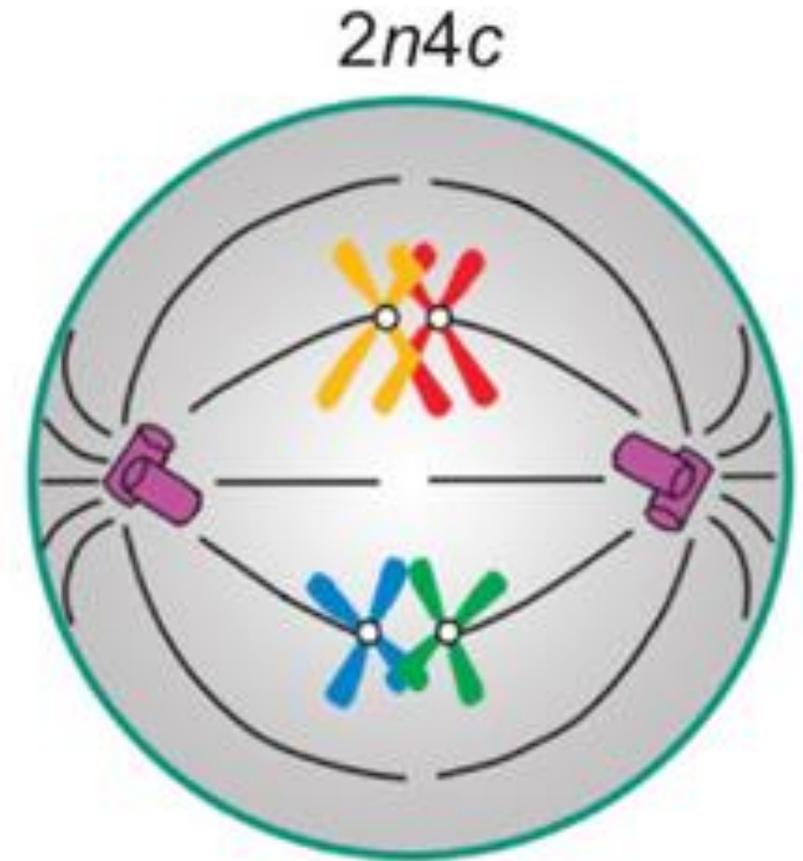
Нерекомбинантные
хроматиды



Рекомбинантные
хроматиды

Метафаза I

Спирализация хромосом достигает максимума. Пары гомологичных хромосом (четыре хроматиды) выстраиваются по экватору клетки. Образуется метафазная пластинка. Каждая хромосома соединена с нитями веретена деления. Хромосомный набор клетки — $2n4c$



Метафаза I

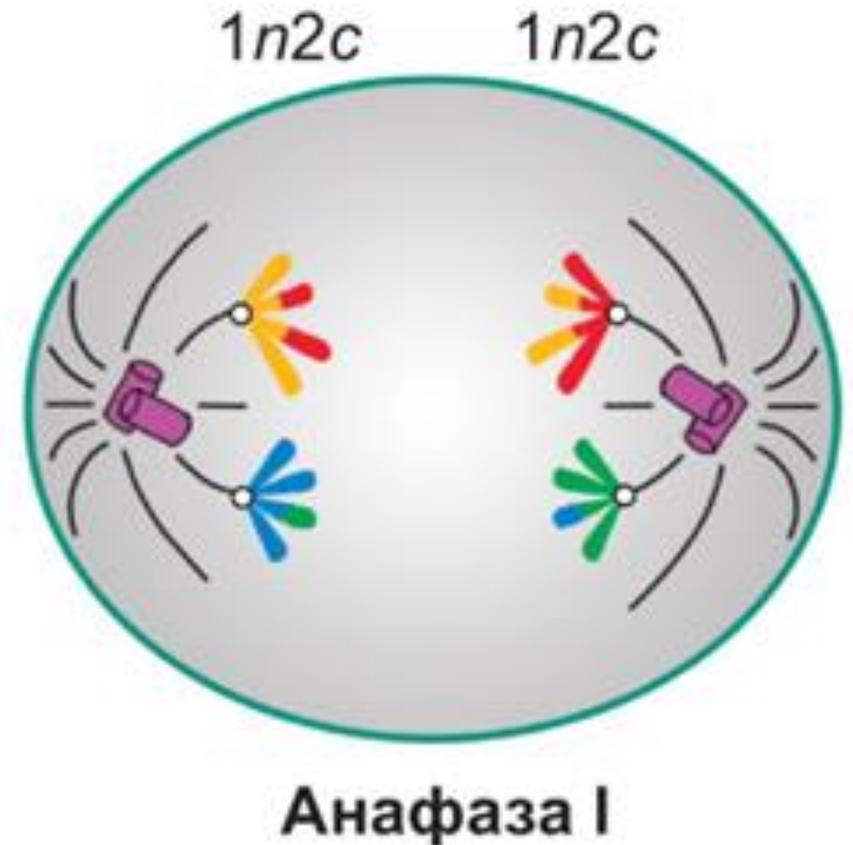
Анафаза I

Гомологичные хромосомы, состоящие из двух хроматид, отходят друг от друга.

Происходит редукция — уменьшение числа хромосом вдвое.

У полюсов клетки оказываются гаплоидные наборы хромосом, состоящих из двух хроматид.

Хромосомный набор к концу анафазы: у полюсов — $1n2c$, в клетке — $2n4c$.



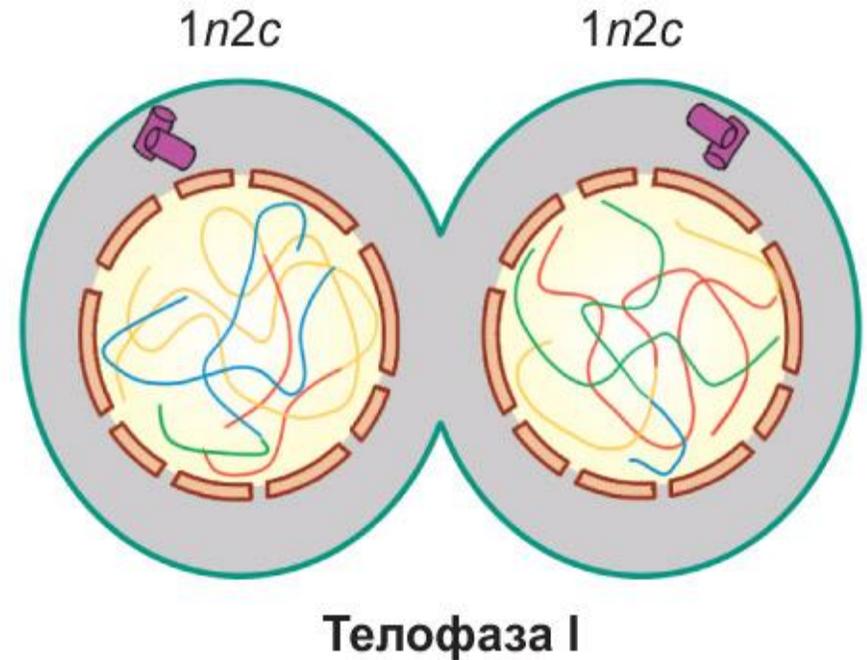
Телофаза I

Происходит формирование ядер.

Делится цитоплазма.

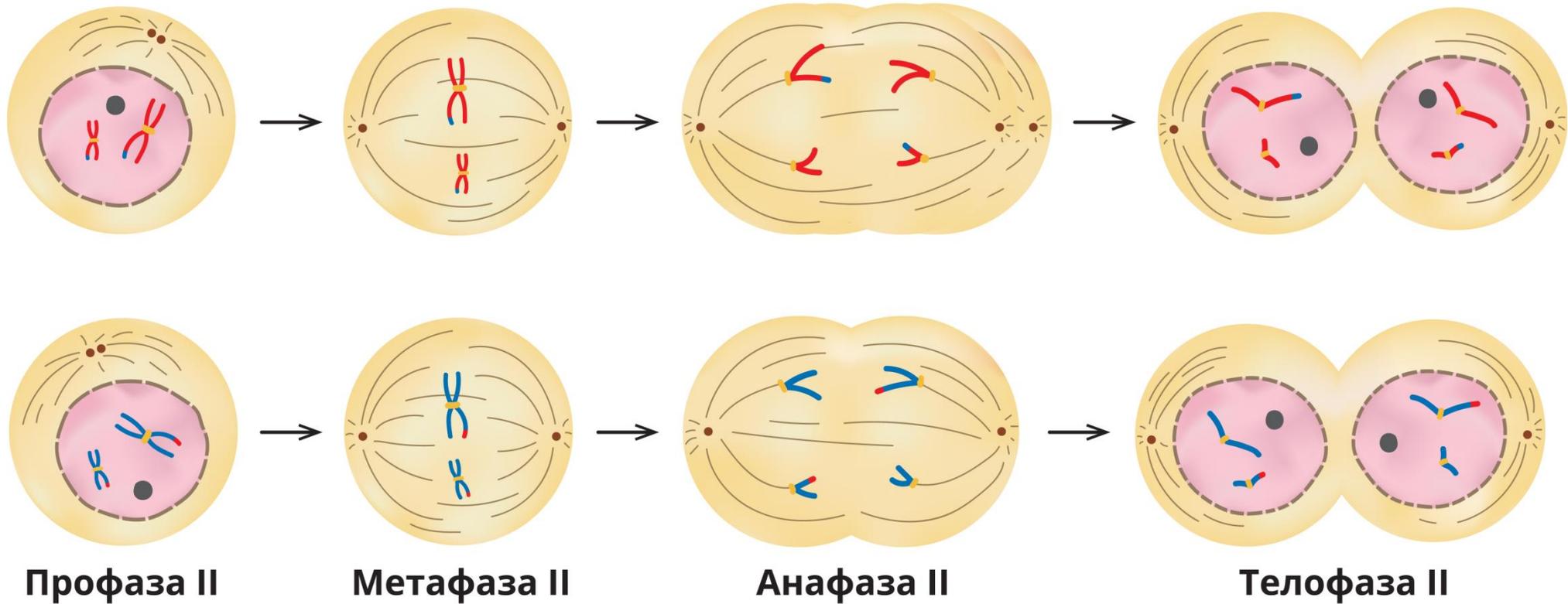
Образуются две клетки с гаплоидным набором хромосом. Каждая хромосома представлена двумя хроматидами.

Хромосомный набор каждой из образовавшихся клеток — $1n2c$.



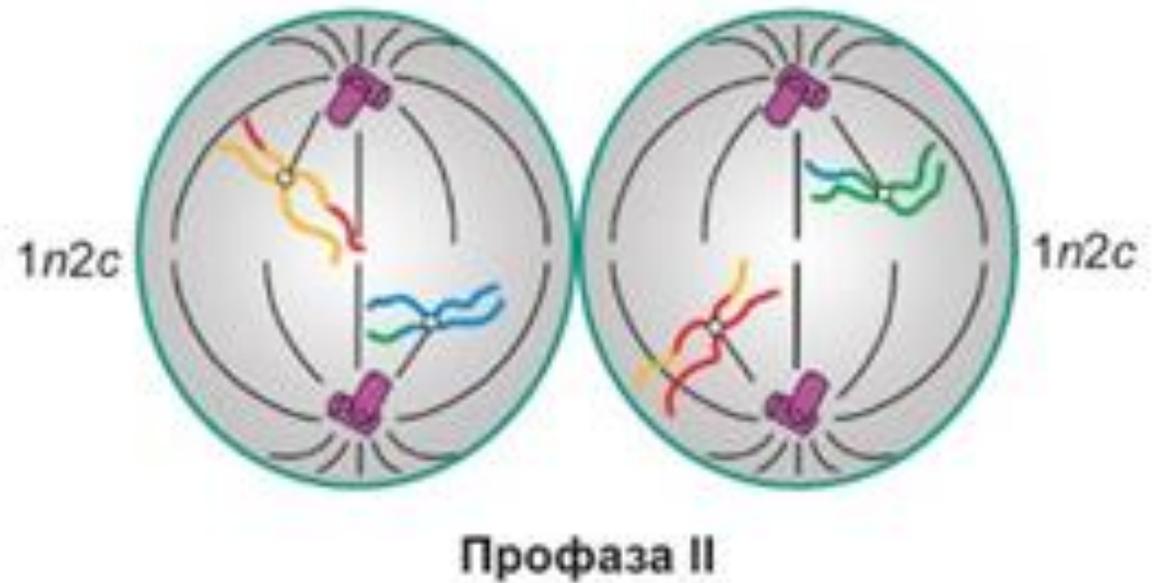
Второе деление мейоза (мейоз II)

Мейоз II



Профаза II

- Ядерные оболочки разрушаются.
- Хромосомы располагаются беспорядочно в цитоплазме.
- Формируется веретено деления.
- Хромосомный набор клетки — $1n2c$.



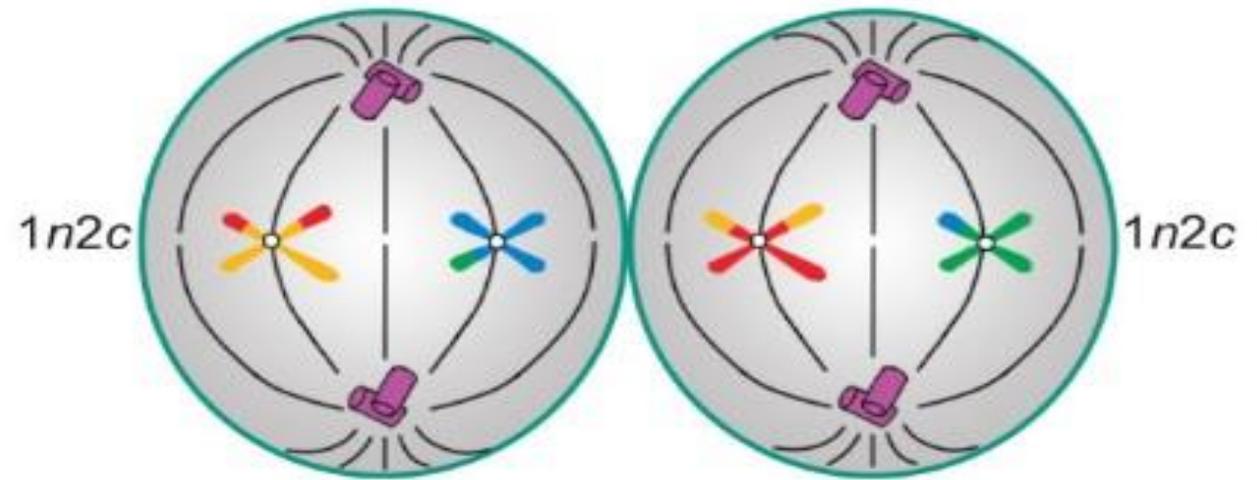
Метафаза II

Хромосомы располагаются в экваториальной плоскости.

Каждая хромосома состоит из двух хроматид.

К каждой хроматиде прикреплены нити веретена деления.

Хромосомный набор клетки — $1n2c$.



Метафаза II

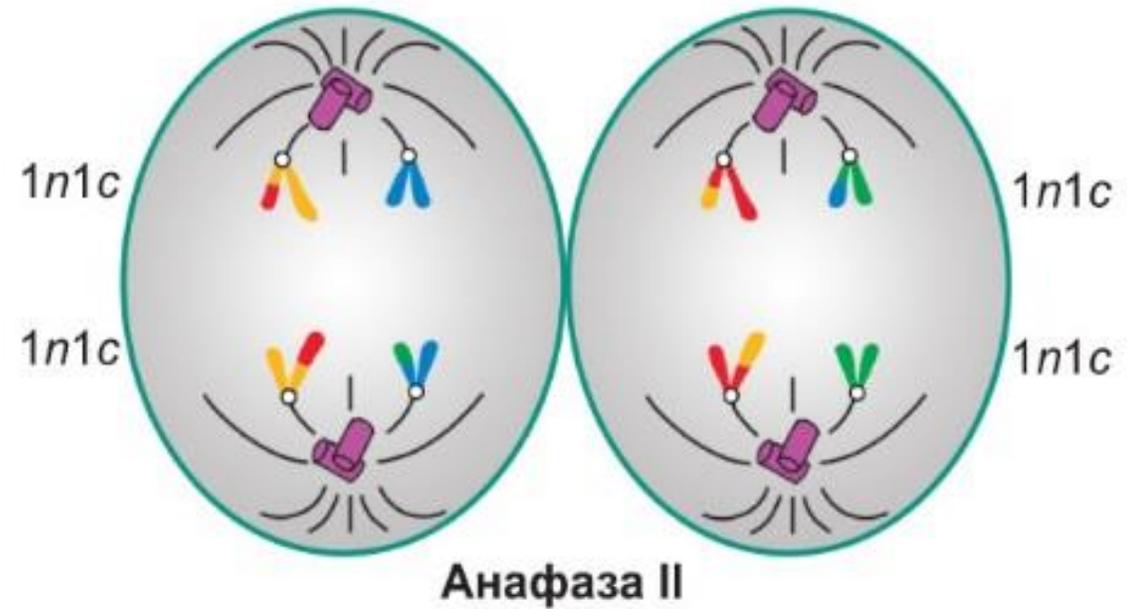
Анафаза II

Нити веретена деления оттягивают сестринские хроматиды к полюсам.

Хроматиды становятся самостоятельными хромосомами.

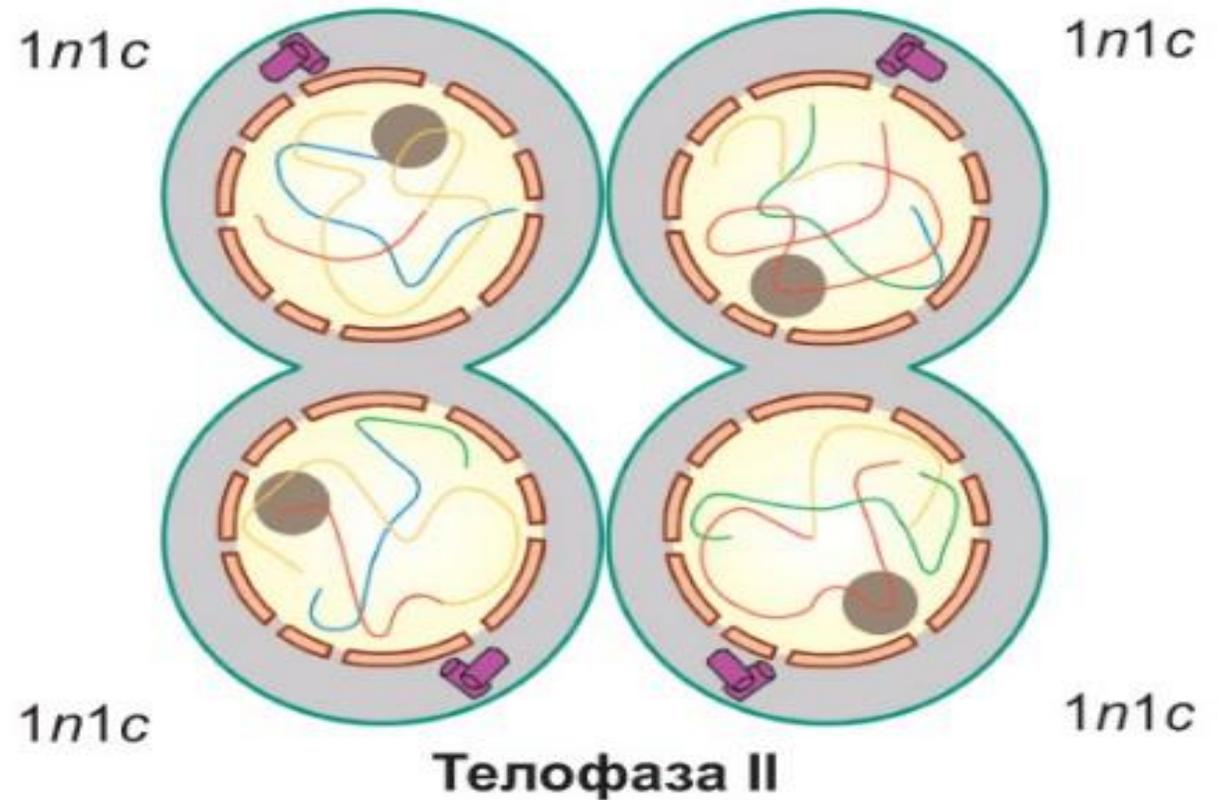
Дочерние хромосомы направляются к полюсам клетки.

Хромосомный набор у каждого полюса — $1n1c$ (в клетке — $2n2c$).



Телофаза II

- Формируются ядра.
- Делится цитоплазма.
- Образуются четыре гаплоидные клетки — $1n1c$.
- Хромосомные наборы образовавшихся клеток не идентичны.



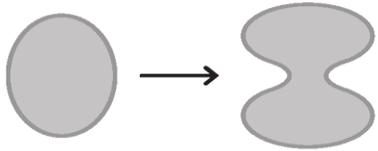
Значение мейоза

Образовавшиеся в результате мейоза клетки различаются своими хромосомными наборами, что обеспечивает разнообразие живых организмов.

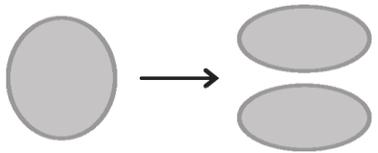
Число хромосом при мейозе уменьшается в два раза, что необходимо при половом размножении. Процесс оплодотворения опять восстанавливает в зиготе диплоидный набор хромосом.

МИТОЗ

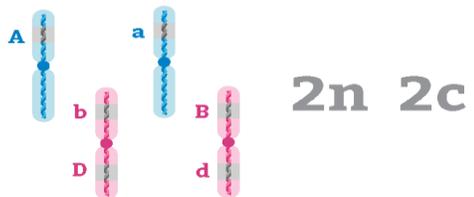
1 деление



2 клетки



$2n$ $2c$



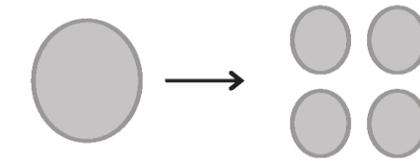
Нет кроссинговера

МЕЙОЗ

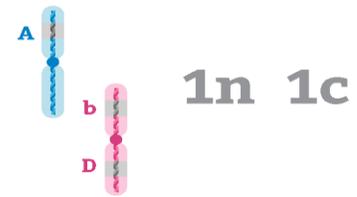
2 деления



4 клетки



$1n$ $1c$



Есть кроссинговер

