

ХЕМОСИНТЕЗ.

Другой важный процесс синтеза органического вещества на Земле это хемосинтез: ассимиляция рядом микроорганизмов CO_2 в темноте за счёт энергии, получаемой в ходе окисления некоторых простых неорганических веществ. Суть процесса отражает схема:

низкомолекулярная неорганика
{CH₂O}



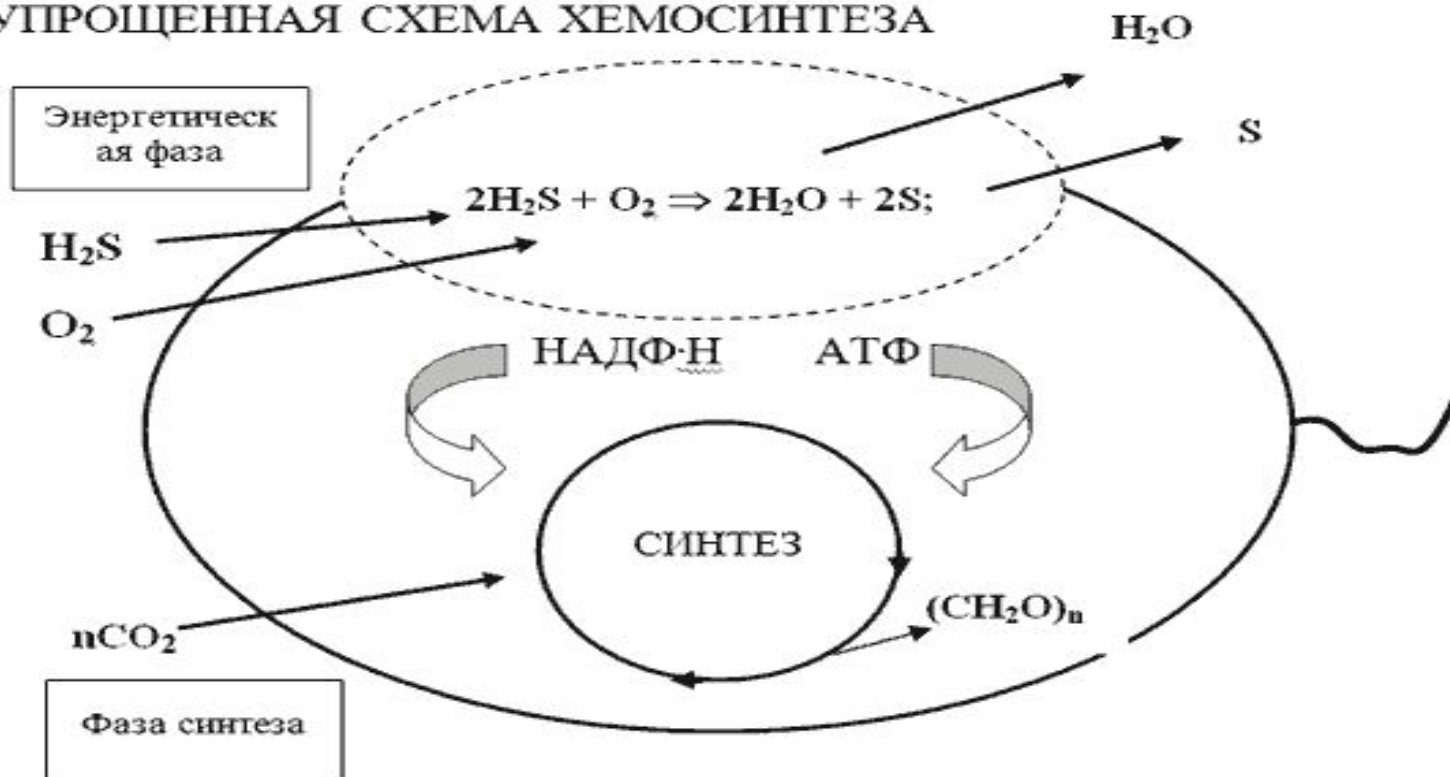
реакция окисления: $\downarrow \Rightarrow \text{E (АТФ)} \Rightarrow \uparrow \text{e}^-$



H_2O или др. низкоэнергетические субстраты

Образование из CO_2 органических веществ при хемосинтезе сходно с темновой стадией фотосинтеза.

УПРОЩЕННАЯ СХЕМА ХЕМОСИНТЕЗА

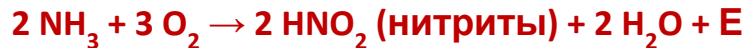


Хемосинтетические микроорганизмы (бактерии) **представлены 4 группами** - в зависимости от природы окисляемых ими для получения необходимой энергии простых неорганических веществ.

1. **Серобактерии** – окисляют сероводород. Суть процесса:



2. **Две группы нитрифицирующих бактерий**. Первая группа окисляет аммиак до солей азотистой кислоты (нитритов), вторая – окисляет нитриты далее до солей азотной кислоты (нитратов):



3. **Железные бактерии** – окисляют закисные соединения железа до окисных:



4. **Водородные бактерии** окисляют молекулярный водород, который может выделяться, в частности, в результате жизнедеятельности некоторых организмов:



Примеры хемосинтеза

➤ **Нитрифицирующие бактерии** окисляют **аммиак**, образующийся при гниении органических остатков, сначала до **азотистой**, а затем до **азотной** кислоты:

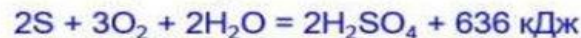


Азотная кислота, реагируя с минеральными веществами почвы, образует нитраты, которые хорошо усваиваются растениями

➤ **Бесцветные серобактерии** окисляют **сероводород** и накапливают в своих клетках серу:



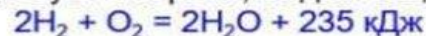
При недостатке сероводорода бактерии производят дальнейшее окисление серы до H_2SO_4 :



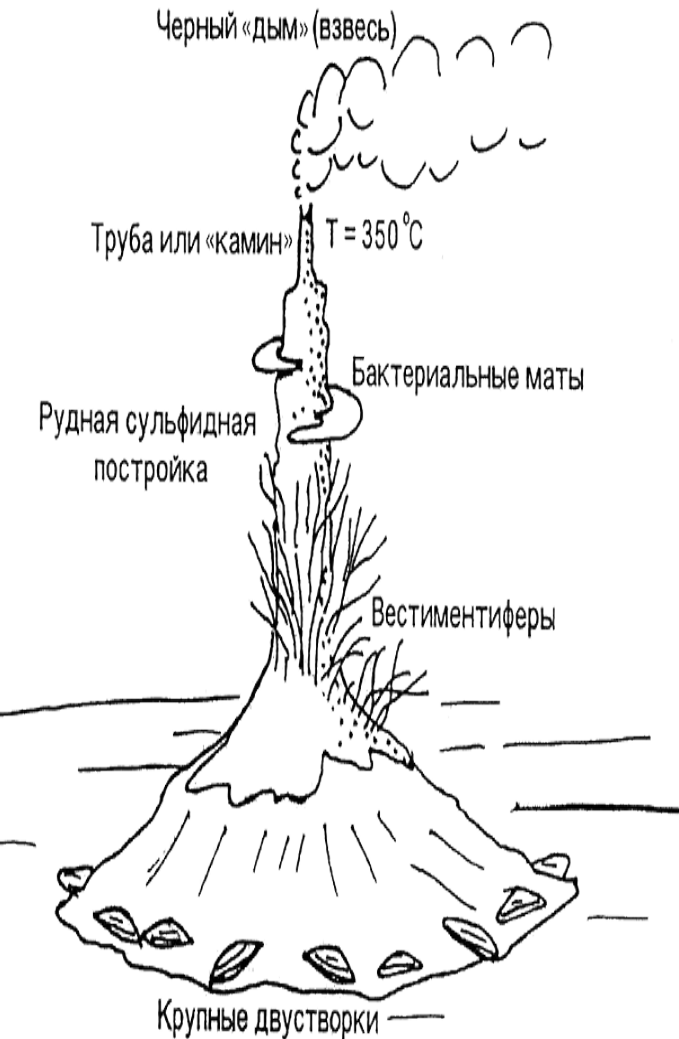
➤ **Железобактерии** окисляют **двухвалентное железо** до трехвалентного:



➤ **Водородные бактерии** используют энергию, выделяющуюся при окислении **водорода**:

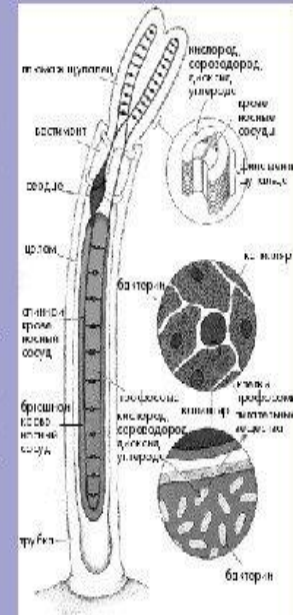


Хемосинтезирующие бактерии помимо поставки органики в биосферу выполняют в ней и другие важные функции. Так, серные бактерии могут эффективно чистить от H_2S сточные воды и служить началом некоторых уникальных пищевых цепей. Примером последних может служить бурное размножение серобактерий возле так называемых **чёрных курильщиков** – выходов подземного тепла и газов в глубинах океана. Ими питаются различные мелкие организмы, последними – более крупные и т.д.



Погонофоры (*Pogonophora*; от греч. *pogon* – борода и *phorós* – несущий) – особый тип морских беспозвоночных животных (кольчатых червеобразных существ, обитающих в хитиновых трубках).

В 1970-х годах на дне Тихого океана (в гидротермальных «оазисах») были найдены виды, которые отнесли к новому классу погонофор – **вестиментиферам (*Vestimentifera*)**. Кишечник у них полностью отсутствует, для собирания из воды пищевых частиц и для всасывания питательных веществ служат щупальца, развитые на первом сегменте. Нервная система состоит из головного мозга и продольного нервного ствола, лежащих на брюшной стороне тела.



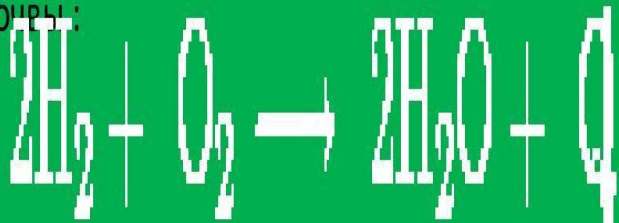
Нитрифицирующие бактерии усваивают в том числе аммиак, выделяемый при гниении белковых веществ. А образуемые ими нитраты играют важнейшую роль в минеральном питании зависимых от них растительных организмов.

Железные бактерии имеют также определенное значение для накопления так называемой болотной железной руды. Суть процесса как раз и отражает уравнение: $\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{E}$.

- **Водородные бактерии** - наиболее многочисленная и разнообразная группа хемосинтезирующих организмов, получающие для роста энергию в результате окисления молекулярного водорода и использующие образующуюся при этом энергию для усвоения углерода.

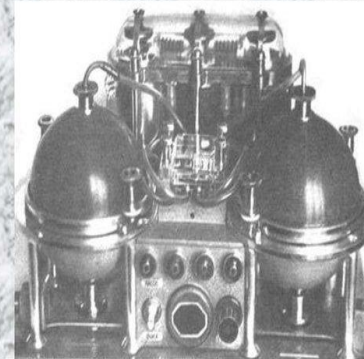
- Окисляют водород, постоянно образующийся при анаэробном разложении различных органических остатков микроорганизмами

попы:



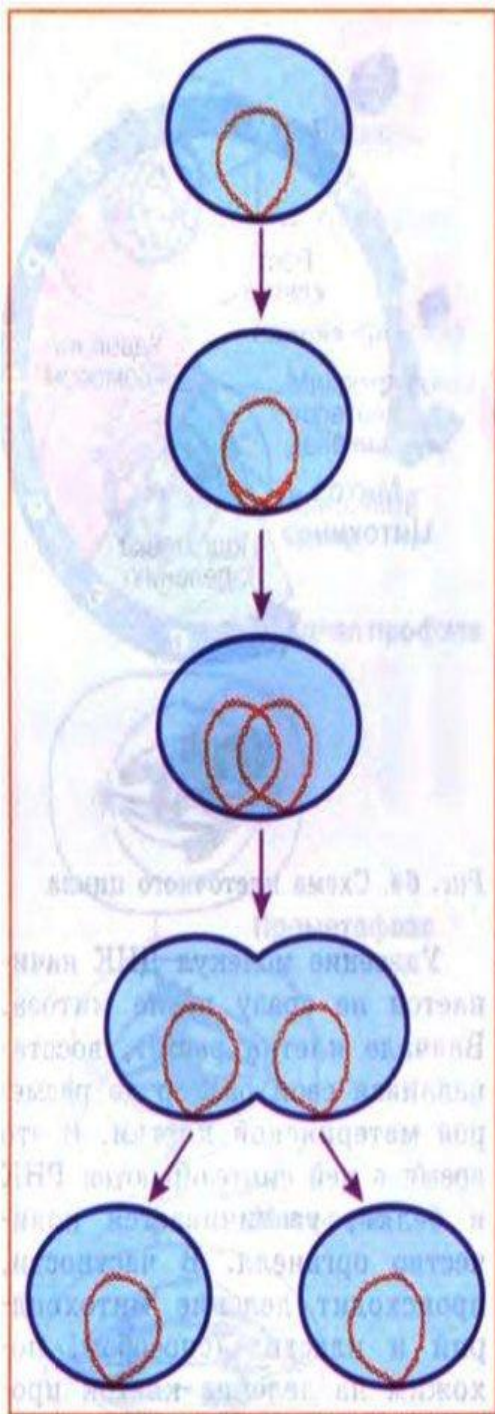
Водородные бактерии

- Для получения дешевого кормового и пищевого белка
- Для регенерации атмосферы в замкнутых системах жизнеобеспечения (система Оазис – 2, на космическом корабле «Союз – 3», 1973 г.)



Простое деление у прокариот

- В клетках прокариот единственная кольцевая молекула ДНК прикреплена к плазматической мембране участком, в котором начинается двунаправленная репликация. Одновременно с этим происходит рост клетки, причем встраивание нового мембранного материала идет в ограниченном пространстве плазматической мембраны — между точками прикрепления двух частично реплицированных молекул ДНК (рис. 63).
- По мере роста мембраны реплицированные молекулы ДНК постепенно отдаляются друг от друга. Когда реплицированные молекулы ДНК окончательно отдалятся друг от друга, происходит разделение материнской клетки на две дочерние.
- У прокариот деление клетки осуществляется без участия митотического веретена, тем более, что элементы цитоскелета у них все равно отсутствуют. Такое деление и называется простым.



У эукариотных организмов существует **три способа деления клетки**: прямое деление – **амитоз**, непрямое – **митоз** и редукционное (когда число хромосом в результате деления уменьшается вдвое) – **мейоз**.

Важнейшее значение в процессе деления клетки имеет состояние хромосом. В неделящихся клетках в световой микроскоп они не видны. А специальными красителями в ядре клетки окрашивается так называемый **хроматин**. Это фрагменты хромосом, находящиеся в данный момент в плотном (компактном) состоянии. Эти участки хромосом ещё называют **гетерохроматином**. ДНК в нём в основном состоит из многократных повторов определенных последовательностей нуклеотидов. В отличие от них участки, находящиеся в декомпактном (раскрученном) состоянии не видны. Они называются **эухроматин** (собственно хроматин). Работающие гены, кодирующие белки, находятся в основном в эухроматине.

Хроматин – комплекс ДНК и белков (гистонов и негистонов)



Хромосомы изучают и классифицируют во время одной из фаз деления клетки – метафазы, когда они максимально компактны и все выстраиваются в центральной области клетки. Даже у одного организма хромосомы имеют различные размеры и форму. В определении формы хромосом значение имеет положение **первичной перетяжки – центромеры**. Это гетерохроматиновый участок, к которому в процессе деления присоединяются белковые нити веретена деления, растаскивающие удвоившиеся перед этим хромосомы к противоположным полюсам клетки. Центромера делит хромосому на два плеча. Её расположение определяет **три основных типа хромосом**: равноплечие, неравноплечие и палочковидные (одно из плеч совсем маленькое).

Концевые участки хромосом называются **теломеры**. ДНК в них представлена многократными повторами определенных последовательностей нуклеотидов. В соматических (неполовых) клетках многоклеточного организма они обычно укорачиваются при каждом делении клетки.

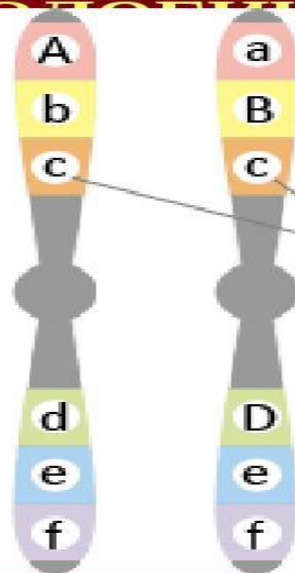


- У разных хромосом разный размер, но у каждого организма число хромосом одинаково.
1. В любой соматической клетке конкретного организма число хромосом одинаково.
 2. В половых клетках многоклеточного организма число хромосом уменьшено вдвое по сравнению с соматическими клетками.
 3. У всех организмов одного вида число хромосом одинаково.

Конкретно: у человека – 46 хромосом, у сазана – 104, а у шимпанзе и таракана – по 48. Из этого примера видно, что число хромосом не связано с высотой организации и не всегда указывает на родство организмов.

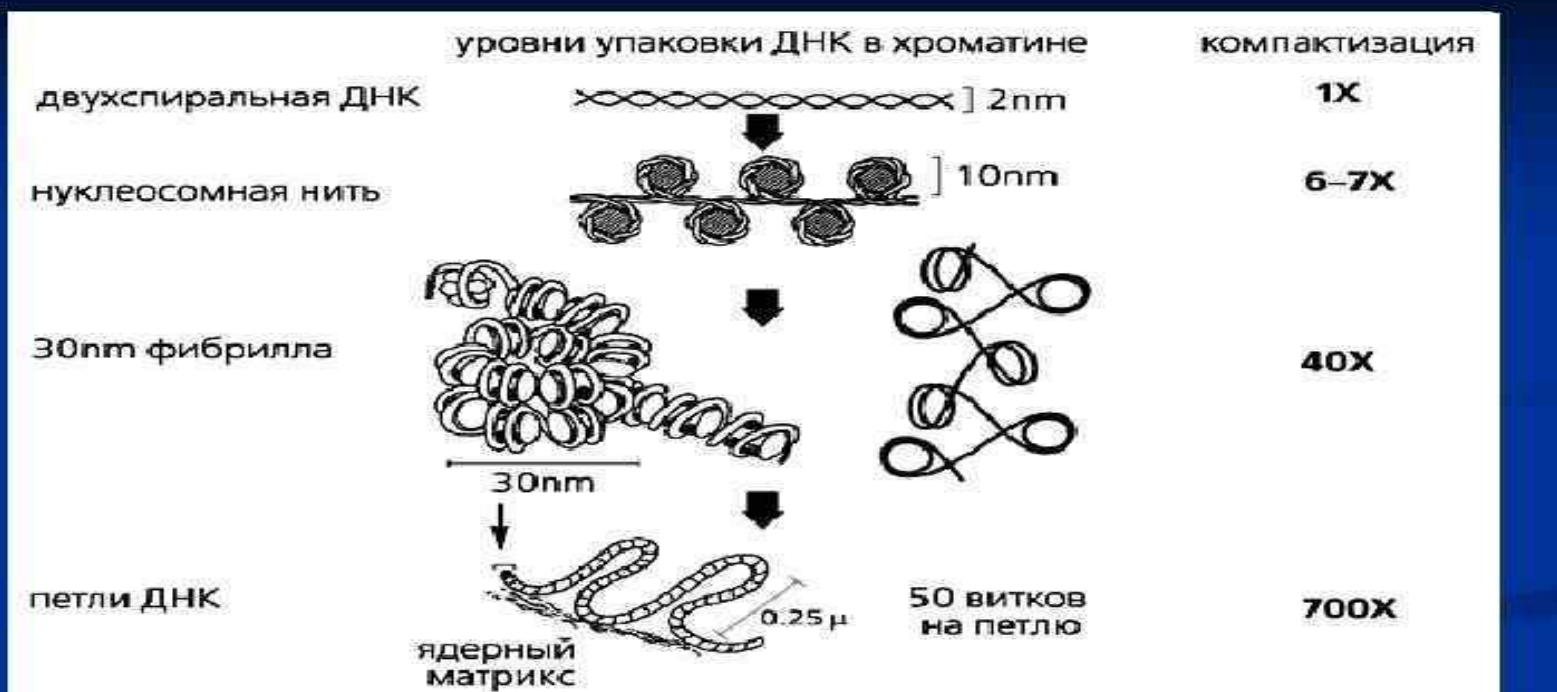
Совокупность количественных (число) и качественных (форма, размеры) признаков хромосомного набора соматической клетки организма называется **кариотип**. **Число хромосом в нем всегда чётное**: все хромосомы – по две (одна – от одного родителя, другая – от другого). **Такой набор хромосом называется диплоидным** и обозначается $2n$. Содержащаяся в диплоидном наборе хромосом ДНК обозначается $2c$. Хромосомы одинаковые по размеру и форме, несущие одинаковые гены и полученные от разных родителей

Гомологичные хромосомы построены по одному принципу



Каждый ген — в двух экземплярах

В состав каждой хромосомы входит одна гигантская молекула ДНК, составляющая около 50% молекулярного веса хромосомы. Другие 50% - это гистоновые и негистоновые белки, различные ионы, немного РНК. Белки и ионы помогают упаковывать гигантскую длину молекулы ДНК (если вытянуть в одну цепочку ДНК одной клетки человека получится длина 2 м) в компактные размеры клеточного ядра. Небольшие глобулярные белки гистоны взаимодействуют с ДНК за счёт ионных связей. Негистоновые белки взаимодействуют специфически с определенными последовательностями нуклеотидов ДНК. Первый уровень упаковки ДНК – в результате взаимодействия с гистонами ДНК оборачивается вокруг гистона, затем перескакивает на другой гистон и т.д. В результате получается длинная нить «бусин» (нуклеосом). На втором уровне упаковки нить из нуклеосом, закручиваясь спирально, укладывается в так называемую фибриллу. А на третьем уровне эта фибрилла укладывается петлями вокруг остова из негистоновых белков.



реч. – нить, из-за образования характерных структур). Жизнь клетки от одного деления митозом до другого называется **митотический цикл**. Он **состоит из ряда фаз**:

1. Состояние клетки до **получения стимула к делению** – **фаза G_0** (Gap - промежуток). Она может продолжаться относительно долго – вплоть до самого времени жизни организма (т.е. клетка не делится). Её продолжительность тесно связана с уровнем дифференцировки (специализации) клетки: **D** – на схеме внизу.

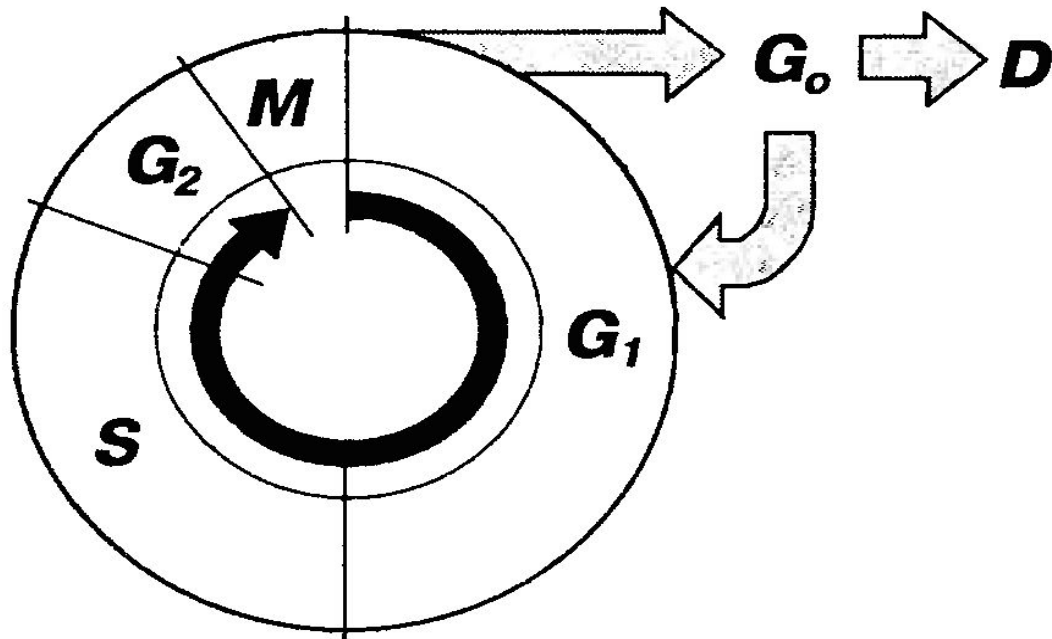
2. **После получения стимула к делению** клетка вступает в фазу **G_1** – **первая фаза роста**. Её суть – идет подготовка к синтезу (удвоению) ДНК.

3. **Фаза S – синтетическая**. К её концу количество ДНК удваивается.

4. **G_2** – короткая **вторая фаза роста**. Идёт подготовка к самому митозу. В частности, удваиваются клеточные органоиды, накапливается энергия для деления.

Фазы **$G_0 + G_1 + S + G_2$** называются общим словом «**интерфаза**».

5. Само деление – **митоз**.

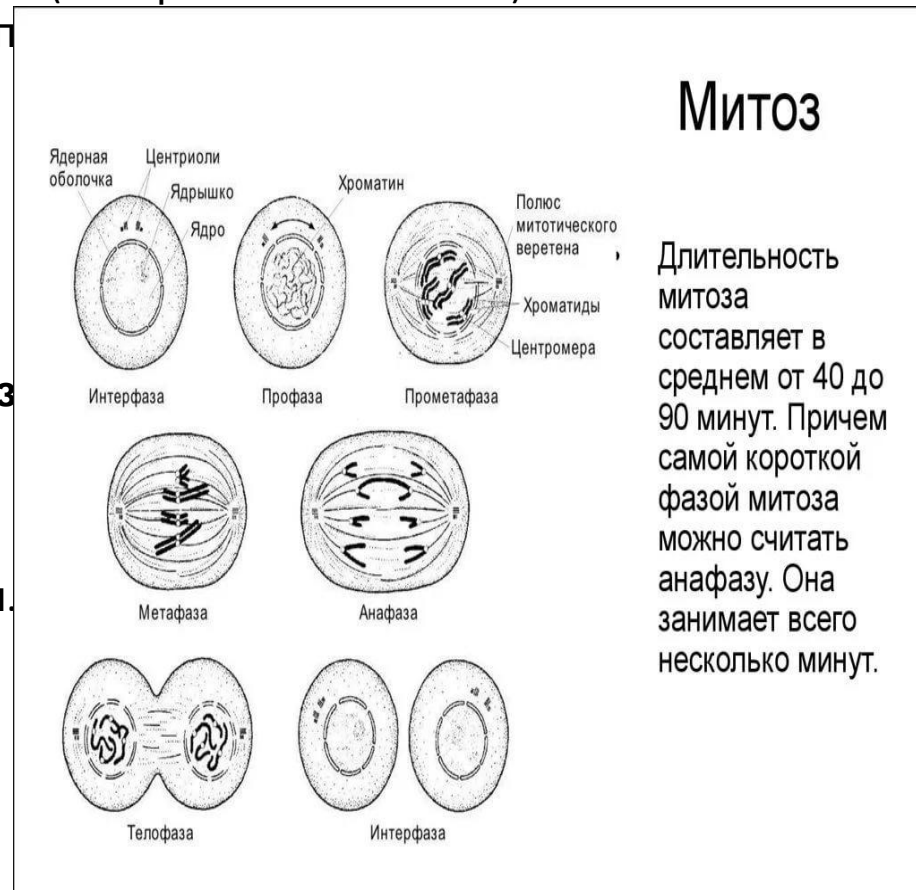


В митозе выделяют 4 фазы.

Первая фаза – **профаза**. Для неё характерно «проявление» хромосом в силу начавшейся их компактизации. К концу фазы (прометафаза) становится видно, что они удвоены – состоят из двух дочерних хроматид. Постепенное исчезновение ядерной мембраны и ядрышка. Начинается расхождение к полюсам клетки удвоившихся центриолей. Вокруг них появляется характерная звездообразная структура из разрастающихся микротрубочек, которые начинают формировать нити веретена деления.

Во время второй фазы – **метафазы** – завершается формирование веретена деления. Его нити тянутся с двух сторон от полюсов клетки к центромерам удвоенных хромосом (это хромосомные нити). Часть нитей тянется непрерывно от полюса к полюсу. Центромеры всех хромосом располагаются строго в одной, экваториальной плоскости, формируя так называемую экваториальную или метафазную пластинку.

На следующей стадии – **анафазе** – снижается вязкость цитоплазмы, центромеры разъединяются и дочерние хроматиды становятся самостоятельными хромосомами. Сокращающиеся нити веретена деления растаскивают их к полюсам клетки.

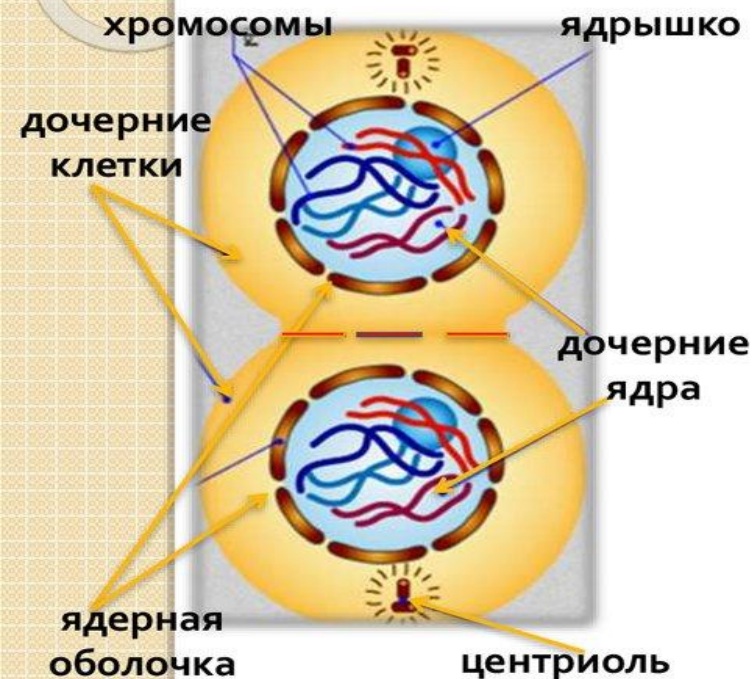


Заключительная стадия – **телофаза** – как бы профазы наоборот.

Разошедшиеся к полюсам клетки хромосомы постепенно исчезают из поля зрения светового микроскопа. Вокруг них формируются ядерные мембраны, появляются ядрышки. Заканчивается митоз делением цитоплазмы. В клетках животных – путем перетяжки от периферии к центру с помощью микронитей из белка актина. В растительных клетках в центре с участием пузырьков комплекса Гольджи начинается формирование клеточной мембраны, распространяющейся далее к периферии, а затем формируется клеточная стенка

4. Телофаза

(фаза окончания деления, прямопротивоположна Профазе)



1) На каждом полюсе хромосомы деспирализуются, появляется ядерная мембрана, появляются ядрышки, исчезает веретено деления.

2) Происходит цитокинез-деление цитоплазмы клетки.

- у животных в виде перетяжки;
- у растений на месте митотической пластинки образуется клеточная стенка.