

МЕЙОЗ

*Новокшонова Е.А.*

**МЕЙОЗ**— (от греч. Meiosis— уменьшение)— форма ядерного деления, сопровождающаяся уменьшением числа хромосом с диплоидного ( $2n$ ) до гаплоидного ( $n$ ).

Мейоз происходит при образовании сперматозоидов и яйцеклеток у животных (гаметогенез) и при образовании спор у большинства растений (у которых имеет место чередование поколений). У некоторых низших растений (например, водорослей) чередования поколений нет, и мейоз происходит при образовании гамет.

**ЗНАЧЕНИЕ МЕЙОЗА**—у организмов, размножающихся половым путем, образуется четыре половые клетки, каждая из которых гаплоидна. При оплодотворении ядра гамет сливаются, образуя зиготу, которая содержит постоянное для каждого вида число хромосом. Кроме того, в результате мейоза создаются множество генных комбинаций, что ведет к изменениям в генотипе и фенотипе потомства.

# ИНТЕРФАЗА

Продолжительность интерфазы различна у разных видов. Происходит репликация органелл, клетка увеличивается в размерах. Репликация ДНК и гистонов в основном заканчивается в премейотической интерфазе, но часто захватывает и профазу I. Каждая хромосома представлена теперь парой хроматид, соединенных центромерой. Хромосомный материал окрашивается, но из всех структур четко видны только ядрышки.

## СТАДИИ МЕЙОЗА:

профаза I (лептотена, зиготена, интерфаза II

пахитена, диплотена и диакинез) профаза II

метафаза I метафаза II

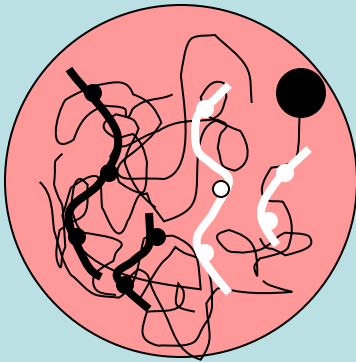
анафаза I анафаза II

телофаза I телофаза II

# ПРОФАЗА I

## ЛЕПТОТЕНА

В эту стадию хромосомы представлены еще как тонкие нити, но к концу лептотены начинается спирализация.

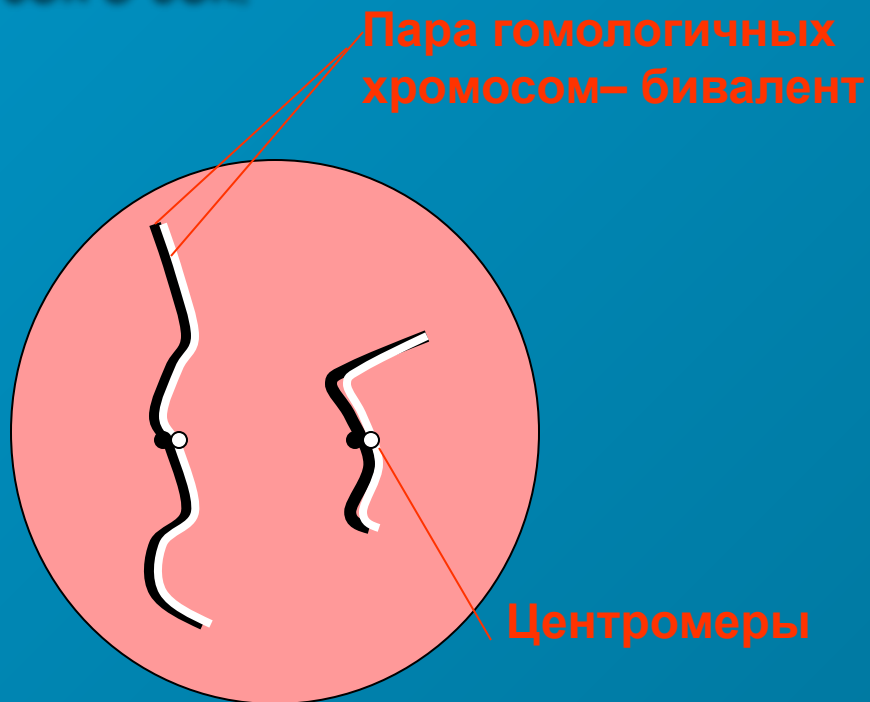


## ЗИГОТЕНА

Хромосомы укорачиваются и становятся видимыми как обособленные структуры. У некоторых организмов они выглядят как нитки бус: участки интенсивно окрашивающегося материала- хромомеры—чередуются у них с неокрашивающимися участками. Хромомеры- это те места, где хромосомный материал сильно спирализован.

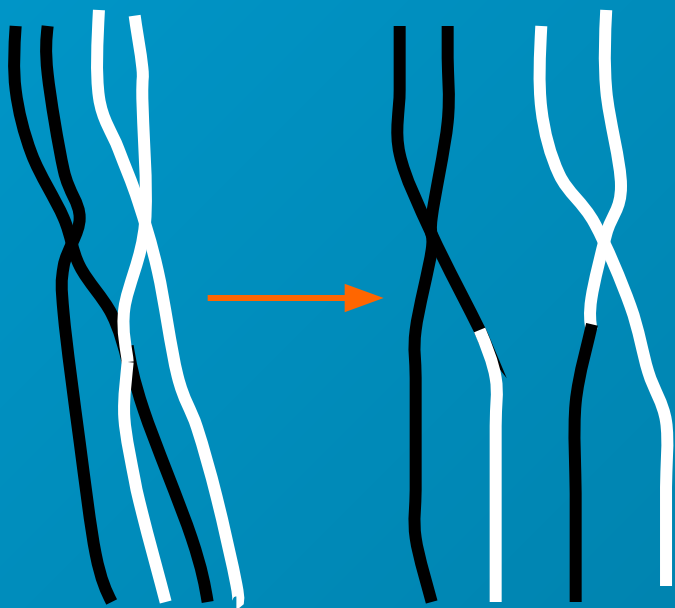
# ПАХИТЕНА

Гомологичные хромосомы, происходящие из материнской и отцовской гамет, приближаются одна к другой и конъюгируют. Эти хромосомы одинаковой длины, их центромеры занимают одинаковое положение, и они обычно содержат одинаковое количество генов, расположенных в одинаковой линейной последовательности. Хромомеры гомологичных хромосом лежат бок о бок.



Процесс **конъюгации** называют также **синапсисом**; он может начинаться в нескольких точках хромосом, которые потом соединяются по всей длине (как бы застегиваются на молнию). Происходит дальнейшая спирализация, хромосомы превращаются в **биваленты**.

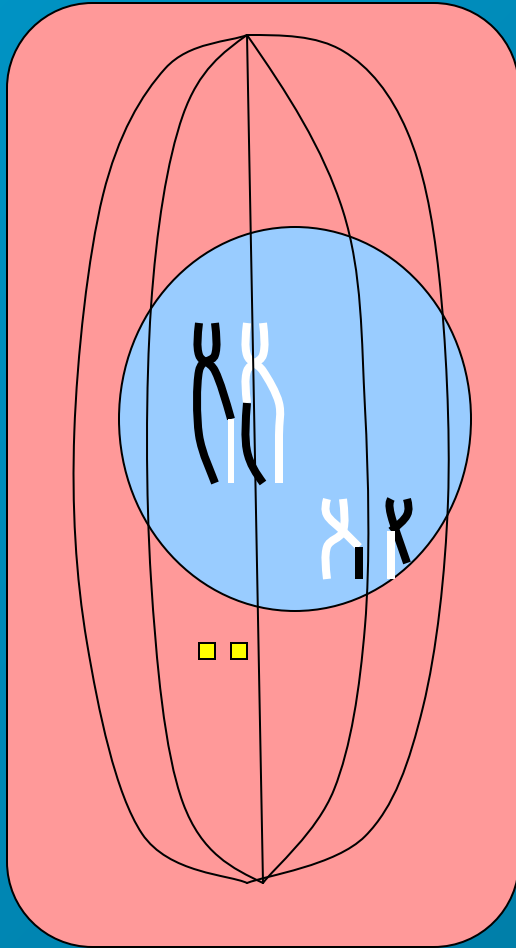
# ДИПЛОТЕНА



Гомологичные хромосомы, составляющие бивалент, частично отделяются, как будто отталкиваются друг от друга. Теперь видно, что каждая хромосома состоит из двух хроматид. Хромосомы все еще соединены друг с другом в нескольких точках- **хиазмах** (греч.-перекрест). В каждой хиазме происходит обмен участками хроматид в результате разрывов и воссоединений, в которых участвуют две из четырех

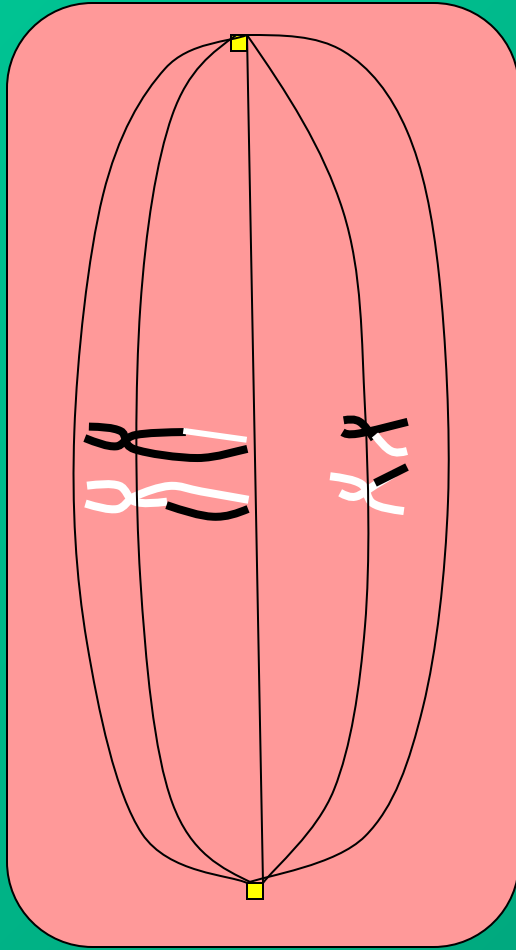
имеющихся в каждой хиазме нитей. В результате гены из одной хромосомы оказываются связанными с генами из другой хромосомы, что приводит к новым генным комбинациям в образующихся хроматидах. Этот процесс называется кроссинговером. Гомологичные хромосомы после кроссинговера не расходятся, так как сестринские хроматиды остаются прочно связанными вплоть до анафазы.

# ДИАКИНЕЗ



В диакинезе заканчивается процесс кроссинговера, образуются гибридные хромосомы, а так же происходят процессы, характерные для конца профазы: миграция centriолей и образования веретена деления, разрушение ядрышек и ядерной мембраны, а затем образование нитей веретена деления.

# МЕТАФАЗА I



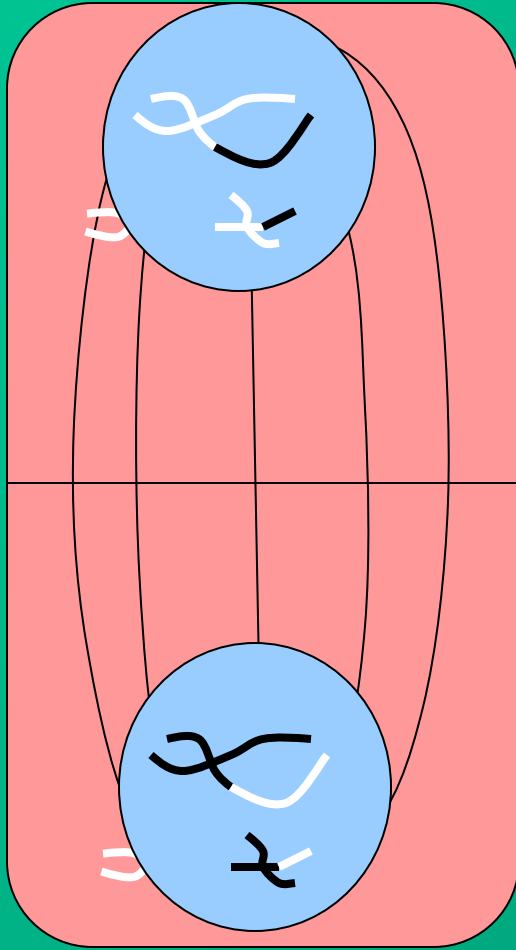
Биваленты выстраиваются в экваториальной плоскости, образуя метафазную пластинку.

# АНАФАЗА I

Имеющиеся у каждого бивалента две центромеры еще не делятся, но сестринские хроматиды уже не примыкают одна к другой. Нити веретена тянут центромеры, каждая из которых связана с двумя хроматидами, к противоположным полюсам веретена.



# ТЕЛОФАЗА I

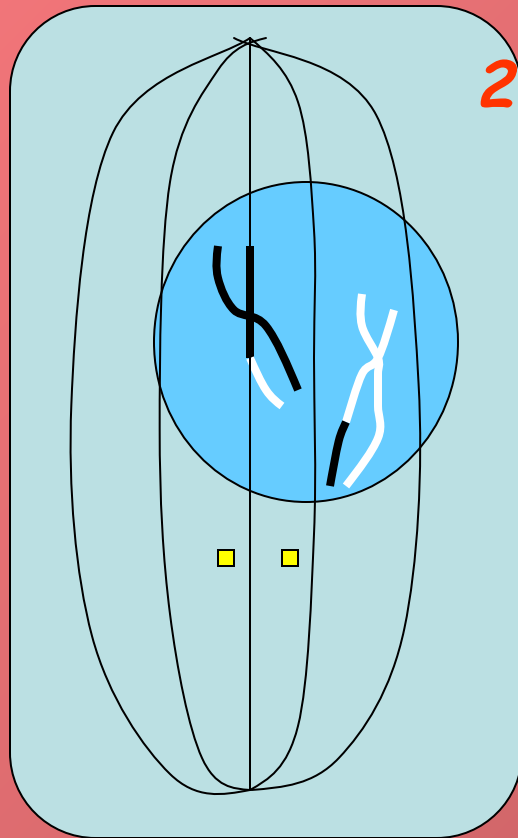


Расхождение гомологичных хромосом к противоположным полюсам клетки означает завершение первого деления мейоза. Число хромосом в одном наборе стало меньше, но находящиеся на каждом полюсе хромосомы состоят из двух хроматид. Вследствие кроссинговера при образовании хиазм эти хроматиды генетически неидентичны.

У животных и некоторых растений хроматиды деспирализуются, вокруг них на каждом полюсе формируется ядерная мембрана, затем начинается цитокинез.

# ИНТЕРФАЗА II

Эта стадия обычно наблюдается только в животных клетках. РЕПЛИКАЦИИ ДНК НЕ ПРОИСХОДИТ, остальные процессы, характерные для интерфазы, идут.

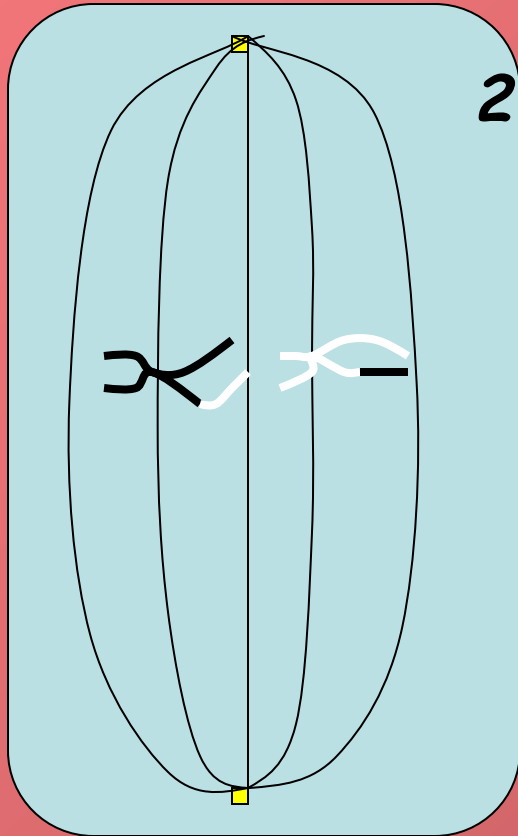


## ПРОФАЗА II

Продолжительность профазы II обратно пропорциональна продолжительности телофазы I. Ядрышки и ядерные мембраны разрушаются, а хроматиды укорачиваются и утолщаются. Центриоли образуют нити веретена деления. Хроматиды располагаются таким образом, что их длинные оси перпендикулярны оси веретена первого деления мейоза.

# МЕТАФАЗА II

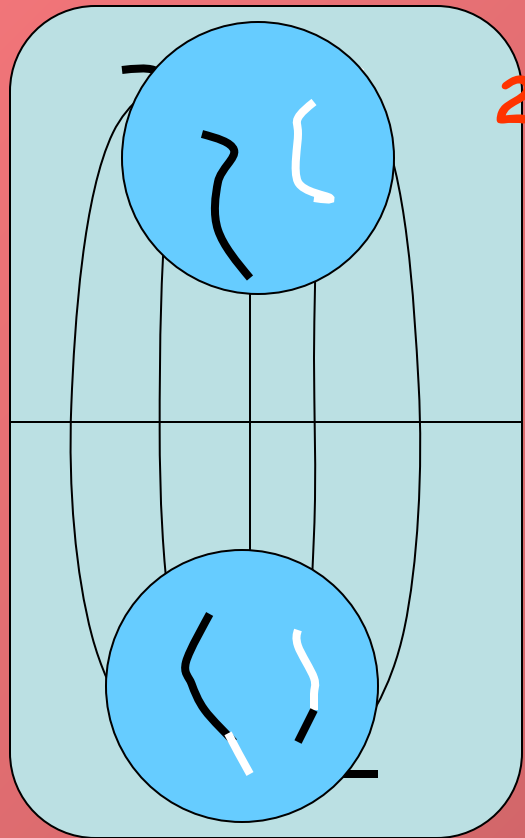
При втором делении центромеры ведут себя как двойные структуры. Они организуют нити веретена, направленные к обоим полюсам, и таким образом выстраиваются по экватору веретена.



# АНАФАЗА II

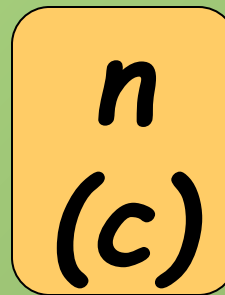
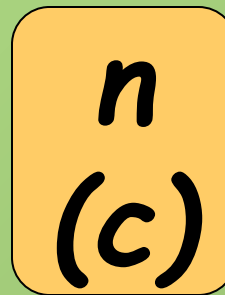
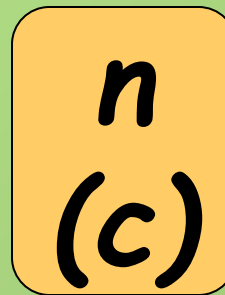
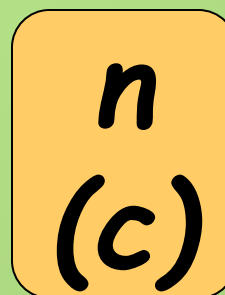
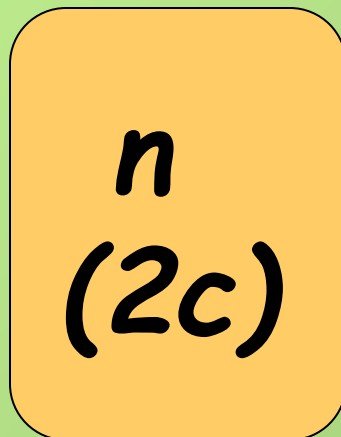
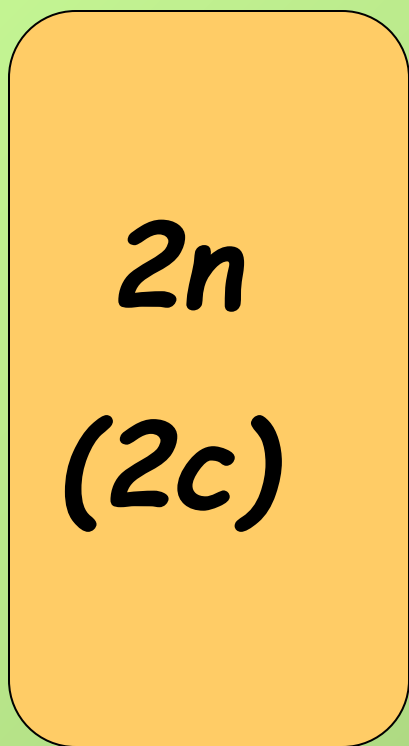
Центромеры делятся, и нити веретена деления растаскивают их к противоположным полюсам. Центромеры тянут за собой отделившиеся друг от друга хроматиды, которые теперь называют хромосомами.

# ТЕЛОФАЗА II



Эта стадия очень сходна с телофазой митоза. Хромосомы деспирализуются, растягиваются и после этого плохо различимы. Нити веретена исчезают, а центриоли реплицируются. Вокруг каждого гаплоидного набора хромосом образуется ядерная мембрана. В результате дальнейшего цитокинеза образуются четыре гаплоидных клетки.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

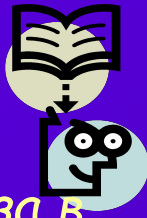


# ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

## Мейоз тасует карты и сдает их

1. Уменьшение числа хромосом от диплоидного до гаплоидного сопровождается расхождением аллелей, так что каждая гамета несет только один аллель по данному локусу.
2. Расположение бивалентов в экваториальной пластинке веретена в метафазе II и хромосом в метафазе II определяется случайным образом. Последующее их разделение в анафазах I и II соответственно создает новые комбинации аллелей в гаметах. Это НЕЗАВИСИМОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ приводит к случайному распределению материнских и отцовских хромосом между дочерними ядрами.
3. В результате образования хиазм в профазе I между гомологичными хромосомами часто происходит кроссинговер, ведущий к образованию новых комбинаций аллелей в половых клетках. При этом распадаются старые группы сцепления генов и возникают новые.

# Самостоятельная работа



Выпишите в строгой последовательности стадии митоза и мейоза в две колонки, а также характерные особенности этих процессов

1-хромомеры не видны перед делением

2-пары хроматид располагаются на экваторе веретена деления только во втором делении

3-кроссинговер может иметь место

4-идет при спорогенезе и гаметогенезе

5-хроматиды расходятся

6-расходящиеся хроматиды идентичны

7-центромеры делятся только во втором делении

8-хромомеры видны перед делением

9-кроссинговер не происходит

10-хиазмы не образуются

11-расходящиеся хромосомы могут оказаться неидентичными в результате кроссинговера

12-происходит при образовании соматических клеток

13-дочерние клетки содержат только по одной из каждой пары гомологичных хромосом

14-число хромосом в дочерних клетках то же, что и в родительских

15-пары хроматид располагаются на экваторе веретена деления

16-число хромосом в дочерних клетках вдвое меньше, чем в родительских