

Августовская школа олимпиадной подготовки.

Новосибирск. 20-30 августа 2018

Генетика. 10 кл.

Лекция 1

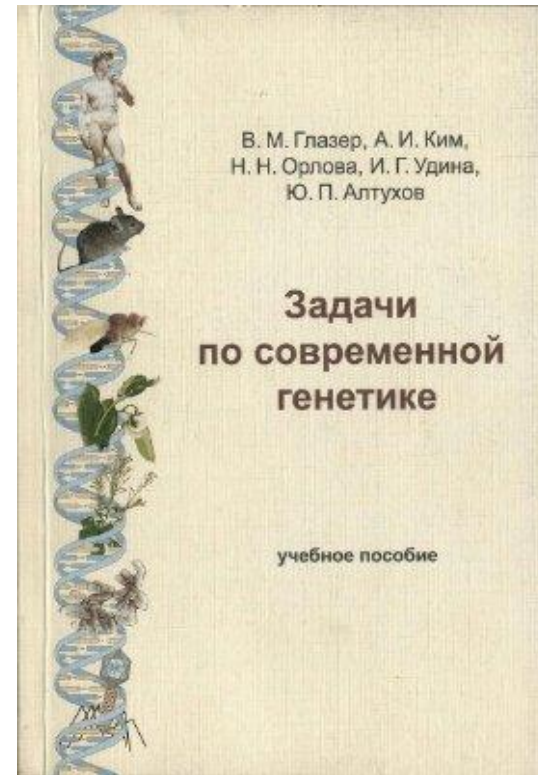
Волошина Марина Александровна

СУНЦ НГУ

**ДНК,
ГЕНЫ
И
ХРОМОСОМЫ**

Хорошие задачники

Беркенблит М.Б. и др.
Почти 200 задач по
генетике
М.: Мирос. 1992



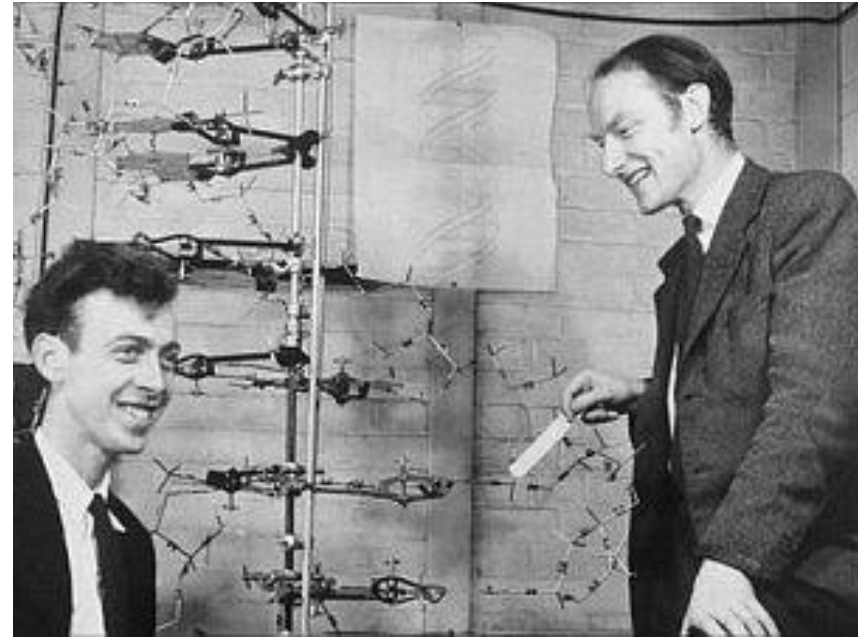
Глазер В.М. и др.
Задачи по современной
генетике.
М.: Университет, 2005



Ген

1865

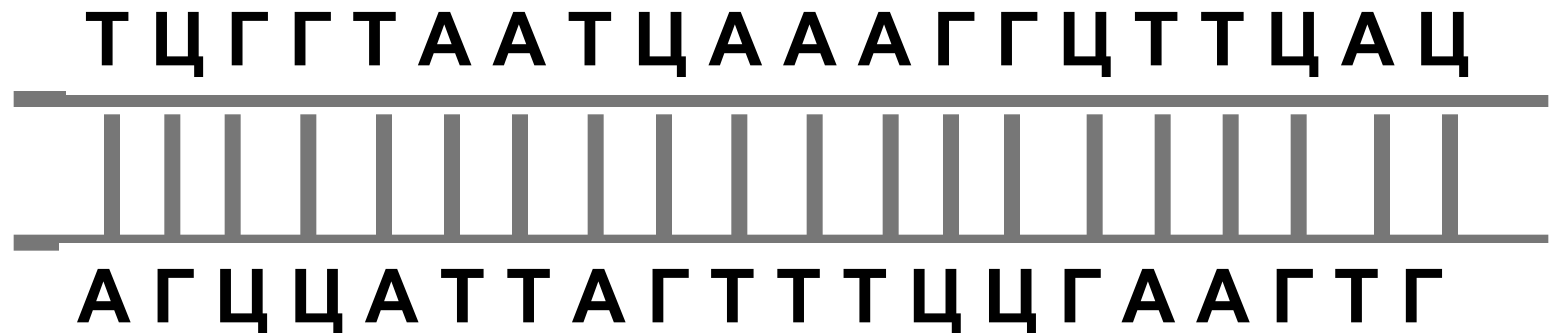
Почти
100
лет



ДНК

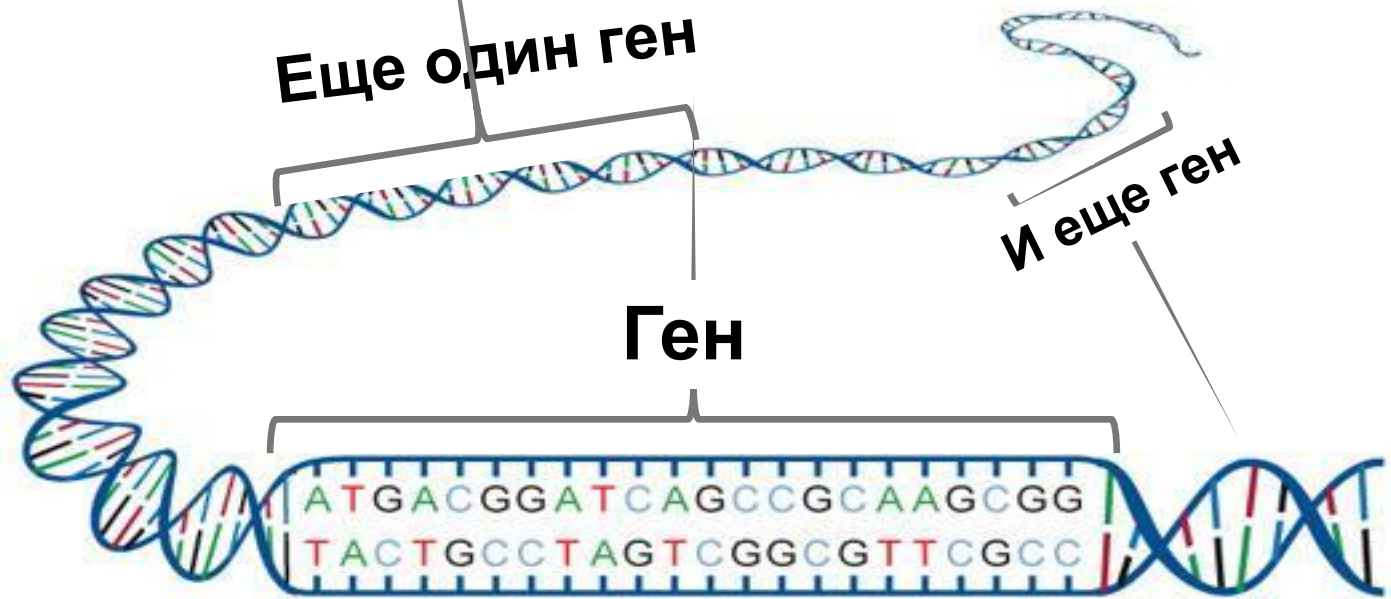
1953

Гены – это ДНК



Две цепочки ДНК считаются **ОДНОЙ** молекулой

Но молекулы ДНК **очень длинные**
– сотни миллионов нуклеотидных пар



Ген – это **участок ДНК**

Какой?

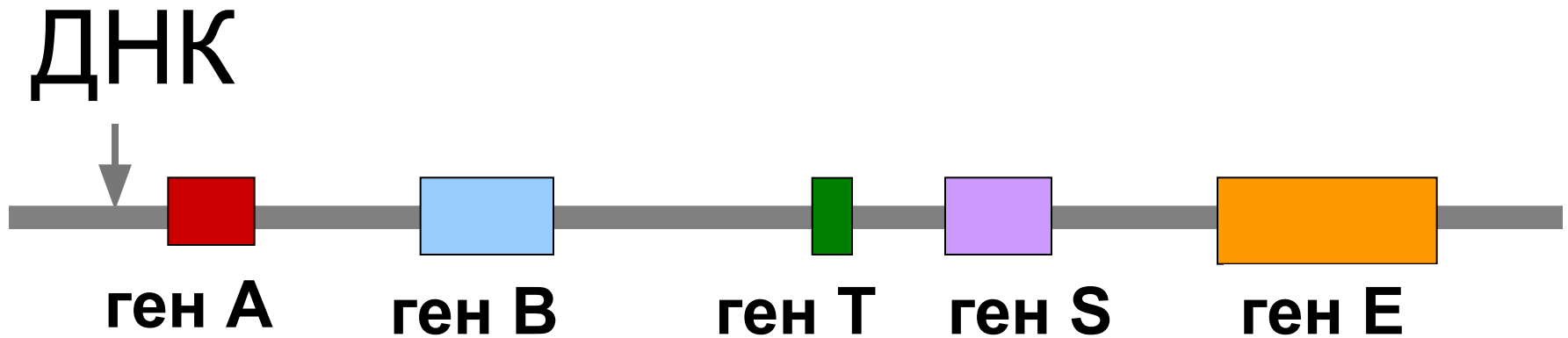
Ген – это участок ДНК,
кодирующий **один белок**

*(несколько упрощенное
определение)*

Каждый ген – это **уникальная**
(непохожая на другие) последо-
вательность нуклеотидов

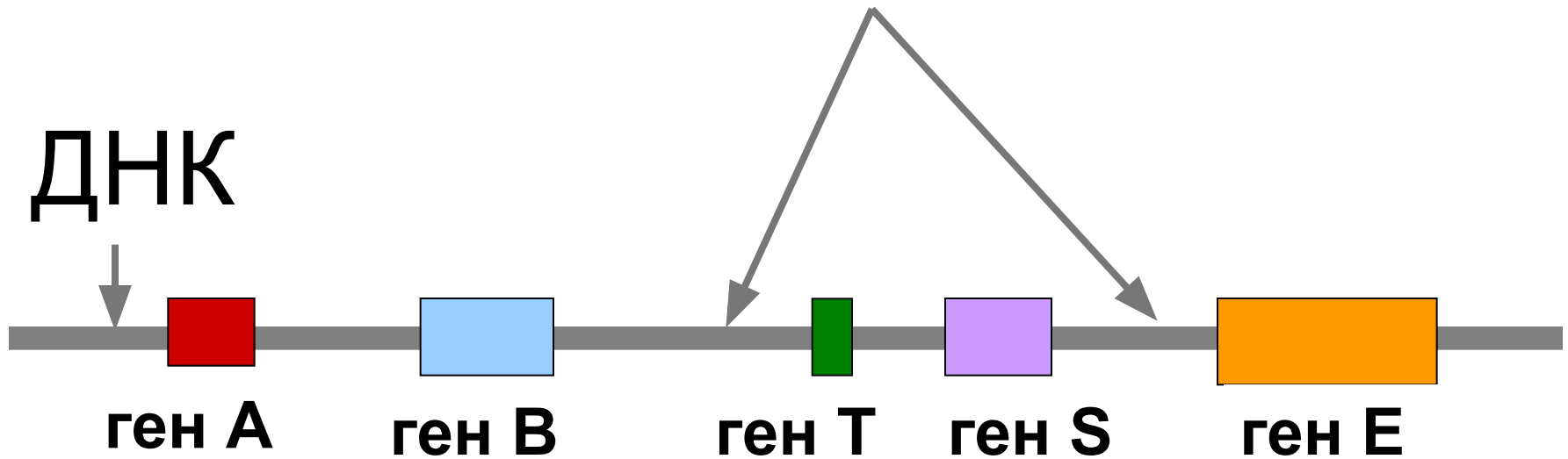
Разные гены кодируют **разные**
белки.

Каждый ген имеет свое неповторимое
ИМЯ (обычно из нескольких букв) –
СИМВОЛ гена

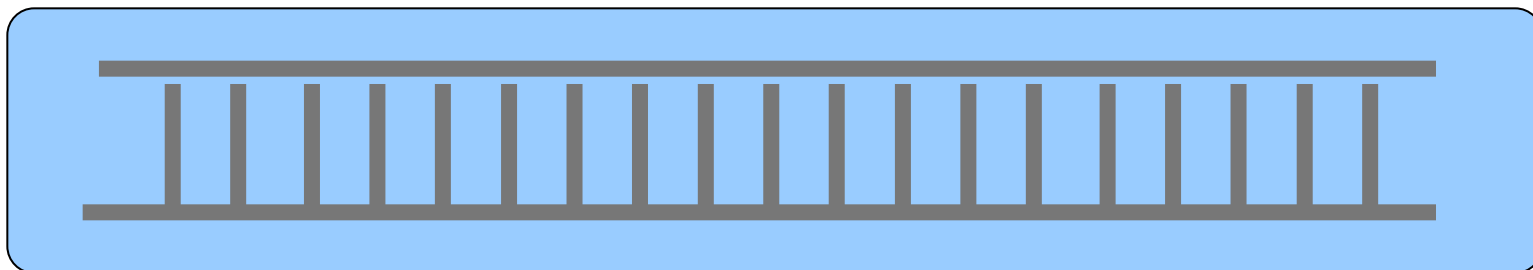


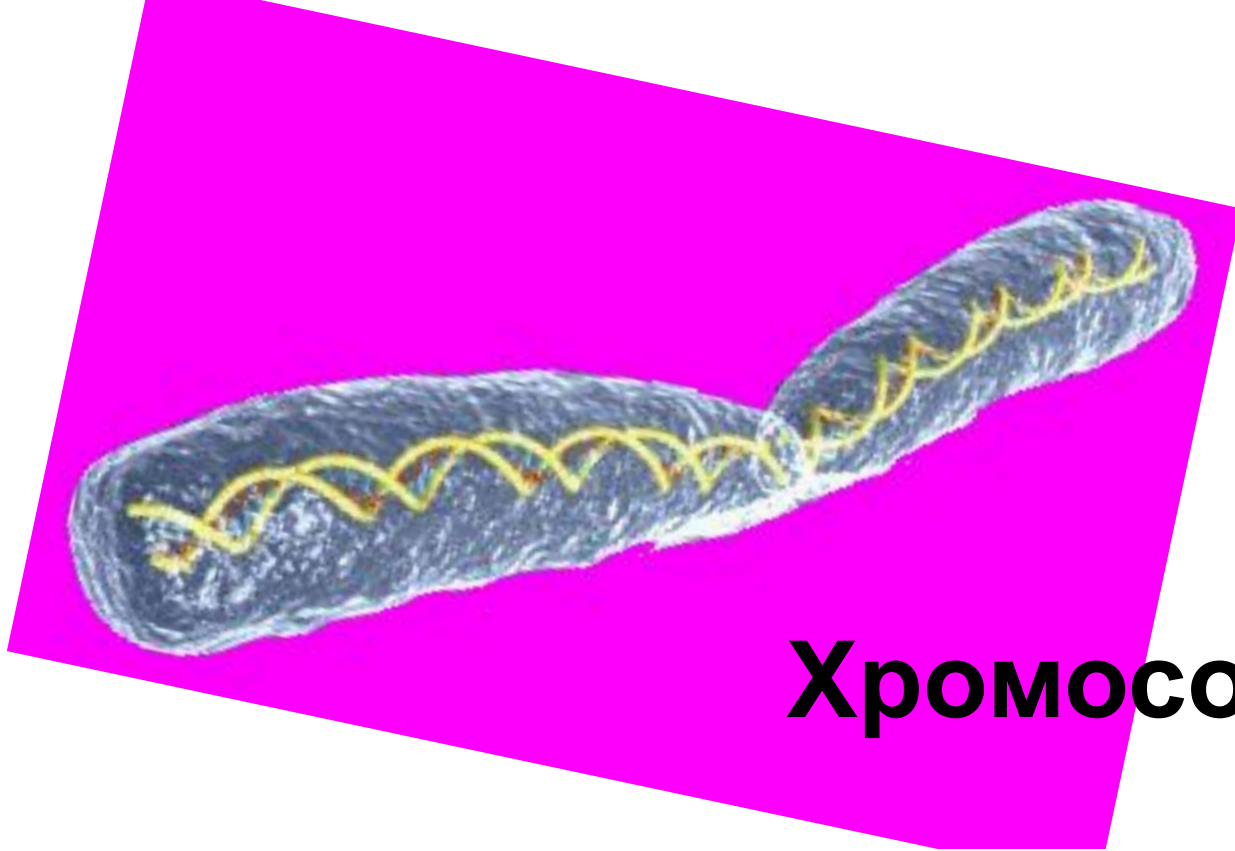
В учебных курсах вместо реальных
длинных названий генов используют
буквы – СВОЮ ДЛЯ КАЖДОГО гена

Между генами есть участки,
которые генами не являются –
межгенная, некодирующая ДНК



В микроскоп **ОДНА** молекула ДНК
видна как **ОДНА ХРОМОСОМА**,
точнее – **ОДНА ХРОМАТИДА**

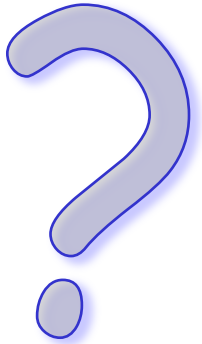




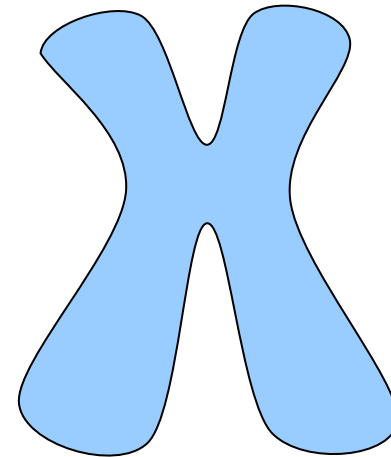
Хромосома

**ОДНА молекула ДНК,
упакованная при помощи белков**

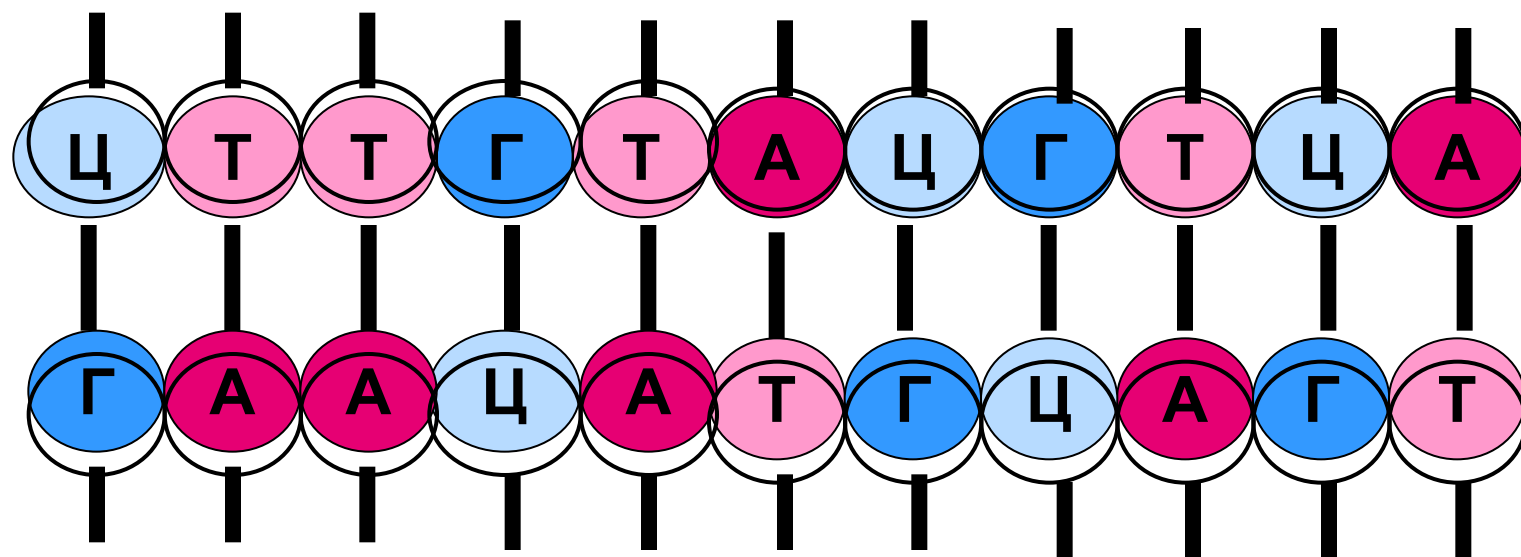
Почему
хромосомы иногда
рисуют так:



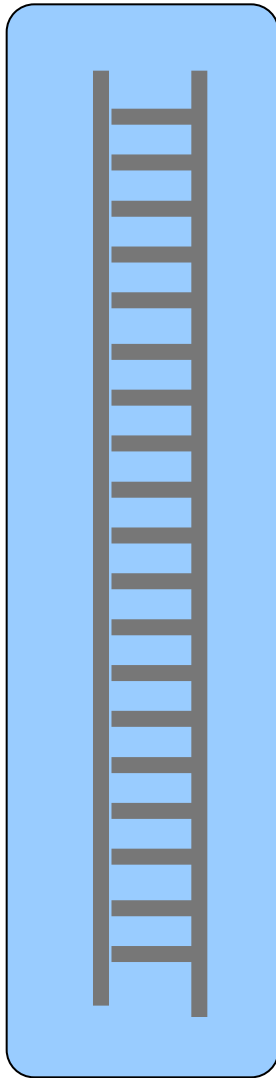
А иногда так:



Перед каждым делением в
клетке обязательно проходит
репликация ДНК



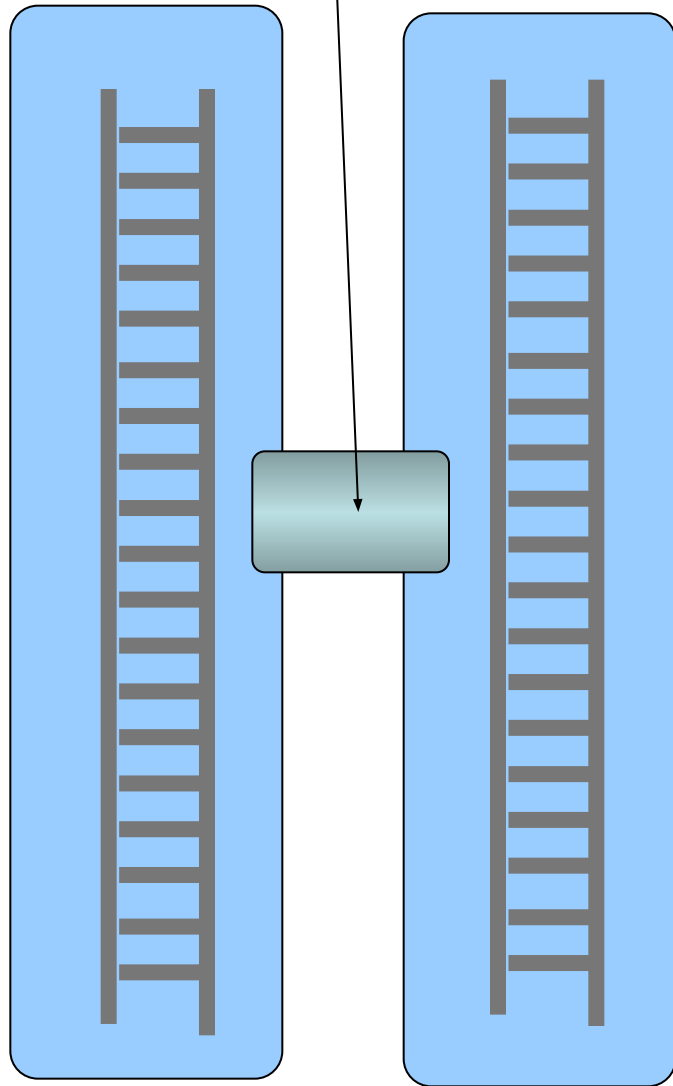
Это **ОДНА** хромосома **ДО**
репликации



Из **1** хроматиды

1 молекула
ДНК

центромера



Это **ОДНА** хромосома
ПОСЛЕ репликации

Из **2** хроматид

2 молекулы
ДНК

Важно: эти молекулы ДНК
абсолютно одинаковые!

Как запомнить?

1 хроматида = 1 молекула ДНК

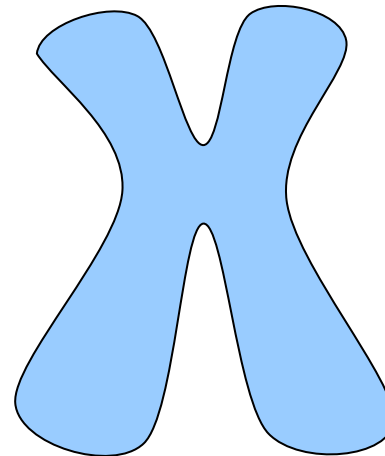
Всегда!

Это хромосома
ДО репликации



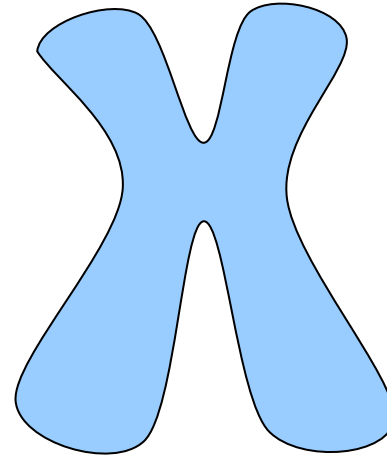
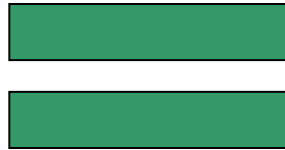
1 ДНК

Это хромосома
ПОСЛЕ
репликации, но
до деления



2 ДНК

С точки зрения генетики

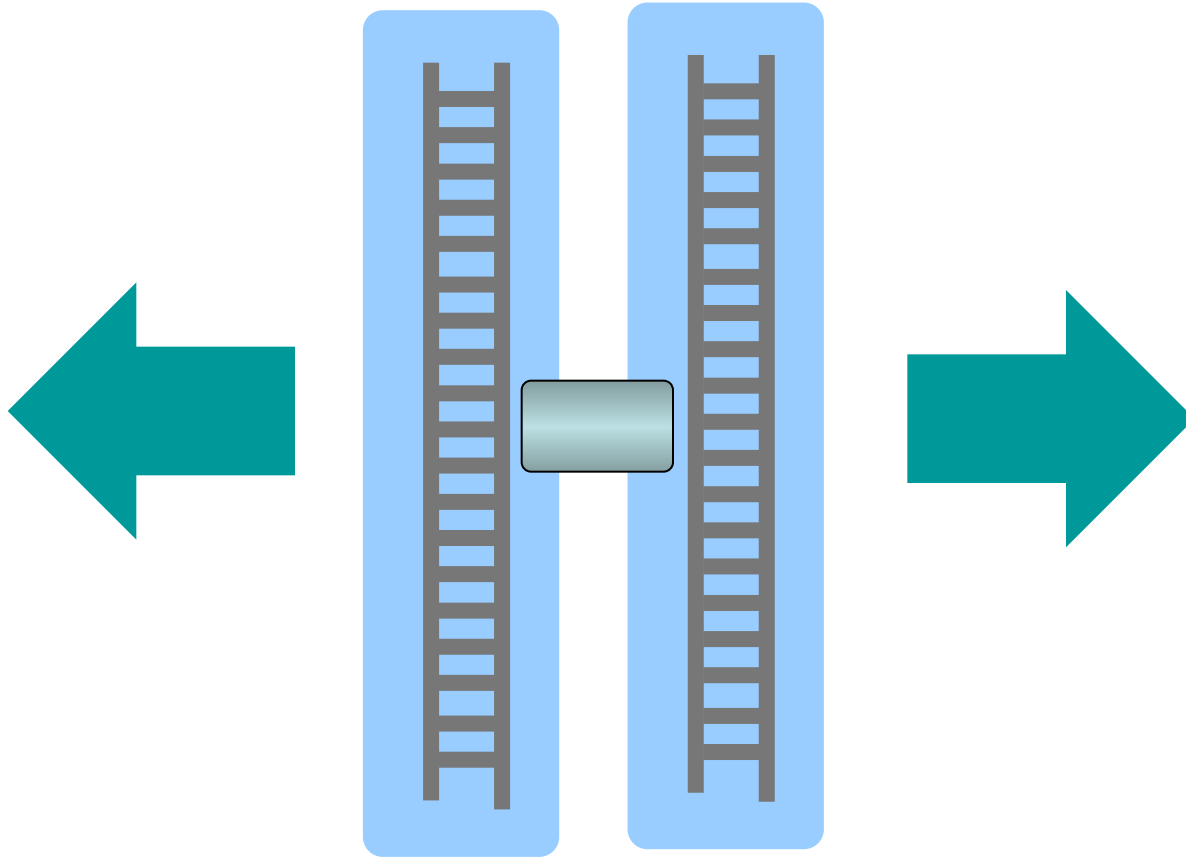


1 молекула
ДНК

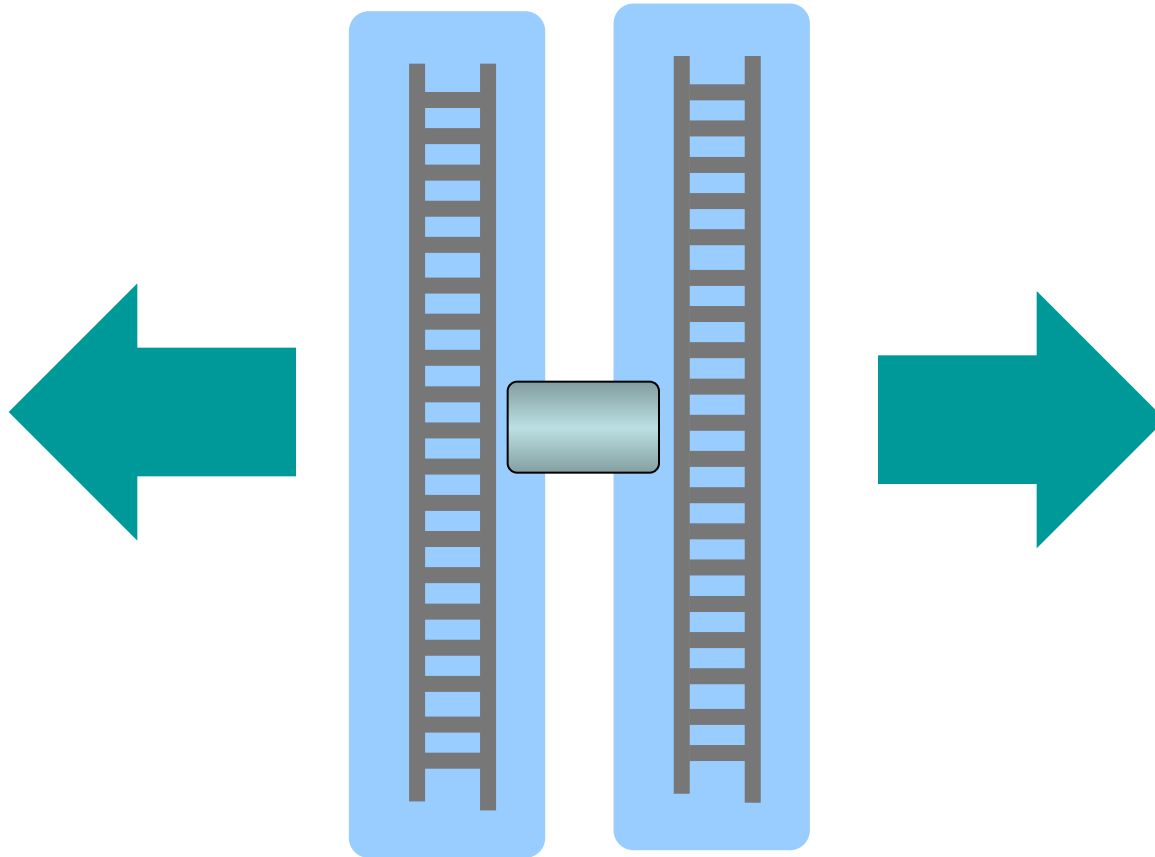
2 точные копии
исходной
молекулы ДНК

Это все – **ОДНА** хромосома!

В ходе **МИТОЗА** хроматиды отделяются друг от друга и идут в разные дочерние клетки



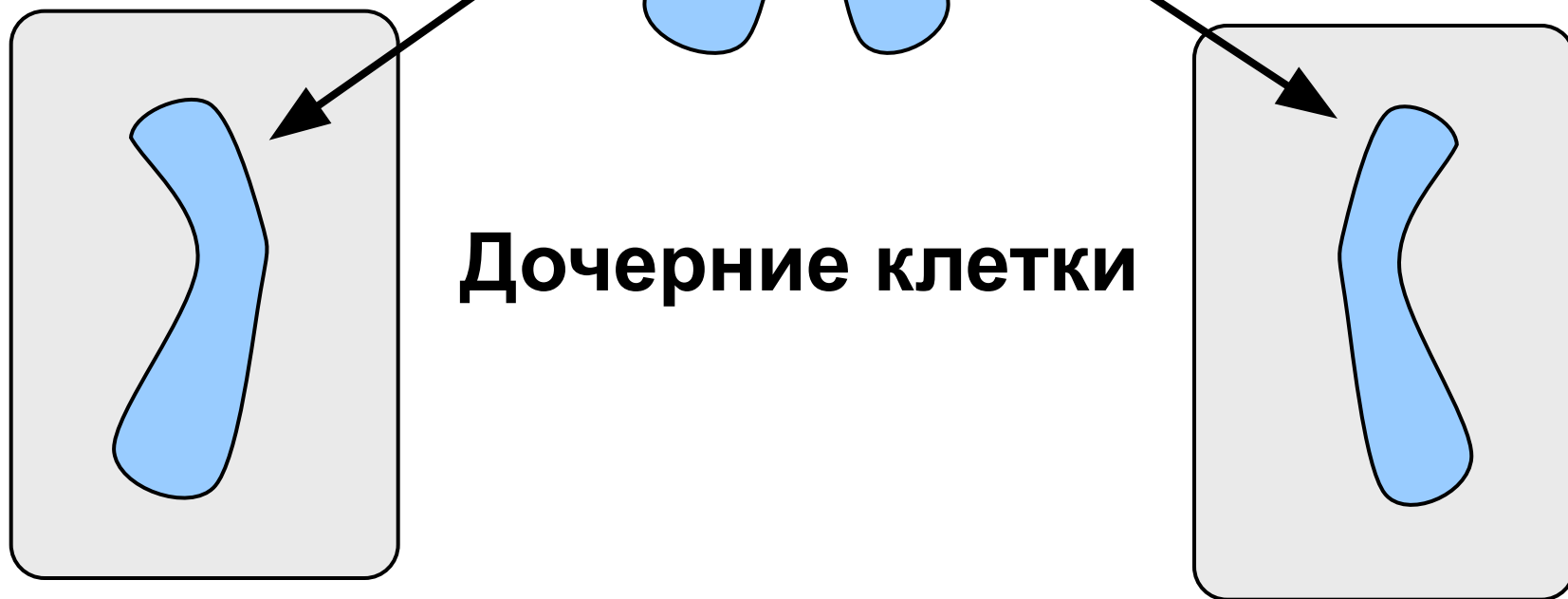
В момент разделения каждая **хроматида**
начинает называться **хромосомой**



Была **хроматида** – стала **хромосома!**

МИТОЗ

ОДНА
хромосома



Дочерние клетки

Была хроматида – стала хромосома!

Как запомнить?

Если **соединены центромерой**
– это **одна хромосома**

Вид хромосомы важен для цитолога при изучении клеточных делений



1 молекула
ДНК

2 точные копии
исходной молекулы
ДНК

Благодаря такой хитрой терминологии **количество хромосом** в клетке на протяжении клеточного цикла (репликации ДНК – митоза – репликации – митоза) остается **одинаковым**

Исключение – анафаза, когда хроматиды уже разделились (и стали считаться хромосомами), а клетка еще одна

1n и 2n

Это уже касается не ВИДА
хромосом, а их набора в клетке

1n

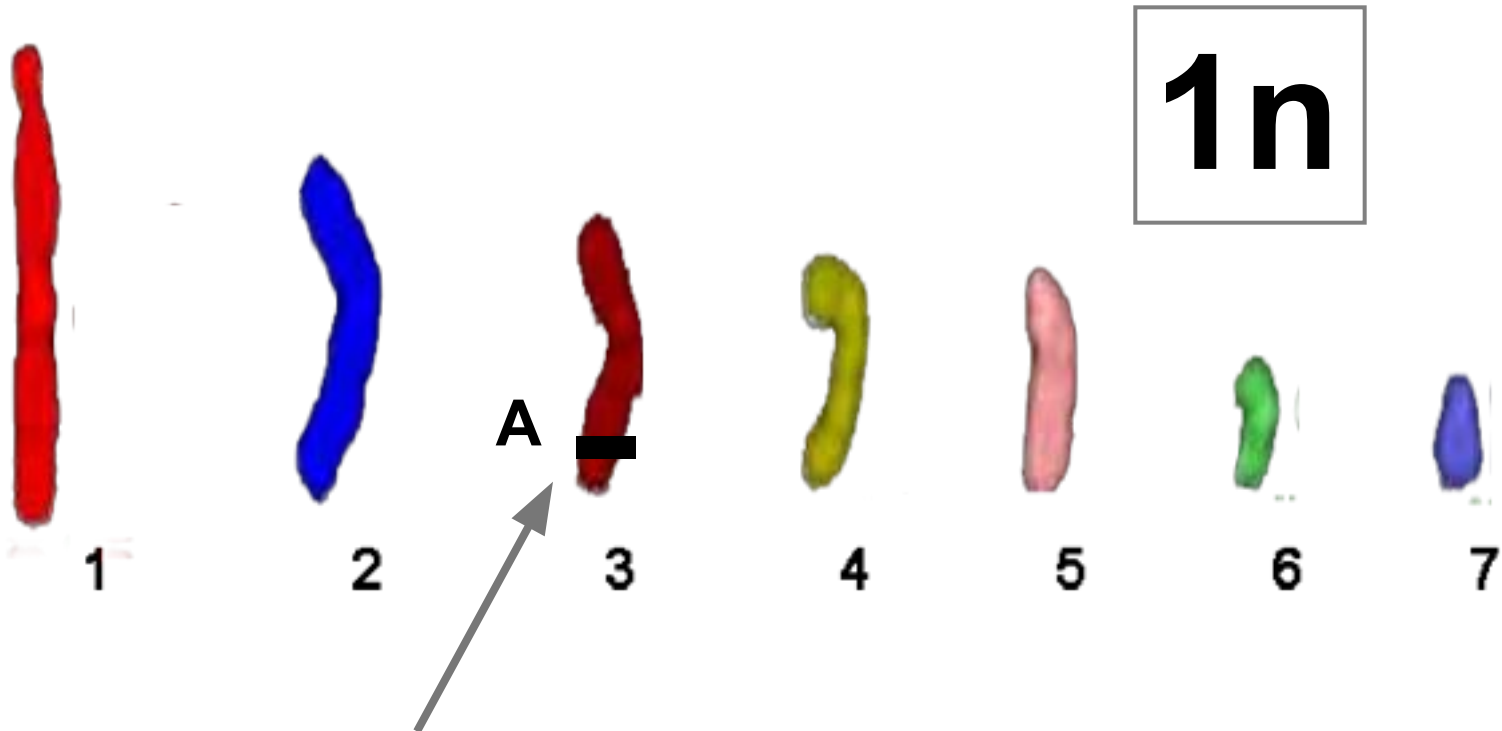
Гаплоидный набор хромосом
= геном

Все хромосомы разные:

разная последовательность ДНК =>
гены разных белков

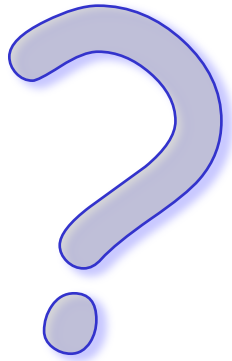
Каждый ген – в одном экземпляре

Пример гаплоидного набора



Если здесь **ген А**, то он **ТОЛЬКО** **здесь!**

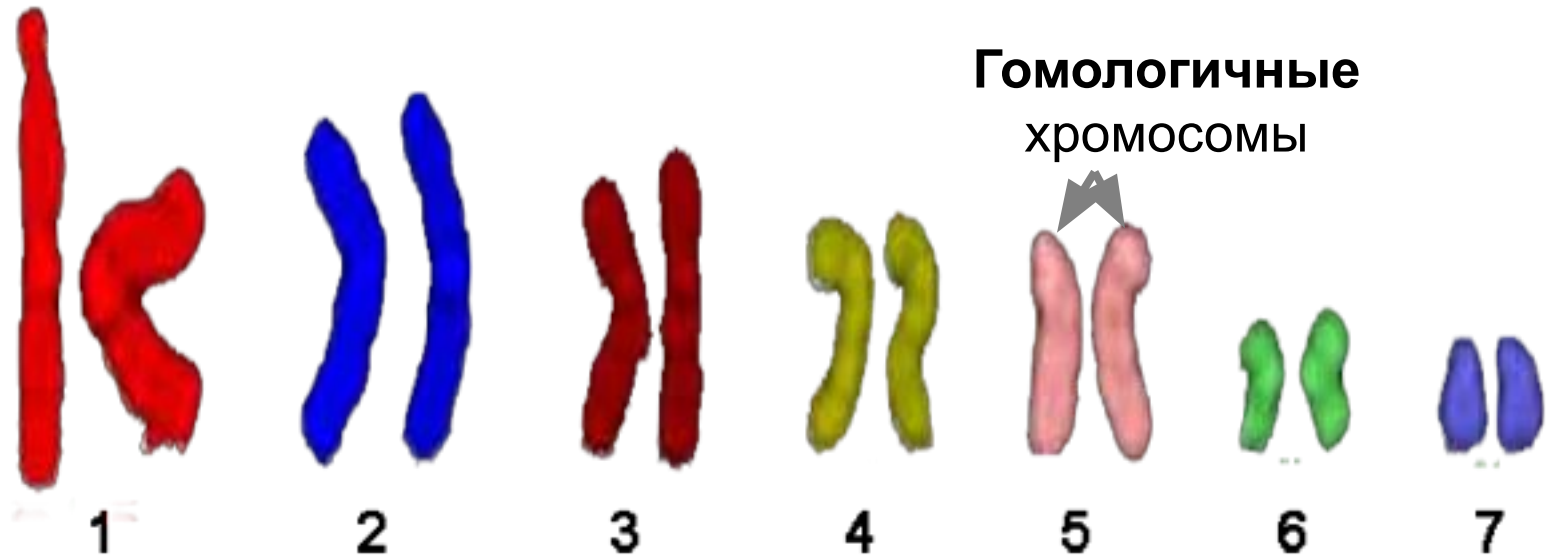
Ни в какой другой хромосоме его **НЕТ**



**Приведите как можно
больше примеров клеток,
которые имеют
гаплоидный набор**

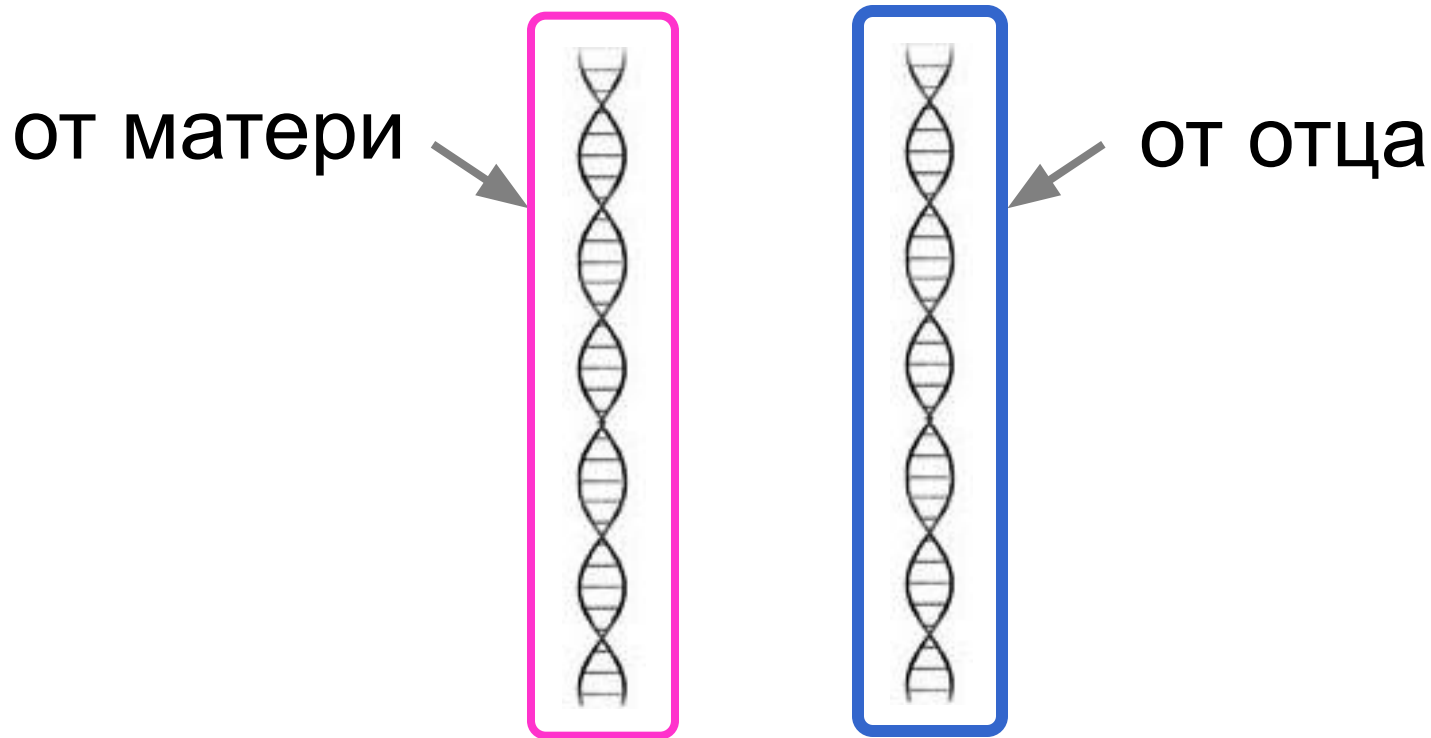
2n

Пример диплоидного набора



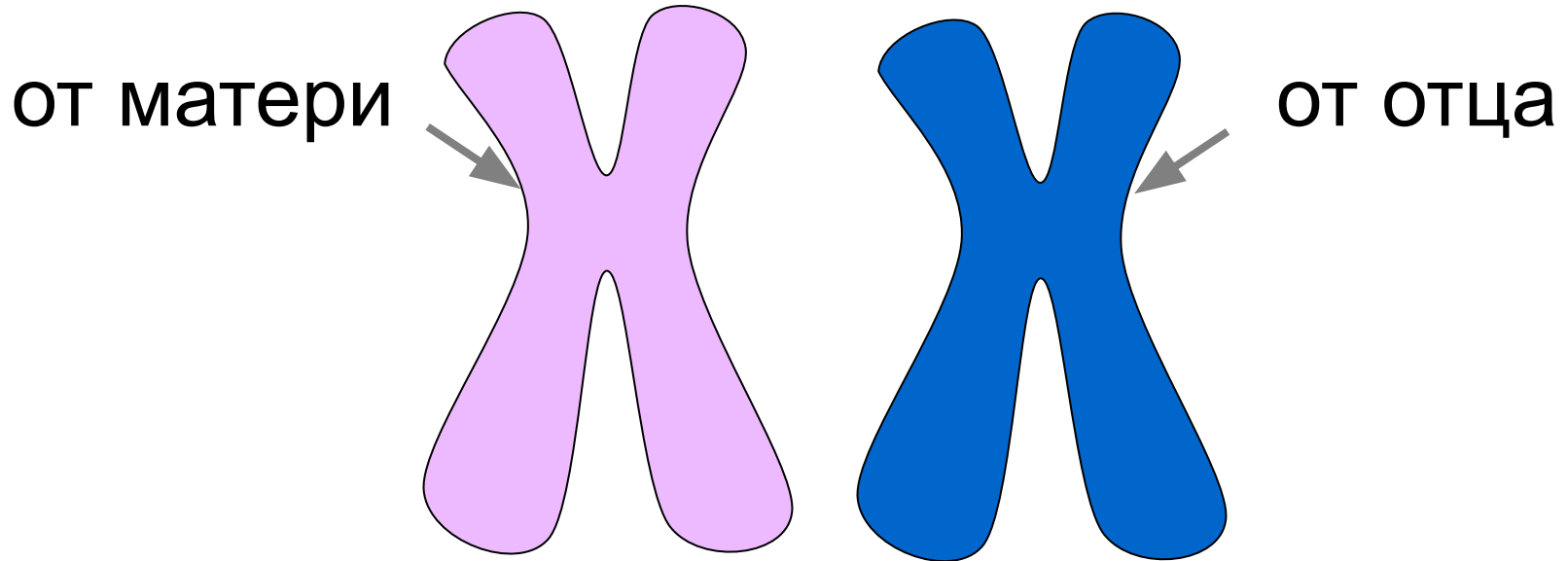
**Откуда возле каждой хромосомы
взялась вторая такая же?**

Парные хромосомы (диплоидность) –
следствие **полового размножения**:
слияния двух гаплоидных клеток



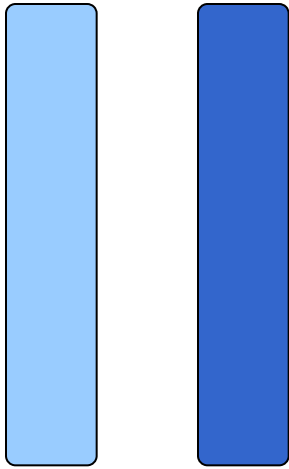
На рисунках их обозначают разным цветом

Та же картинка

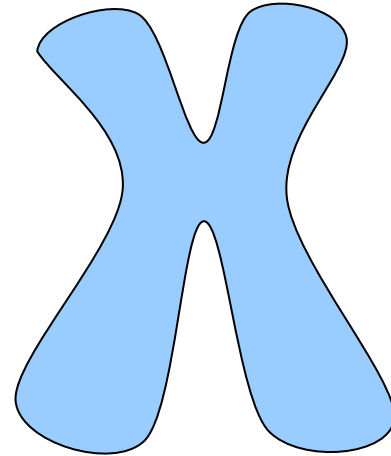
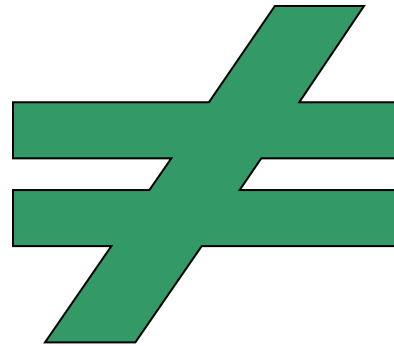


Хромосомы из двух хроматид, но нам это неважно

Но!

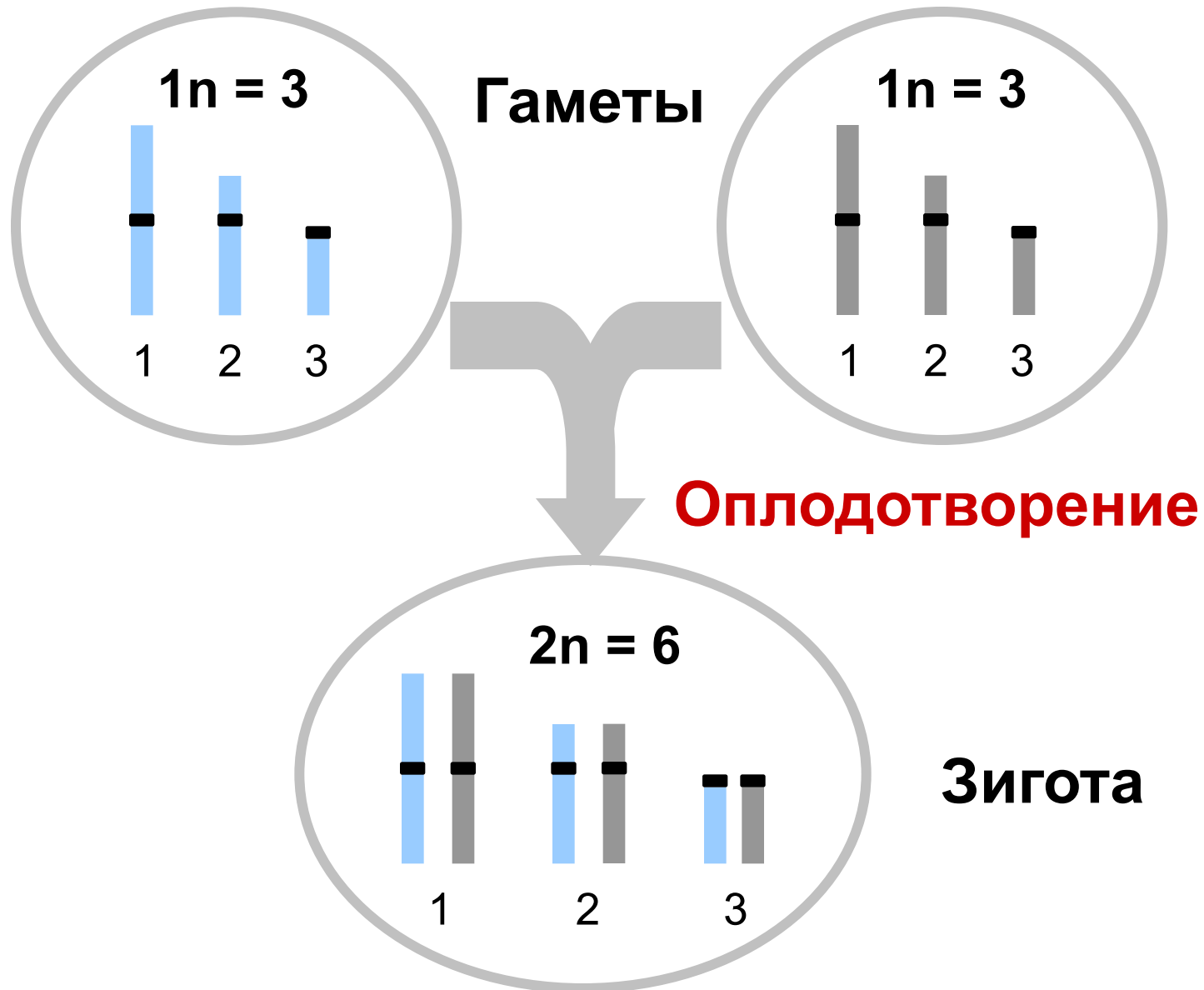


2 гомологичные
хромосомы

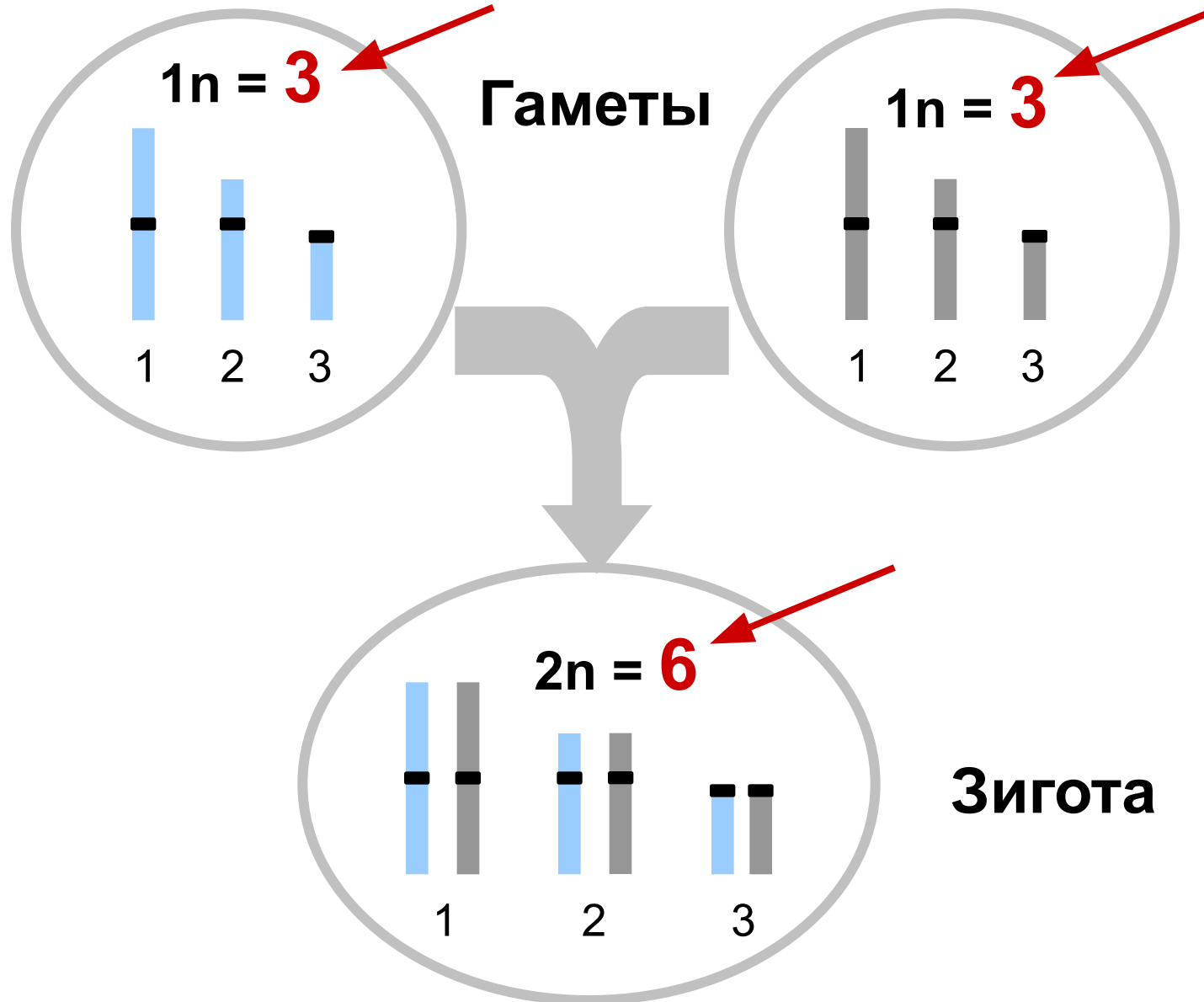


1 хромосома из двух
хроматид

Как образуется диплоидный набор? Слиянием двух гаплоидных



Обратите внимание, что в хромосомной формуле клетки справа стоит реальное число хромосом



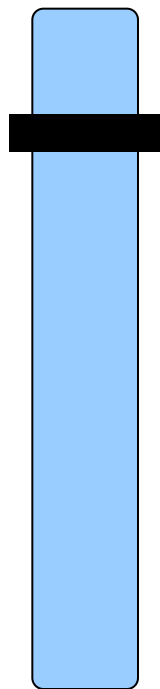


Нарисуйте клетку $3n = 6$

Чем она отличается от клетки $2n = 6$?

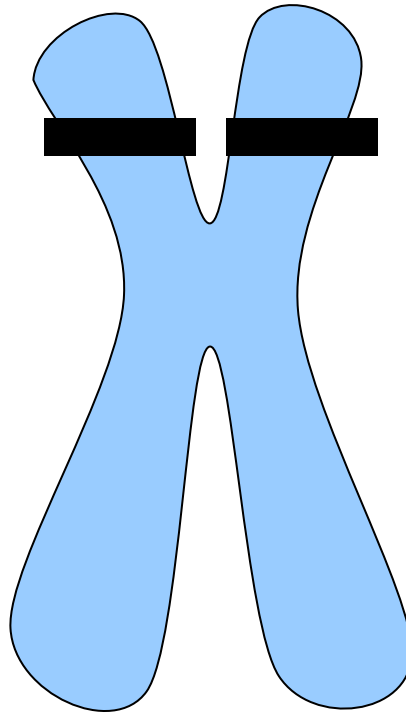
Разберемся с аллелями генов

Пусть здесь
находится **ген А**



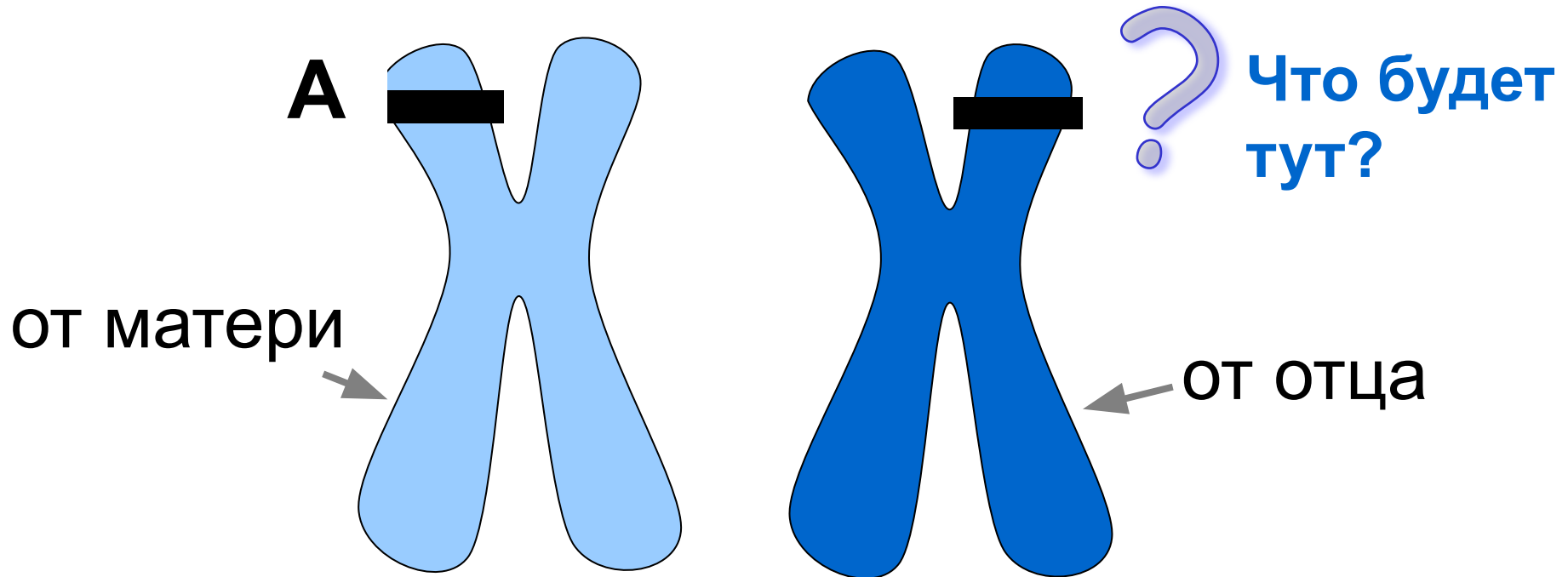
После репликации ДНК получилась
хромосома из двух хроматид

Пусть здесь
находится ген **A**



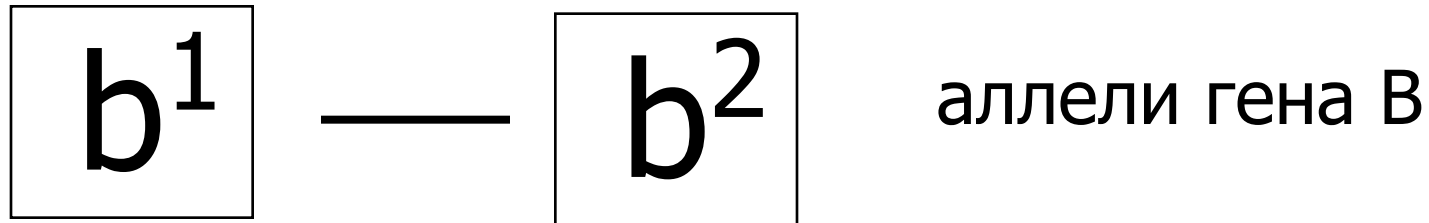
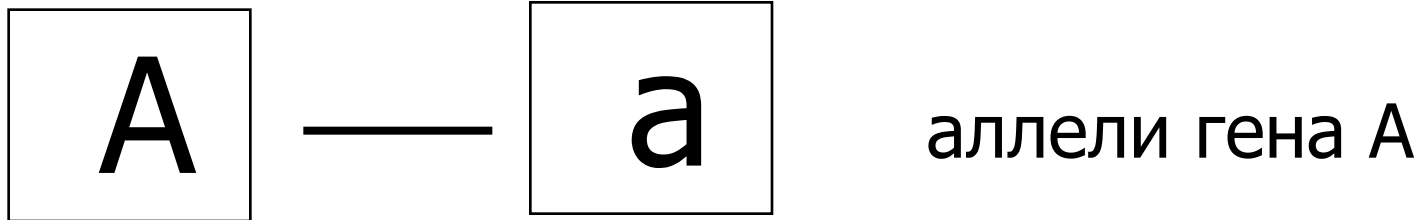
Что будет тут?

А теперь возьмем **ДИПЛОИДНЫЙ** набор



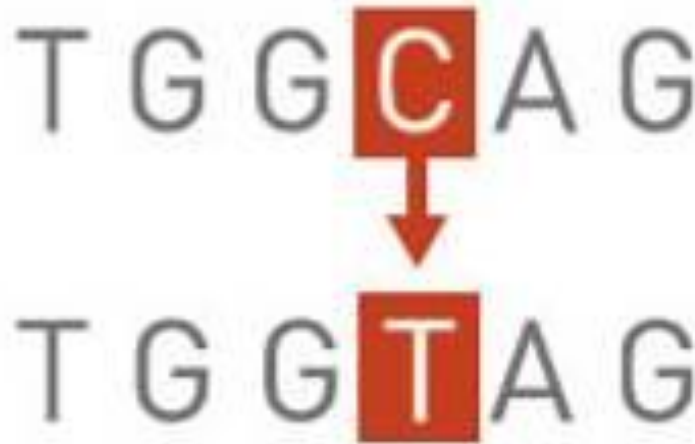
Аллели

– мутантные варианты одного гена



Запомните: один ген – одна буква!

Аллели могут отличаться всего одним нуклеотидом ДНК



Мутация

≈

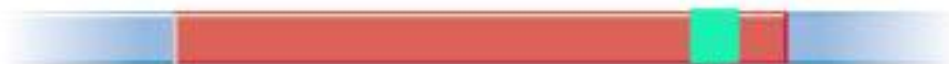
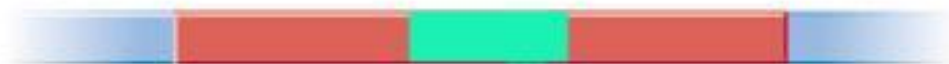
Аллель



Ген А дикого типа



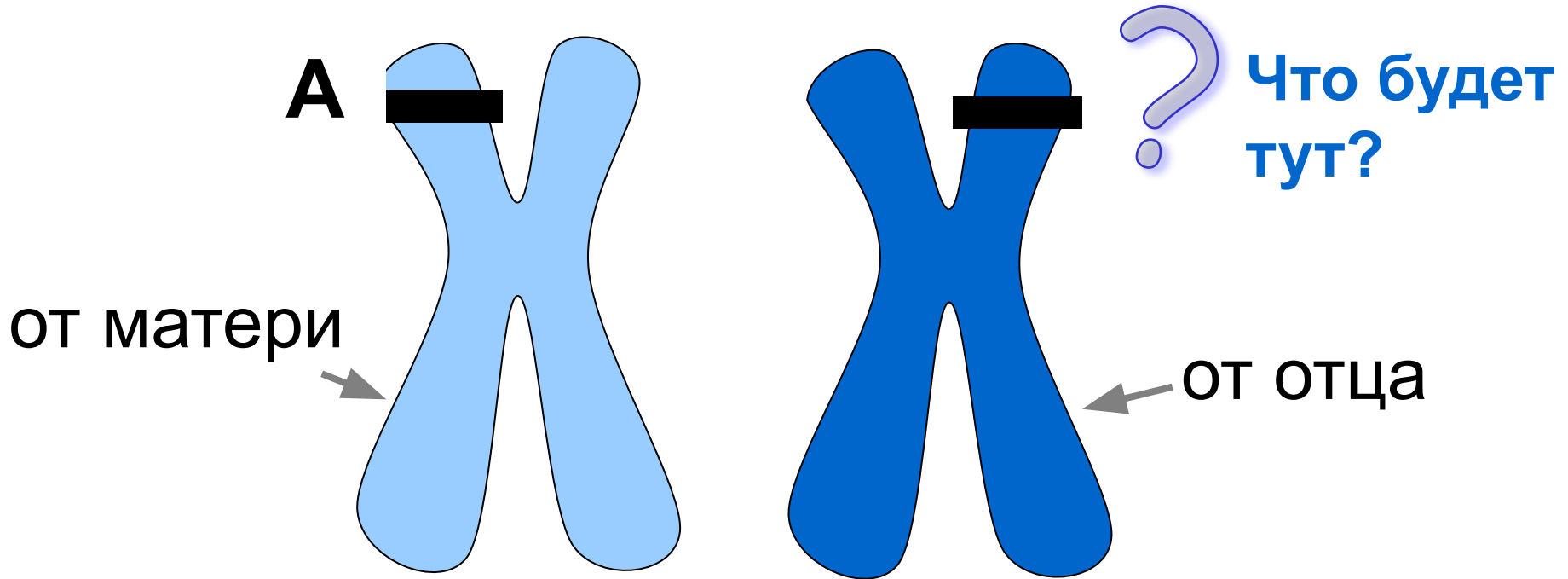
**Мутации в гене А -
разные аллели**



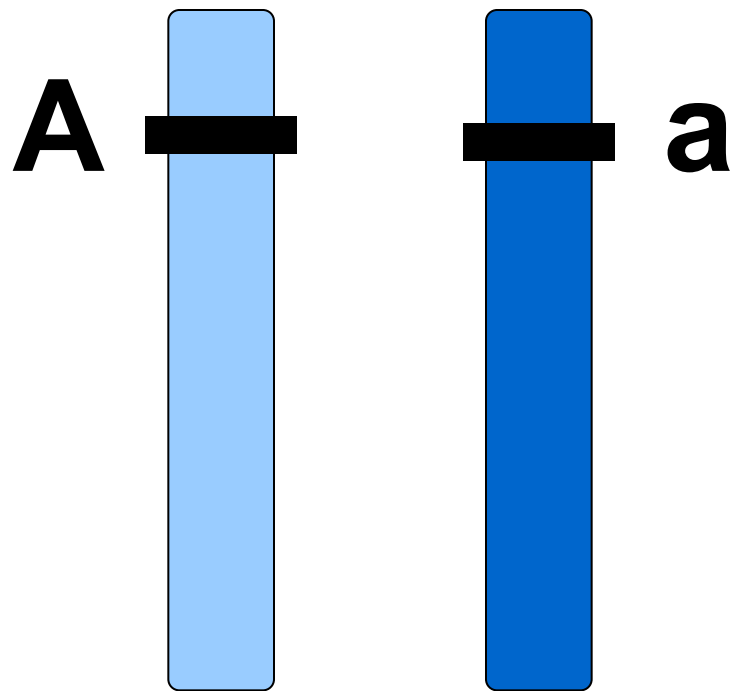
Точка мутации



В гомологичной хромосоме на том же месте будет тоже ген А



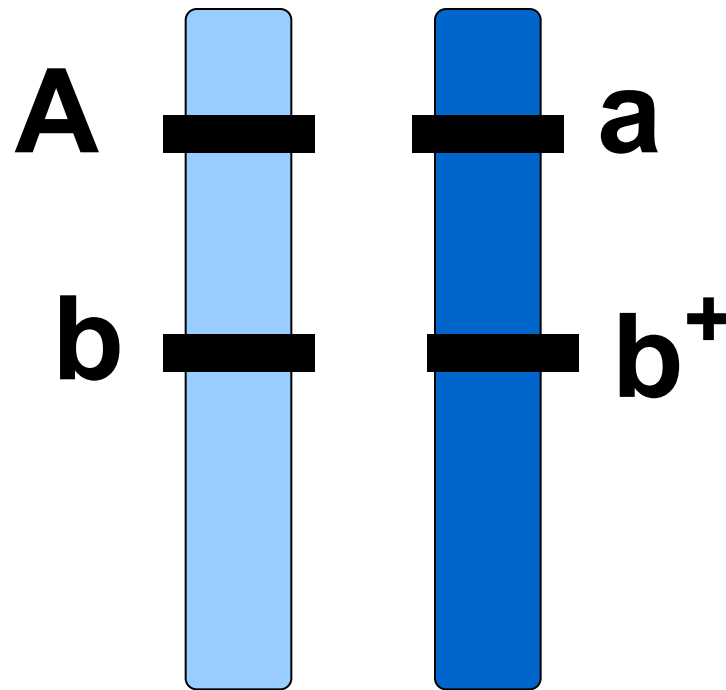
Но не обязательно тот же аллель!



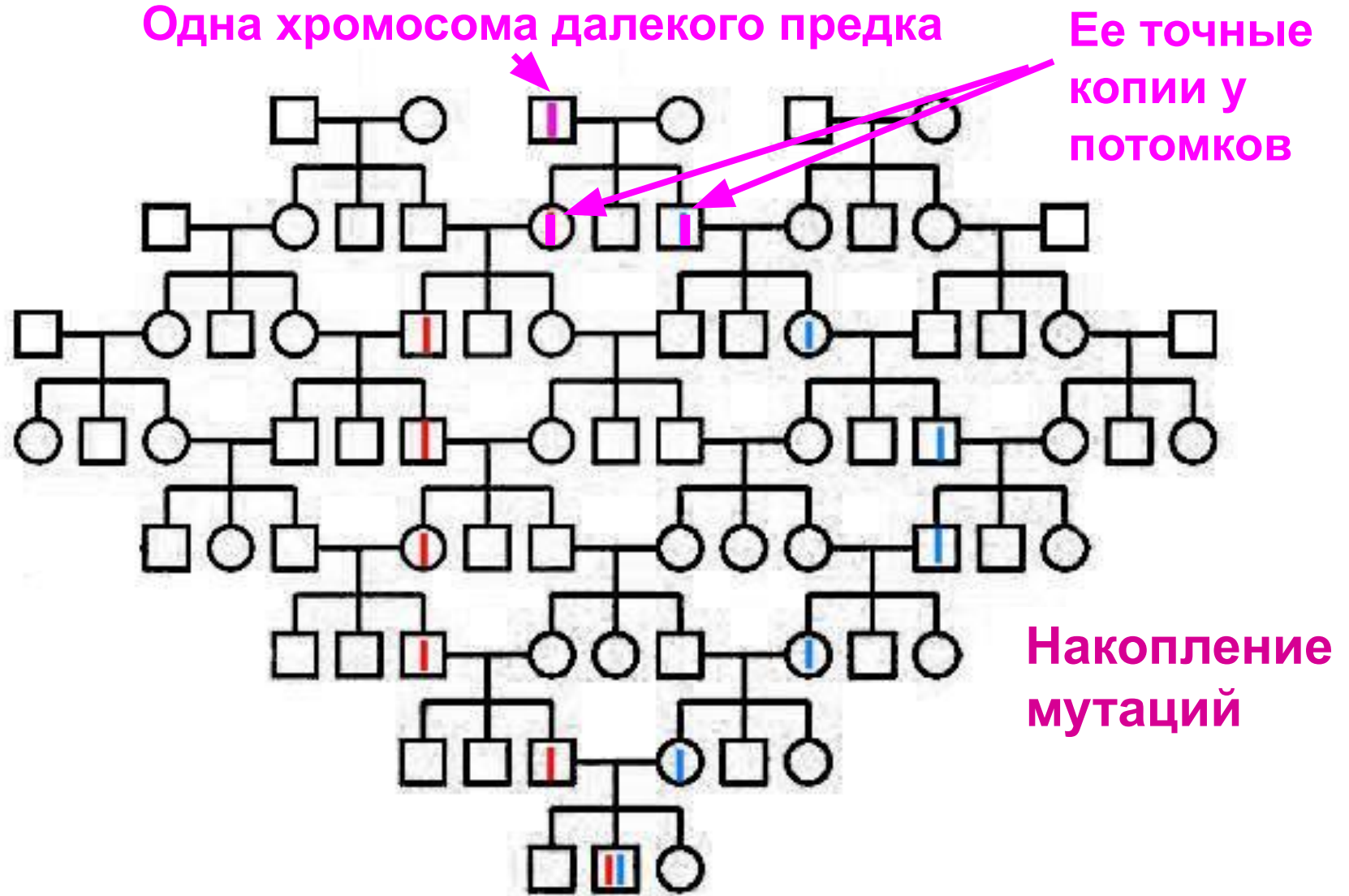
Гетерозигота по гену А – разные аллели

Гомологичные хромосомы:

гены одни – аллели могут
быть **разные!**



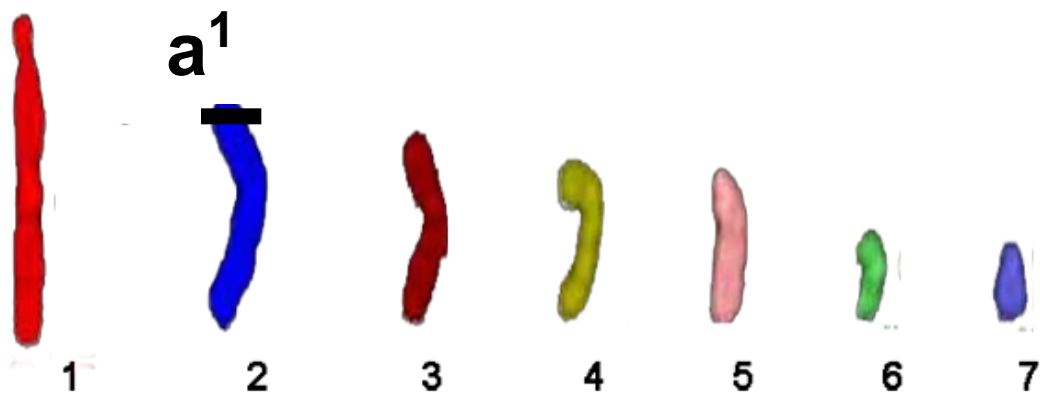
Где были гомологичные хромосомы до того, как попасть в данный организм?



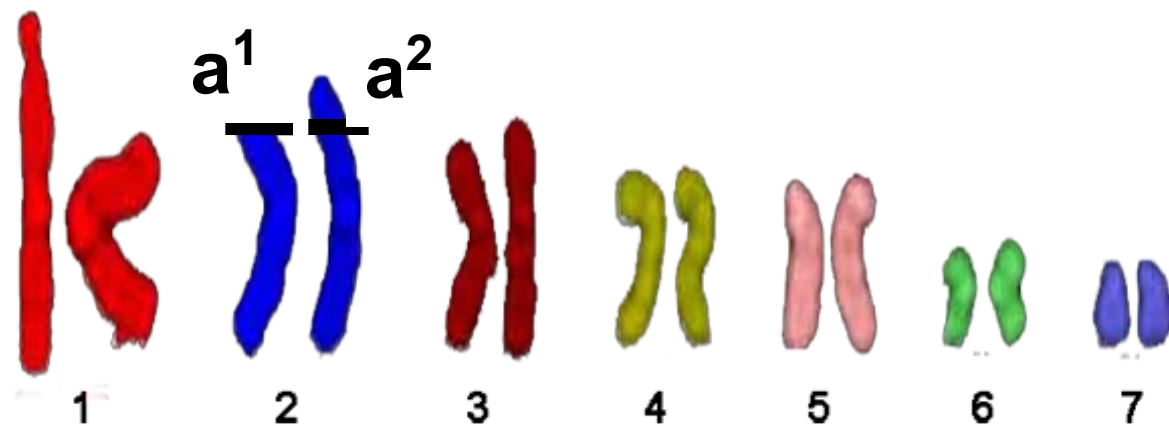
Гомологичные хромосомы далекого потомка

Вывод.

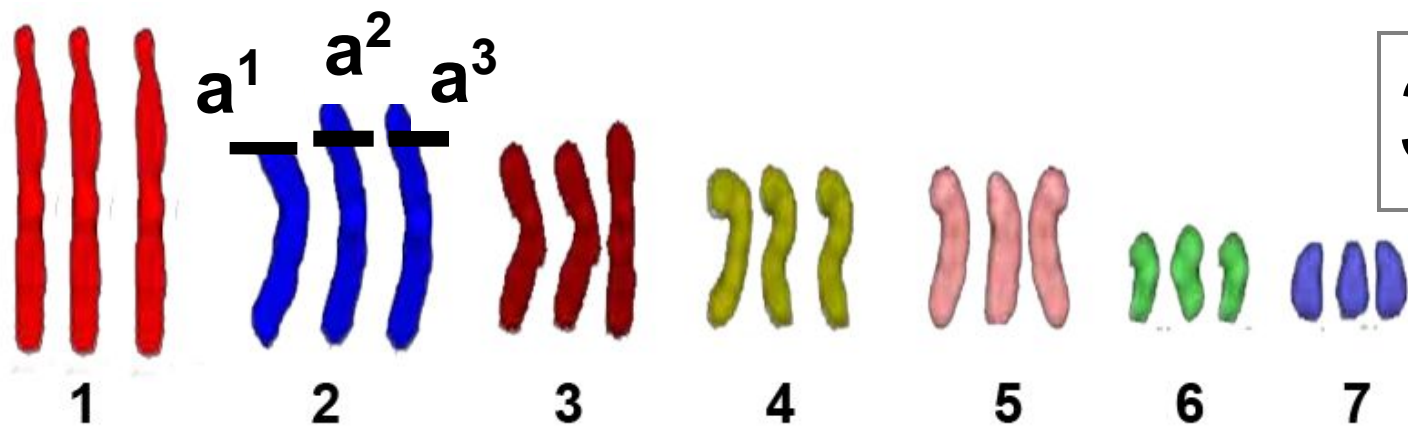
Число копий каждого гена
(независимо полученных)
равно **плоидности** организма



1n



2n

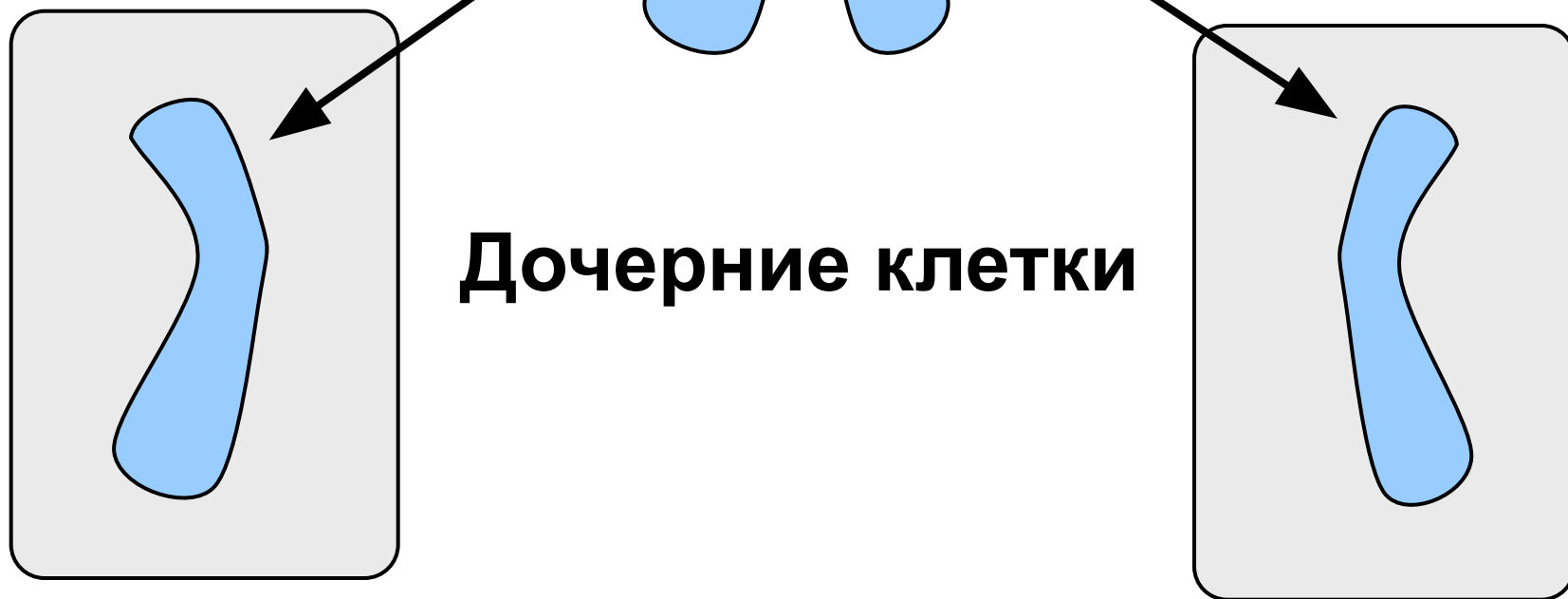


3n

Хромосомы в клеточных делениях

МИТОЗ

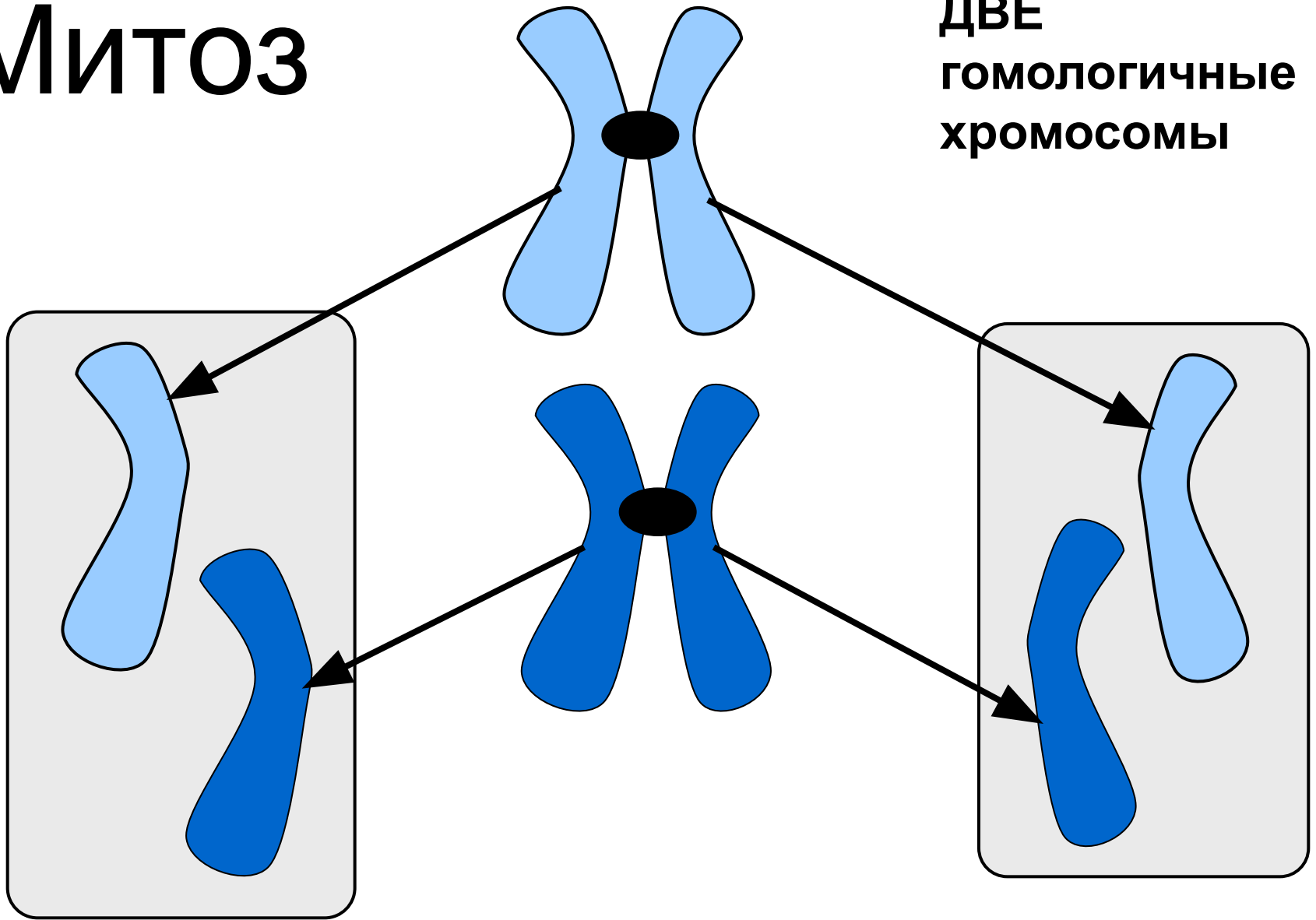
ОДНА
хромосома



Была хроматида – стала хромосома!

МИТОЗ

ДВЕ
ГОМОЛОГИЧНЫЕ
ХРОМОСОМЫ



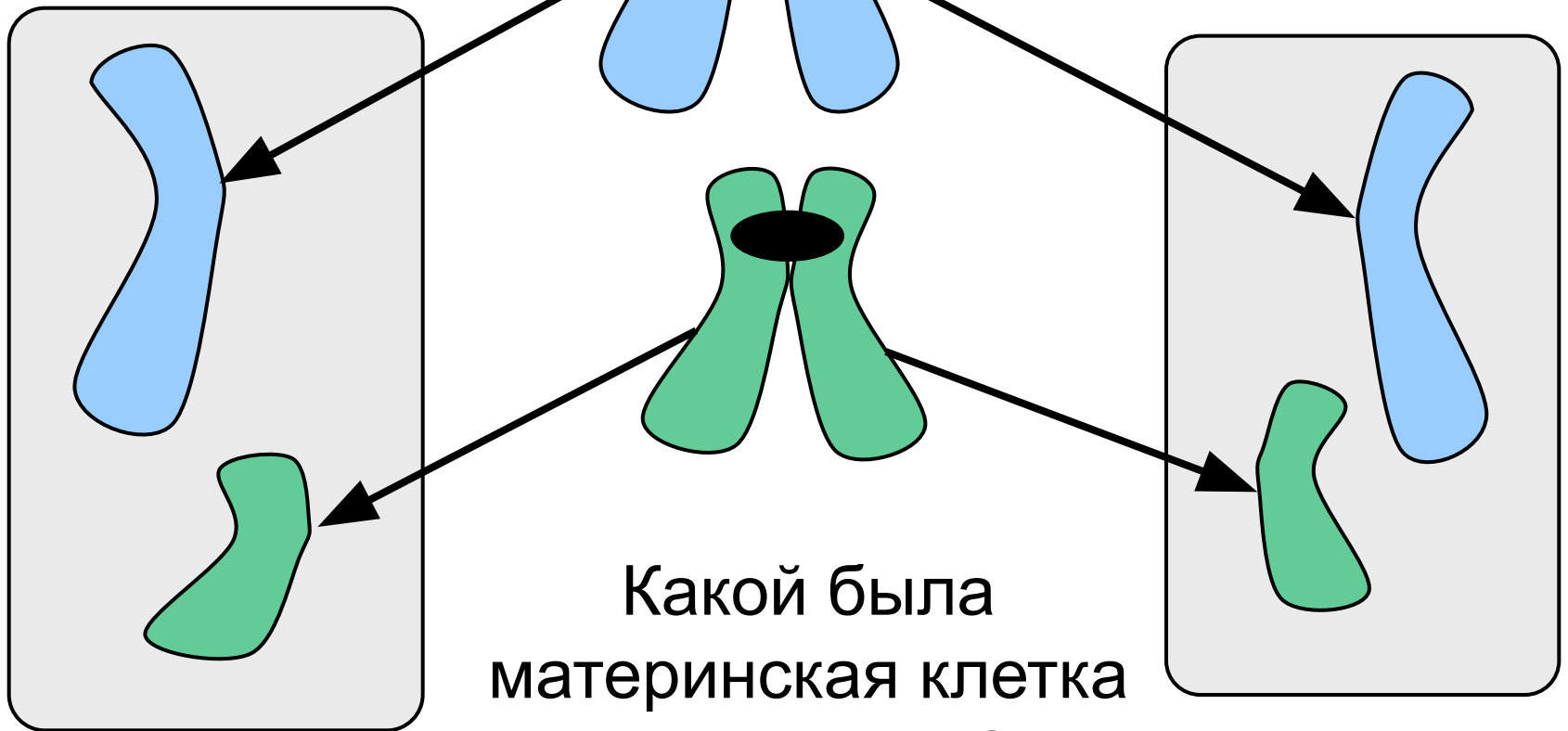
Дочерние клетки



Нарисуйте аллели гена А на схеме с предыдущего слайда, если этот организм по гену А гетерозиготен

МИТОЗ

ДВЕ
НЕГОМОЛОГИЧНЫЕ
хромосомы



Какой была
материнская клетка
– 2n или 1n?

Нарисуйте в этих хромосомах по одному какому-нибудь гену.

МИТОЗ

Число хромосом в митозе **не меняется**

Сколько было – столько осталось!

Митозом могут делиться клетки

с любым набором хромосом –

- диплоидные – $2n$
- гаплоидные – $1n$
- полиплоидные – $3n, 4n \dots$
- анеуплоидные – не кратные n

МИТОЗ

И набор генов в клетке тоже
не меняется

Получаются **КЛОНЫ** –
генетически одинаковые
клетки / организмы

МИТОЗ

Границы стадий

Профаза

Разрушение ядерной оболочки

Метафаза

Хроматиды отделяются друг от друга

Анафаза

Движение к полюсам закончено, вокруг новых ядер начинают формироваться ядерные оболочки

Телофаза

Мейоз

Эволюционная модификация митоза

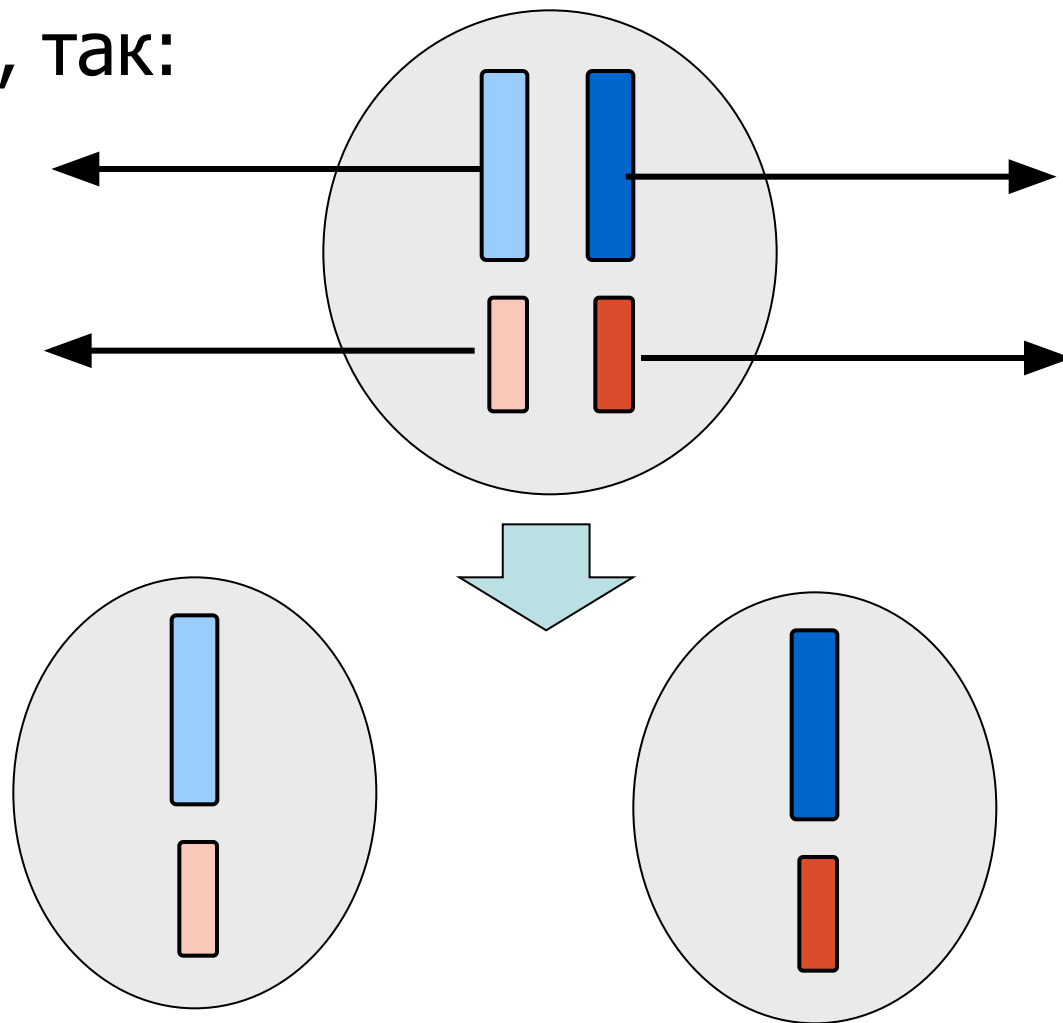
Смысл мейоза:

$$2n \rightarrow 1n$$

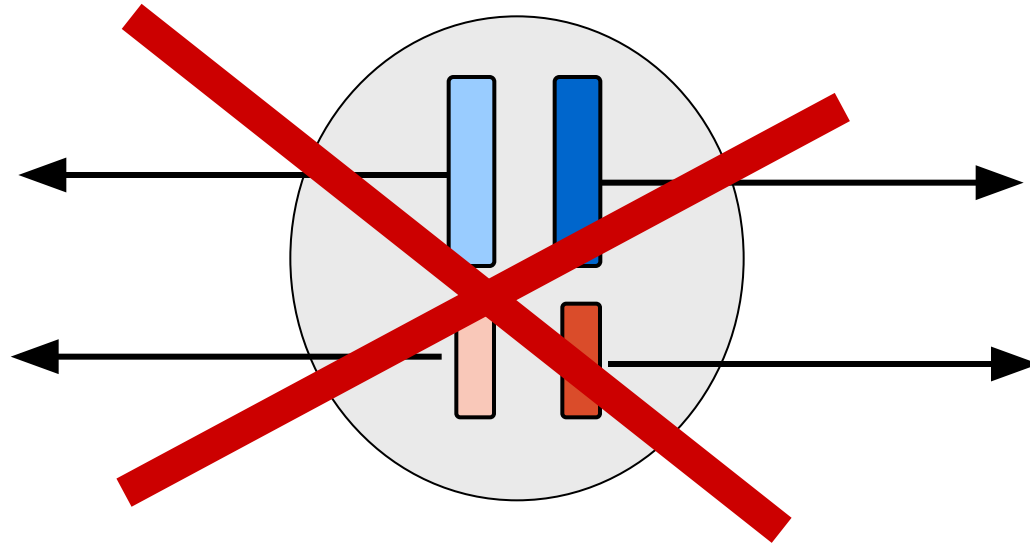
Два деления **БЕЗ** репликации
ДНК между ними

Почему нельзя уменьшить число хромосом в **ОДНО** деление?

Например, так:



Почему нельзя уменьшить число хромосом в **одно** деление?

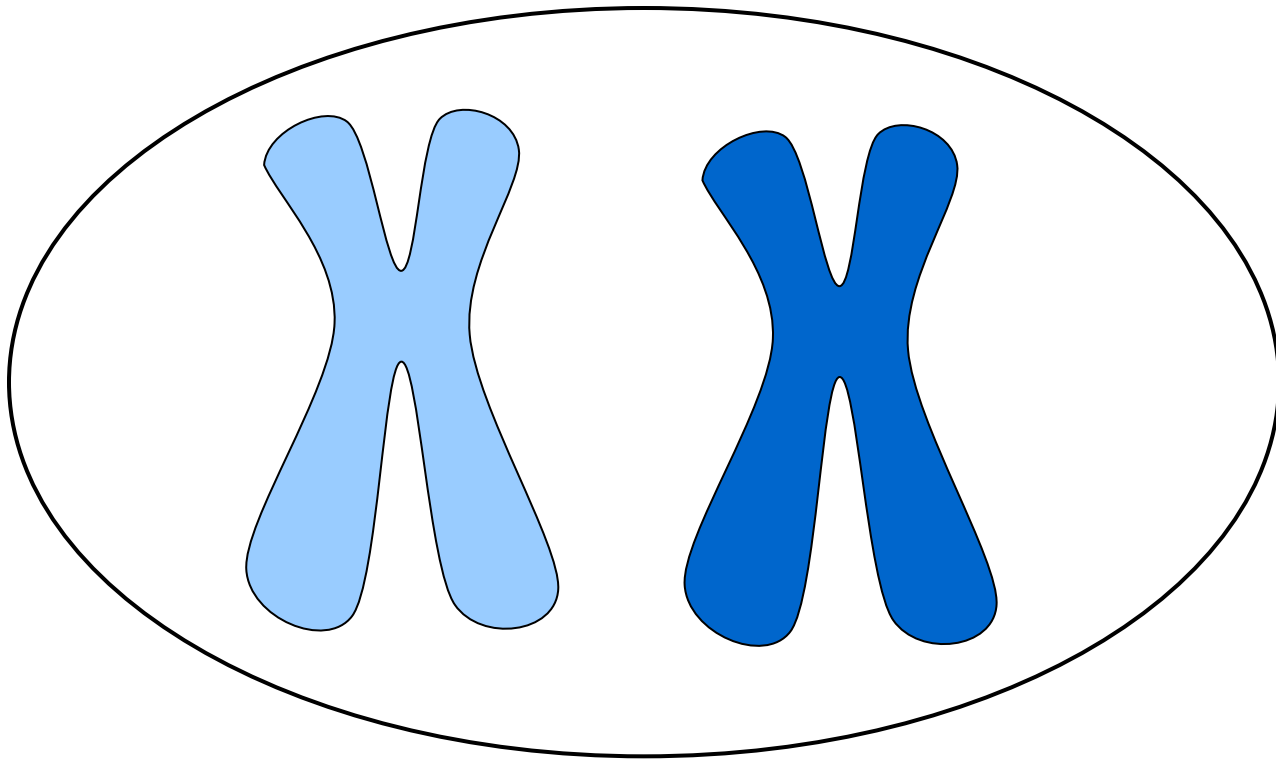


Потому что мейоз возник из митоза.

А в митозе – запрет на деление, если хромосомы из одной хроматиды (не прошла репликация ДНК)

Это не дадут сделать белки клеточного контроля

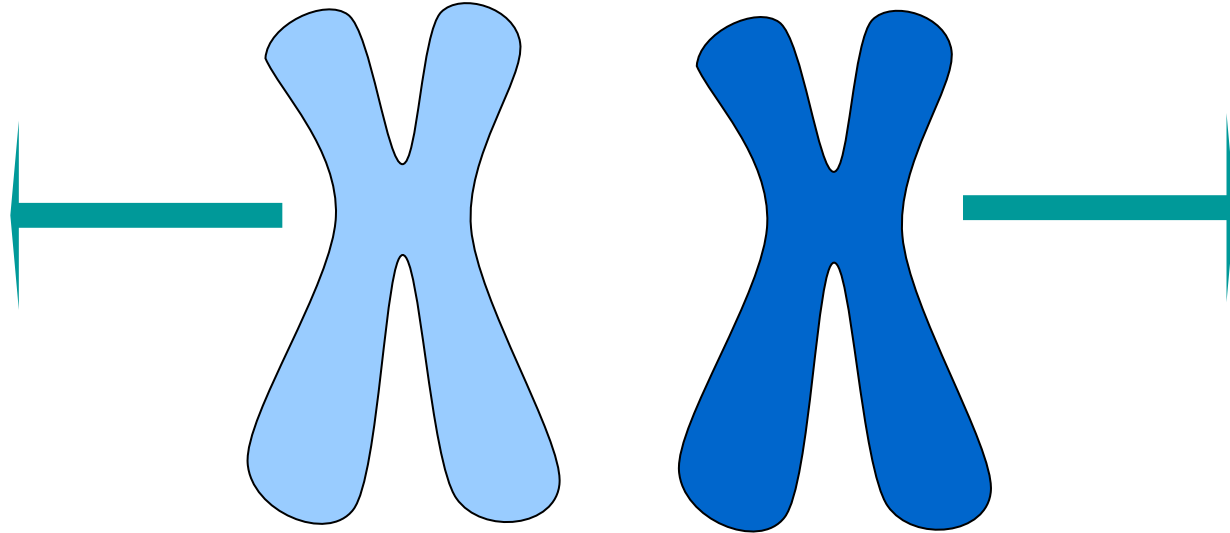
Вступают в мейоз **такие же** клетки, как в митоз – в них прошла репликация ДНК



Клетка $2n = 2$

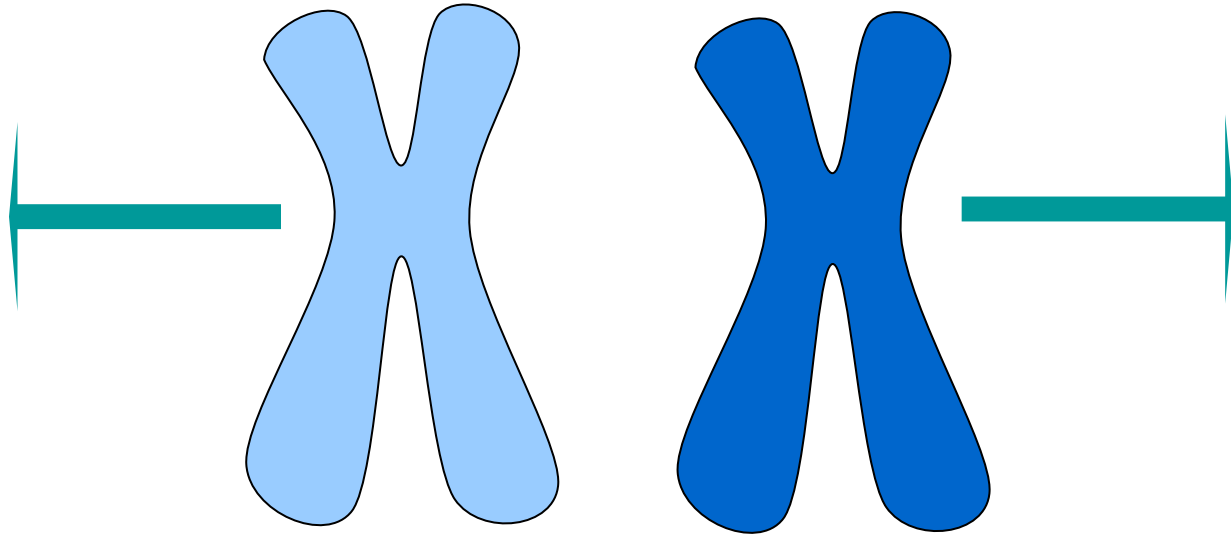
Мейоз 1

Отличие от обычного деления (митоза) –
расходятся не хроматиды, а **целые хромосомы**



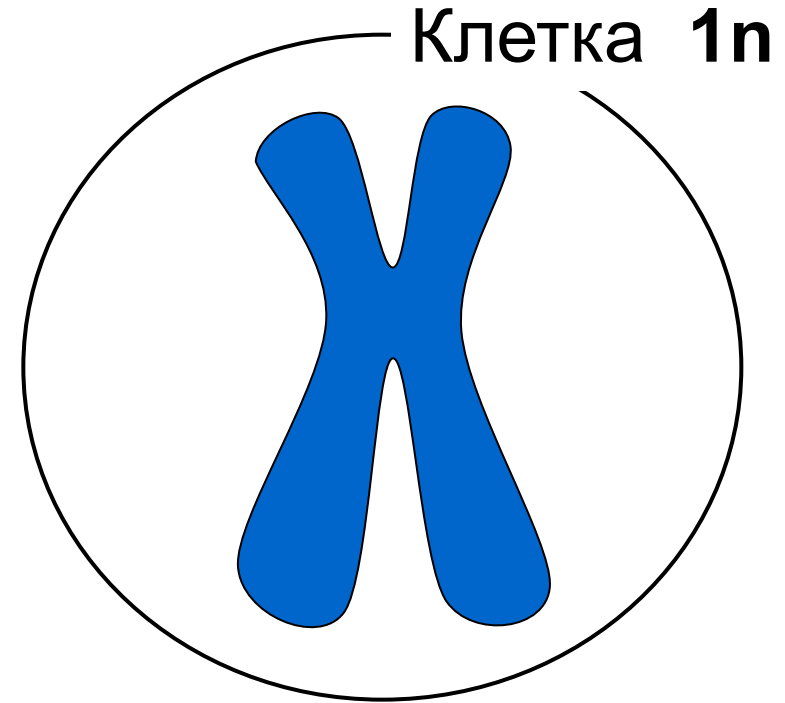
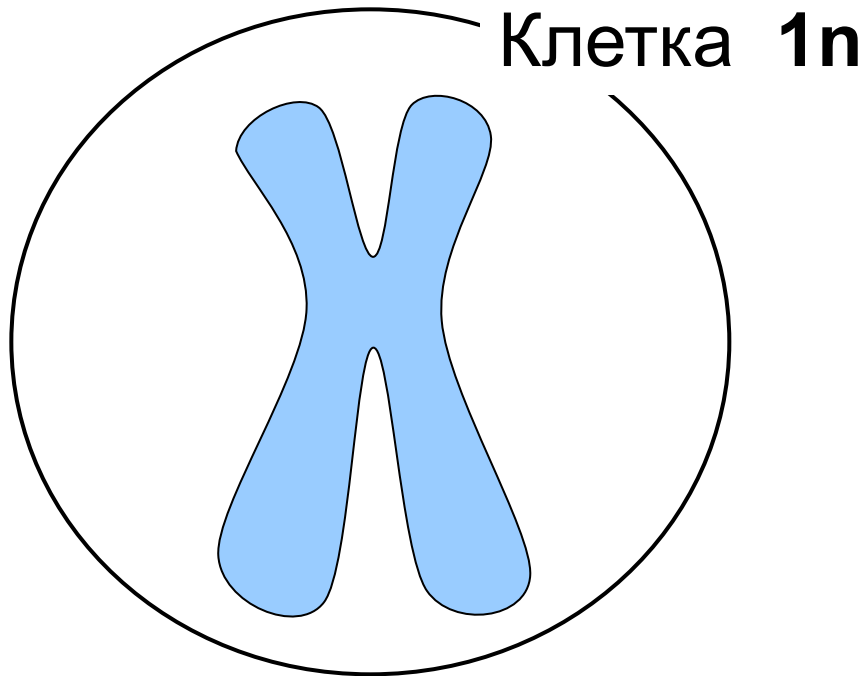
Мейоз 1

Расходятся не хроматиды, а **целые хромосомы**



Мейоз 1

Получились гаплоидные клетки



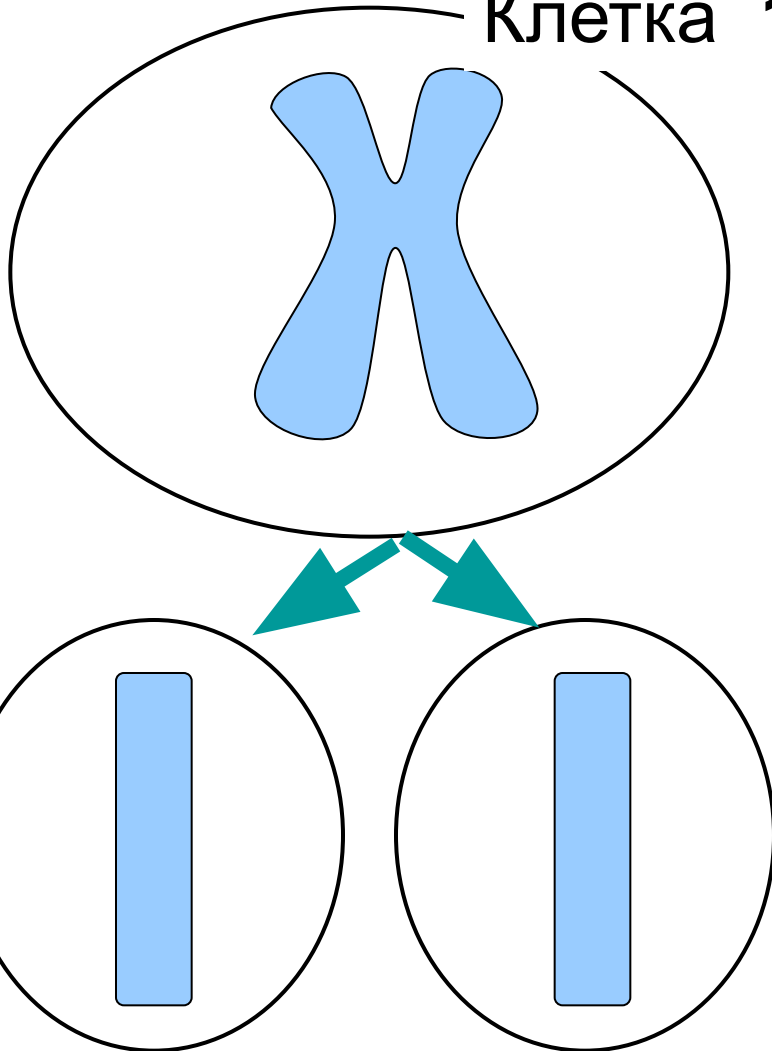
Но пока еще хромосомы из **двух** хроматид
– не порядок, их надо разделить.

Для этого – мейоз 2

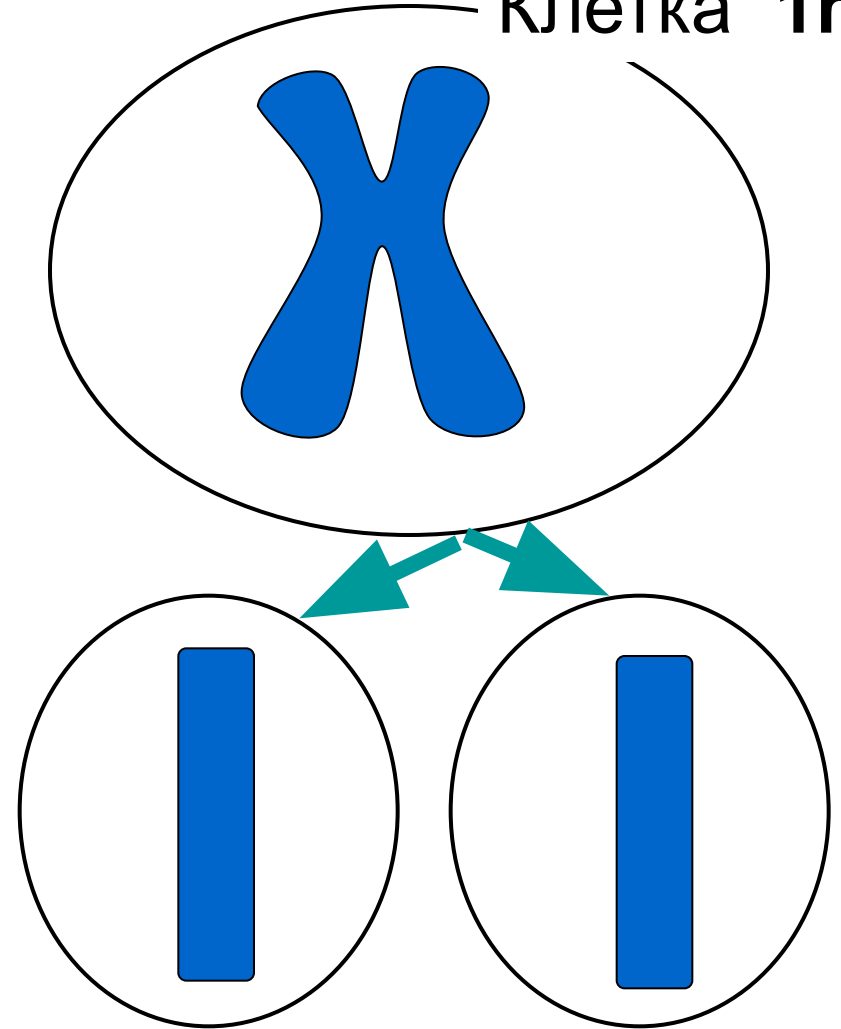
Мейоз 2

Как митоз в гаплоидной клетке

Клетка $1n$

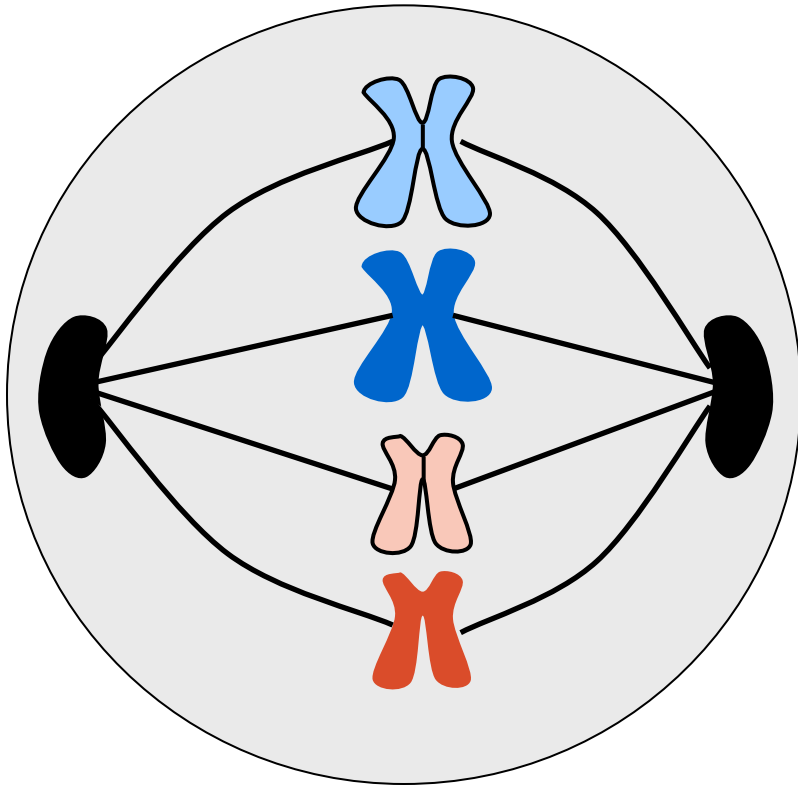


Клетка $1n$

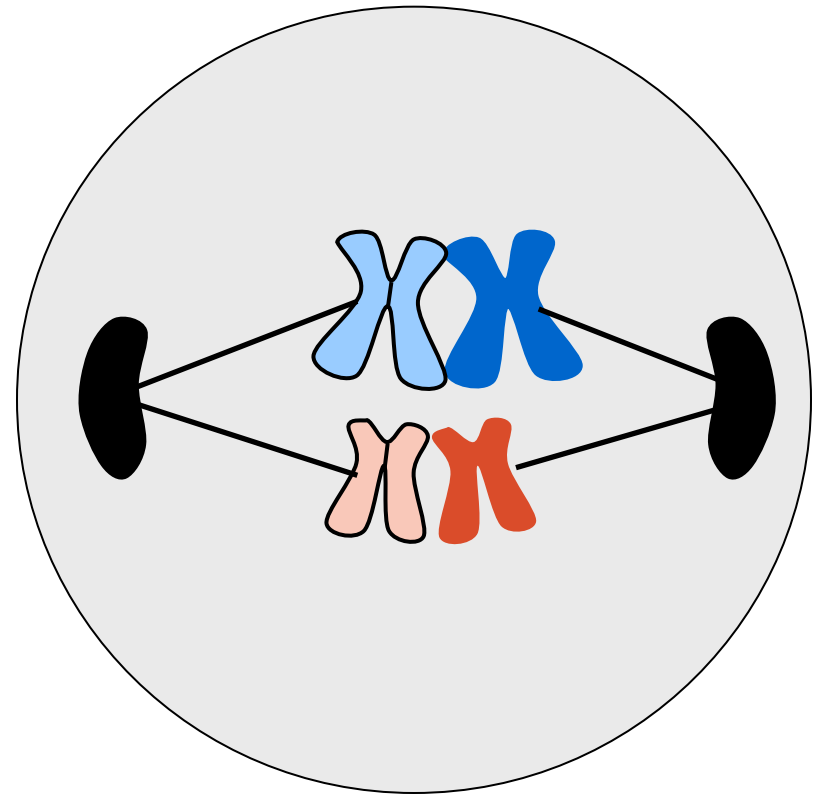


Принципиальное отличие в метафазе

Митоз



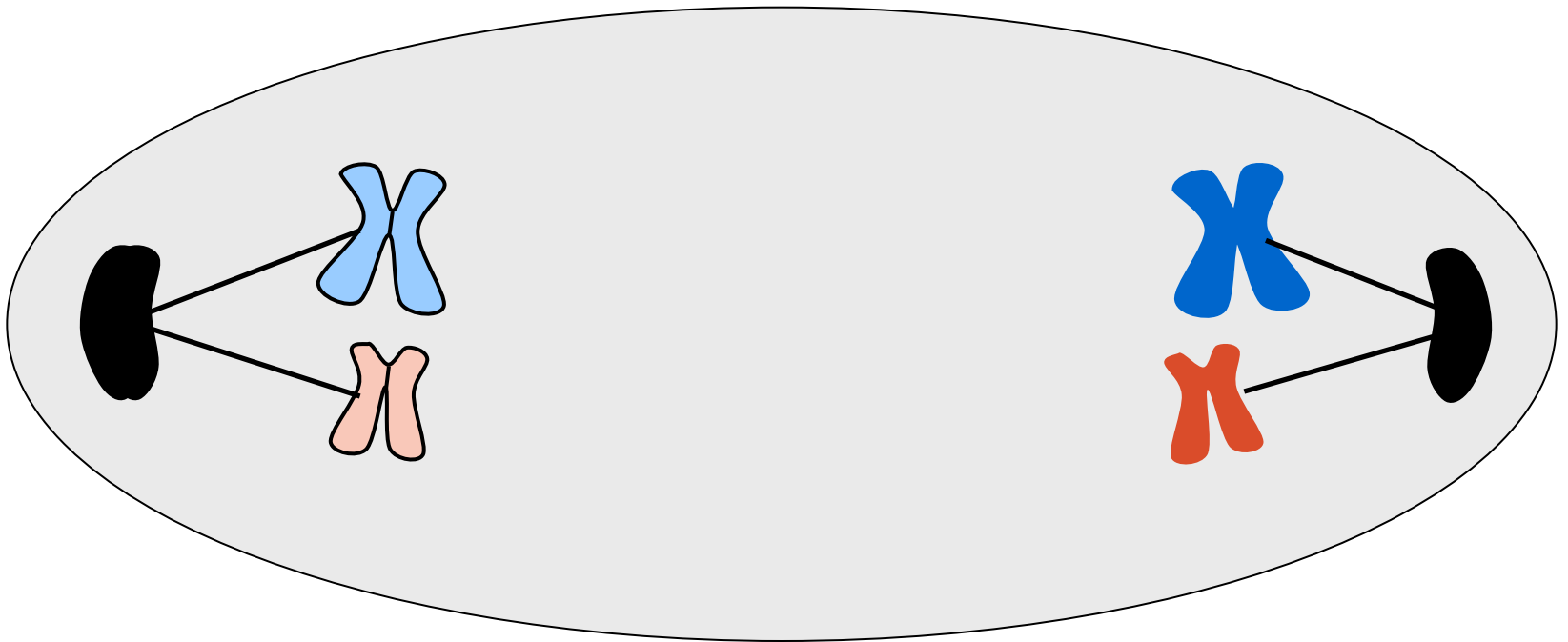
Мейоз 1



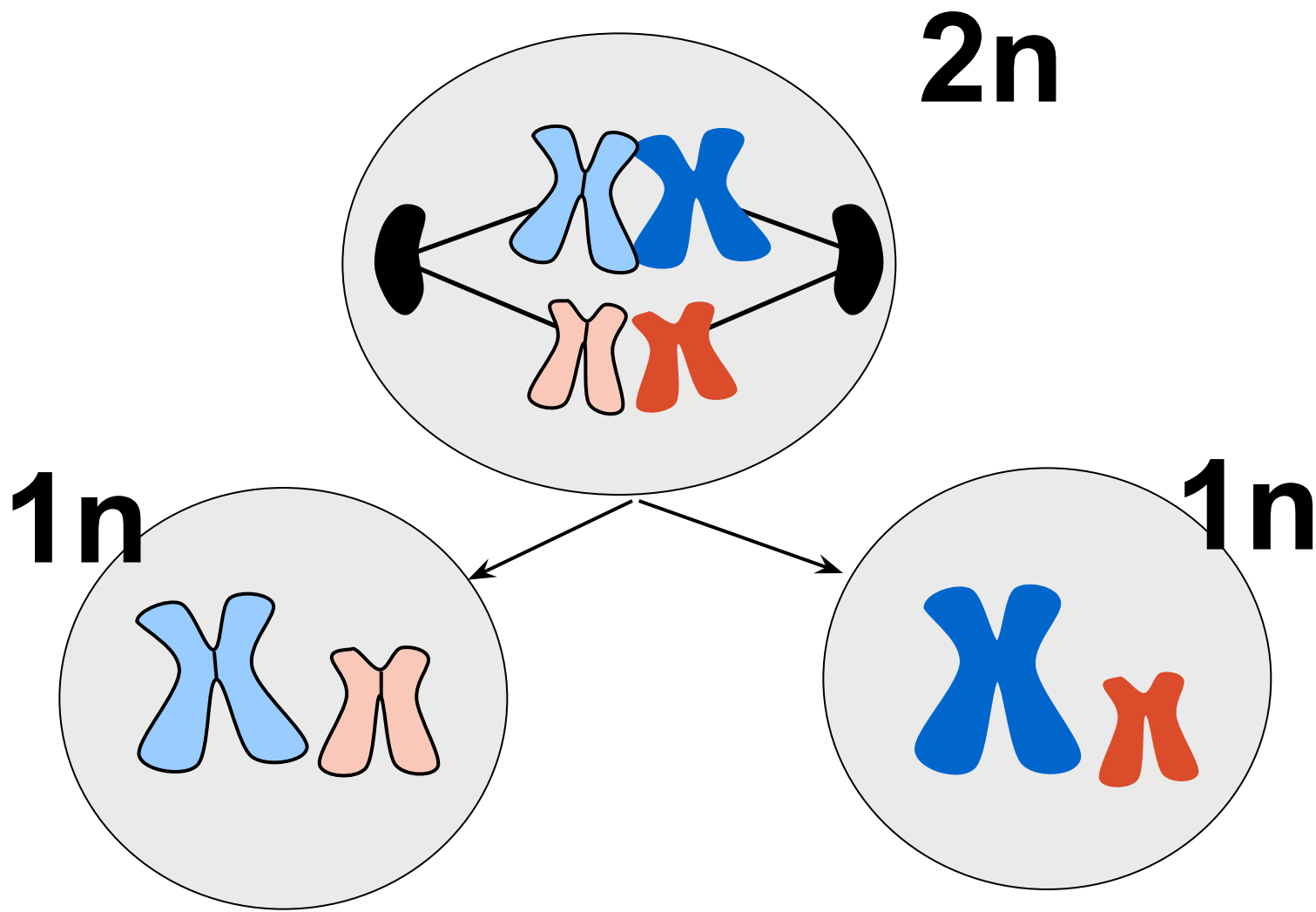
(начинается это отличие еще в профазе)

Мейоз 1

Анафаза. Расходятся не хроматиды, а **целиком хромосомы**



Мейоз 1. Результат: гаплоидные клетки





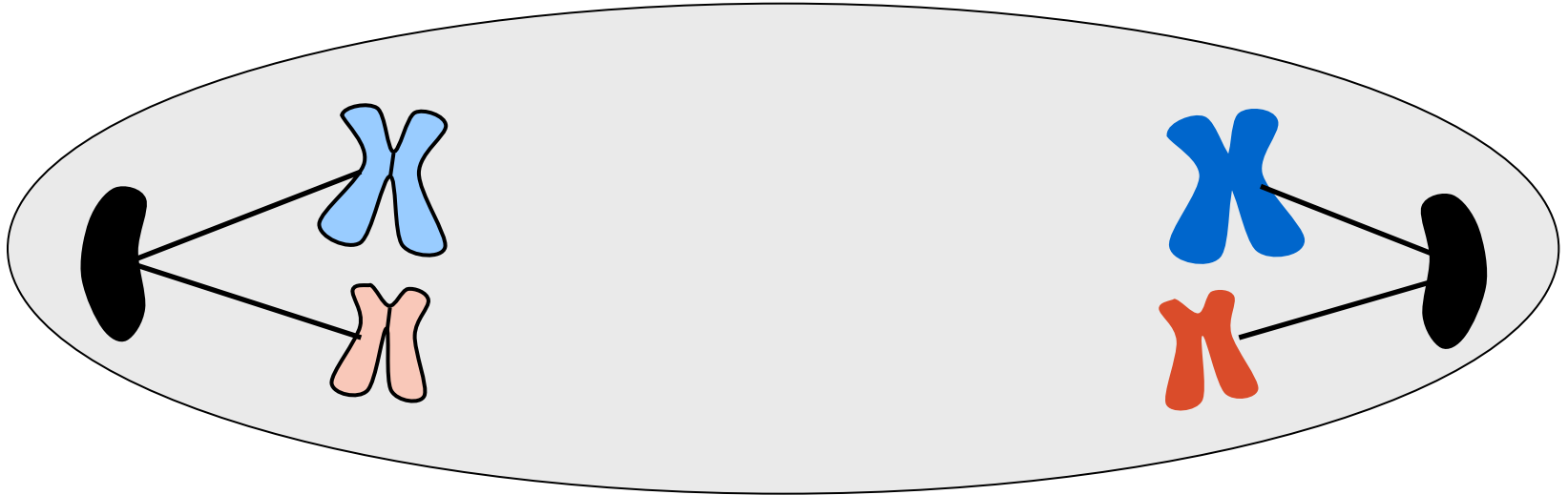
Нарисуйте эти же клетки после второго деления мейоза.

Какой в них получился набор генов?

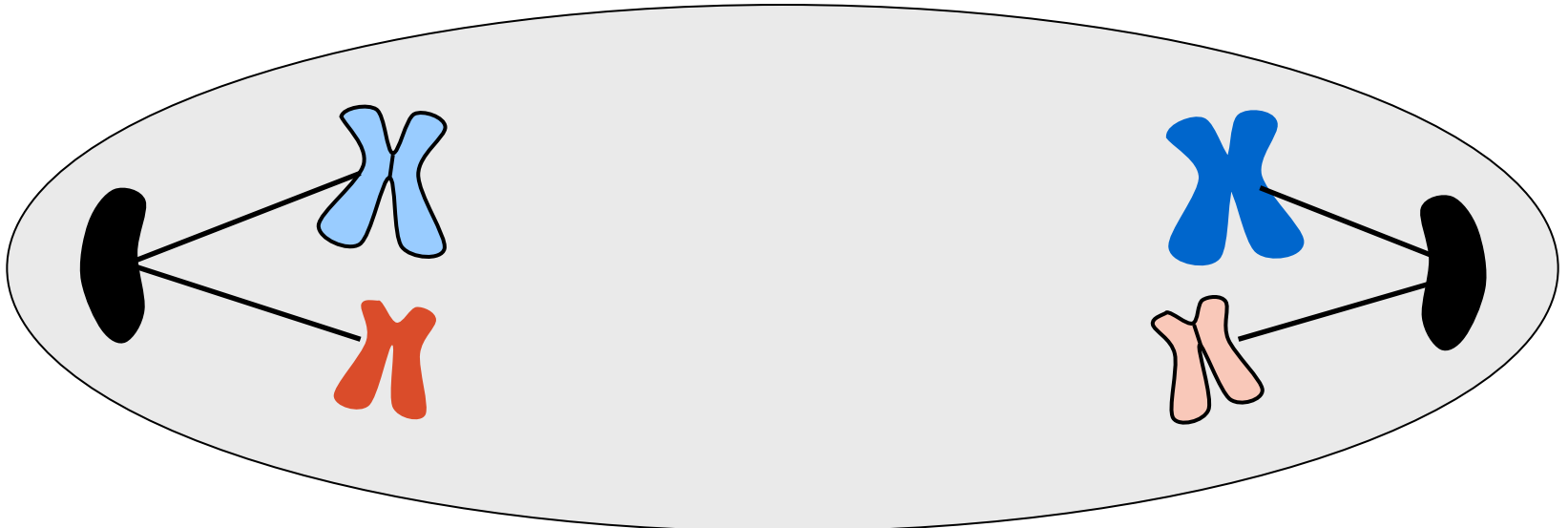
(Вспомните, какие аллели могут нести гомологичные хромосомы)

Мейоз 1

Анафаза. Расходятся не хроматиды, а **целиком хромосомы**



А могли разойтись так?



Это – основа **независимого наследования генов А и В**, если они находятся в разных (негомологичных) хромосомах

Пусть клетка с предыдущей картинки гетерозиготна по А и В.

Напишите аллели генов в хромосомах в обоих случаях.

Какие наборы получат гаметы?

Результат мейоза у диплоидного
организма –
всегда гаплоидные клетки

У животных это – **половые клетки**
(гаметы)

У растений – ?

Результат мейоза – всегда гаплоидные клетки

У **животных** это – **половые клетки**.

У **растений** – **споры** (из них потом прорастает **гаметофит**)



Митозами

Могут ли брат с сестрой
не иметь общих генов?

Домашнее задание

Кифа Мокиевич, ознакомившись с работой Моргана о хромосомных основах наследственности, воскликнул: «Я бы объяснил законы Менделя совсем иначе! Всякие там мейозы – это выдумки цитологов. В действительности половые клетки диплоидны. Соответственно, в зиготе получается по 4 гомологичные хромосомы. И затем две из них (какие две – определяется случайным образом) утрачиваются».

Проверьте соответствие гипотезы Кифы Мокиевича фактам. Запишите, как выглядели бы законы Менделя в этом случае (огранитесь моногибридным скрещиванием). Для этого рассмотрите скрещивания

- 1) доминантной гомозиготы с рецессивной гомозиготой.**
- 2) двух гетерозигот**
- 3) анализирующее**

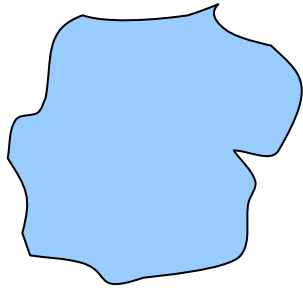
Для каждого случая сделайте вывод: будут ли расщепления, предсказываемые гипотезой Кифы Мокиевича отличаться от предсказываемых моделью Менделя.

(Беркенблит, 200 задач по генетике)

Лишние слайды

Гены и белки

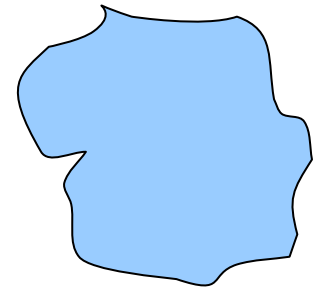
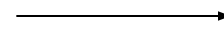
Гомозигота AA



A



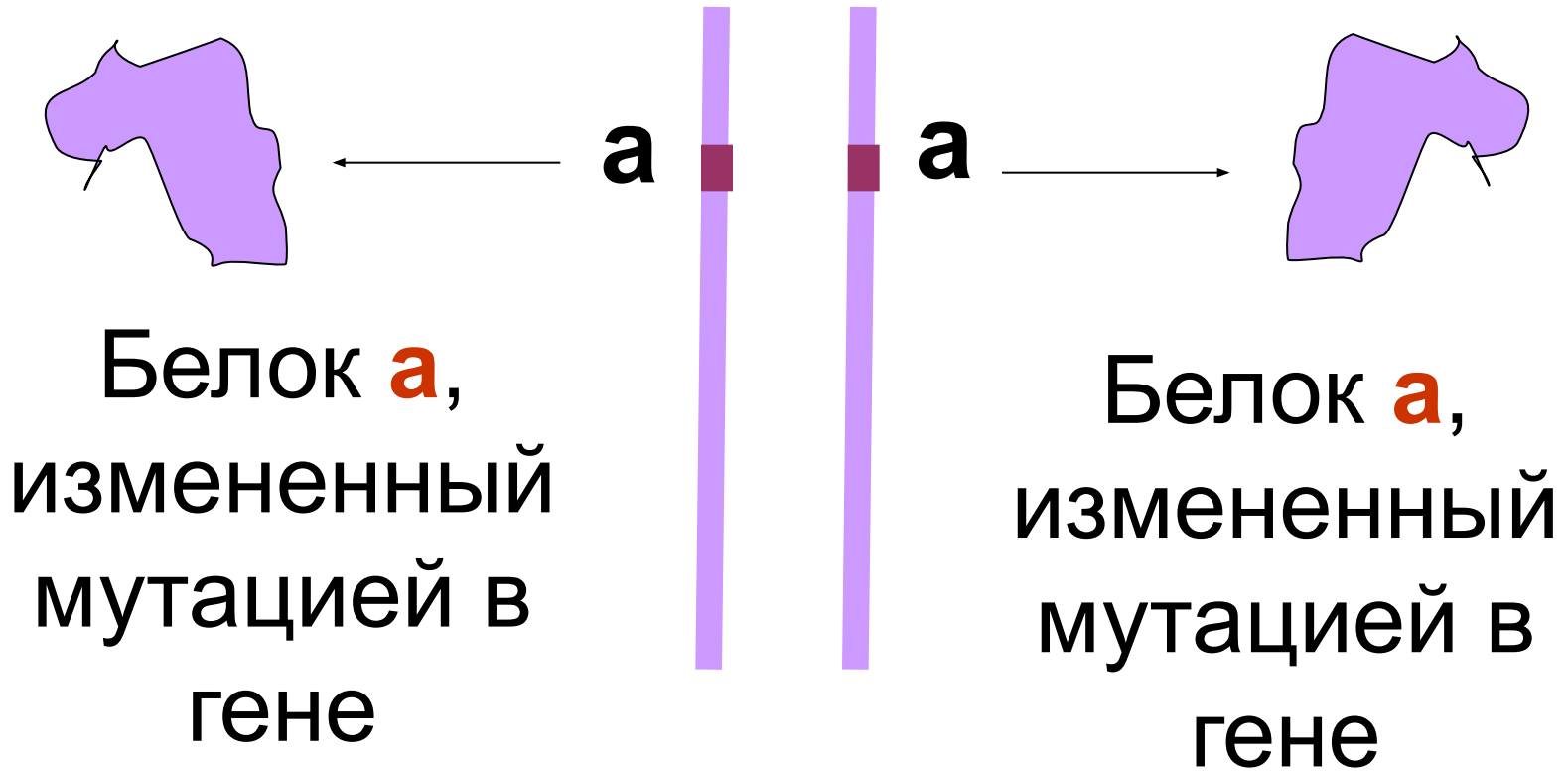
A



Нормальный
белок **A**

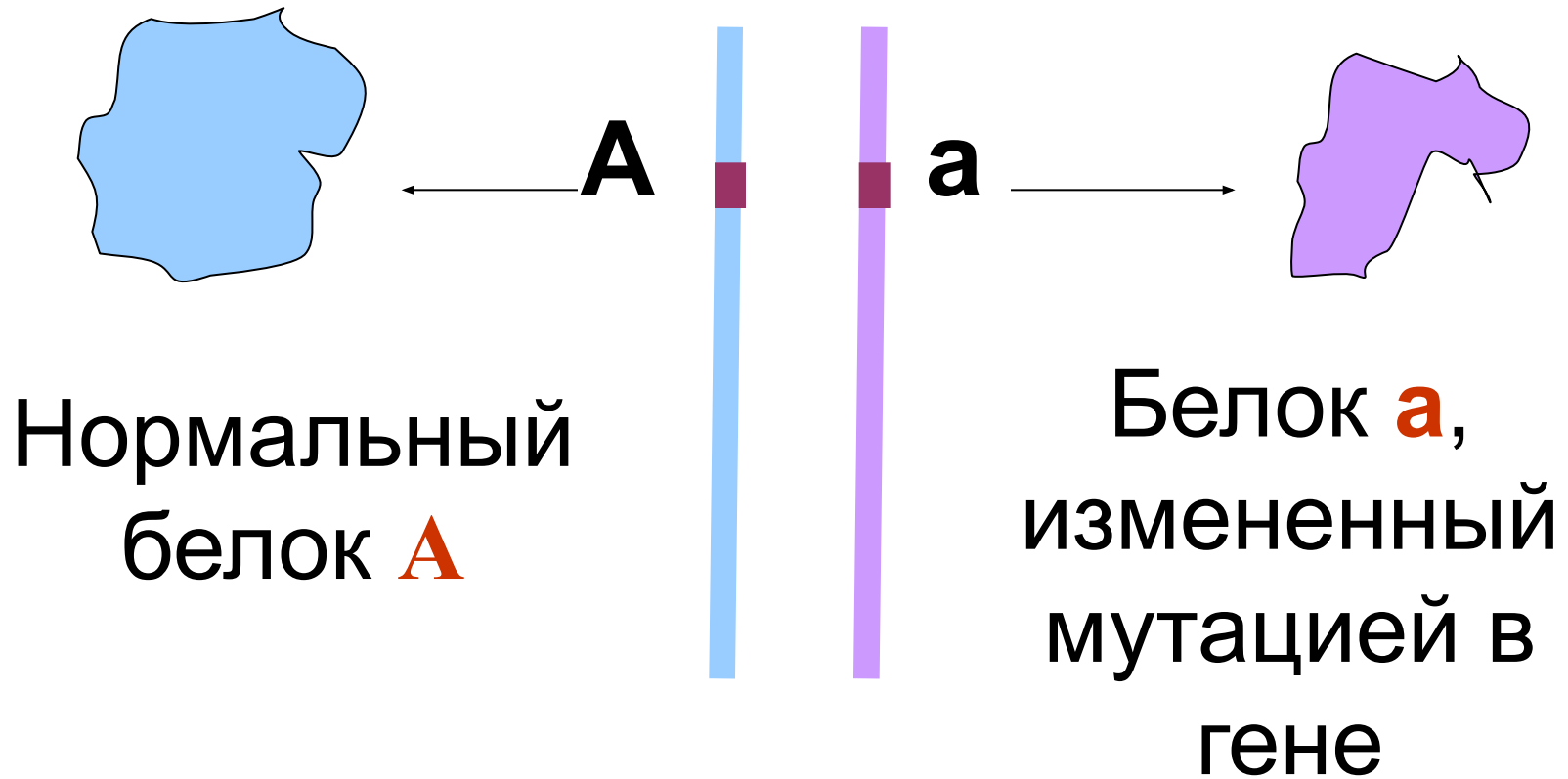
Нормальный
белок **A**

Гомозигота **aa**



Каким будет фенотип?

Гетерозигота Aa



Каким будет фенотип?

