



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КРАСНОЯРСКИЙ МЕДИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА ПО ЗДРАВООХРАНЕНИЮ И  
СОЦИАЛЬНОМУ РАЗВИТИЮ»

## Компьютерная лекция №3

### Свойства ДНК

Дисциплина «Молекулярная биология»

Специальность «Лабораторная диагностика»

Красноярск, 2010

Выполнил преподаватель  
«Лабораторной диагностики»  
Бондарева Л. В.

# План

1. Свойства генетического кода.

2. Репликация ДНК и его механизм2.

Репликация ДНК и его механизм.

3. Репарация ДНК, химическая стабильность.

4. Генные мутации:

- замена азотистых оснований

- сдвиг рамки считывания

- инверсия

5. Рекомбинация (мутон, рекон).

6. Механизм транскрипции (транскрипционная вилка).

# 1. Свойства генетического кода

# Генетический код

- **Способ записи** информации о первичной структуре белков через последовательность нуклеотидов ДНК и РНК.
- Полностью расшифрован к **1966**

# История открытия генетического кода

Георгий Антонович Гамов

(1904-1968)



Физик-теоретик

**1954**

Сформулировал  
проблему кода и  
предположил его  
**триплетность.**

# Проблема

Алфавит белков

20 а.к.

Алфавит ДНК  
и РНК

4 нуклеотида

# Обоснование триплетности кода Гамовым

	н.	а.к.	Сколько а.к. можно закодировать
Моноплетный	1	$\rightarrow$ 1	4
Дуплетный	2	$\rightarrow$ 1	16
Триплетный	3	$\rightarrow$ 1	64

# История открытия генетического кода



Маршалл  
**Ниренберг**  
Гобинд **Корана**

Роберт **Холли**

Нобелевская  
премия 1968

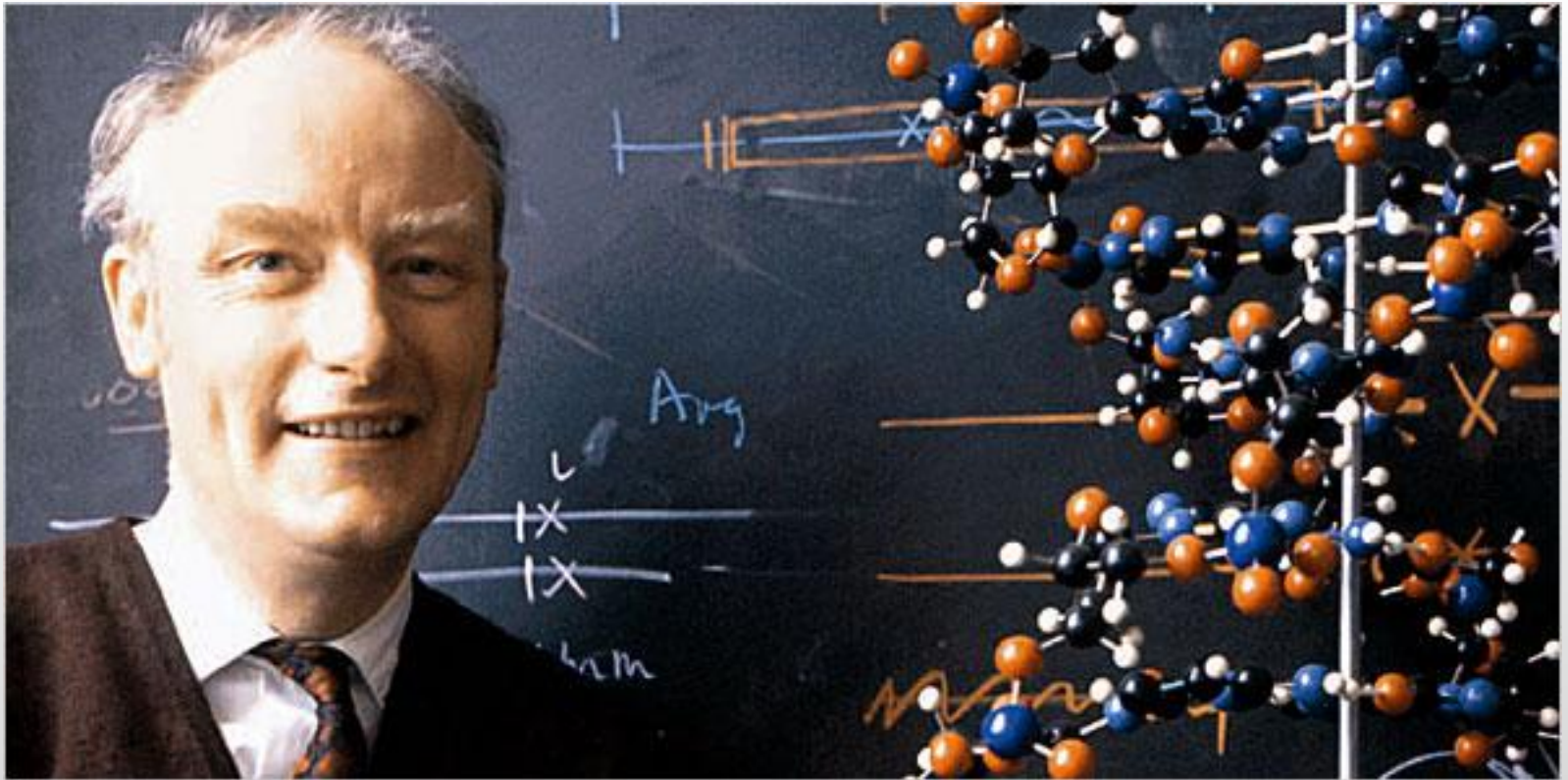




**Har Gobind Khorana**



**Robert W. Holley**



Симпозиум в Колд-Спринг-Харборе.

**1966**

Фрэнсис Крик представил результат коллективного труда нескольких лабораторий – таблицу генетического кода.

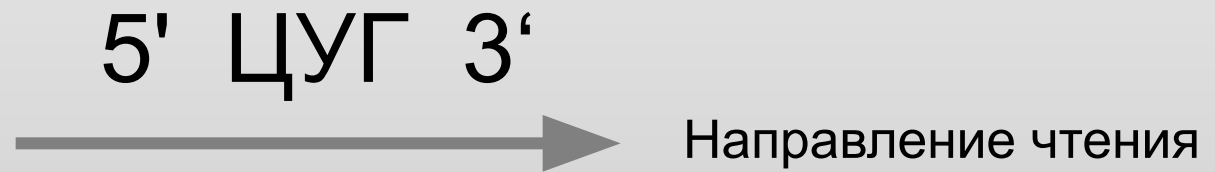
# Свойства кода

- Триплетность
- Неперекрываемость
- Отсутствие межкодонных знаков препинания
- Наличие межгенных знаков препинания
- Однозначность
- Вырожденность (избыточность)
- Помехоустойчивость

# Свойства кода

## 1. Триплетность

- **Триплет** = **кодон** – тройка нуклеотидов, кодирующая одну а.к.



- Число триплетов – **64**
- Записываются в символах РНК и ДНК

# Свойства кода

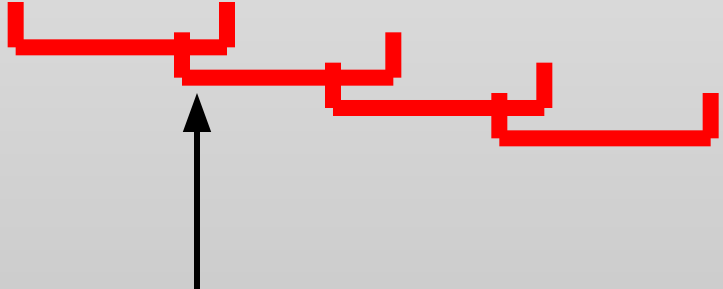
## 2. Неперекрываваемость

А Г У У А Ц Г Ц А



Неперекрывающийся  
код

А Г У У А Ц Г Ц А



~~Перекрывающийся  
код~~

**Ограничения:** следующая а.к.  
может быть не любой, а только с  
кодоном, начинающимся на У

# Свойства кода

## 3. Отсутствие междонных знаков препинания



А Г У У А Ц Г Ц А Ц А



Сер

Тир

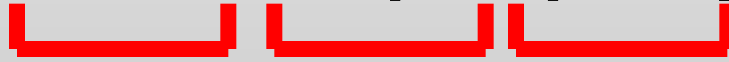
Ала

Текст считывается  
подряд по 3 буквы

Его можно прочесть тремя **рамками считывания**



А Г У У А Ц Г Ц А Ц А



Вл

Тре

Гис

Рамка считывания 2

А Г У У А Ц Г Ц А Ц А



Лей

Арг

Тре

Рамка считывания 3

# Свойства кода

## 4. Наличие межгенных знаков препинания

- Знак окончания гена – **три СТОП-кодона**
- СТОП-кодона не кодируют никакую а.к. и синтез белка на них прекращается.

УГА

УАА

УАГ

Первая буква в кодоне	Вторая буква в кодоне				Третья буква в кодоне
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	STOP	STOP	А
	Лей	Сер	STOP	Трп	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Гли	Арг	А
	Лей	Про	Гли	Арг	Г
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет (START)	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

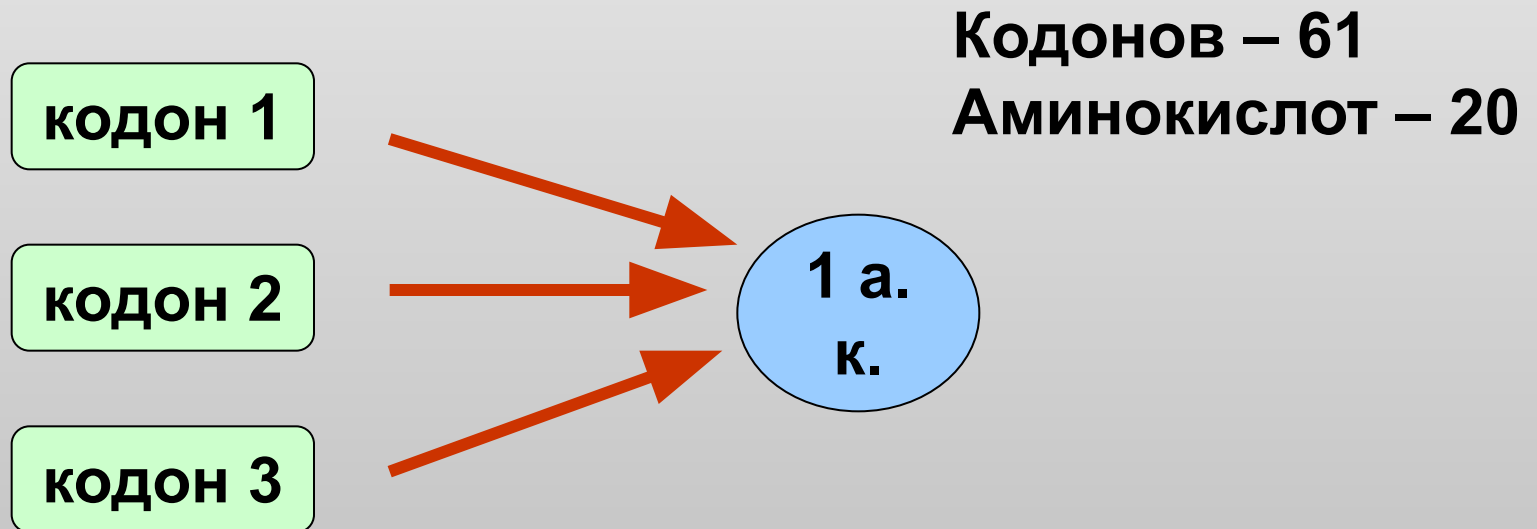


# 5. Однозначность



---

# 6. Избыточность (вырожденность)



Первая буква в кодоне	Вторая буква в кодоне				Третья буква в кодоне
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	STOP	STOP	А
	Лей	Сер	STOP	Трп	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	Арг	Г
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет (START)	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

# Свойства кода

## 7. Универсальность

- Генетический код един у всех живущих на Земле организмов.
- Это самое мощное свидетельство **единства происхождения** всего живого.

# Свойства кода

## 8. Универсальность

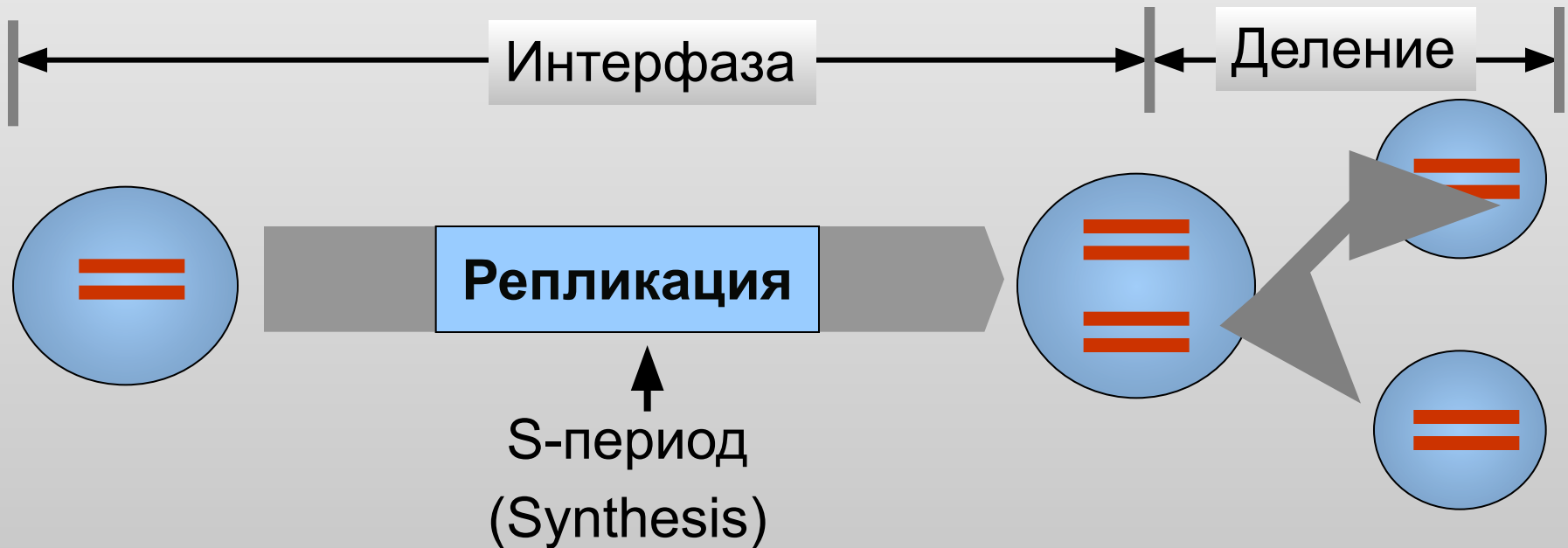
- Некоторые отклонения были обнаружены в митохондриях.
- Поскольку отклонения – разные, то они произошли **после** становления универсального кода и связаны с тем, что геном митохондрий – очень маленький.

## 2. Репликация ДНК

- Универсальный биологический процесс передачи генетической информации в поколениях клеток и организмов, благодаря созданию точных копий ДНК.
- ДНК – единственная молекула клетки, способная к самоудвоению.

# Место репликации в клеточном цикле

- Репликация ДНК всегда предшествует делению клетки.

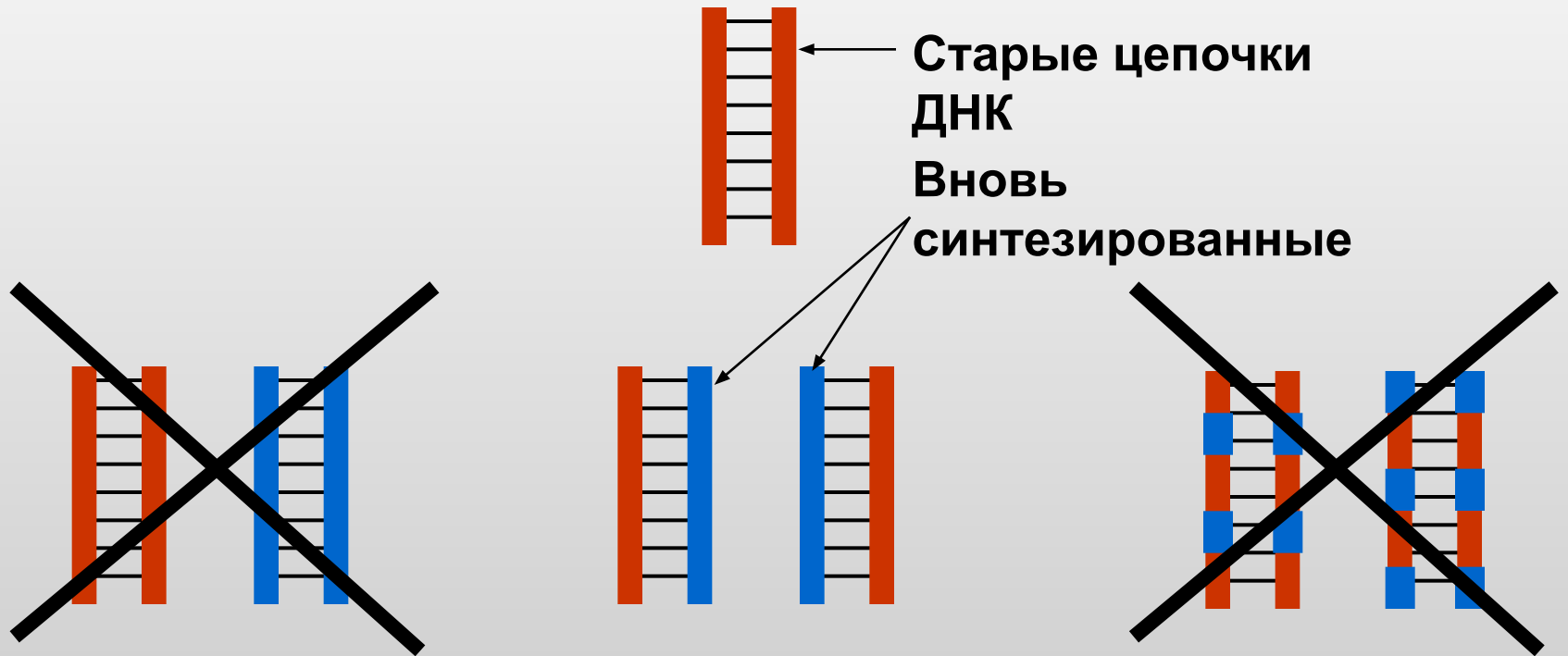


Каждая дочерняя клетка получает точную копию всей ДНК

# Принципы репликации

1. Комплементарность
2. Антипараллельность
3. Полуконсервативность
4. Униполярность
5. Прерывистость
6. Потребность в затравке

# Полуконсервативность



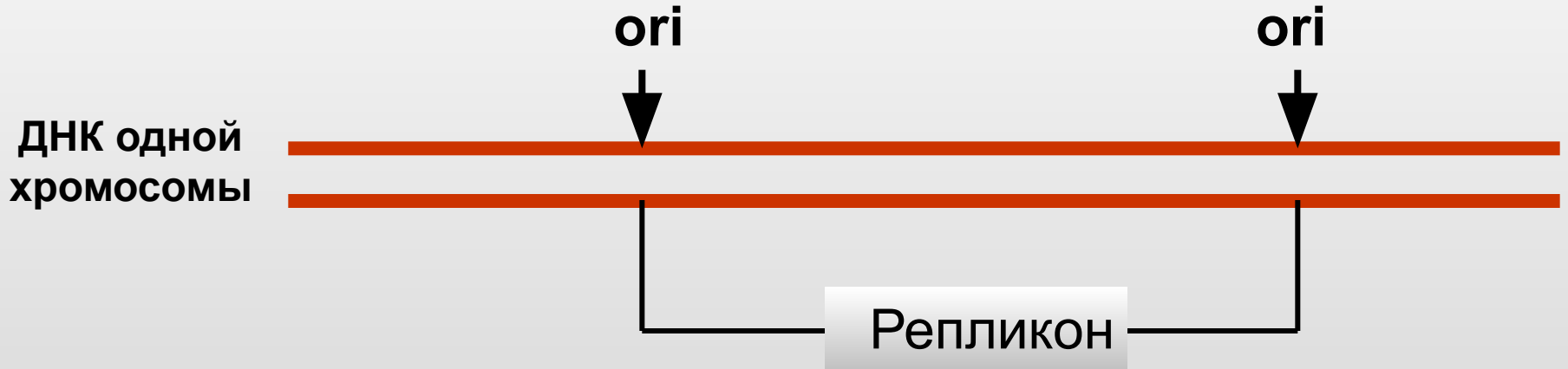
Полуконсервативный

Консервативный

Дисперсионный



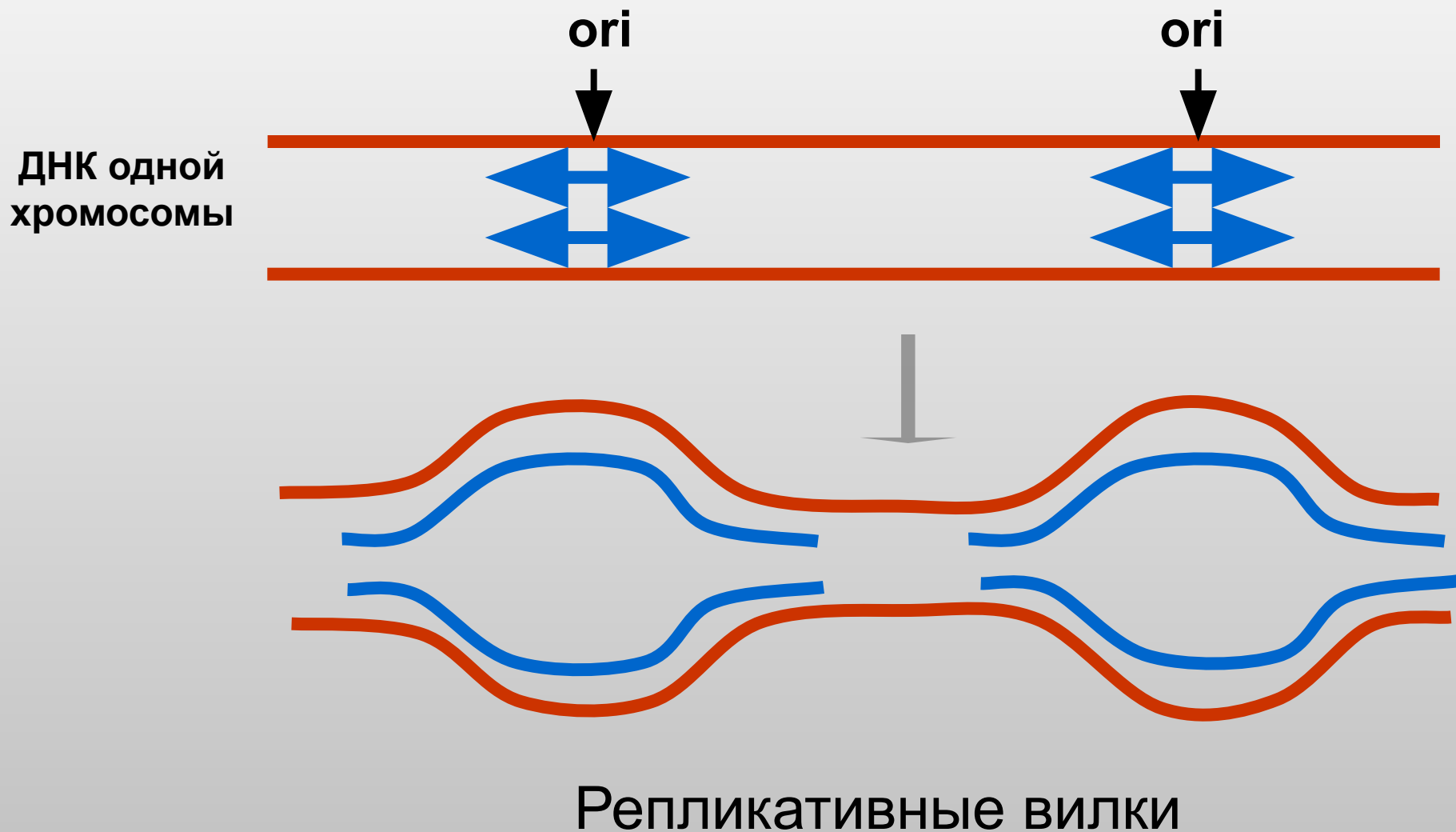
# Прерывистость репликации



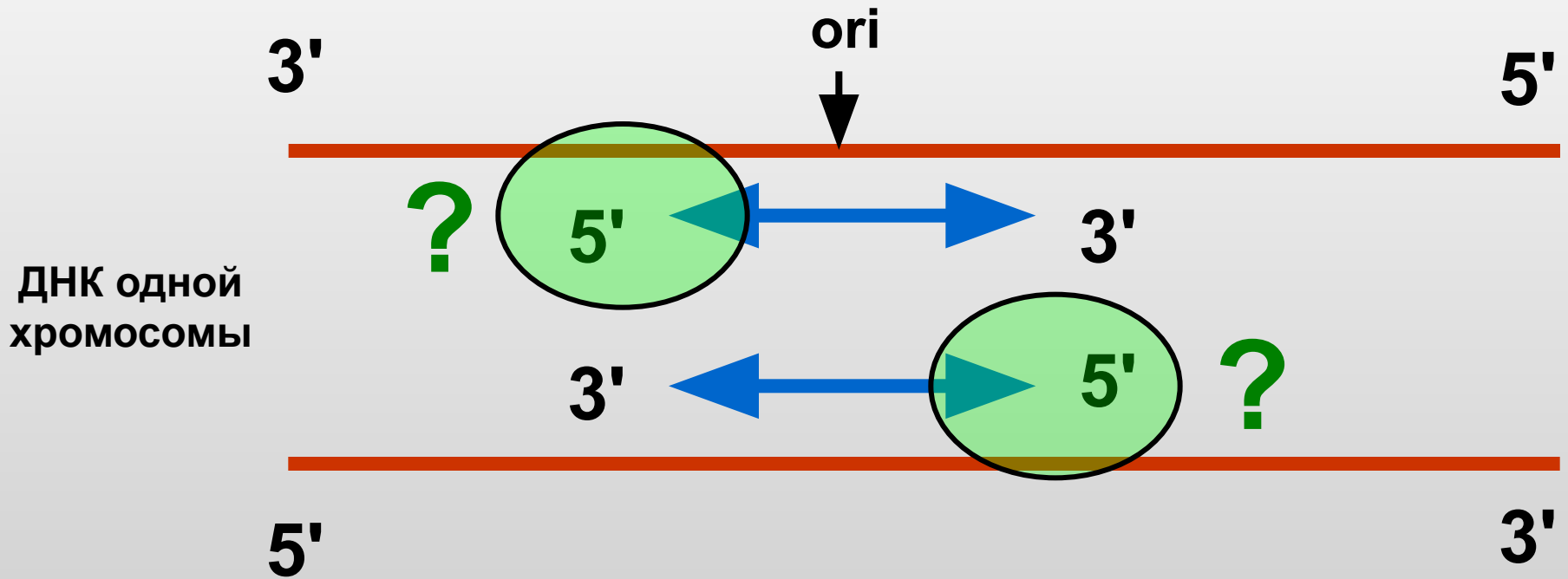
**Репликон** – расстояние между двумя сайтами начала репликации *ori* ~ 100 тыс. н.п.

**У прокариот** вся кольцевая молекула – **один репликон**

# Прерывистость репликации



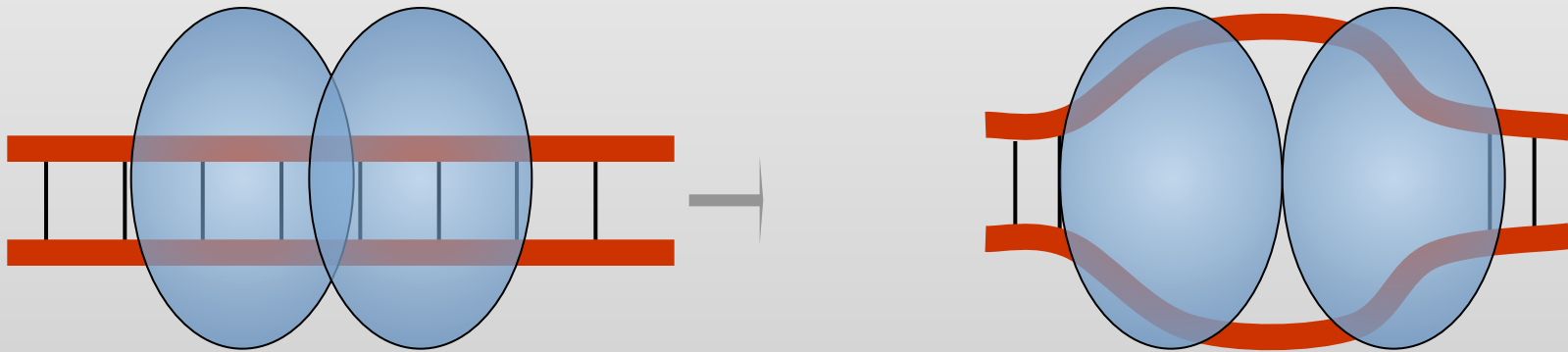
# Прерывистость репликации



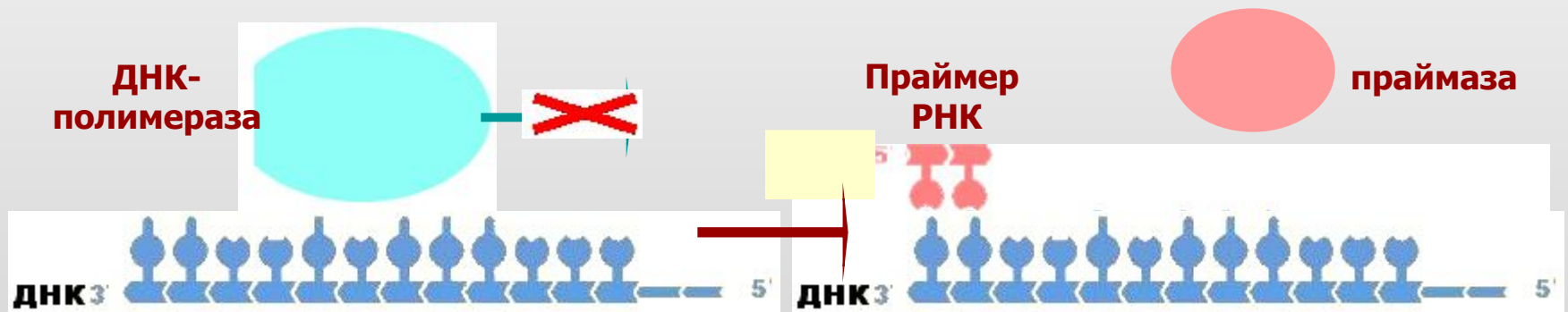
Противоречие с принципом **униполярности** –  
расти может только **3'** конец !

# Молекулярная машина репликации

# 1. **Геликазы** раскручивают двойную спираль



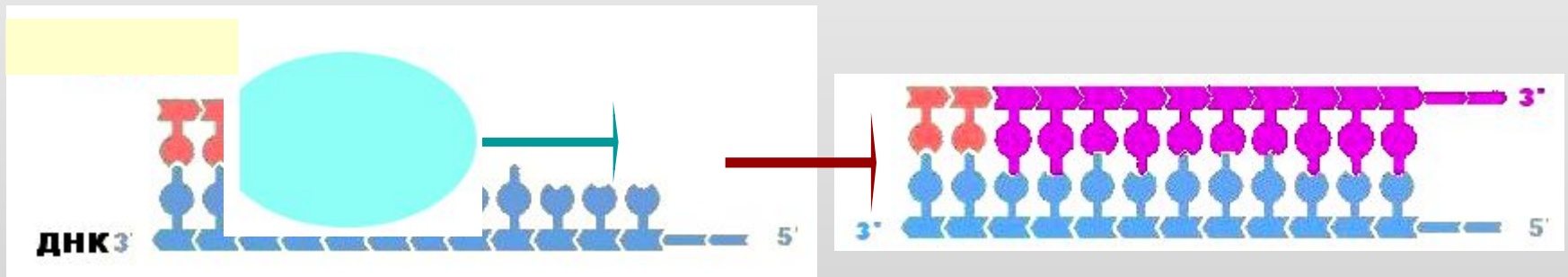
## 2. **Праймаза** синтезирует РНК-затравку (праймер)



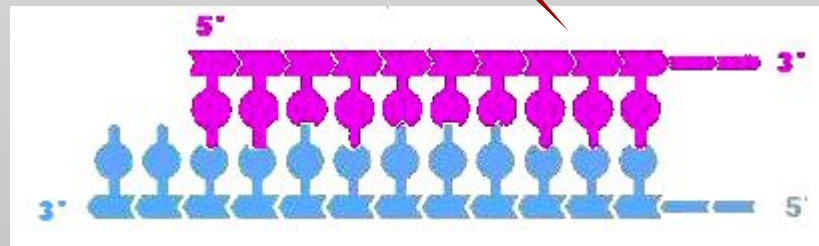
3. ДНК-полимераза **ДНК-полимераза III**

синтезирует новую цепь ДНК

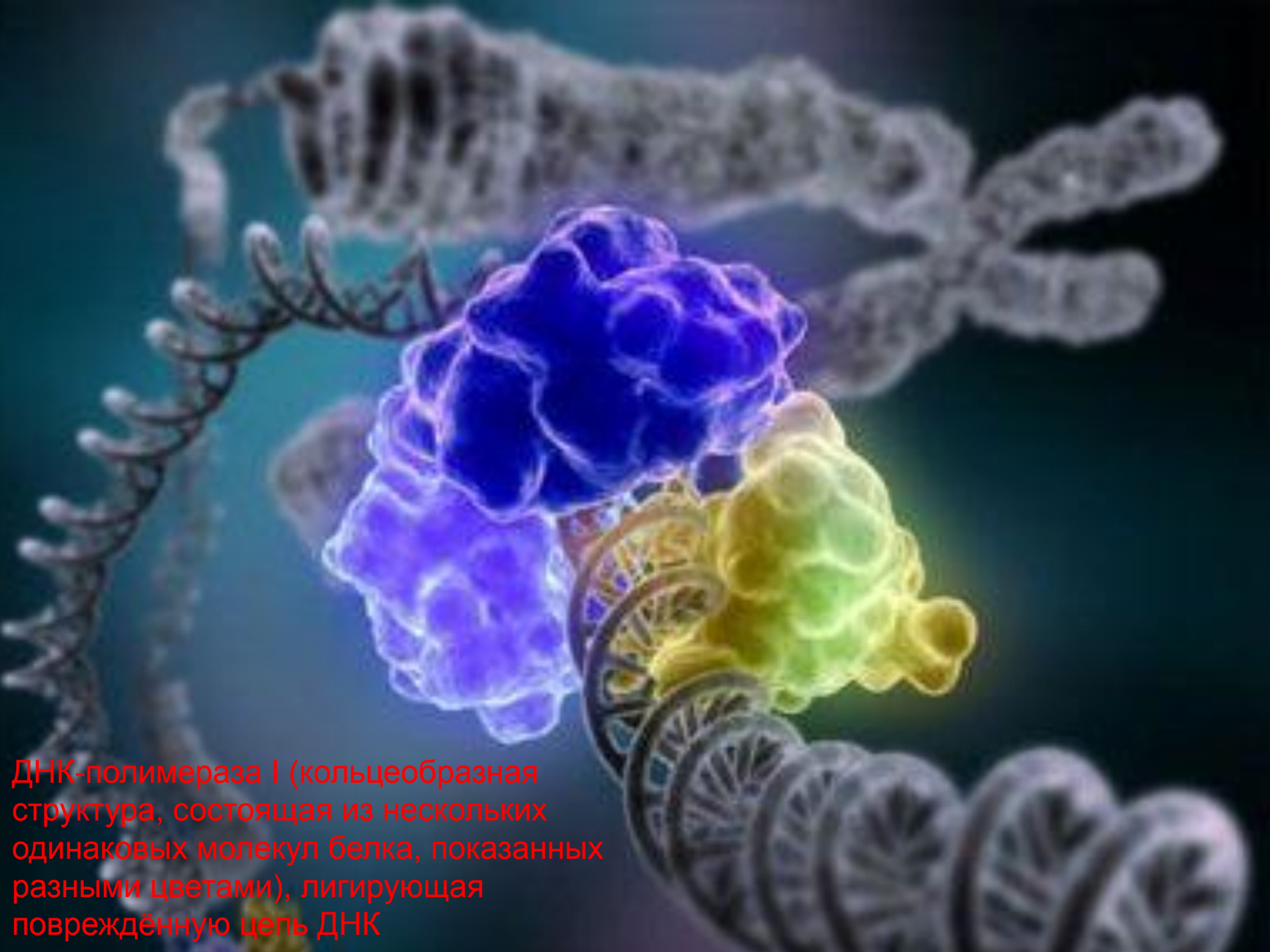
4. **ДНК-полимераза I** удаляет праймер и заделывает брешь



Удаление праймера



5. **Лигаза** – сшивает концы.



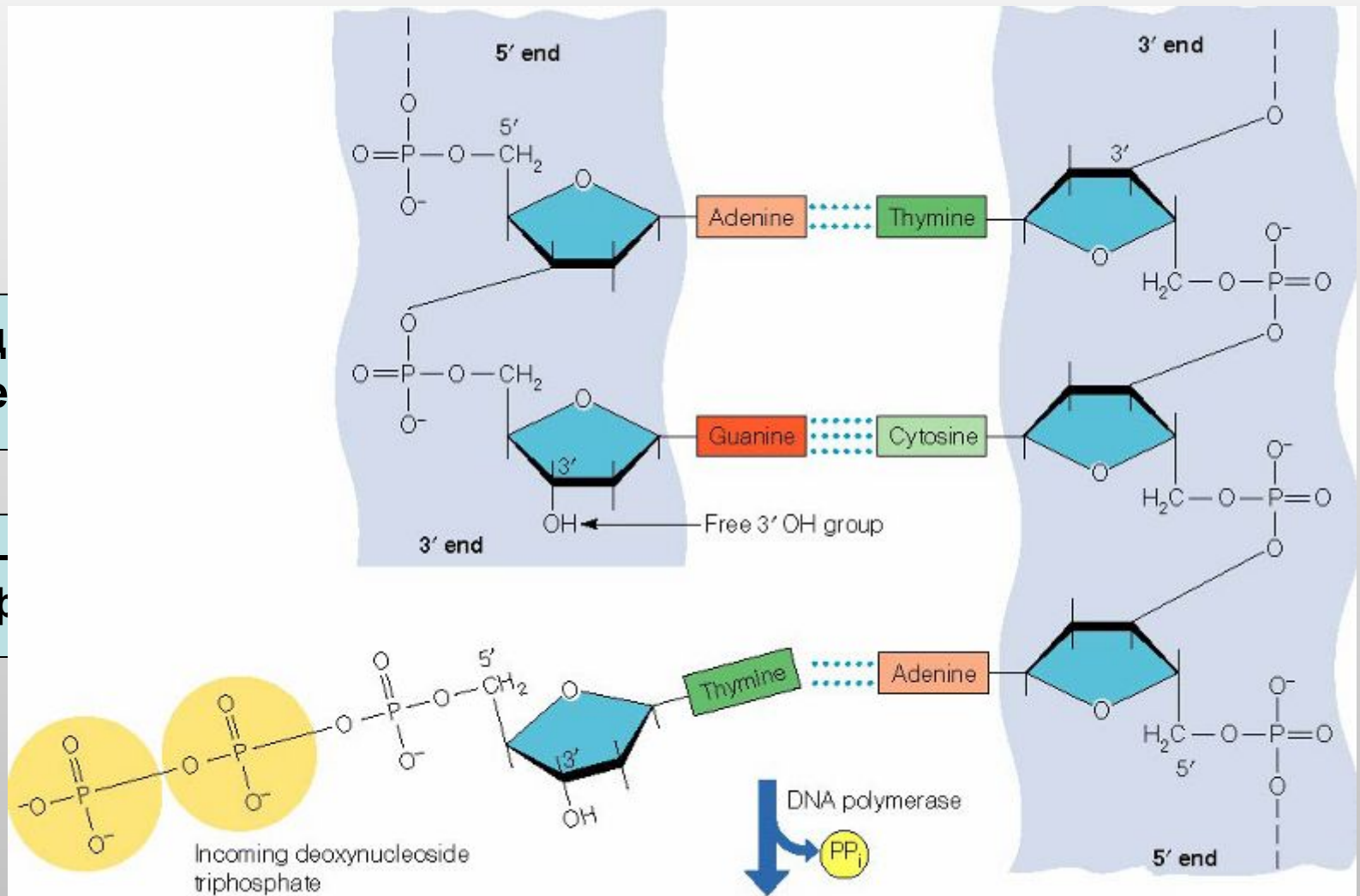
ДНК-полимераза I (кольцеобразная структура, состоящая из нескольких одинаковых молекул белка, показанных разными цветами), лигирующая повреждённую цепь ДНК



# ДНК-полимераза использует нуклеотиды в виде 5' трифосфатов

Растущий  
конец цепи

Дезокси-  
трифосфат



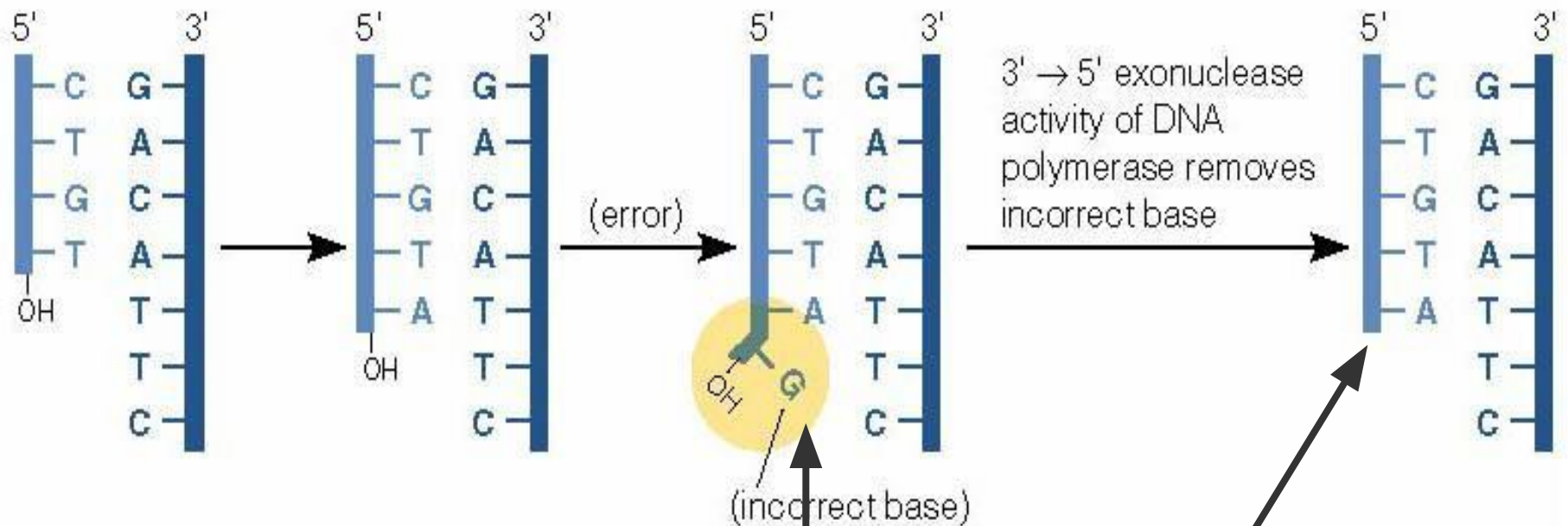
# Свойства ДНК-полимеразы

1. Присоединяет по одному нуклеотиду с 3' конца растущей цепочки.
2. Требуется для начала работы спаренного 3' конца.
3. Отщепляет один нуклеотид назад, если он не спарен – т.е. исправляет свои ошибки.



Логически  
связанные  
свойства !

# ДНК-полимераза исправляет ошибки



Если новый нуклеотид не спарен – фермент не может двигаться дальше.

Тогда он выедает неверный нуклеотид и ставит другой.

# Скорость репликации ДНК

- У прокариот – 1000 нуклеотидов /сек
- У эукариот – 100 нуклеотидов /сек  
(медленнее, потому что ДНК сложно упакована – нуклеосомы и другие уровни упаковки)

# Выводы по репликации ДНК

- В результате репликации каждая дочерняя клетка получает **точную копию всей ДНК** содержащейся в материнской клетке.
- **ДНК всех клеток одного организма – одинаковая**, как по количеству молекул, т.е. хромосом, так и по их нуклеотидному составу.

# 3.Репарация ДНК

- Белки, которые исправляют ошибки и повреждения в ДНК.
- Дефекты этих систем ведут к тяжелым заболеваниям.

Пигментная  
ксеродерма – дефект  
системы репарации  
УФ-повреждений



# Классификация мутаций по характеру появления



# *Мутации по уровню возникновения*

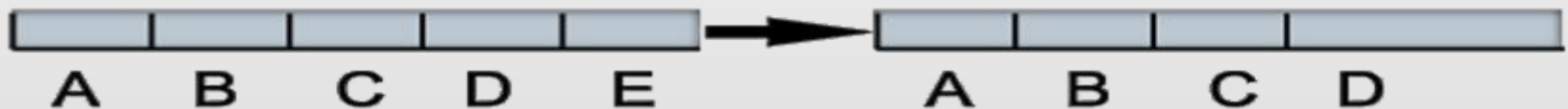
Генные мутации, геномные мутации,  
хромосомные мутации:

1. --- связаны с изменениями внутри гена
2. --- связаны с изменениями структуры хромосом
3. --- приводят к изменению числа хромосом

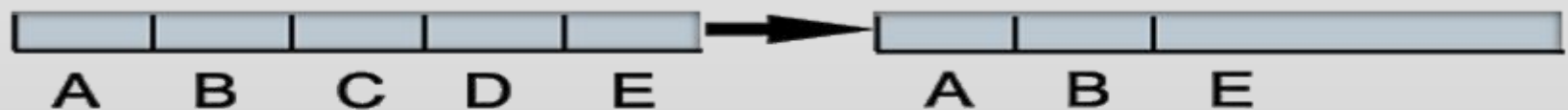


# Хромосомные мутации

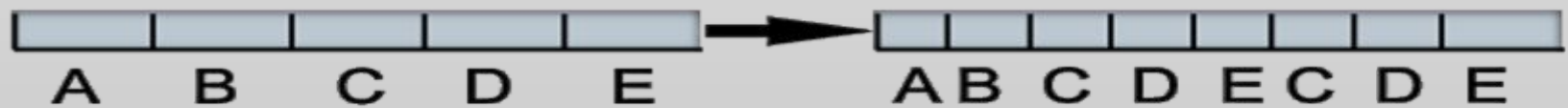
Утрата



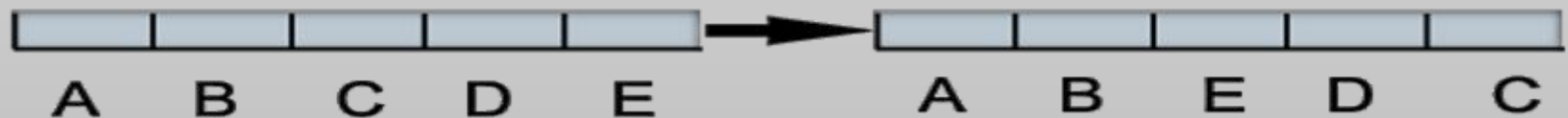
Делеция



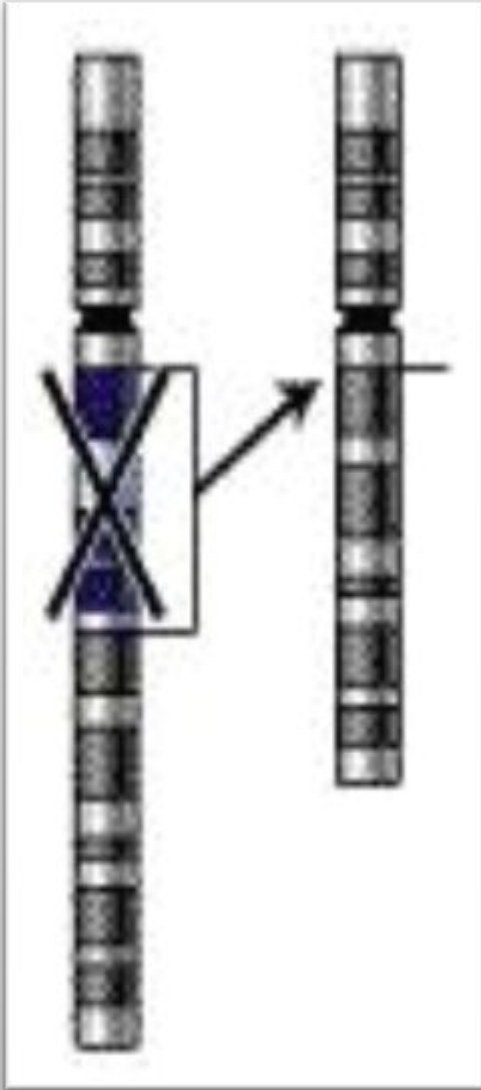
Дупликация



Инверсия

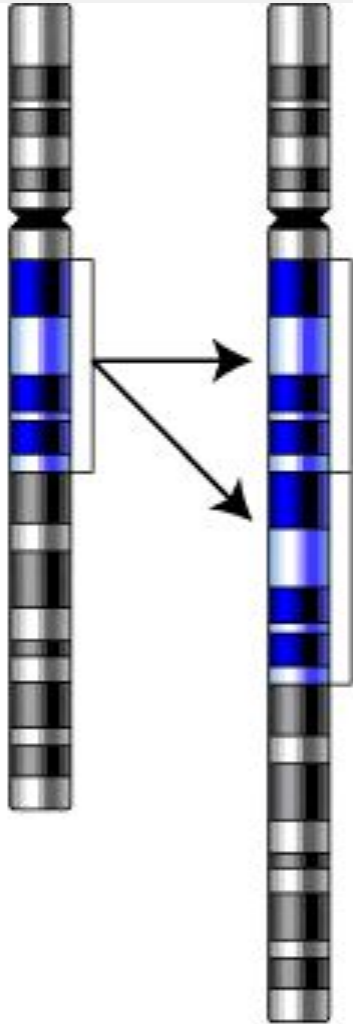


# ДЕЛЕЦИЯ



-от лат. *deletio* —  
уничтожение —  
хромосомная абберрация  
(перестройка), при которой  
происходит потеря участка  
хромосомы.

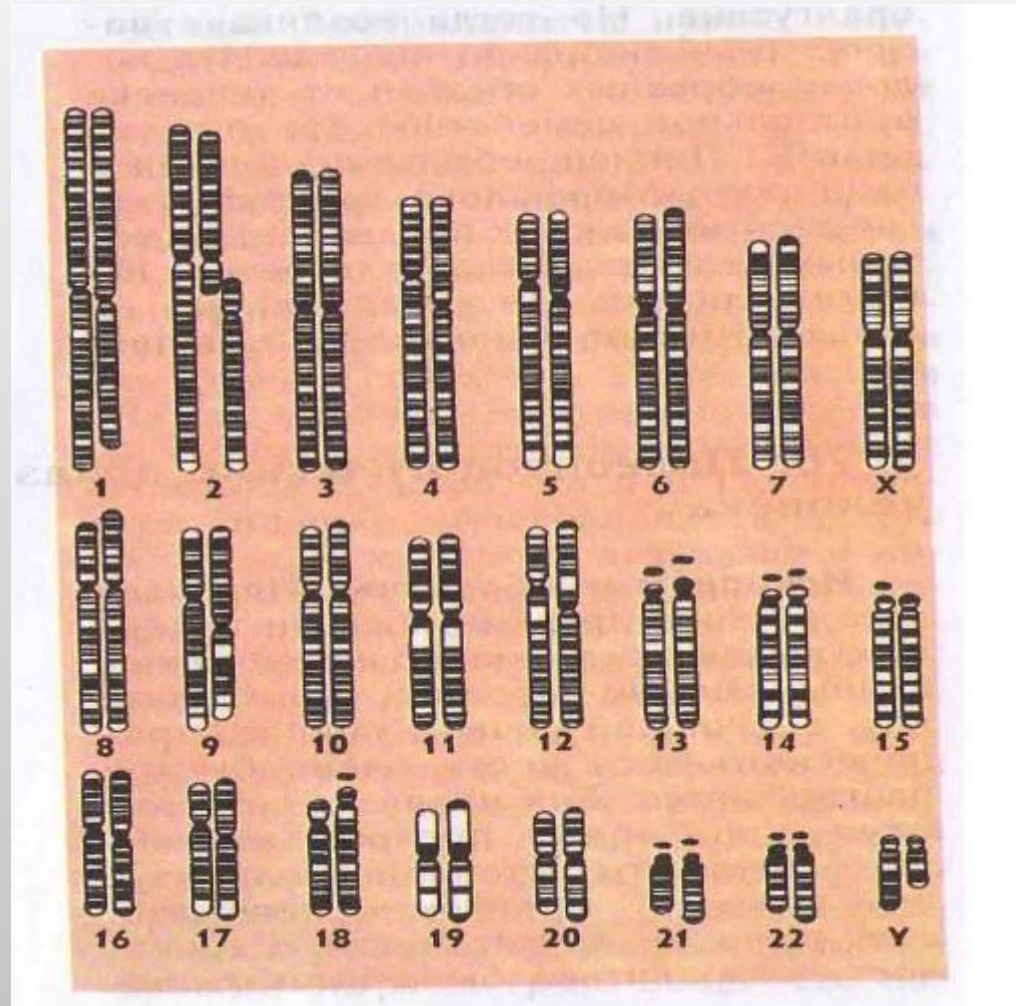
# ДУПЛИКАЦИИ



От лат. *duplicatio* — удвоение — структурная хромосомная мутация, заключающаяся в удвоении участка хромосомы.

# Транслокации

Хромосомы  
шимпанзе и  
человека.  
Поперечная  
исчерченность  
обоих видов  
очень близка.  
(транслокация  
по 2 паре).



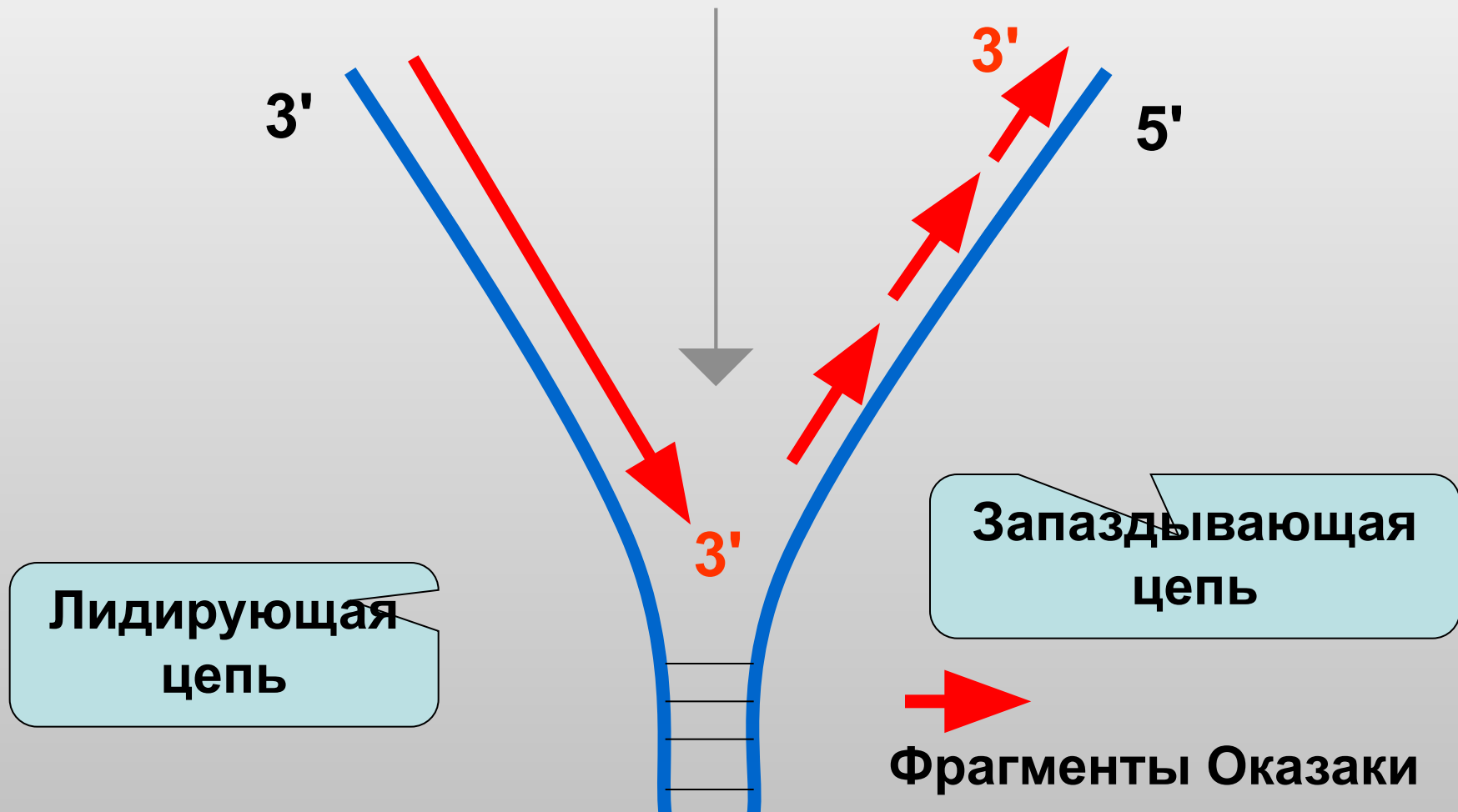
## 6. Механизм транскрипции (транскрипционная вилка).

### Репликативная вилка

Униполярность:

Растущий конец новой цепочки  
– всегда 3'

Направление движения вилки



# Домашнее задание

Биология. Кн. 1. / Под ред. В.Н. Ярыгина. 1999. с.68 - 92.  
Коничев А.С. Молекулярная биология. 2005. с. 204 – 277.