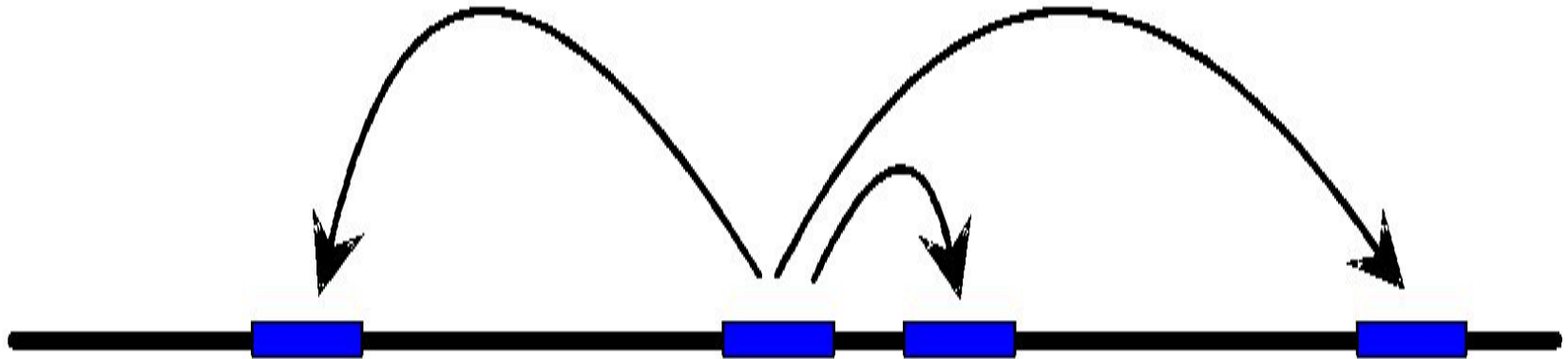


# Повторяющиеся мобильные элементы

- Введение
- Открытие
- Бактериальные транспозоны
- P элементы
- LTR ретротранспозоны и ретровирусы
- SINE и LINE

# Повторяющиеся Мобильные элементы



- ДНК транспозоны / Ретротранспозоны
- Автономные / Не автономные

# Мобильные элементы: ДНК транспозоны

## Открытие

Барбара Мак-Клинтон

Мозаичность початков кукурузы (Ac/Ds)

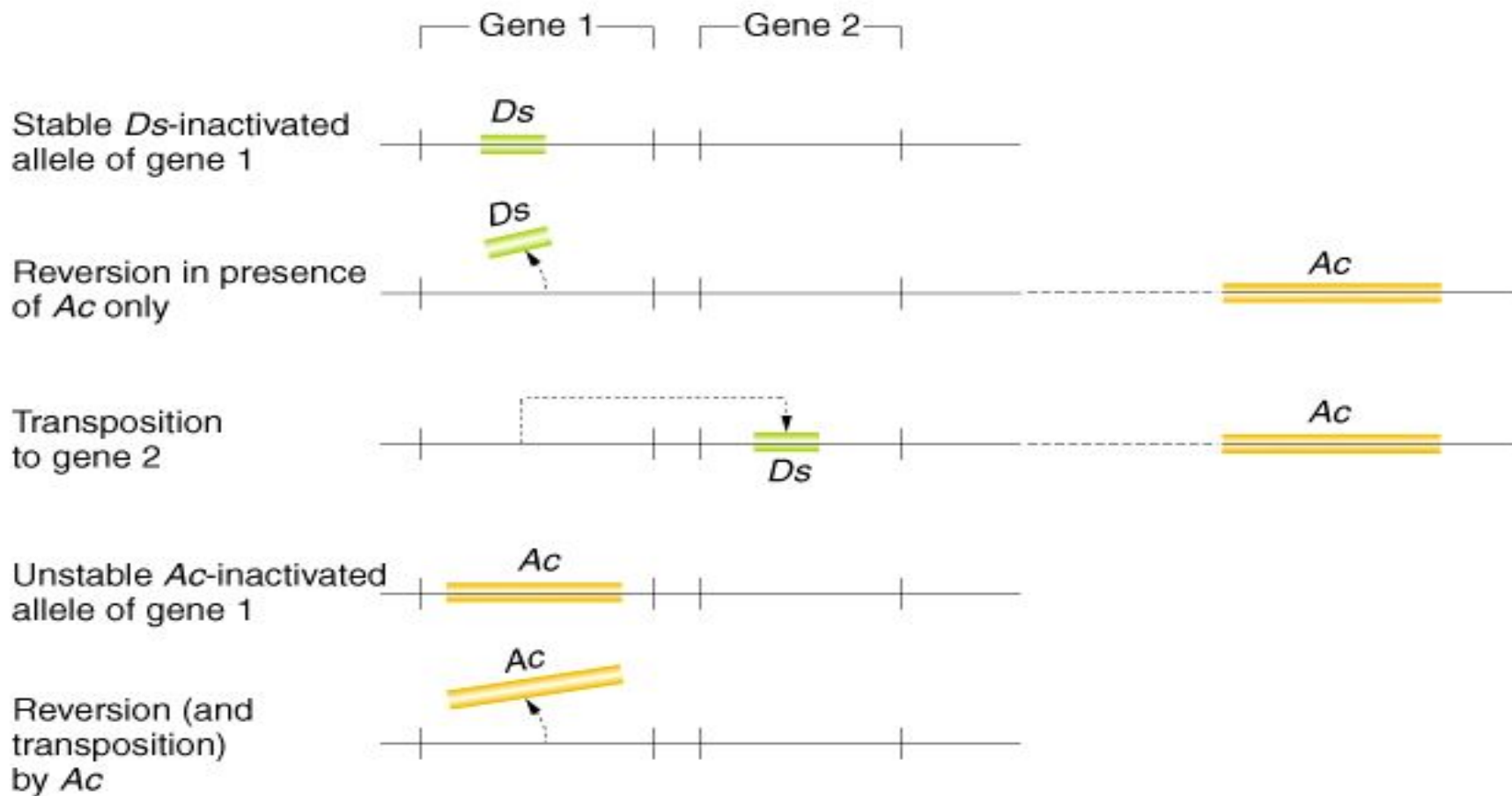
Активатор (Ac) / Диссоциирующий элемент (Ds)

# Мобильные элементы: ДНК транспозоны

- Ac (Активатор) – автономный мобильный элемент, включающий ORF белка «транспозазы» который делает возможной транспозицию. Транспозаза «взаимодействует и с Ds элементами.
- Ds (Диссациатор) активность зависит от Ac: может перемещаться только когда Ac активен. Существует несколько типов Ds элементов.

## Мобильные элементы: ДНК танспозоны

- Как Ac и Ds приводят к мозаичности?
- Мутация – результат встраивания элемента в рамку считывания, вырезание элемента восстанавливает рамку считывания.
- Наличие одинаковых Ac/Ds элементов может привести к некорректной рекомбинации по похожим последовательностям на разных хромосомах. Результат – хромосомные перестройки и aberrации.



**Схема взаимодействия *Ds*/*Ac* и образования различных фенотипов через включение/выключение аллелей.**

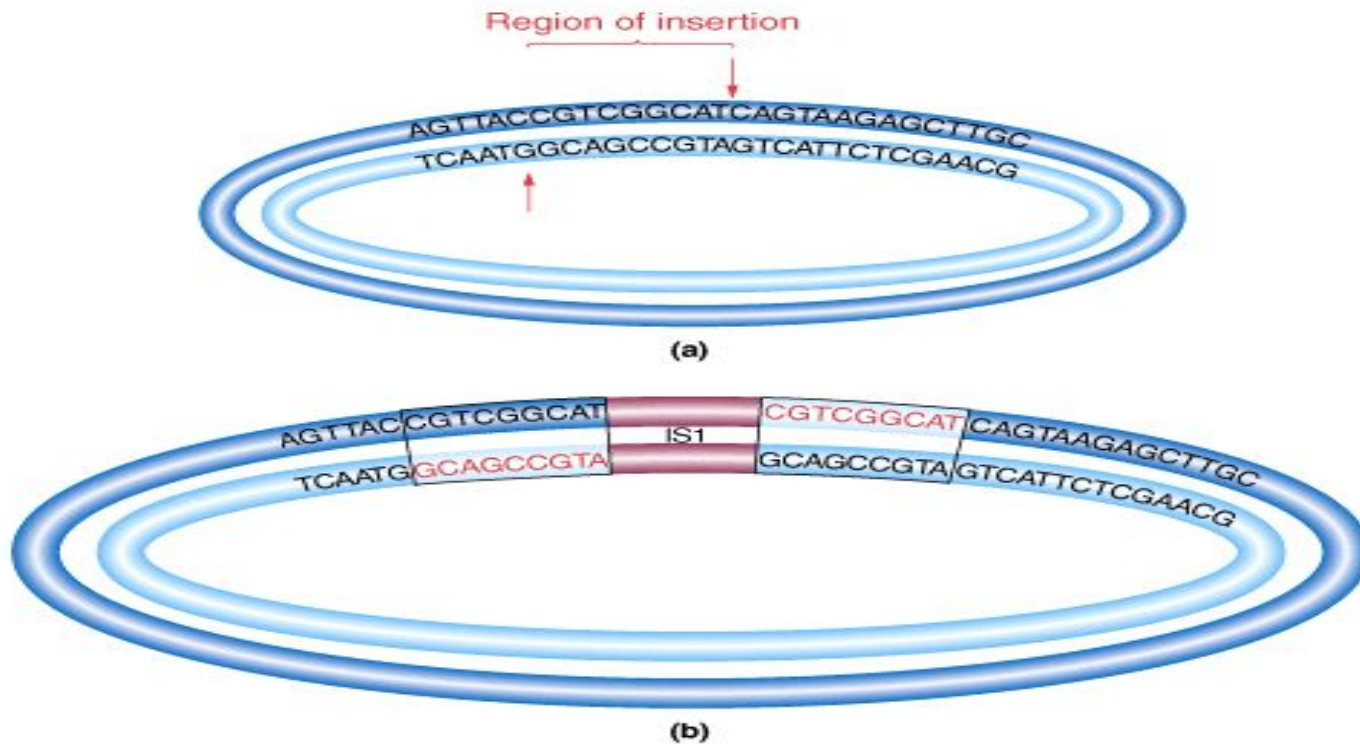
# Мобильные элементы: ДНК танспозоны

- Бактериальные танспозоны
  - Insertion Sequences (IS) – простые танспозоны



# Мобильные элементы: ДНК танспозоны

Последствия встраивания IS элемента (Дупликация сайта встраивания)



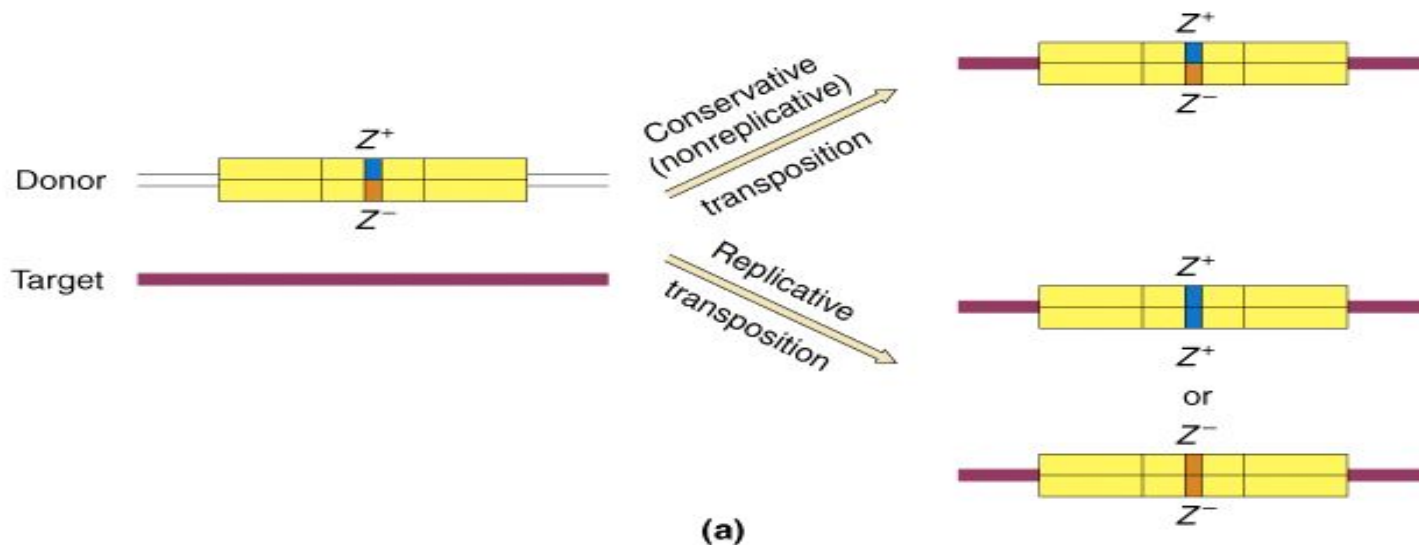


# Мобильные элементы: ДНК танспозоны

- Консервативная / Репликативная транспозиция.

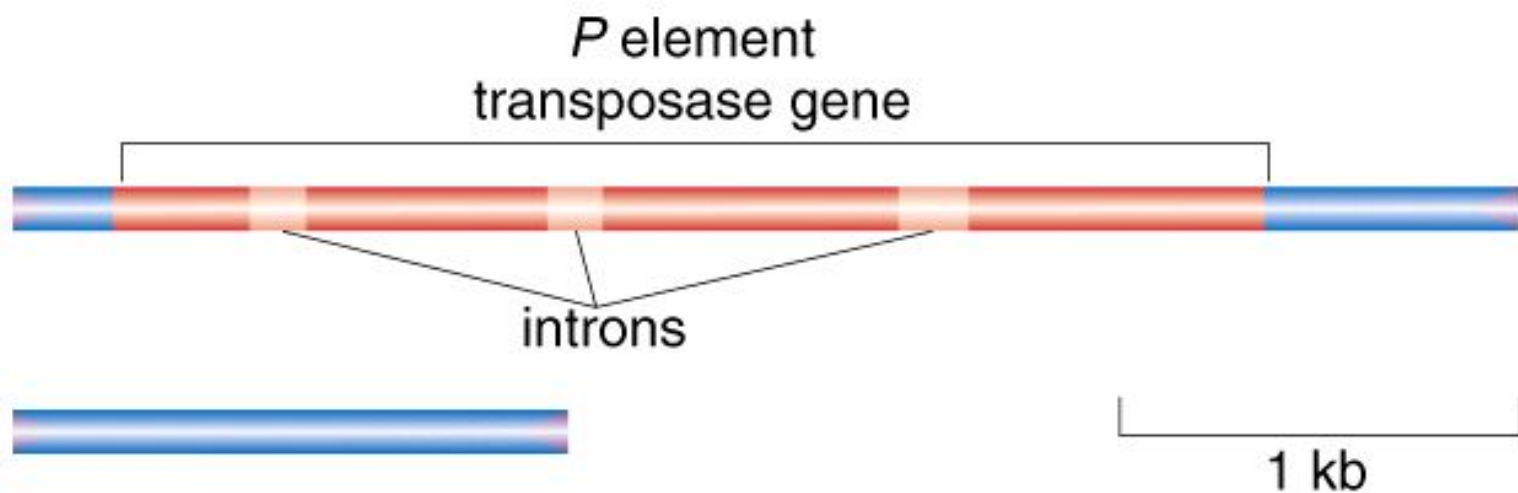
Консервативная транспозиция – вырезание и встраивание элемента

Репликативная транспозиция – копирование и встраивание

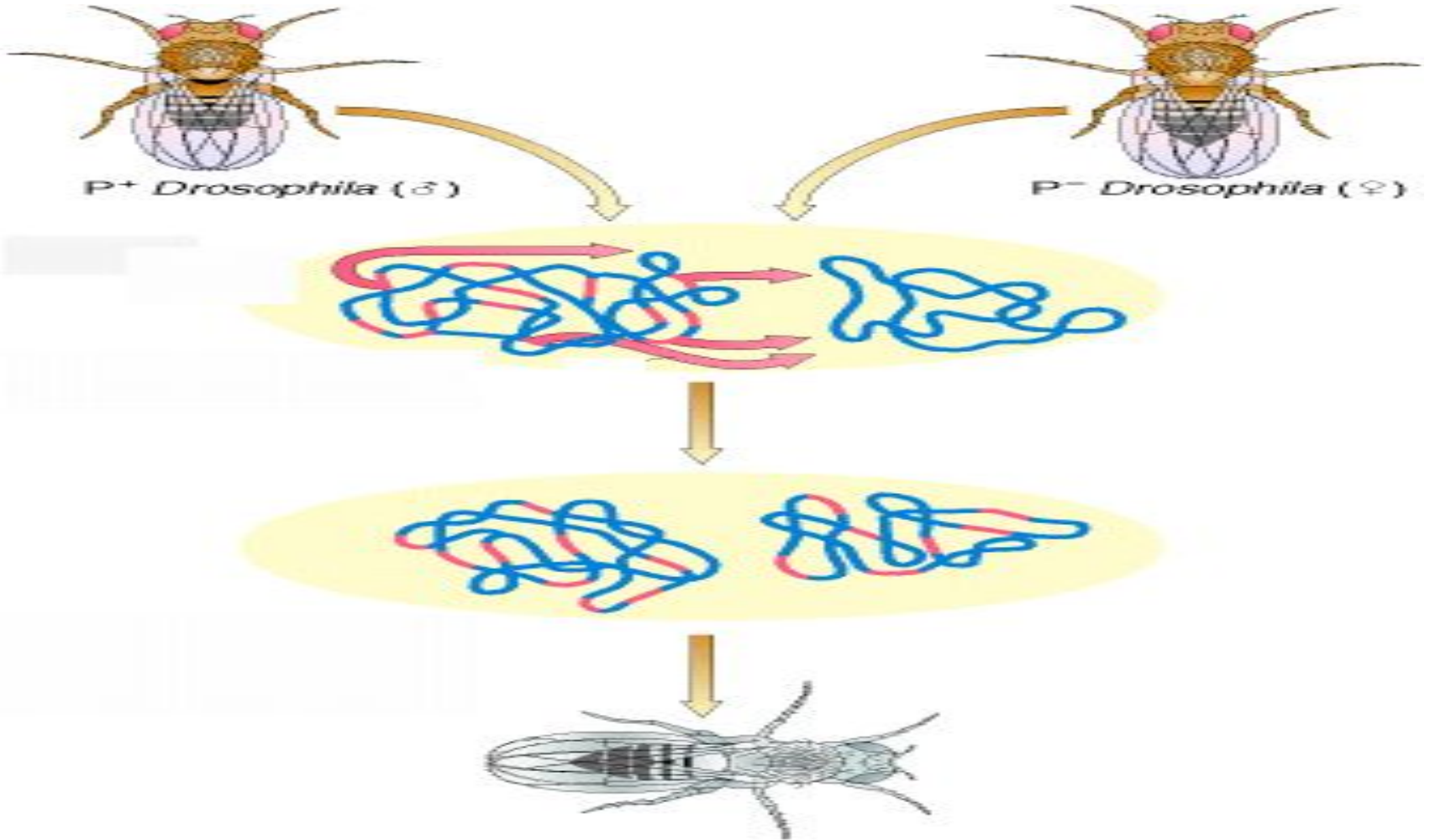


# Мобильные элементы: ДНК танспозоны

## P элемент дрозофила

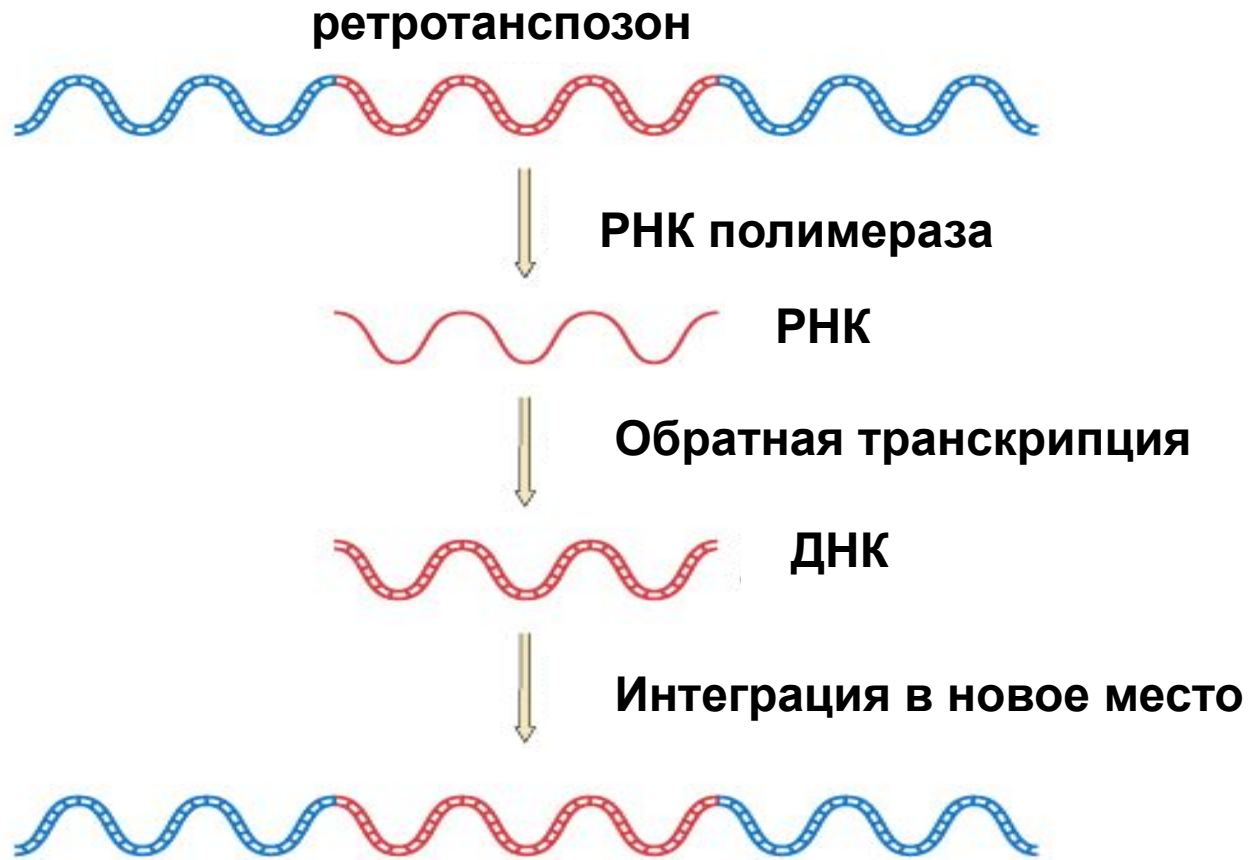


# Гибридный дисгенезис



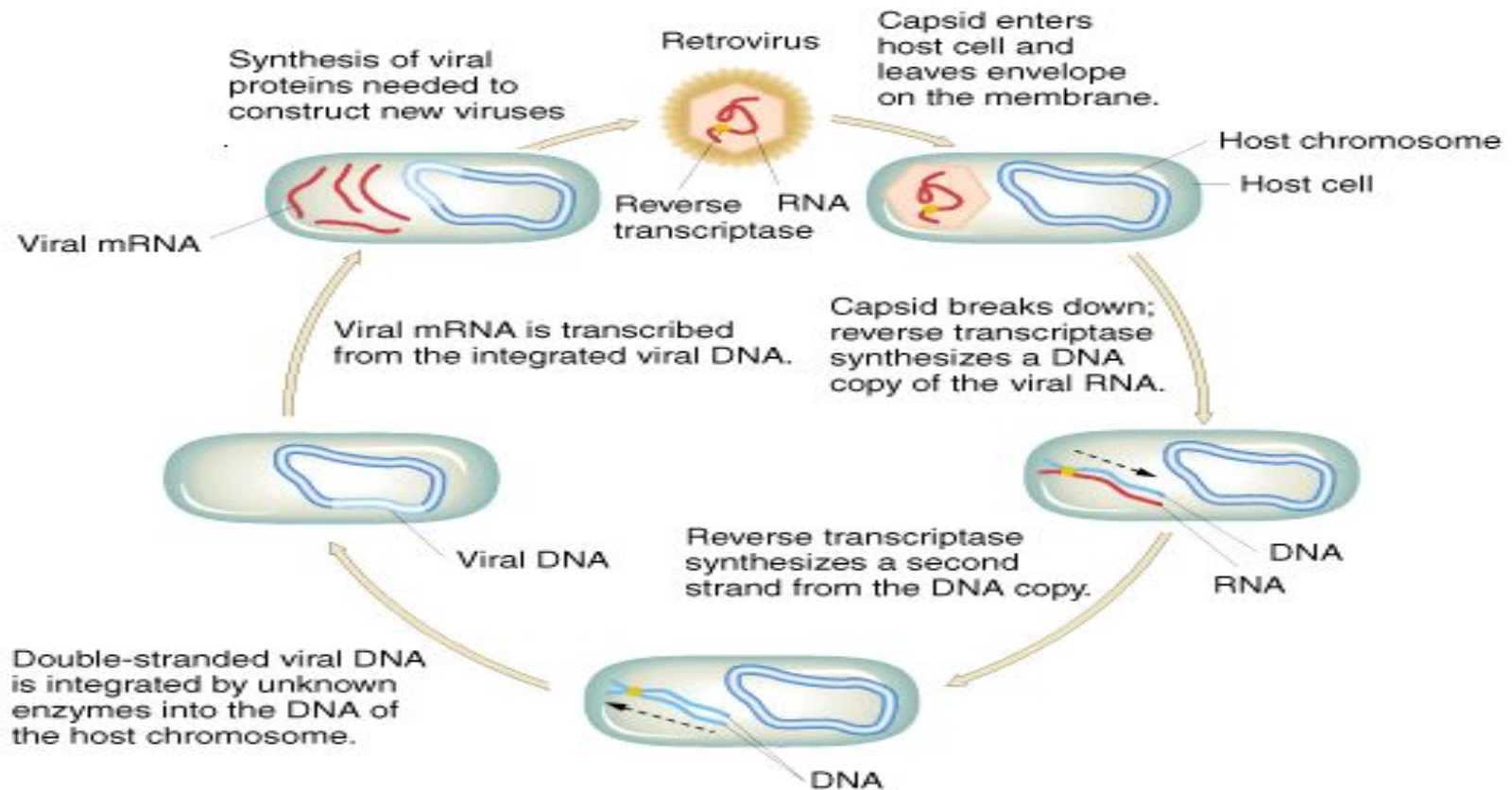
# Мобильные элементы: ретротранспозоны

## Жизненный цикл ретротранспозона



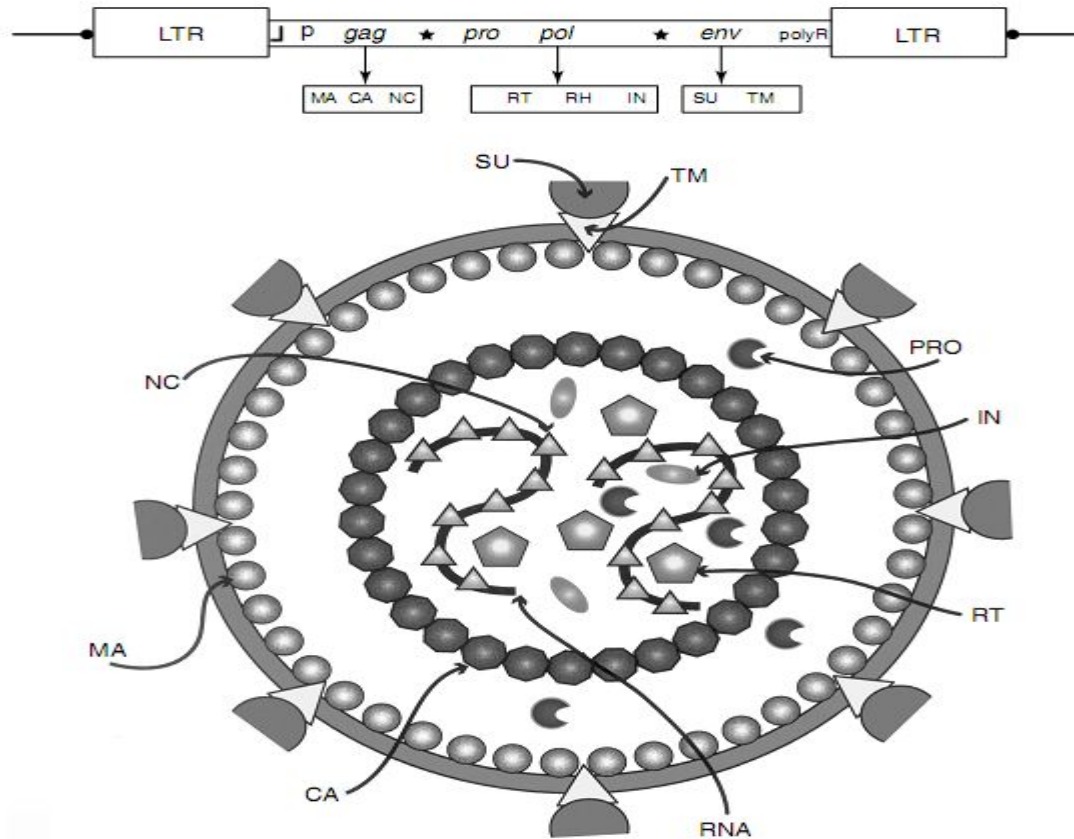
# Мобильные элементы: ретротранспозоны

## Ретровирусы – жизненный цикл



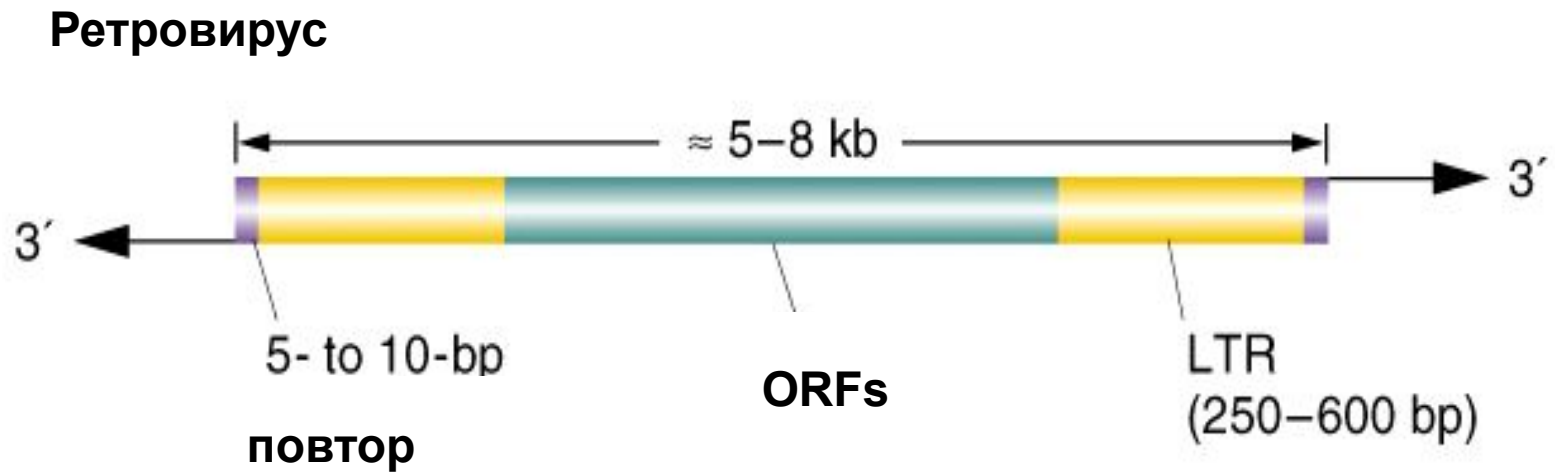
# Мобильные элементы: ретротранспозоны

## Ретровирусы – структура вируса



# Мобильные элементы: ретротранспозоны

## Ретровирусы — структура ретроэлемента



# Мобильные элементы: Ретровирусы

1. Автономные и не автономные элементы.
2. Длина 0,5-12 kb.
3. LTR (. Pol II промотор в LTR.
4. 3-6 рамок считывания.
5. Обратная транскрипция – в цитоплазме клетки, в вирусных компартментах.



# Мобильные элементы: автономные ретротранспозоны

## Ретротранспозоны (LTR)

### Ретровирус



### Ty 912 (yeast)



### *copia* (*Drosophila*)

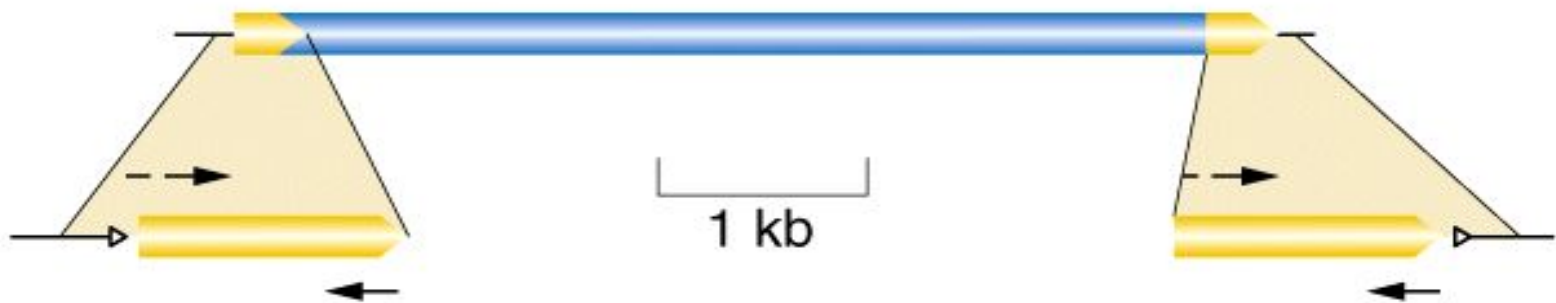


# Мобильные элементы: Автономные ретротранспозоны

## Сориа элементы

- 5-8.5 kb в длину
- Long Terminal Repeats (LTR)
- как минимум 7 разновидностей, каждая по 10-100 копий в геноме Дрозофилы

Сориа элементы

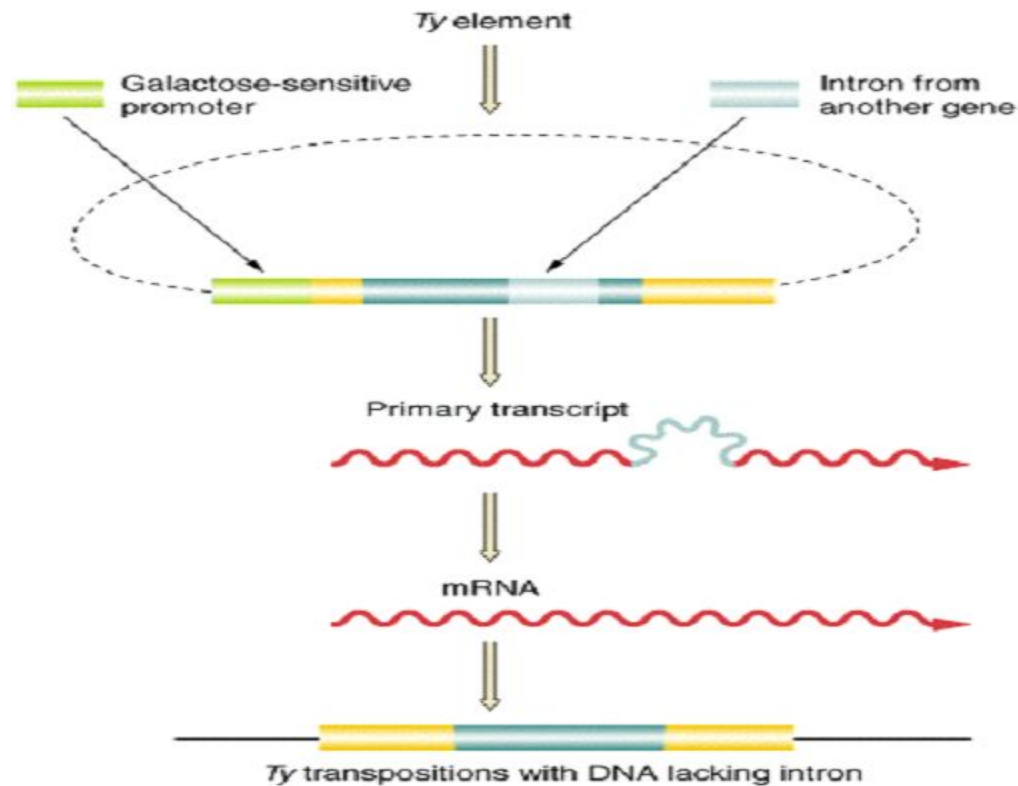


# Мобильные элементы: Автономные ретротранспозоны

## Демонстрация ретропозиции (через РНК):

Дрожжевая плазмида с активным *Ty* элементом в который встроен дополнительный интрон. Транспозиция возможна после вырезания интрона.

Копия элемента интрона не имеет.



## Мобильные элементы: ретропозоны

- Основные ретропозоны в геноме млекопитающих: SINE и LINE
- SINE: Short Interspersed Element  
В геноме человека ~1 200 000 SINE
- LINE: Long Interspersed Element  
В геноме человека ~600 000 LINE

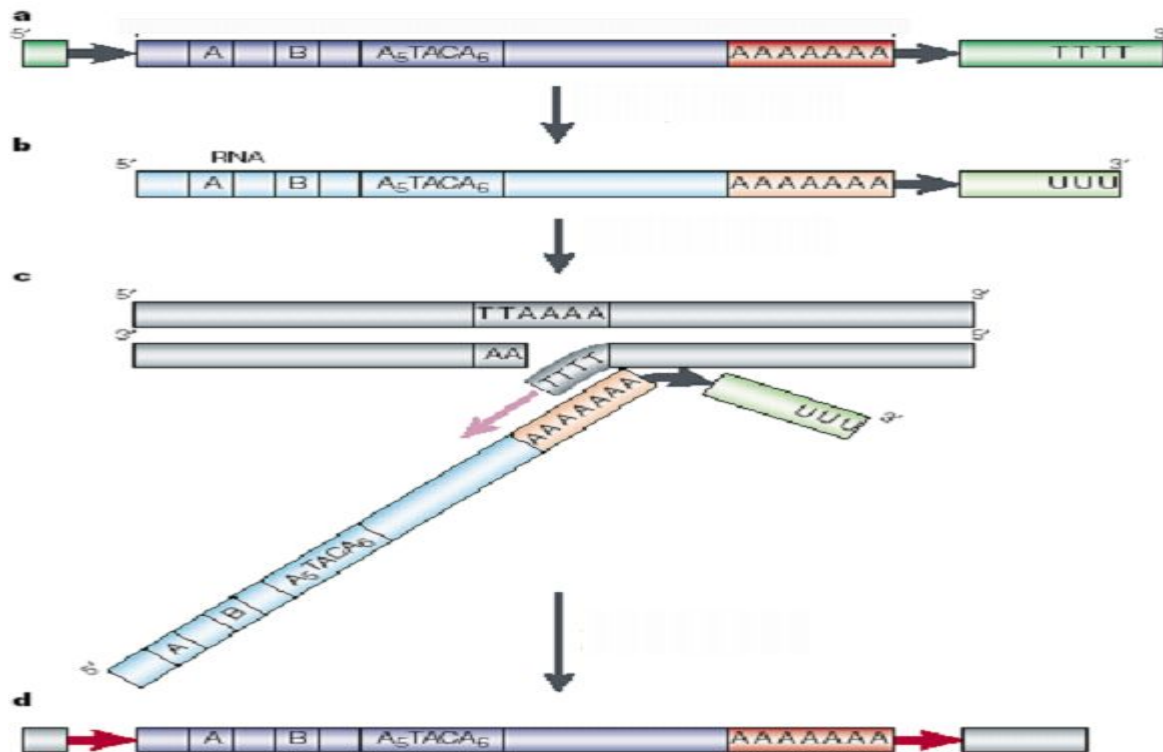
# Мобильные элементы: LINE

1. Автономные элементы.
2. Длина 1-6 kb.
3. Внутренний pol II промотор.
4. Как правило 2 рамки считывания. Одна из них – эндонуклеаза/обратная транскриптаза.
5. Обратная транскрипция – в ядре клетки синхронно с интеграцией

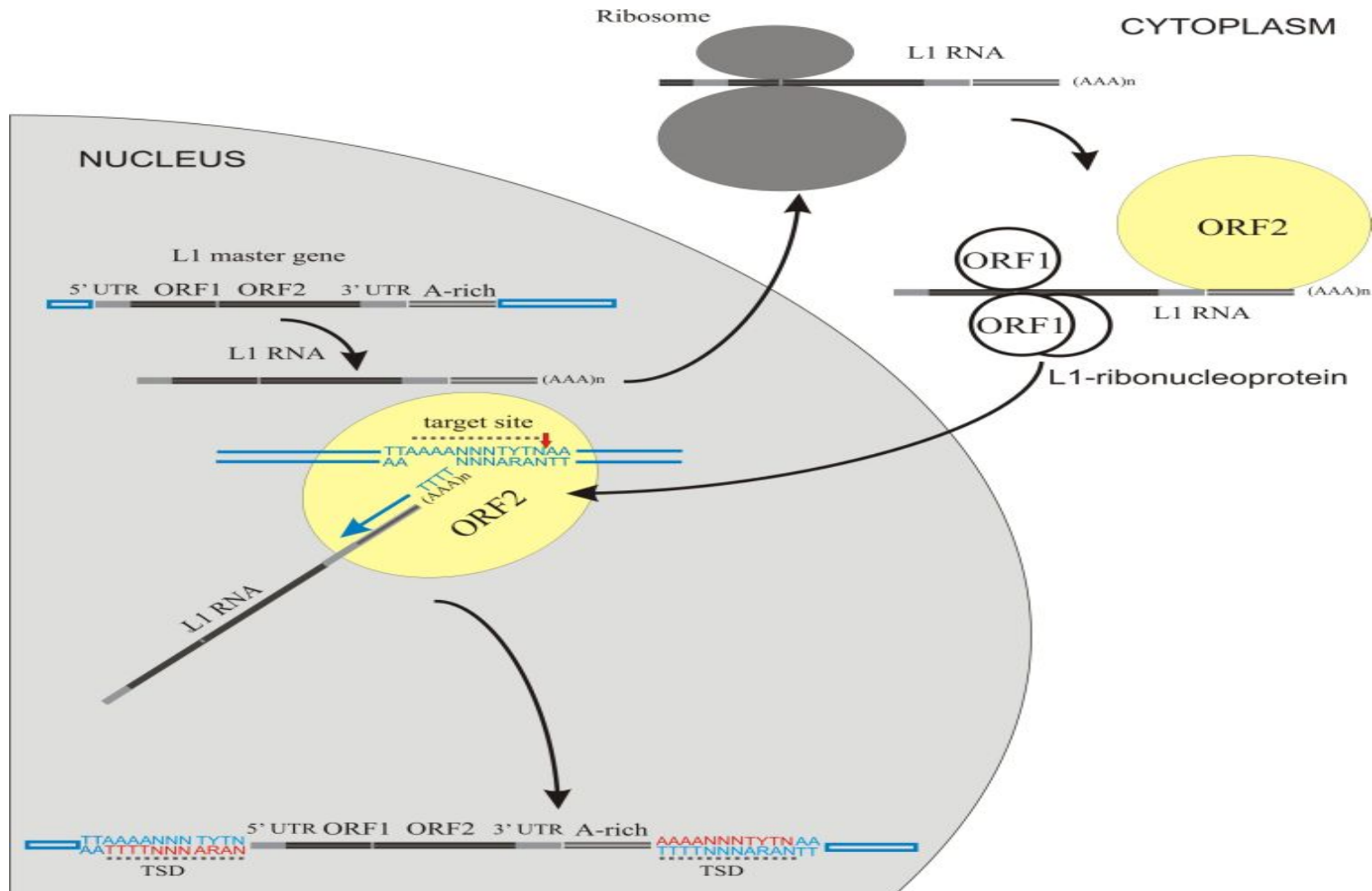


# Мобильные элементы: LINE и SINE

Обратная транскрипция использует ДНК в сайте встраивания как праймер.



# Жизненный цикл LINE на примере L1



# Мобильные элементы: SINE

1. Не автономные элементы.
2. Длина 70-600 нуклеотидов.
3. Внутренний pol III промотор (A, B box).
4. «Компаньоны» LINE – используют жизненный цикл LINE для собственной ретропозиции.





## Накопление мобильных элементов в геномах

Мобильные элементы накапливаются в геномах. Они становятся структурными элементами. Какая часть генома состоит из мобильных элементов?

- у нематод ~10% генома;
  - у рыб ~15% генома;
  - у курицы ~23% генома;
  - человека ~ 60% генома из них 57% - ретроэлементы.
- У высших растений до 90% генома может состоять из ретроэлементов.

# Накопление мобильных элементов в геномах

Большинство мобильных элементов не активны. Только некоторые из них увеличивают количество своих копий. Со временем копии накапливают мутации и становятся разными.



# Роль мобильных элементов в геномах

1. Активные транс- и ретротранспозоны – мутагены и онкогены.
2. Эндогенные ретровирусы могут вызывать заболевания.
3. Повторяющиеся многократно элементы могут быть причиной хромосомных перестроек.
4. «Древние», неактивные мобильные элементы являются структурными элементами.
5. В эволюционном аспекте мобильные элементы добавляют пластичности геному