

# **БИОТЕХНОЛОГИЯ**

**Курс лекций для студентов IV курса факультета  
биологии РГПУ им. А.И. Герцена**

**Направление 050100 Педагогическое образование**

**Профиль 01 Биологическое образование**

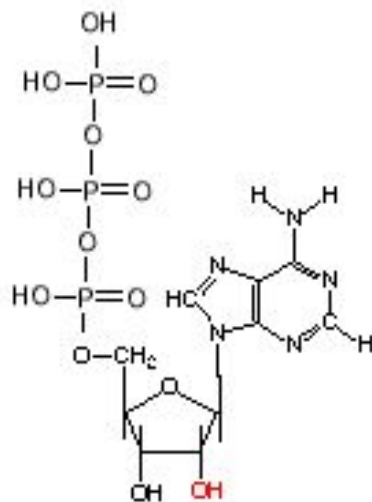
**Профессор кафедры Зоологии  
проф. Цымбаленко Надежда Васильевна**

**д.б.н.,**

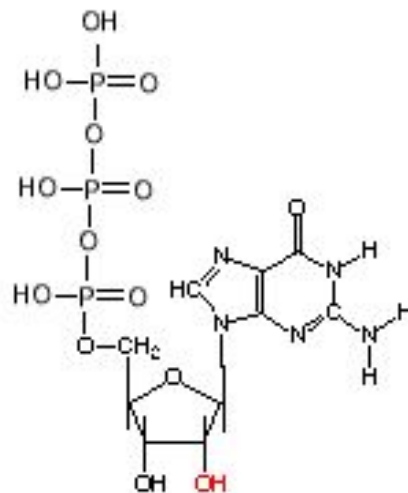
# Т Р А Н С К Р И П Ц И Я

- **Транскрипция** - это синтез всех видов РНК по матрице ДНК, осуществляемый ферментом ДНК-зависимой РНК-полимеразой.

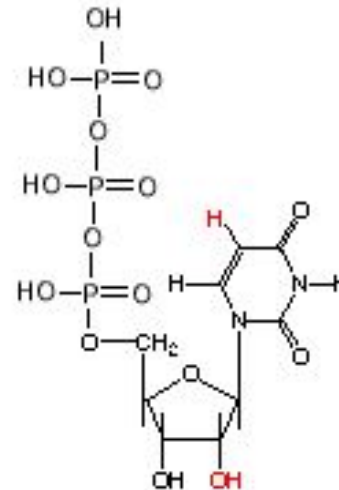
Активированные рибонуклеотиды



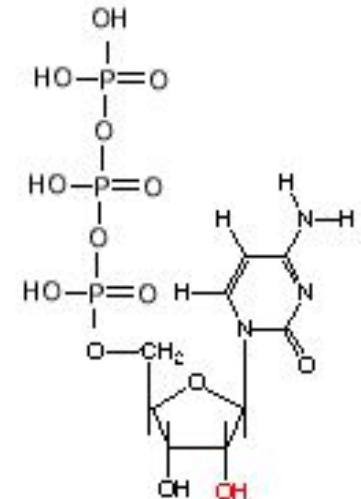
Аденозинтрифосфат  
(АТФ)



Гуанозинтрифосфат  
(GTP)



Уридинтрифосфат  
(UTP)



Цитидинтрифосфат  
(CTP)

Пуриновые

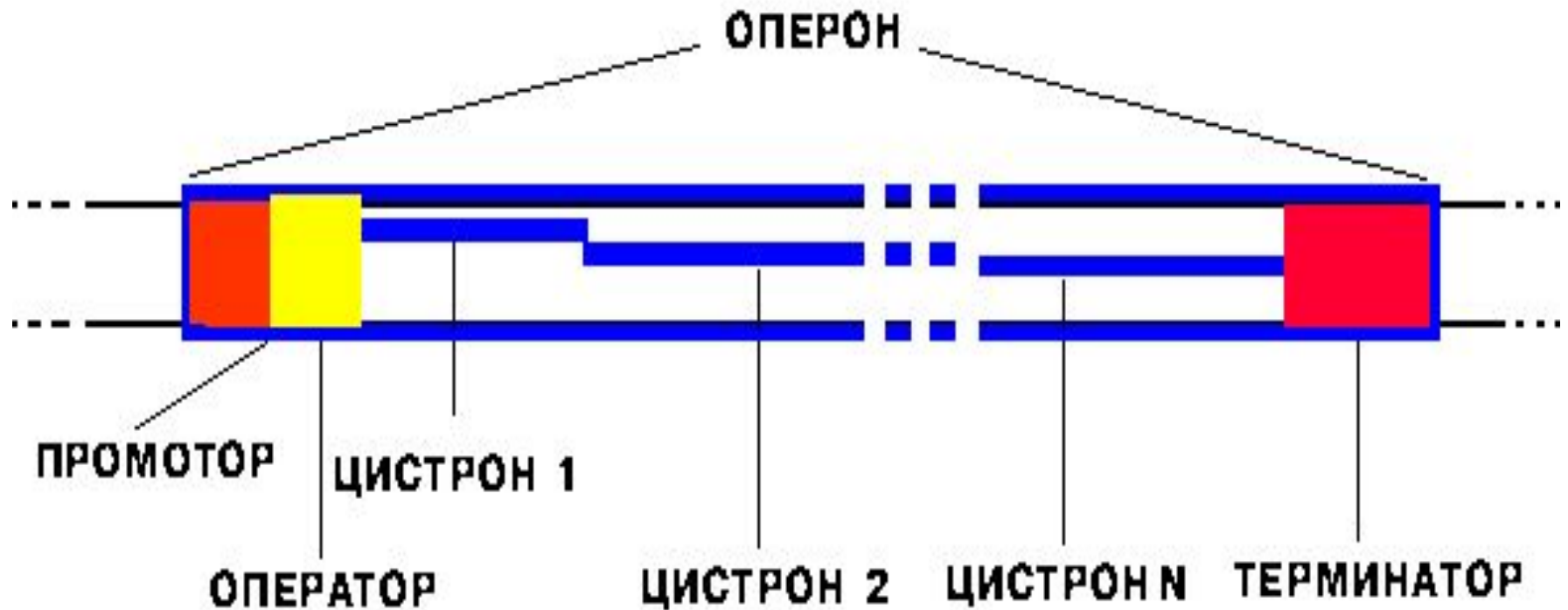
Пиримидиновые

## Принципы транскрипции:

- 1. *Комплементарность.*
- 2. *Антипараллельность.*
- 3. *Униполярность.*
- 4. *Беззатравочность.*
- 5. *Асимметричность.*
  
- РНК синтезируется комплементарно и антипараллельно транскрибируемой цепи ДНК. Рост цепи РНК идет только в направлении  $5' \rightarrow 3'$ . Для начала синтеза РНК фермент не нуждается в поли- или олигонуклеотидной затравке.
  
- *Первый нуклеотид в РНК всегда пурин в форме трифосфата.*

# Поняtie об опероне

**Оперон** - единица транскрипции у прокариот



**Промотор** - особая последовательность нуклеотидов ДНК, узнаваемая РНК-полимеразой как посадочная площадка и старт синтеза РНК.

Только с промотора может начаться синтез специфической РНК.

**Терминатор** - особая последовательность нуклеотидов ДНК, узнаваемая РНК-полимеразой как финиш транскрипции.

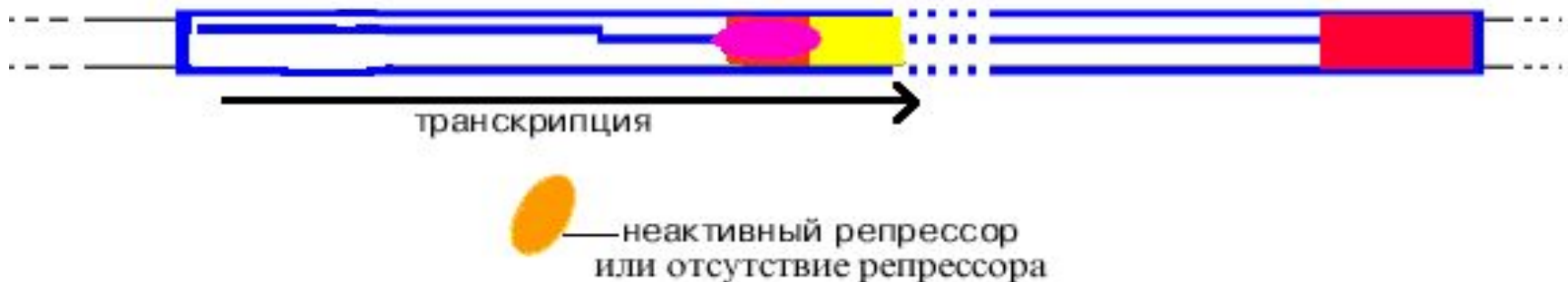
**Цистрон** - последовательность нуклеотидов ДНК, кодирующая один полипептид (в большинстве случаев - белок) или одну тРНК, или одну рРНК

# **Оператор** - особая последовательность нуклеотидов ДНК, узнаваемая белком-репрессором.

- На операторе - белок репрессор. Оперон не транскрибируется.

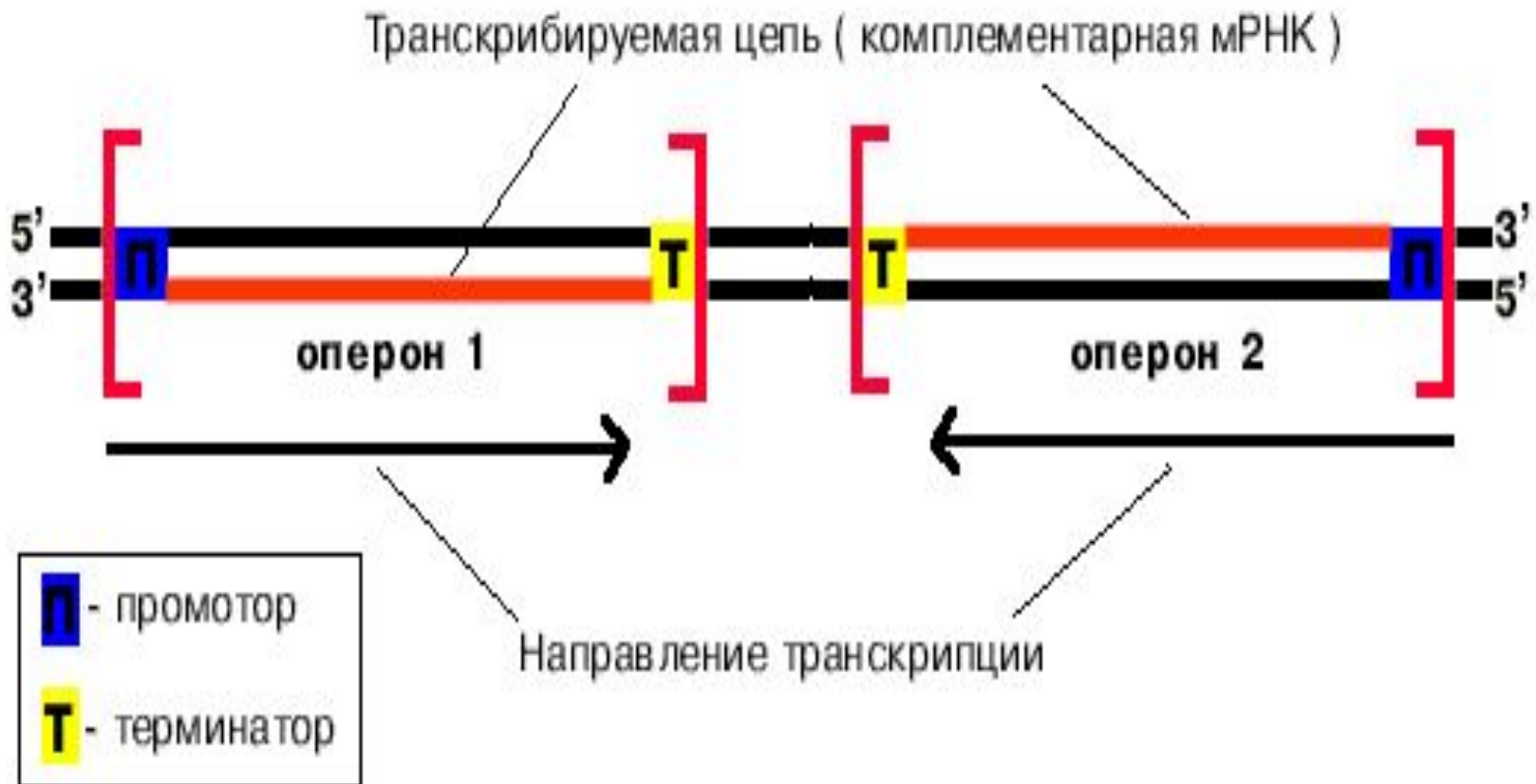


Оператор свободен. Оперон транскрибируется.



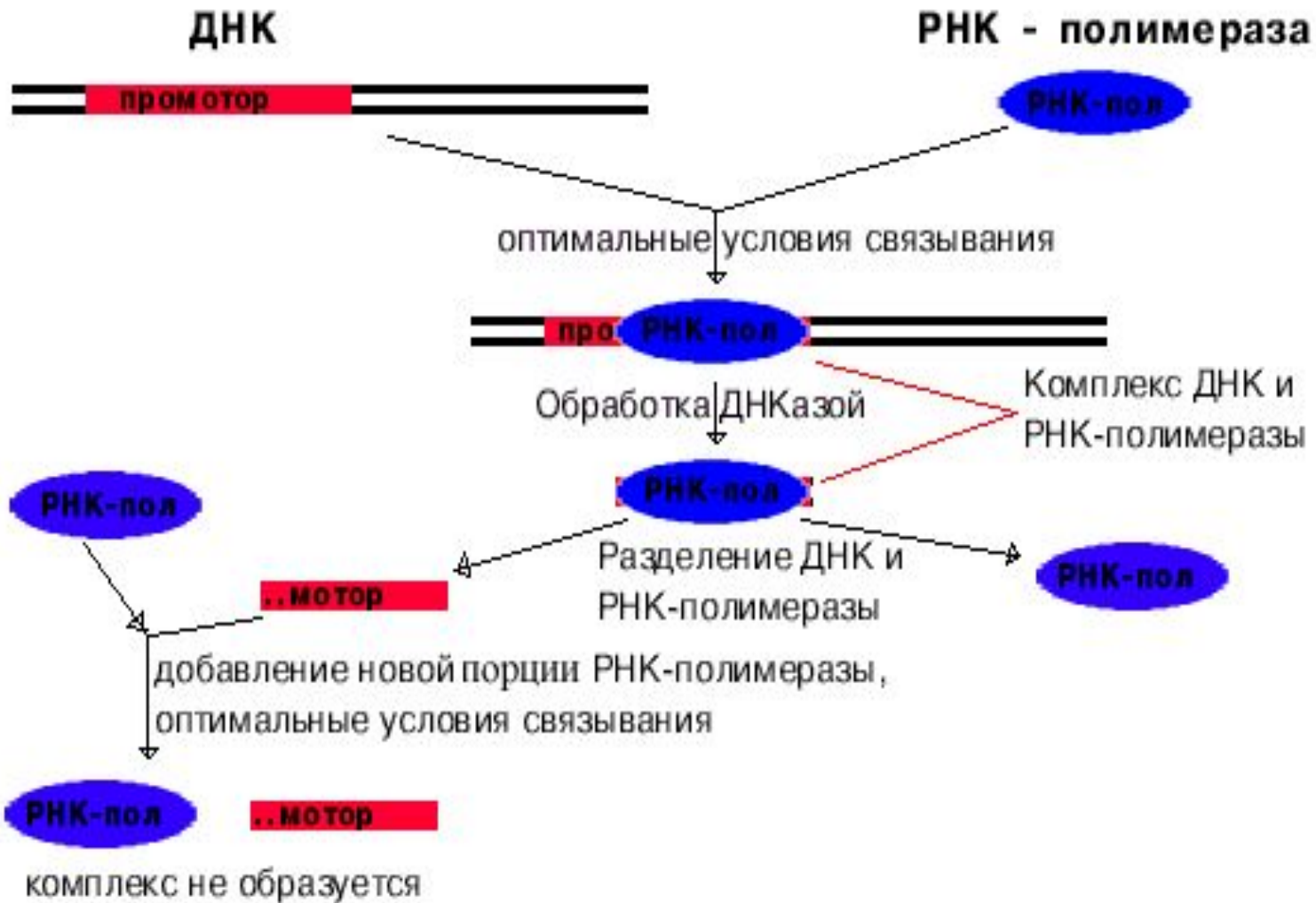
# Асимметричность

Транскрибируются обе цепи ДНК, но в каждом отдельном опероне только одна из них. Какая именно, определяется положением промотора и терминатора.





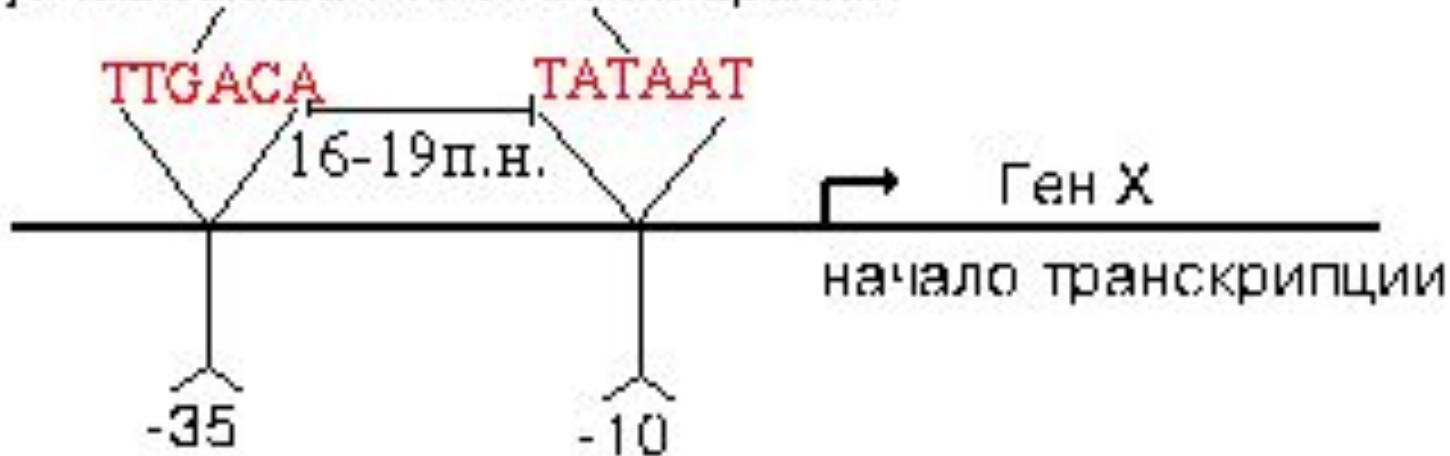
# Особенности структуры промотора



## *Узнавание и прочное связывание происходит на разных участках ДНК.*

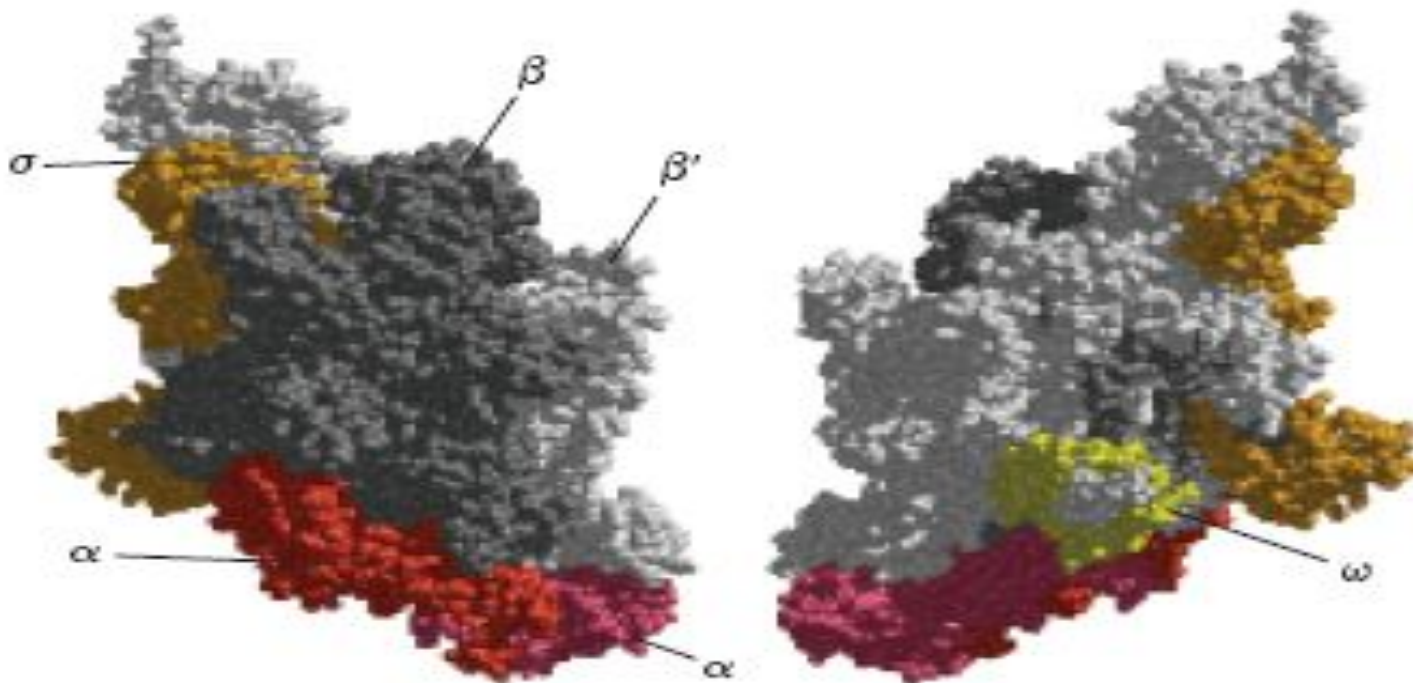
Эти участки отличаются и по первичной, и по вторичной структуре. Путем секвенирования выявили структуру многих промоторов. У большинства из них имеется общее свойство.

консенсусные АТ-богатые последовательности,  
узнаваемые РНК-полимеразой



# Структура ДНК-зависимой РНК-полимеразы *E.coli*

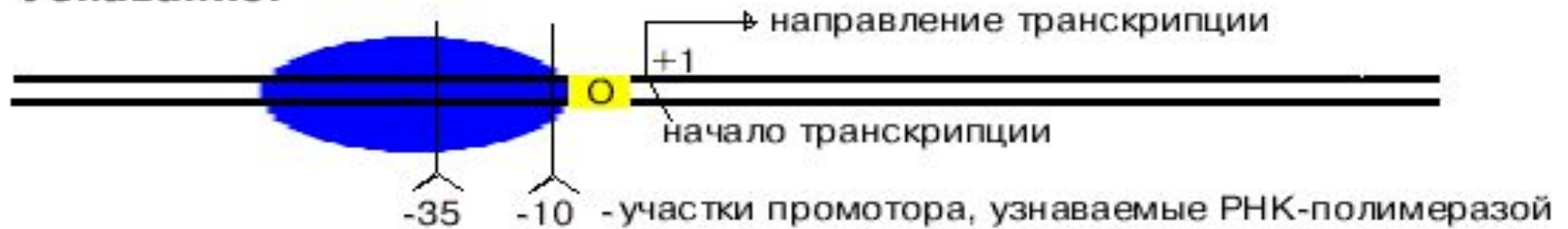
6 субъединиц:  $2\alpha$   $\beta$   $\beta'$   $\omega$   $\delta$  - **холо**фермент  
 $2\alpha$   $\beta$   $\beta'$   $\omega$  - **core**-фермент  
Кофактор: ионы Mg



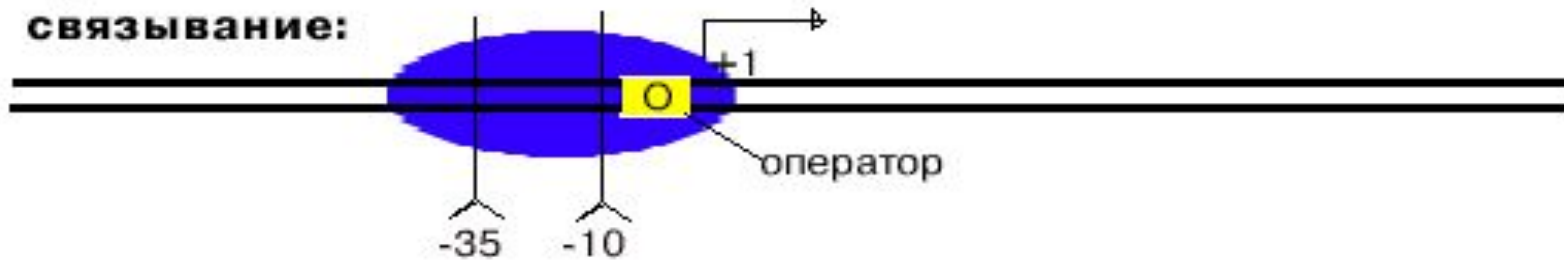
# Этапы транскрипции

## 1. Узнавание и прочное связывание

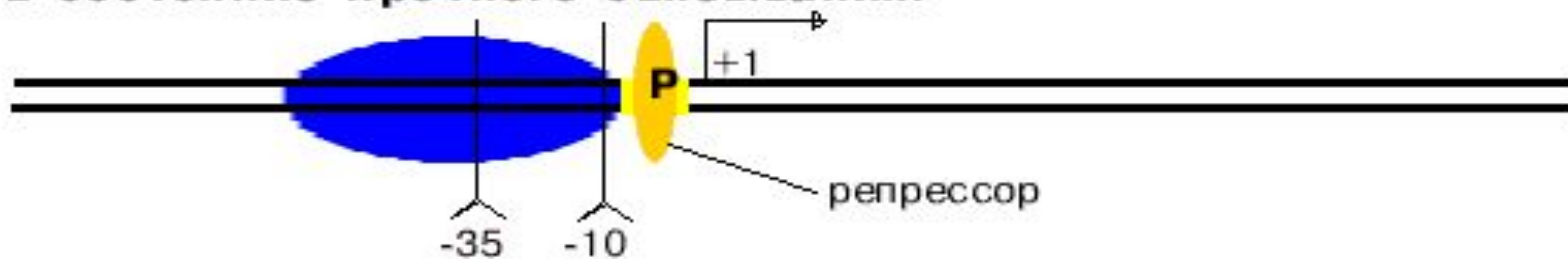
**Узнавание:**



**Прочное связывание:**



**Белок-репрессор мешает переходу из состояния узнавания в состояние прочного связывания:**



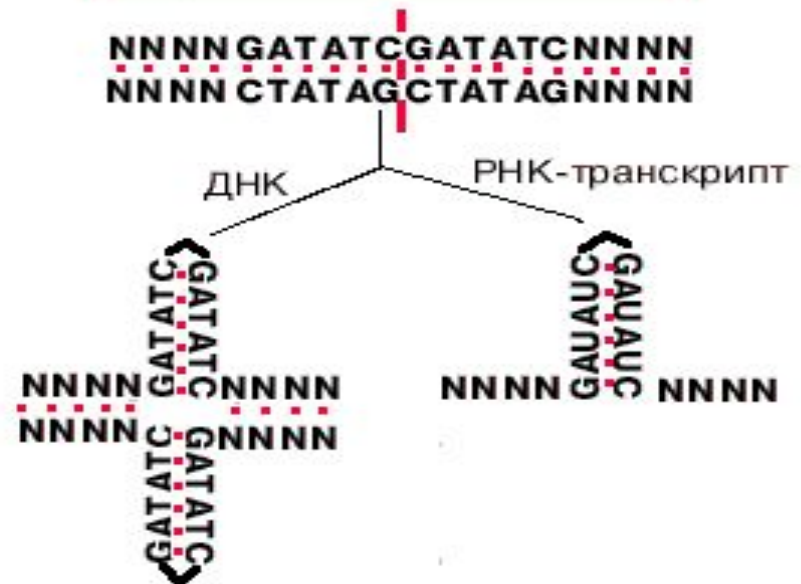
Примерно 5% промоторов у прокариот имеют только участок "-10", однако, тем не менее, хорошо узнаются РНК-полимеразой. Такие промоторы представлены **палиндромными** последовательностями, принимающими форму креста при суперспирализации кольцевых молекул ДНК.

**Палиндромы** - последовательности, которые читаются одинаково слева направо и справа налево.

Словесные палиндромы:

КАЗАК  
А РОЗА УПАЛА НА ЛАПУ АЗОРА

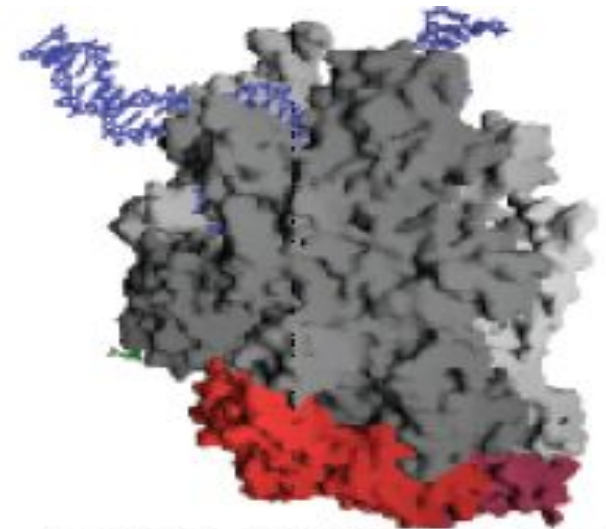
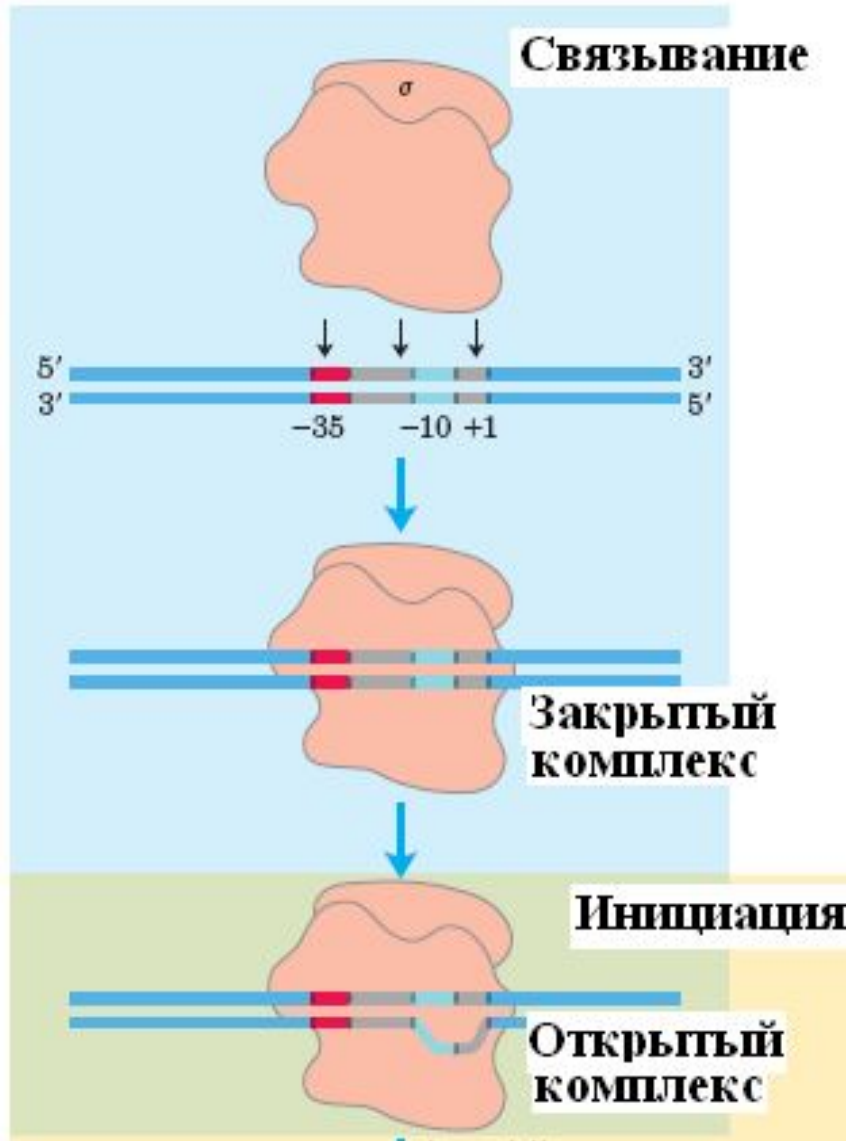
Палиндромы  
в нуклеиновых кислотах:



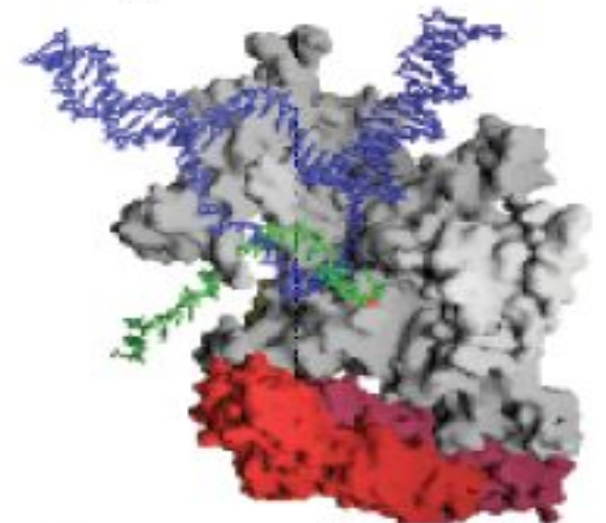
- 2. Инициация** заключается в образовании первой фосфодиэфирной связи между пури-трифосфатом (АТФ или ГТФ) и следующим нуклеотидом. После инициации - фактор покидает фермент.
- 3. Элонгация** - последовательное наращивание цепи РНК (или продолжение транскрипции).
- 4. Терминация.** Специфическая терминация бывает: - - рнезависимой и рзависимой.
- "Мотором" транскрипции является энергия, высвобождающаяся при отщеплении пирофосфата от каждого рибо-НТФ.
- **Ингибиторы транскрипции**
  - *Рифампицин* - ингибитор инициации. Связывается с центром инициации *holo*-РНК-полимеразы *E. coli*.
  - *Стрептолидигин* - ингибитор элонгации. Связывается с центром элонгации *core*-РНК-полимеразы *E. coli*.



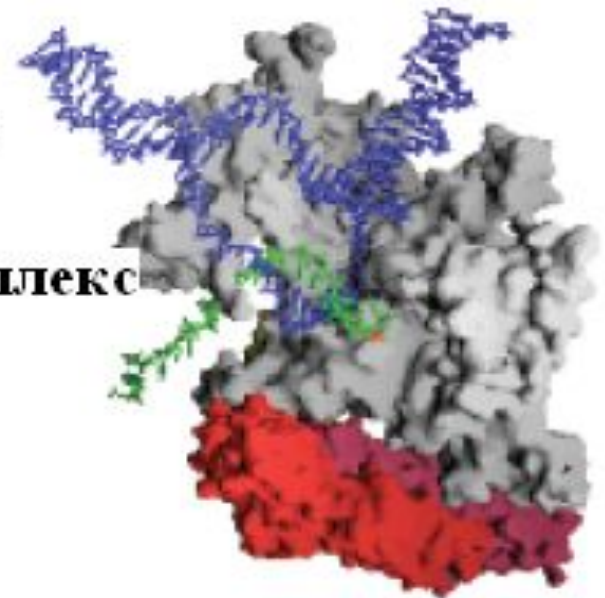
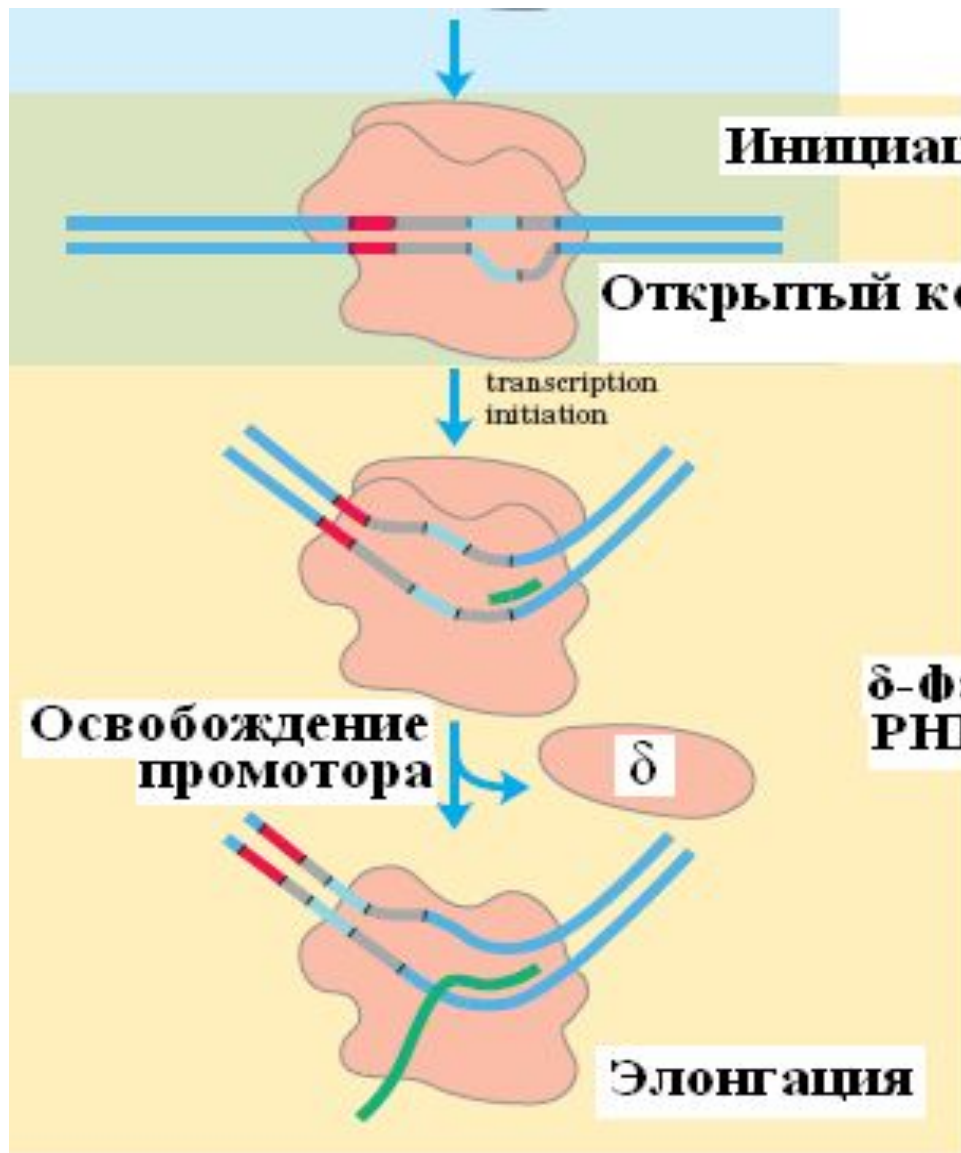
# СХЕМА ЭТАПОВ ТРАНСКРИПЦИИ



**Закрѳтый комплекс**



**Открѳтый комплекс**

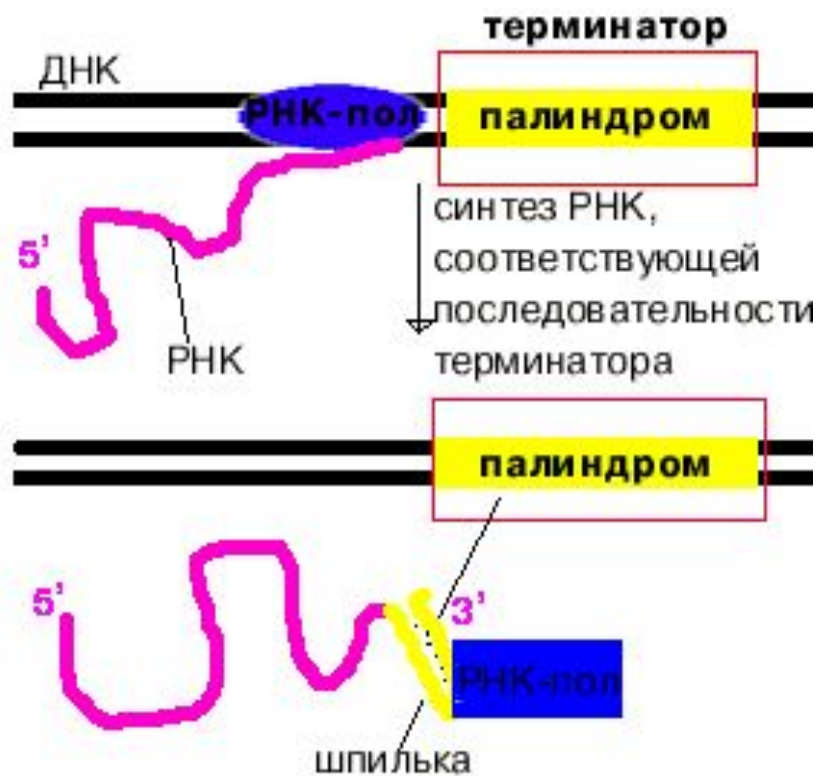


**$\delta$ -Фактор покидает РНК-полимеразу**

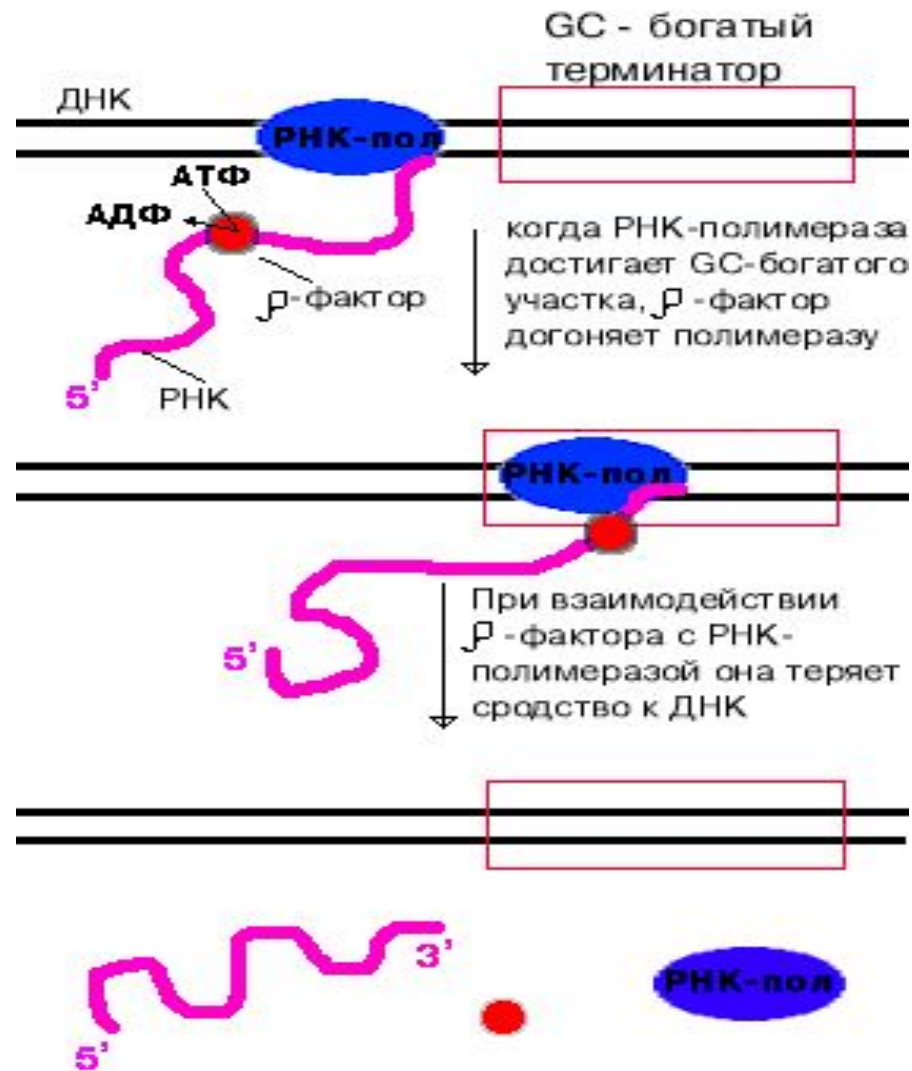




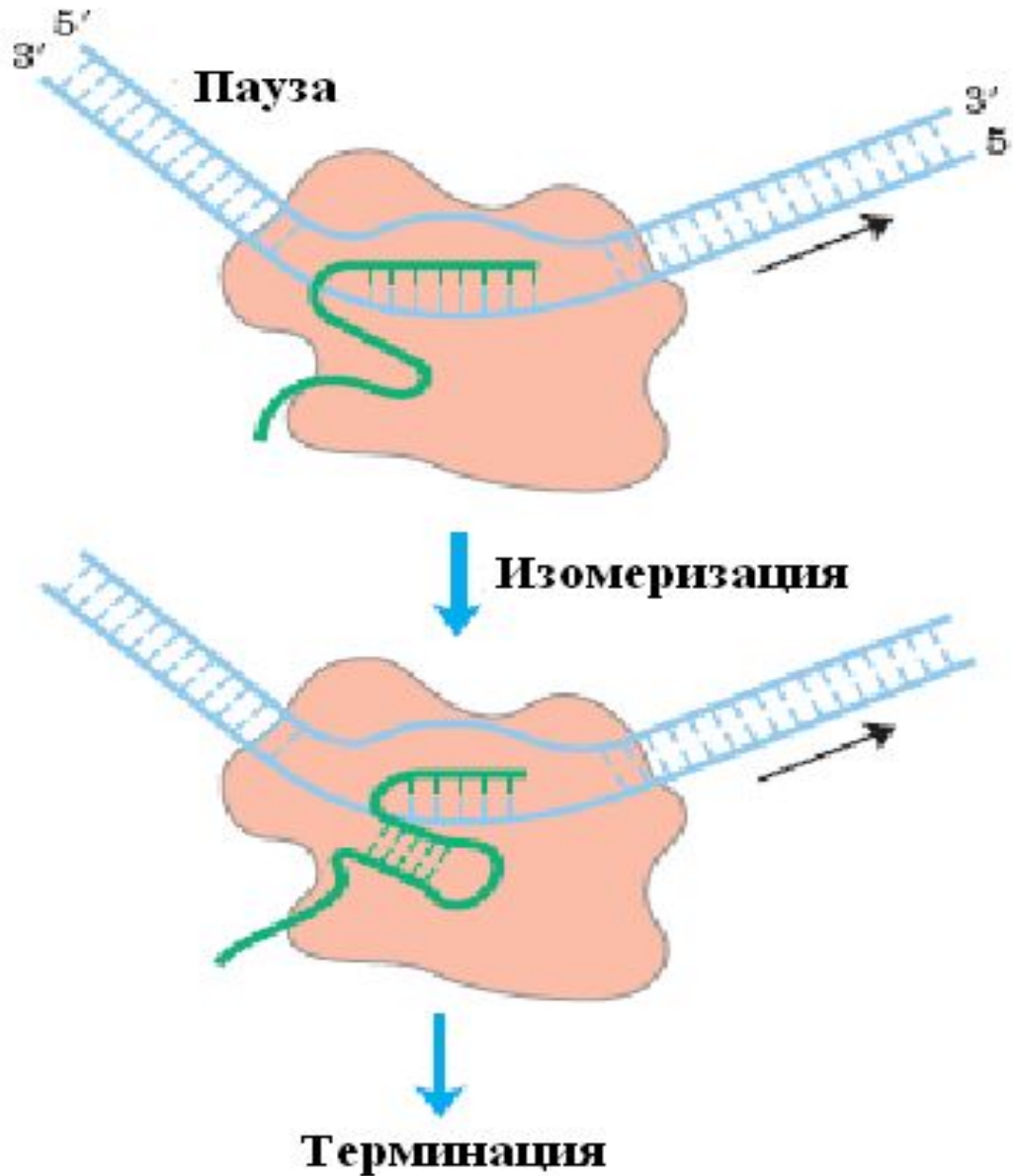
# $\rho$ - независимая терминация



# $\rho$ - зависимая терминация



# $\rho$ - независимая терминация

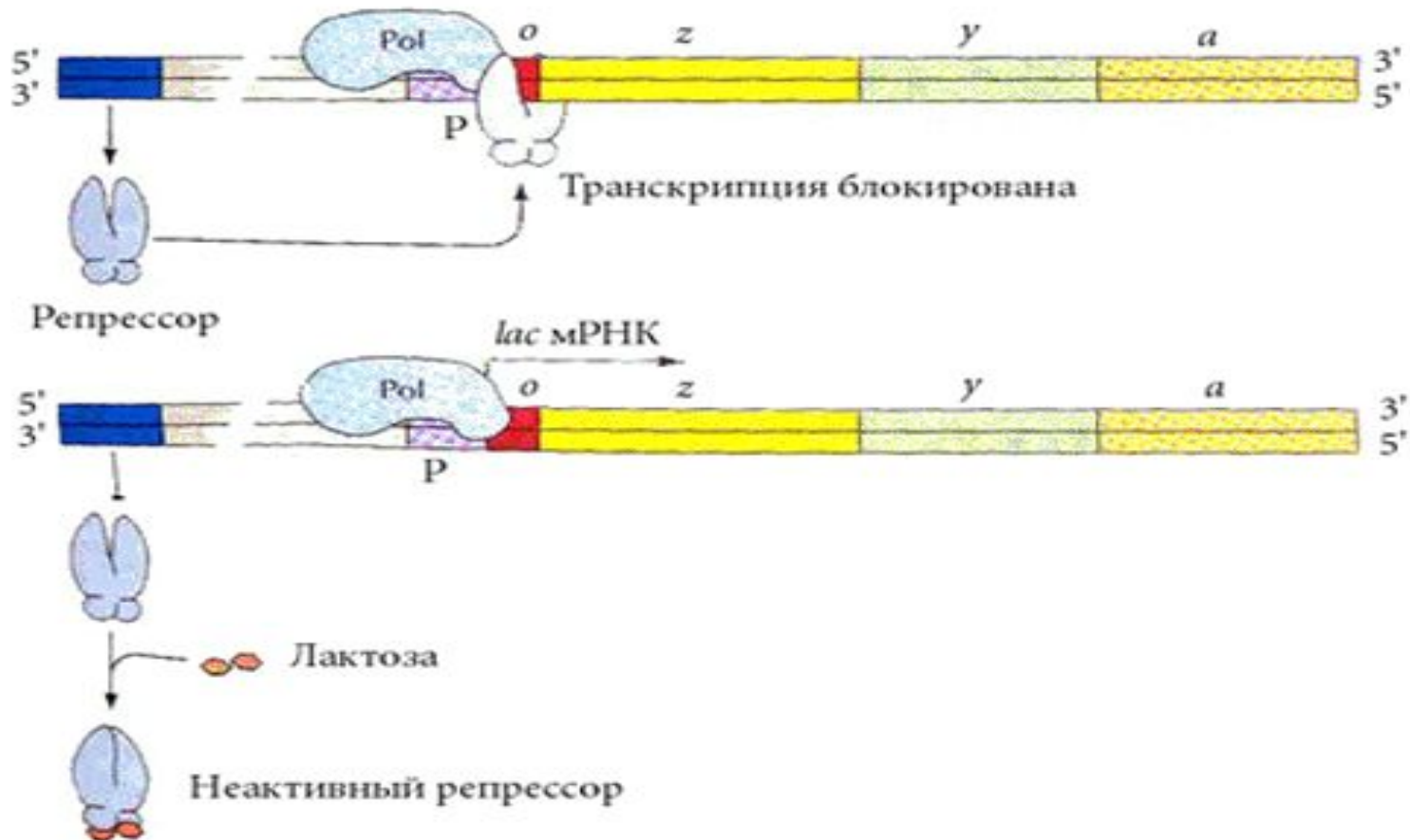


# Регуляция транскрипции у прокариот

## Схема негативной индукции Жакоба и Моно

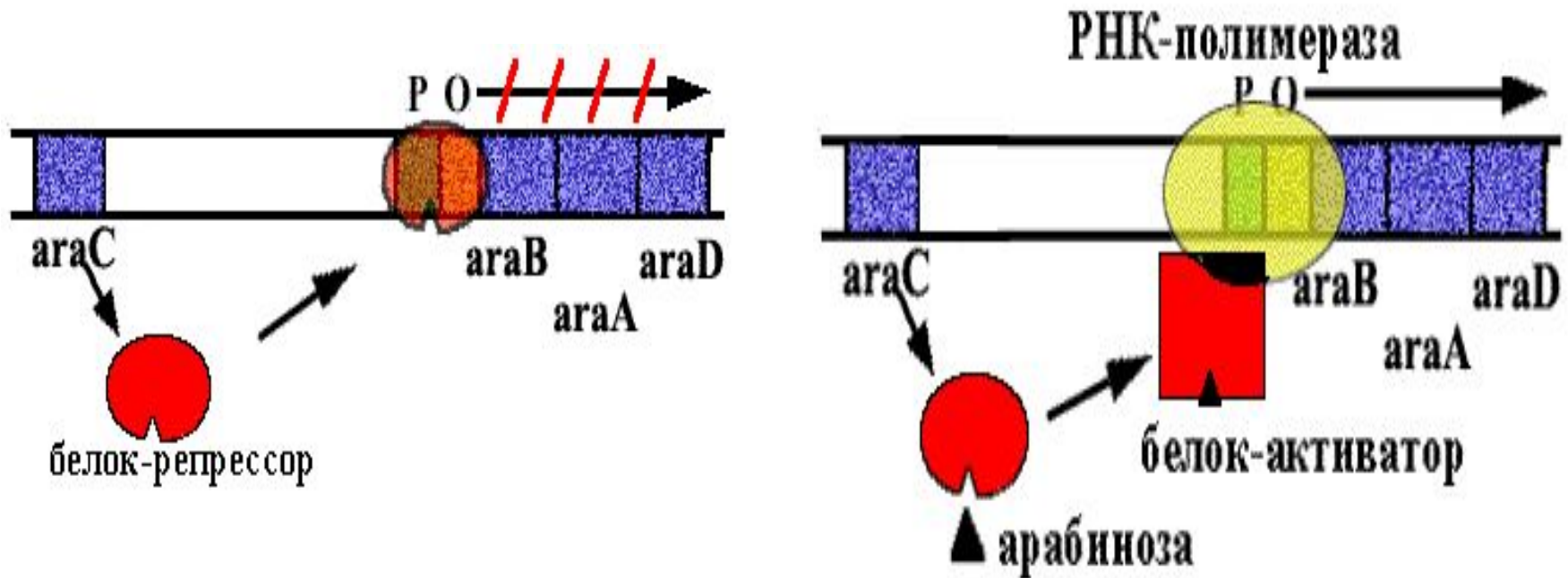
- ***Lac-оперон*** *E. coli* содержит 3 гена, отвечающие за образование белков, участвующих в переносе в клетку дисахарида лактозы и в ее расщеплении.
- ***Z - галактозидаза*** (расщепляет лактозу на глюкозу и галактозу).
- ***Y - галактозидпермеаза*** (переносит лактозу через мембрану клетки).
- ***A - тиогалактозидтрансациетилаза*** (ацетилирует галактозу).

Эта схема называется так потому, что контролирующим транскрипцию фактором является **негативный** фактор, "выключатель" - белок - **репрессор**. **Индукция** (включение) происходит при потере сродства белка - репрессора к оператору



# Схема позитивной индукции Ara-оперон E. coli

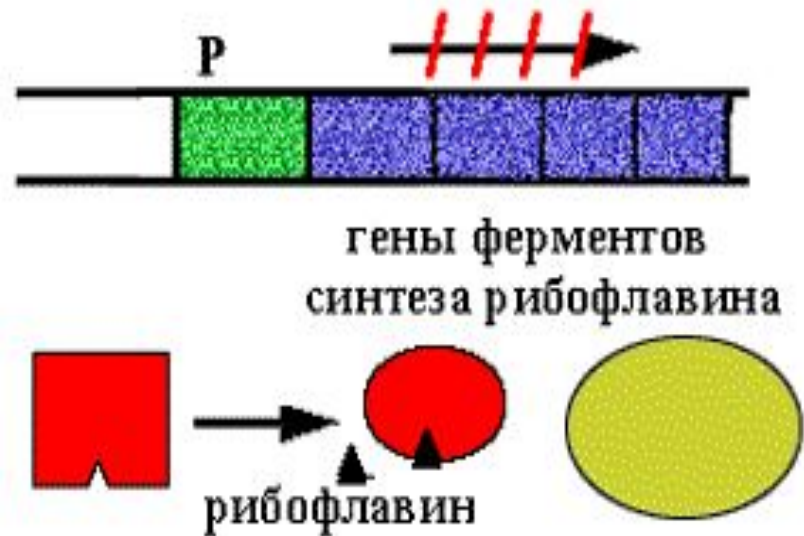
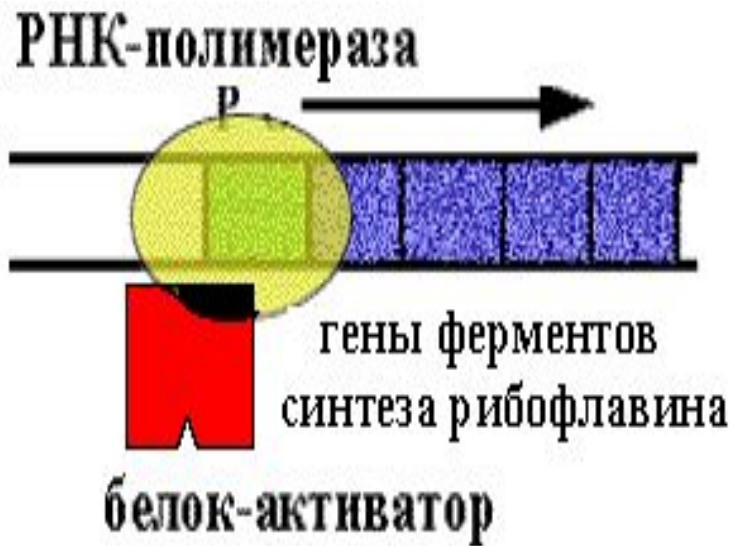
Эта схема регуляции называется **ПОЗИТИВНОЙ индукцией**, поскольку контролирующий элемент - белок - **активатор** "включает" работу оперона.



## Схема позитивной репрессии

Оперон синтеза *рибофлавина* у *Bacillus subtilis*.

Позитивная репрессия, поскольку в регуляции участвует белок - *активатор*, а сама регуляция заключается в *выключении* транскрипции.

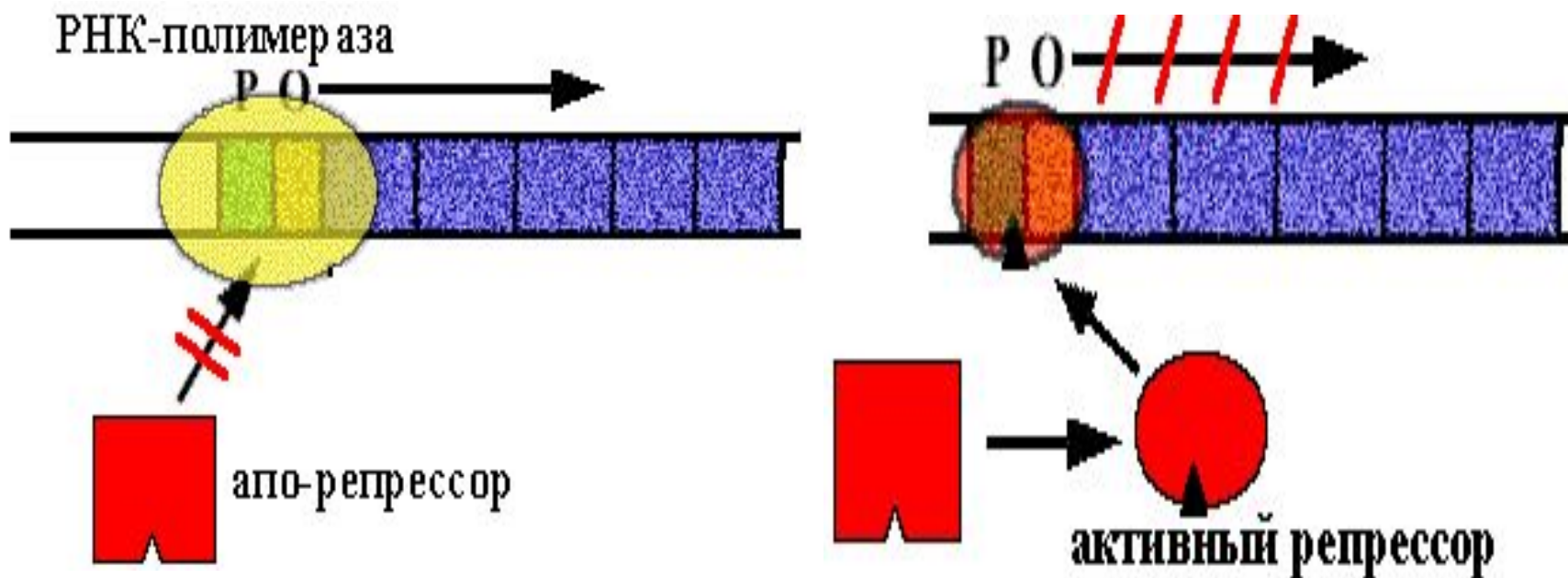




## Схема негативной репрессии

Оперон синтеза *триптофана* у *E. coli*.

Схема регуляции - **негативная репрессия**, потому что белок **репрессор** "выключает" оперон



# Задание

1. Термины по темам структура нуклеиновых кислот, репликация и транскрипция.
2. Каков порядок нуклеотидов в мРНК, синтез которой осуществляется по ДНК со следующим порядком пар нуклеотидов

промотор 5'- TGCCAGGTTGA – 3'

3' – ACGGTCCAAC – 5'

3. По приведенной ниже последовательности нуклеотидов одной из цепочек ДНК постройте комплементарную цепочку. Найдите в этой последовательности палиндром. Изобразите возможную вторичную структуру этого участка ДНК.

- ATCCCAGACTGGTATCCAGCCAGTCTGGCAA.



## • Таблица матричных синтезов

	Репликация	Транскрипция	Трансляция
Субстрат			
Источник энергии			
Ферменты			
Кофакторы			
Направление синтеза новой цепи			
Локализация процесса			
Характеристика продукта			