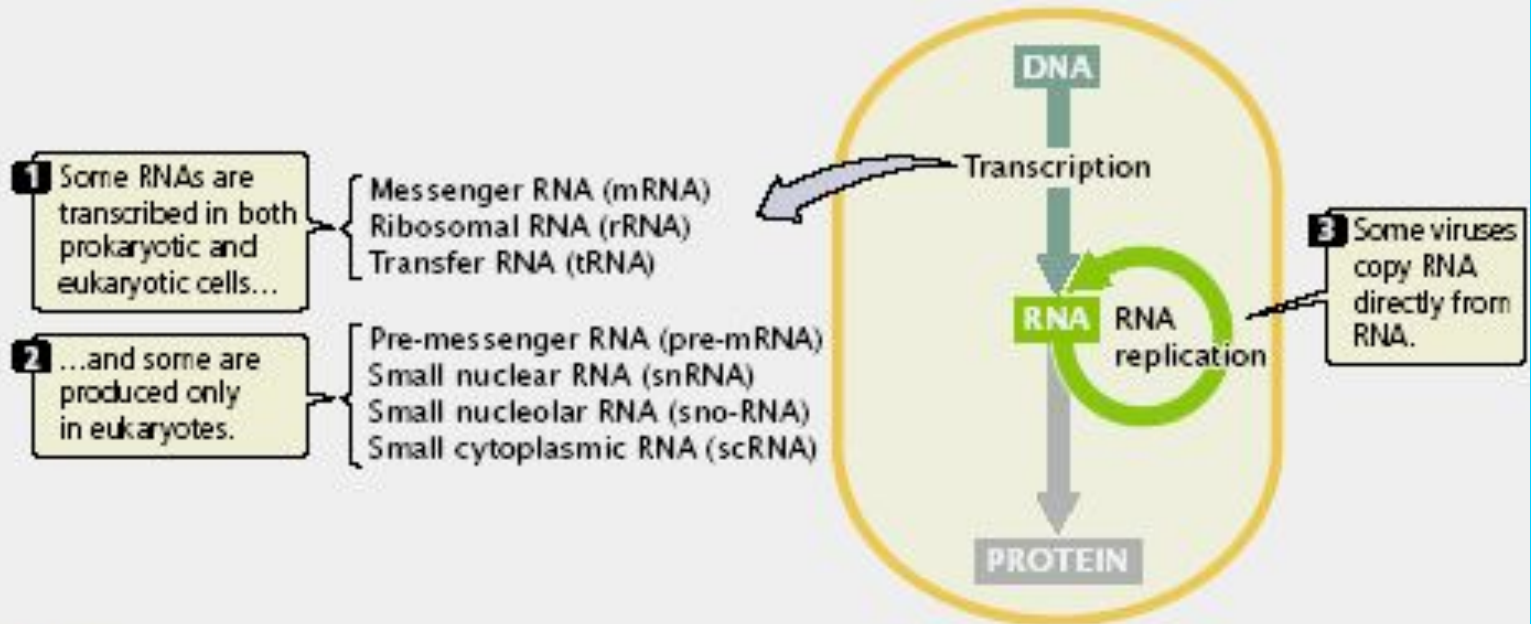


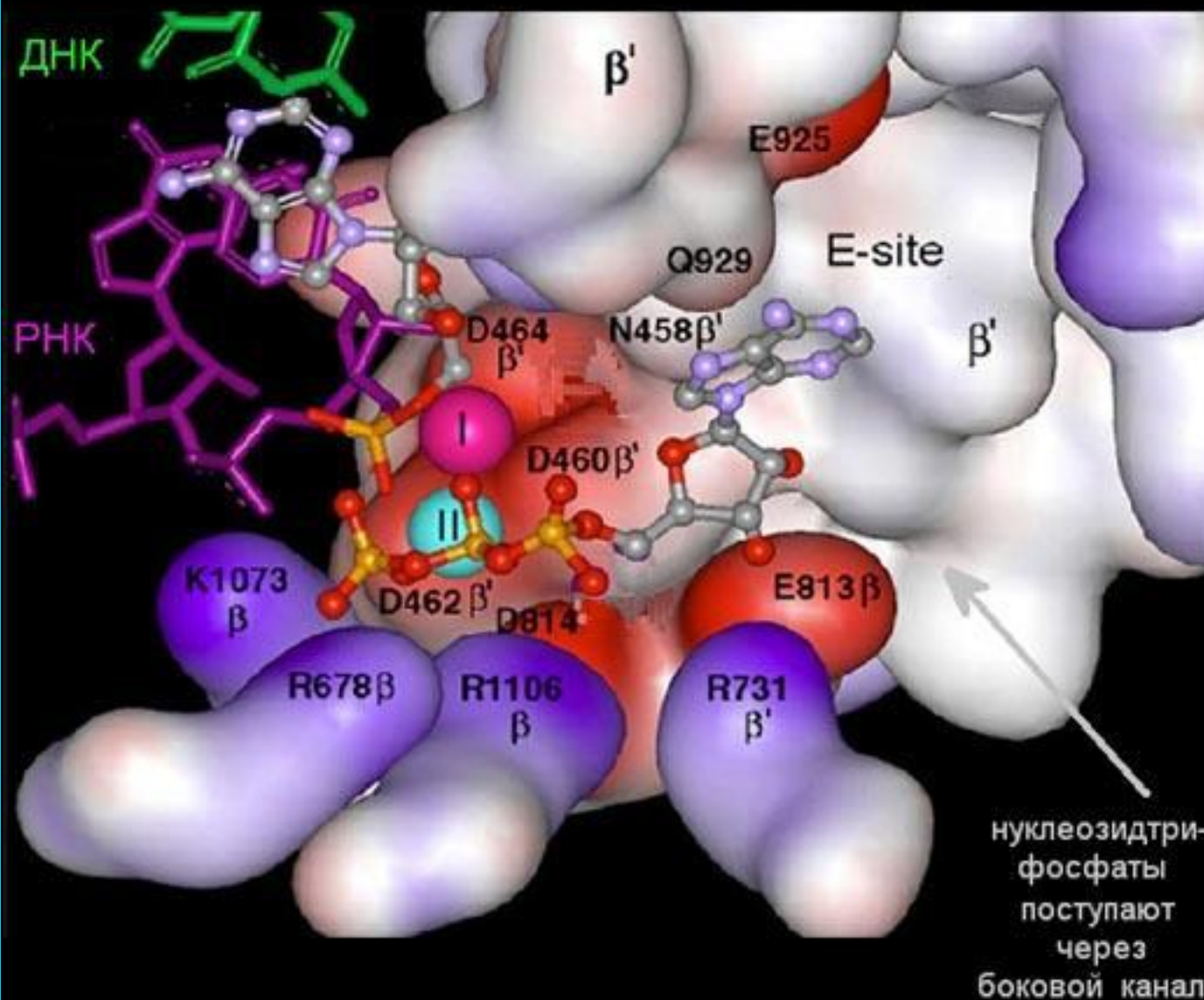
**Транскрипция –  
синтез РНК  
по матрице  
ДНК**

# Все типы РНК транскрибируются с ДНК



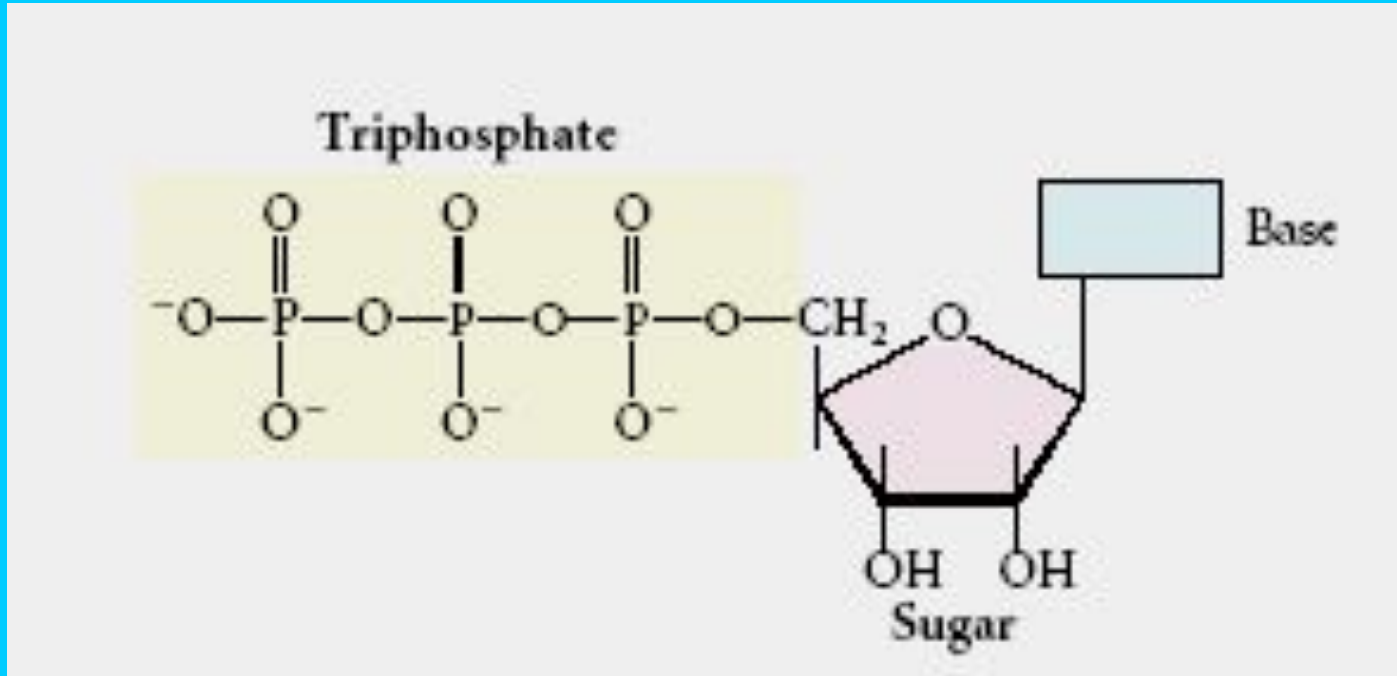


# СТРУКТУРА АКТИВНОГО ЦЕНТРА РНК-ПОЛИМЕРАЗЫ



I II - ионы Mg

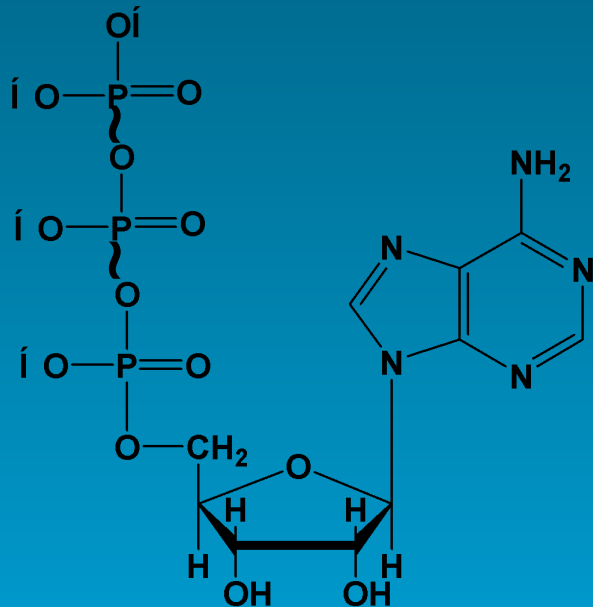
Указаны номера аминокислотных остатков  $\beta$  и  $\beta'$  субъединиц,



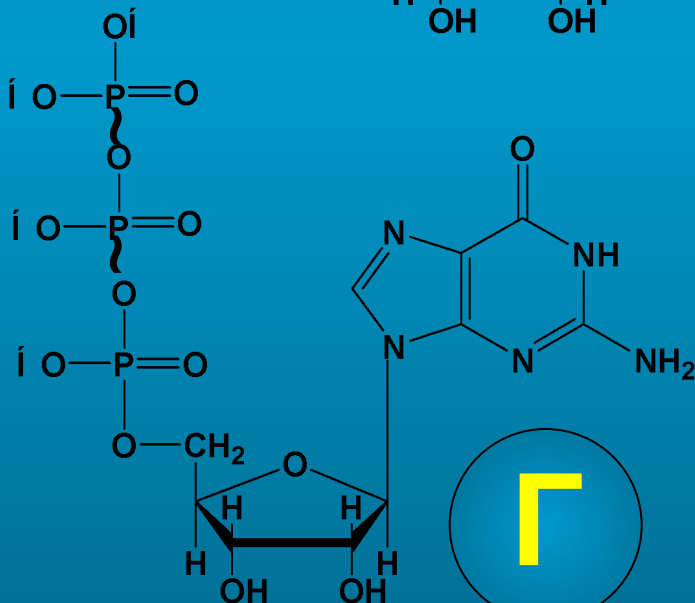
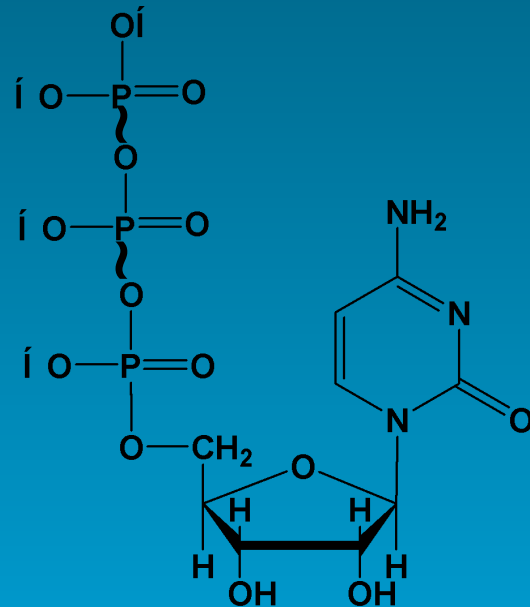
**Рибонклеозидтрифосфаты – субстраты для синтеза РНК**

# Нуклеозидтрифосфаты

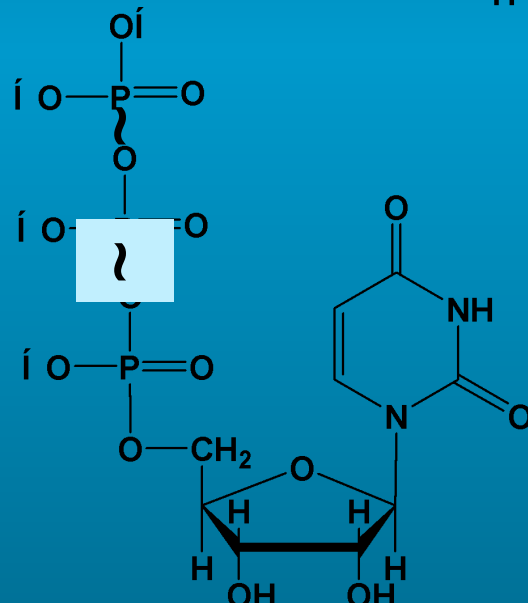
**А**



**Ц**



**Г**



**У**



# Принципы транскрипции

1. Матричный принцип

2. Комплементарность

3. Антипараллельность

4. Униполярность

5. Асимметричность





## ТРАНСКРИПЦИЯ

5' CGATGCAT 3' Нематричная  
цепь, кодирующая или смысловая

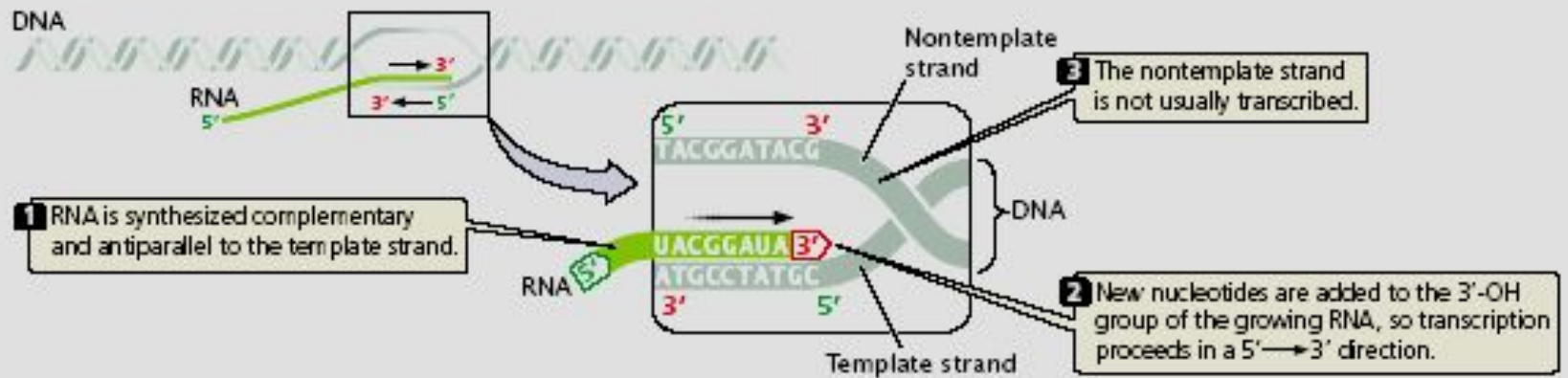
ДНК

3' GCTACGTA 5' Матричная  
цепь, не кодирующая или несмысловая

m РНК 5' CGAUGCAU 3'



# РНК транскрибируется комплементарно и антипараллельно с одной из цепей ДНК



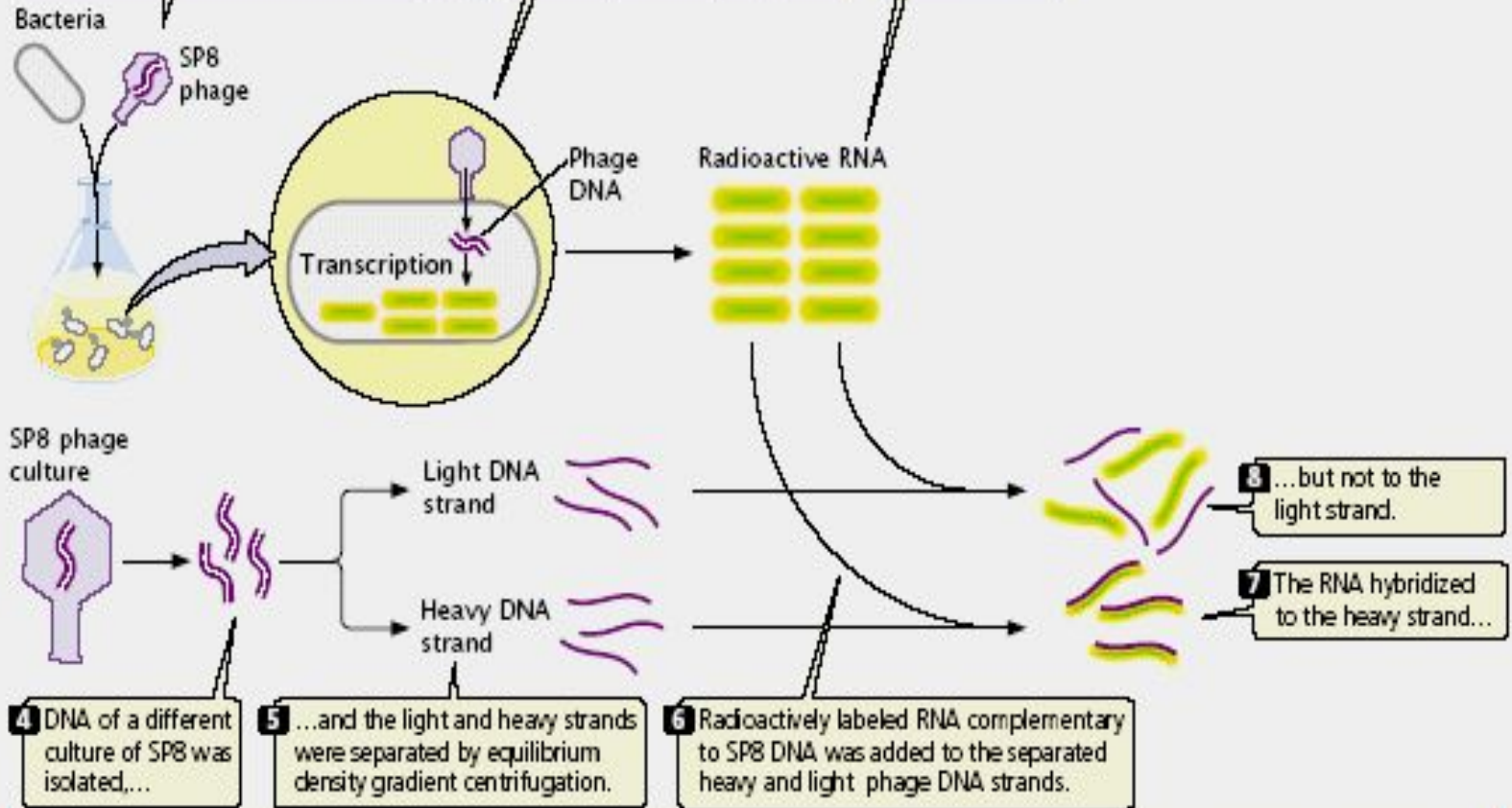
## Experiment

**Question:** Do both strands of DNA serve as templates for RNA synthesis?

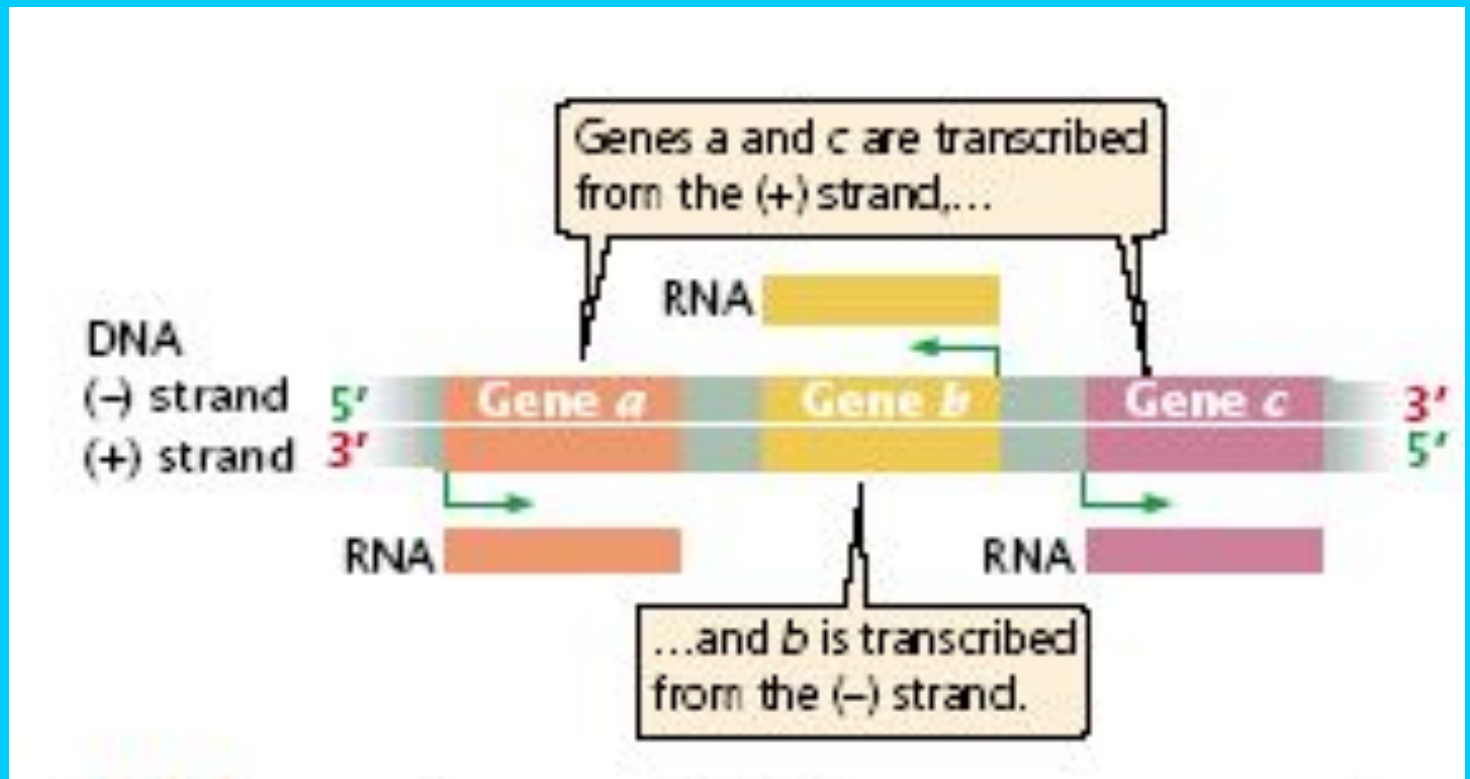
**1** *Bacillus subtilis* was placed in medium containing radioactively labeled substrate for RNA and was infected with SP8 phage.

**2** Labeled substrate was incorporated into RNA in its transcription from phage DNA.

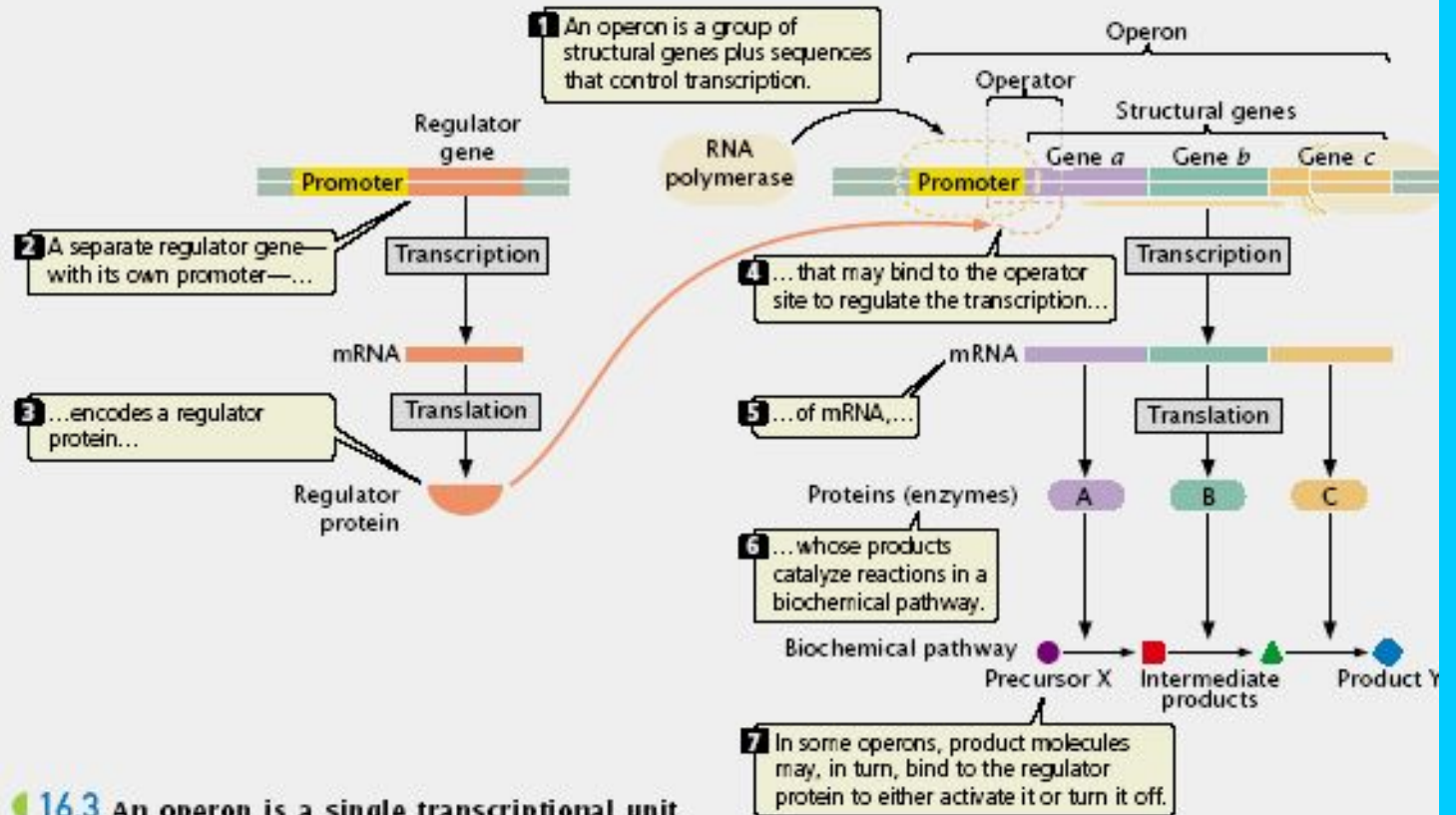
**3** RNA was then isolated from bacterial cells.



**Эксперимент, доказывающий, что транскрипция идет с одной цепи ДНК**



**Разные гены могут транскрибироваться с одной и другой цепи ДНК**



**16.3** An operon is a single transcriptional unit that includes a series of structural genes, a promoter, and an operator.

## Транскрипция у прокариот

# РНК-полимераза E.coli

Белок с четвертичной структурой

Ноло-фермент (полный) состоит из

5 субъединиц  $\alpha\alpha\beta\beta\gamma$ . Без  $\gamma$  – это

core-фермент.  $\gamma$  узнает

расплавленные области промотора.

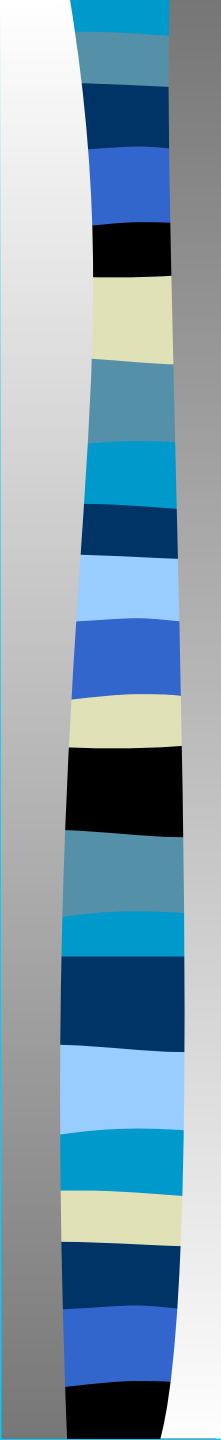
Ноло-фермент связывается с

промотором и начинает

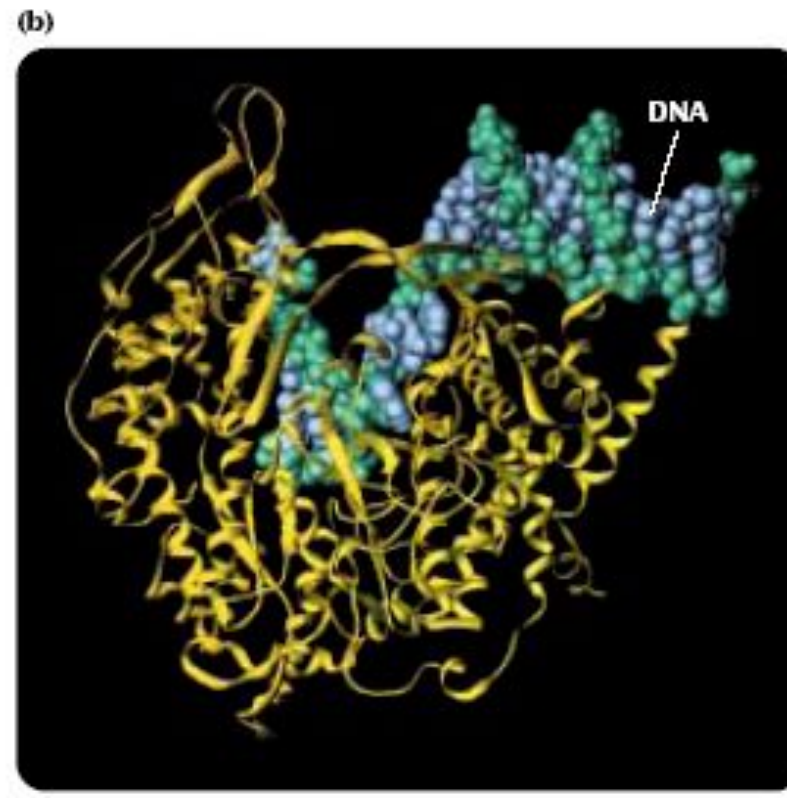
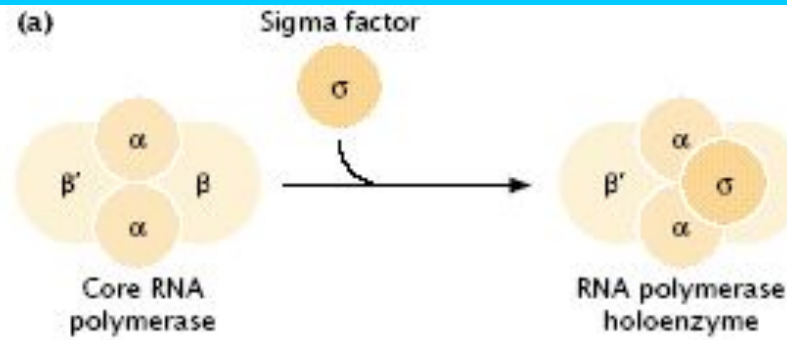
транскрипцию после этого  $\gamma$

уходит и далее элонгацию

осуществляет core-фермент



В  $\beta$  субъединице находятся 2 каталитических центра, один отвечает за инициацию, а другой за элонгацию. Один работает в Ноло-ферменте а другой – в core-ферменте

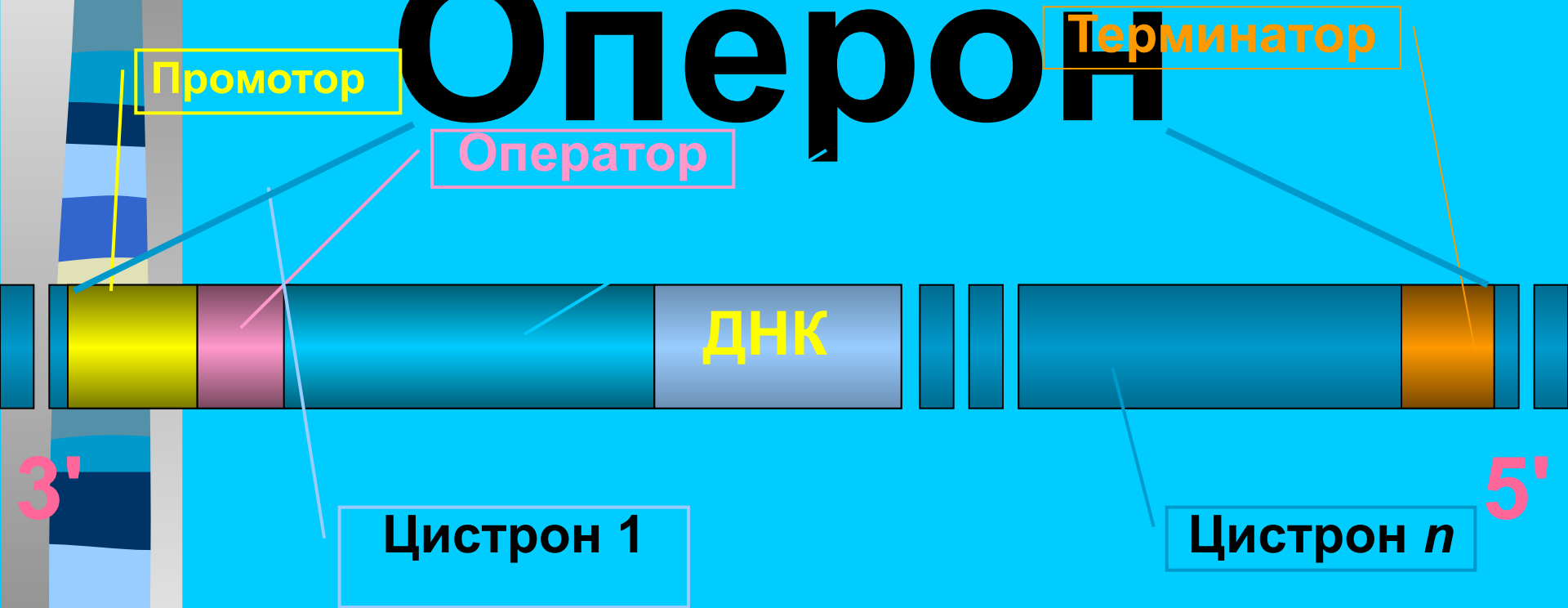


**Бактериальная РНК-полимераза**



# Единица транскрипции у прокариот

## Оперон

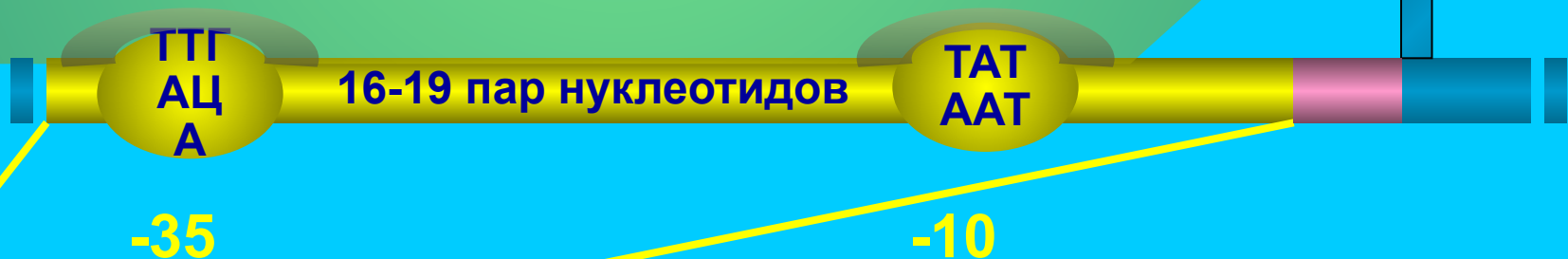


Цистрон – ген, кодирующий один полипептид или одну молекулу РНК

# Промотор

РНК-полимераза

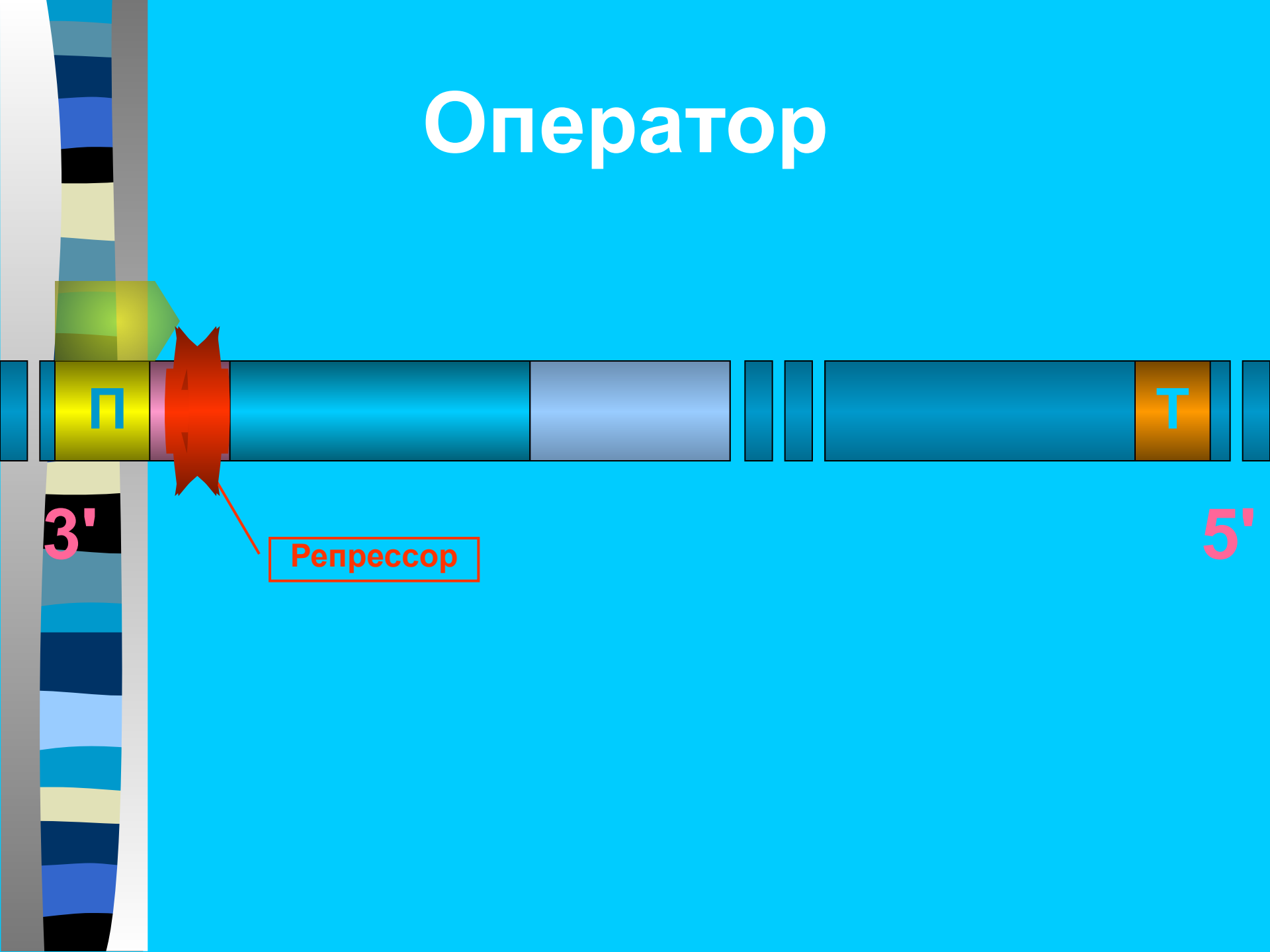
Начало транскрипции



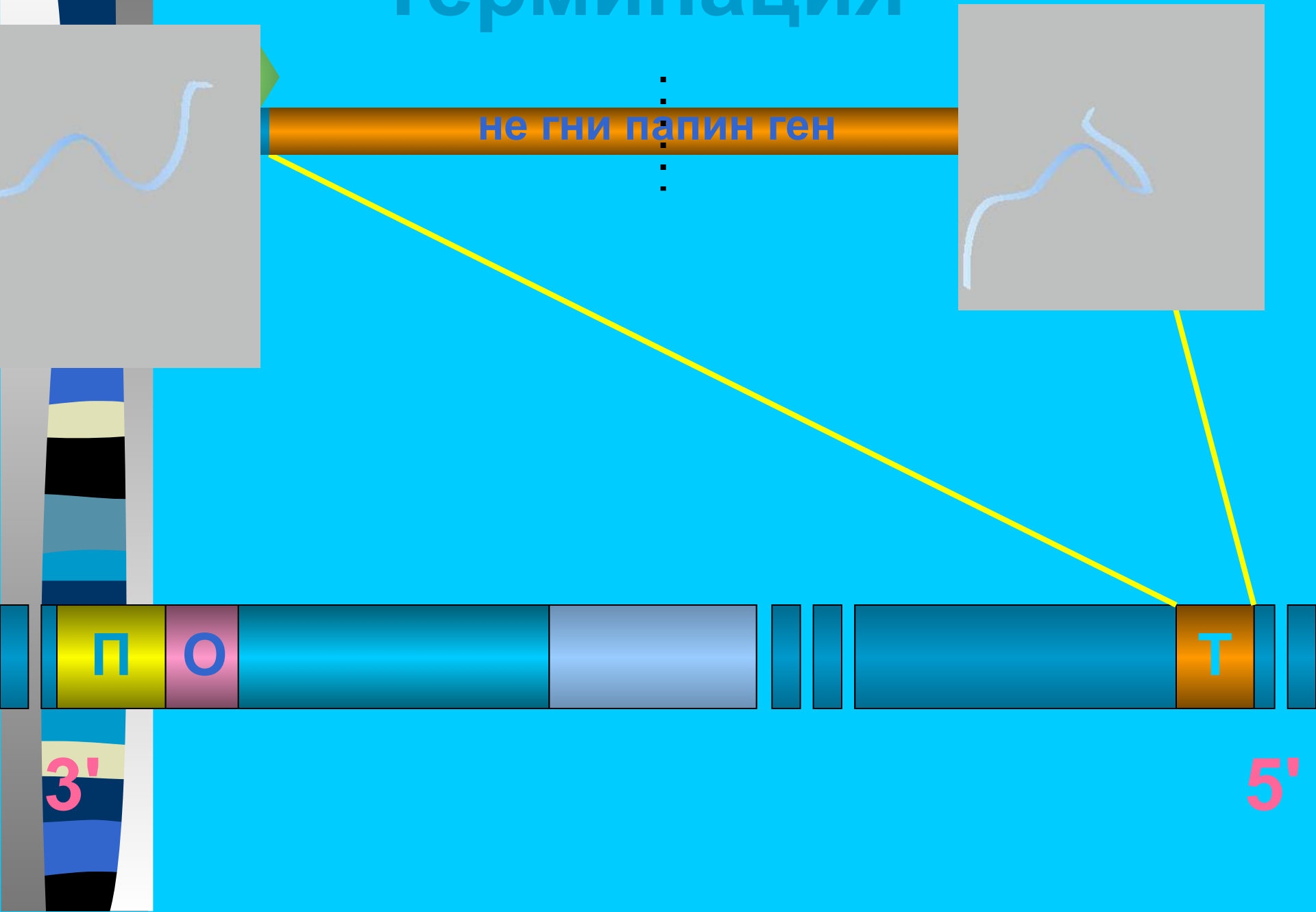
3'

5'

# Оператор



# Терминация

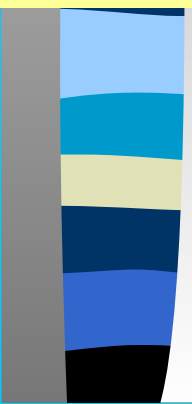


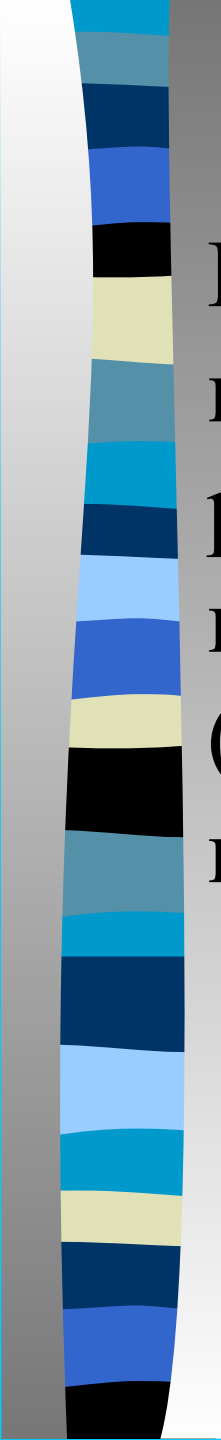


# Теория оперона

Ф. Жакоб и Ж. Мано 1961 год

Оперон – это группа генов, функции которых тесно связаны в метаболизме. Оперон весь либо активен, либо не активен. Если оперон активен, с него транскрибируется полицистронная мРНК, служащая матрицей для синтеза всех белков оперона.





Промотор – РНК-полимераза узнает в промоторе два АТ-богатых расплавленных участка , центры их -10 и -35 п. н., а между ними 16-19 п. н. (если меньше или больше, РНК-полимераза не узнает промотор)

# Этапы транскрипции

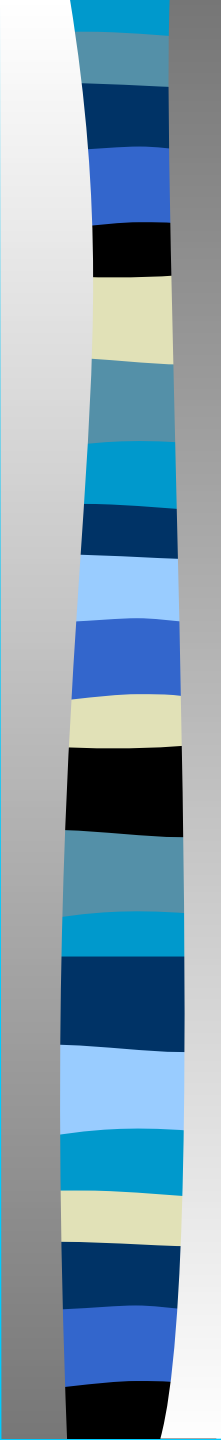
## 1. Узнавание и прочное связывание

РНК-полимеразы с промотором. Если оператор свободен, то в  $\beta$  субъединице оказывается первый нуклеотид оперона и при этом плавится один виток двойной спирали ДНК – 10 п.н. Образуется транскрипционный глазок.

## 3. Инициация – образование

фосфодиэфирной связи между 1 и 2 нуклеотидом. Первый всегда пуриновый трифосфат.  $\sigma$  покидает фермент.





4. Элонгация – наращивание цепи РНК  
Core фермент покрывает 40 п. н. при этом плавления спирали не происходит, но зато В-форма ДНК превращается в А форму с пустотой внутри 0,5 нм, что облегчает транскрипцию. Водородные связи разрываются на участке не более 6 п. н.

5. Терминация

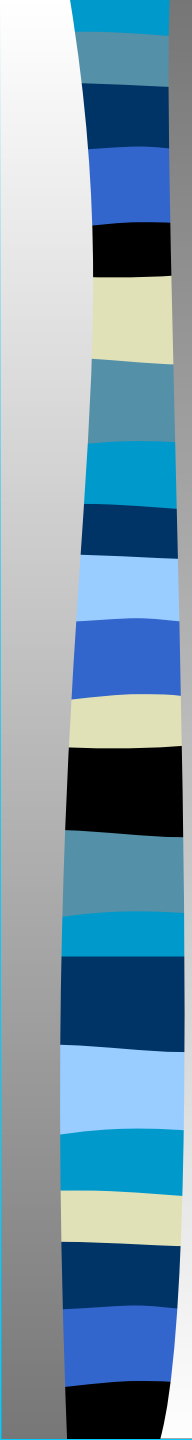
## Лас-оперон

- Если в среде глюкозу заменить лактозой, то через некоторое время *E. coli* начинают синтезировать 3 фермента, обеспечивающих метаболизм лактозы.
- В отсутствие лактозы репрессор ( аконитаза) связан с оператором, перекрывающим промотор, и транскрипция не идет.
- При появлении лактозы, она связывается с репрессором, оператор освобождается и начинается транскрипция оперона

## Триптофановый и гистидиновый опероны

В присутствии солей аммония как источника азота *E. coli* синтезирует все АМК. При добавлении в среду Три или Гис перестает синтезировать именно эти АМК.

Это связано со структурой корепрессора, который не имеет сродства к оператору, но приобретает его после присоединения АМК и тогда он присоединяется к оператору и запрещает транскрипцию



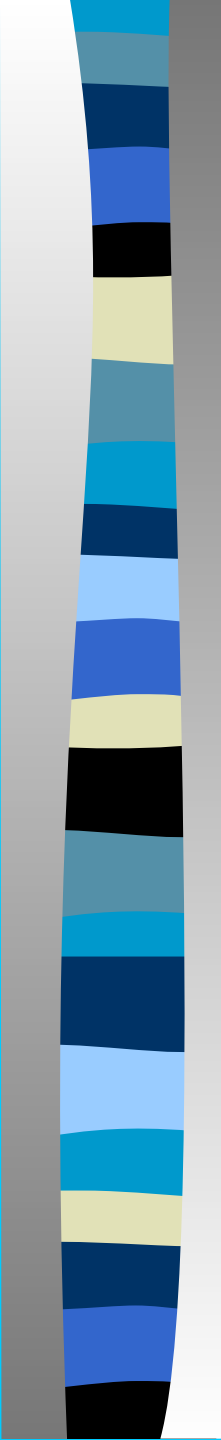
Оперон – единица транскрипции у прокариот, с него считывается 1 молекула РНК

Промотор – в начале оперона, в конце – терминатор, а между ними Цистроны-последовательность ДНК, кодирующая 1 полипептид или 2 РНК

Промотор – площадка для посадки РНК-полимеразы

Терминатор- сигнал к окончанию

Транскрипции



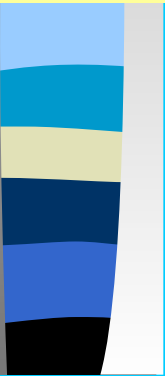
Оператор- регуляторный участок оперона. С ним связывается белок-репрессор и останавливает транскрипцию

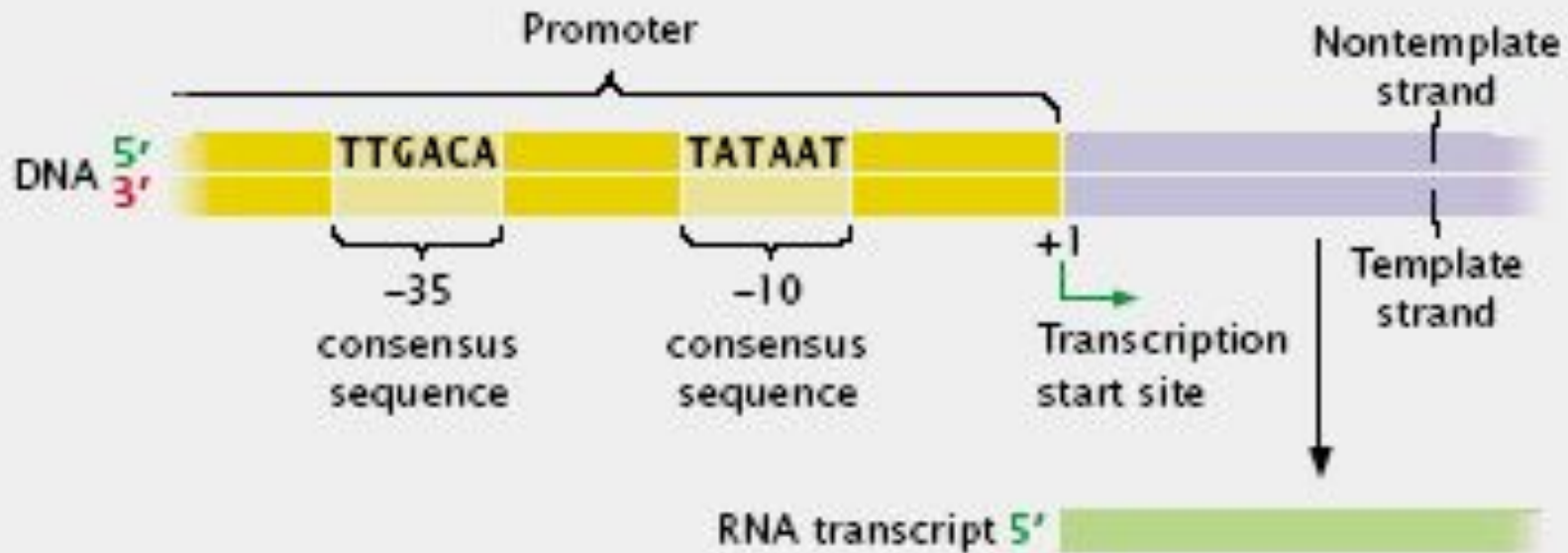
Готовность к транскрипции

Ремоделирование нуклеосом strip, split, flip?

1. Деконденсация доменов
2. Гиперацетилирование гистонов и появление чувствительности к ДНК-азе I
3. Уменьшение или распад нуклеосом
4. Превращение нуклеосом в гексасомы

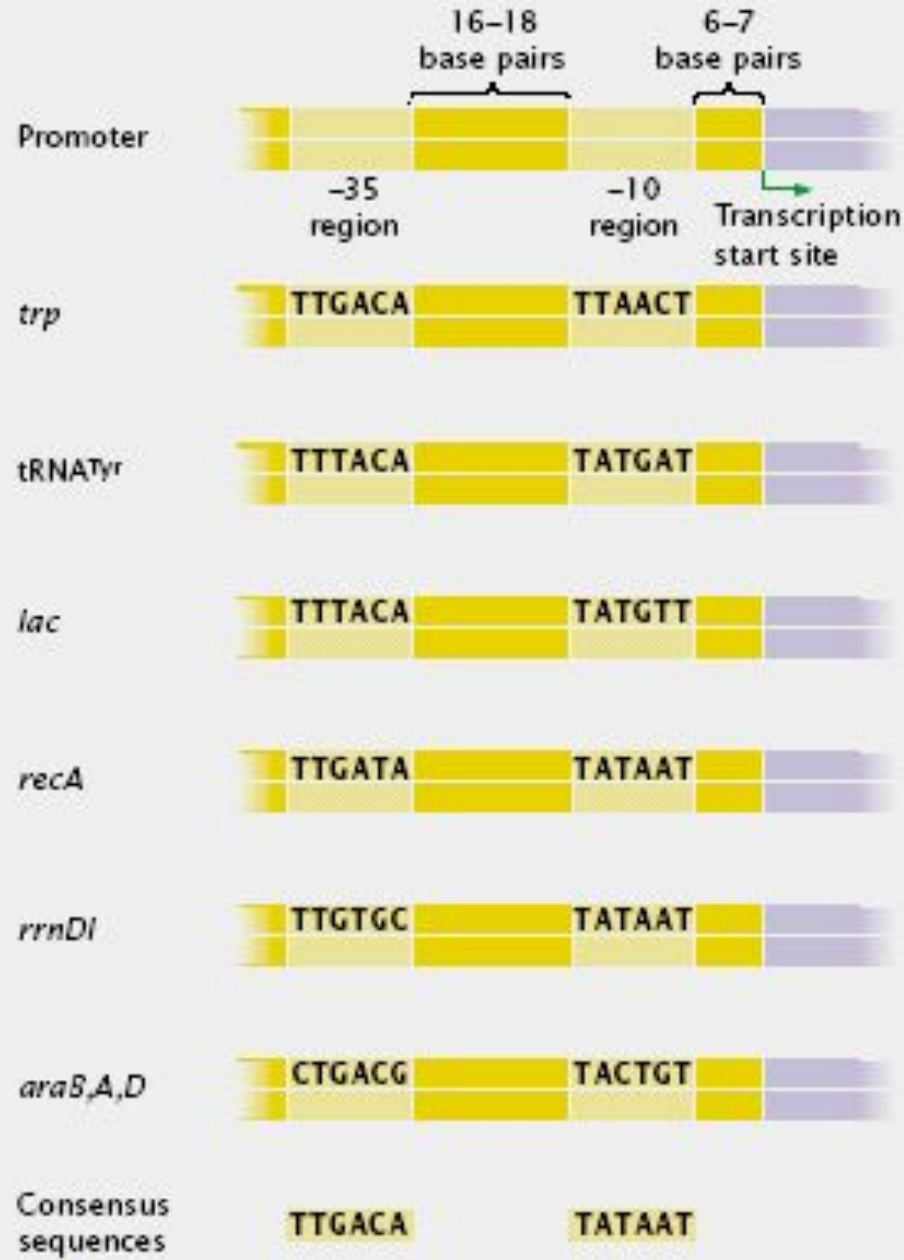
Территория хромосомы – неактивные гены  
внутри, а активные по периферии





## Бактериальный промотор

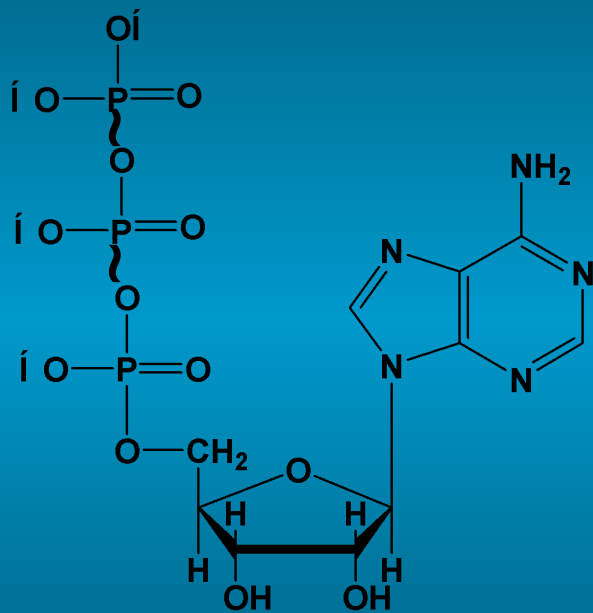




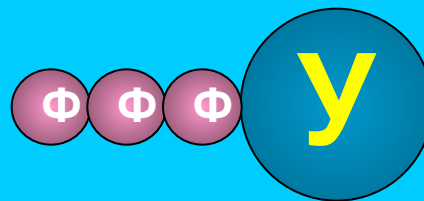
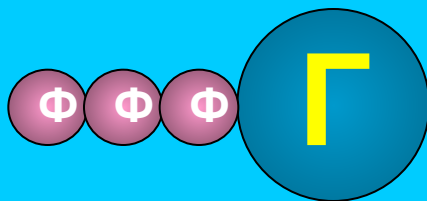
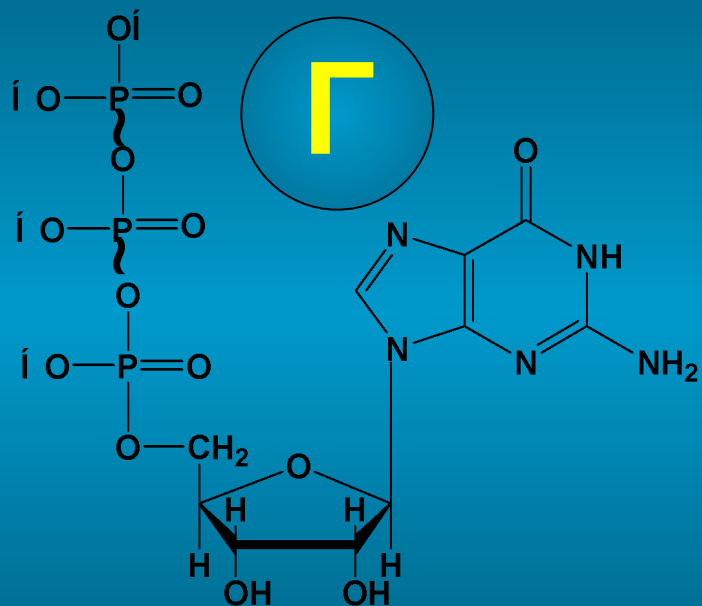
## Мотивы бактериальных промоторов

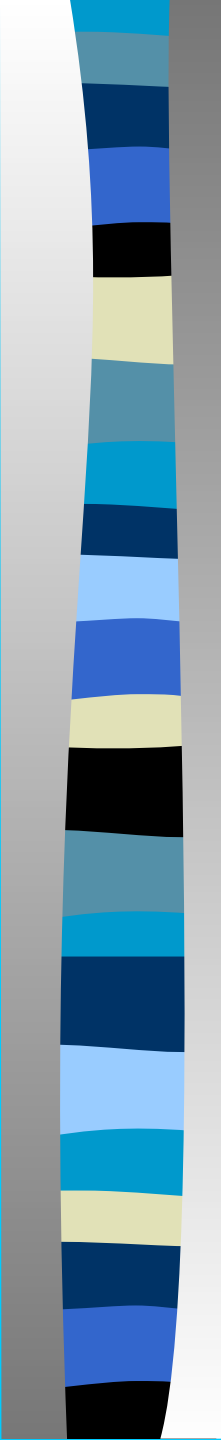
# Инициация

**А**

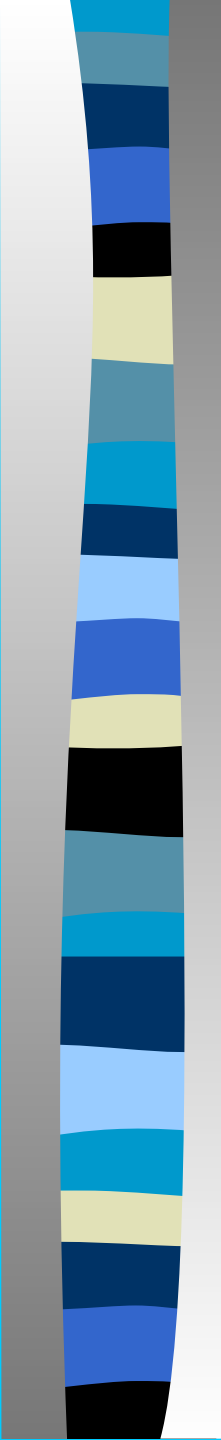


**Г**

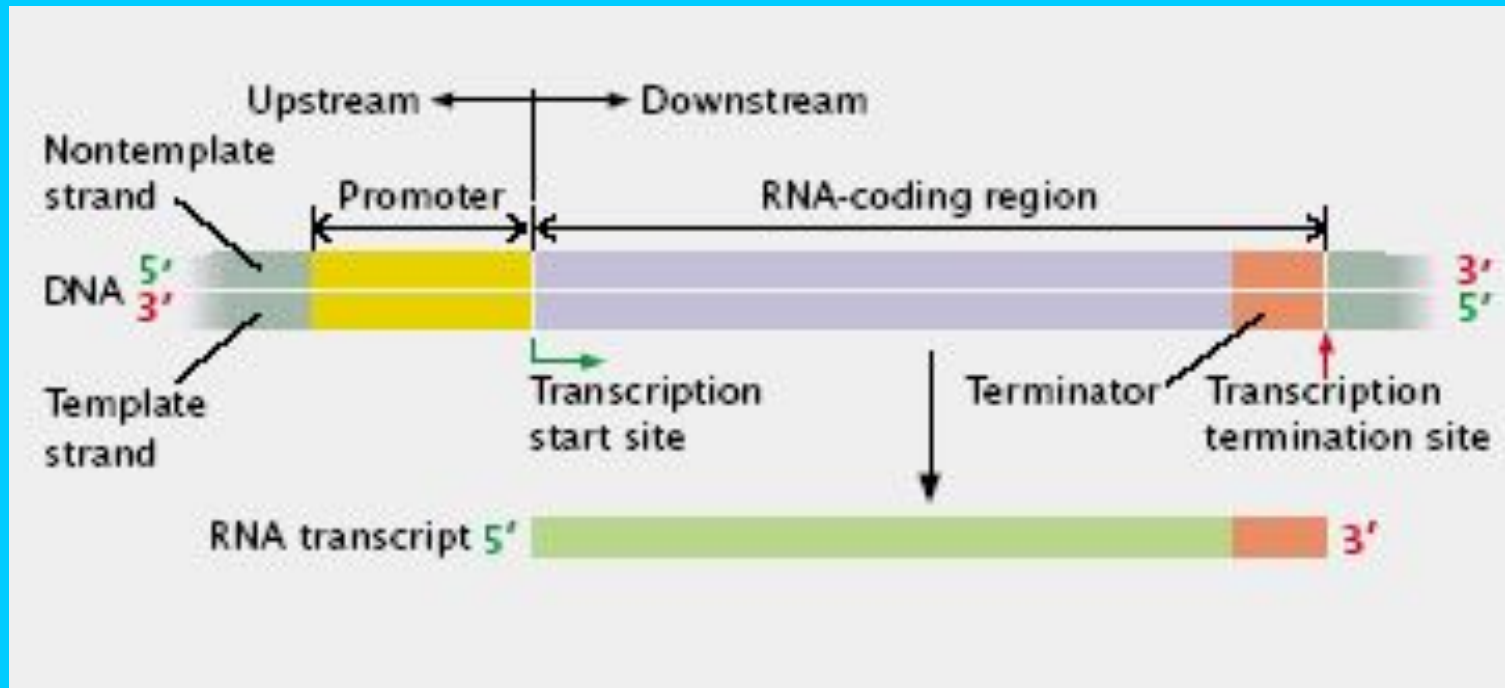




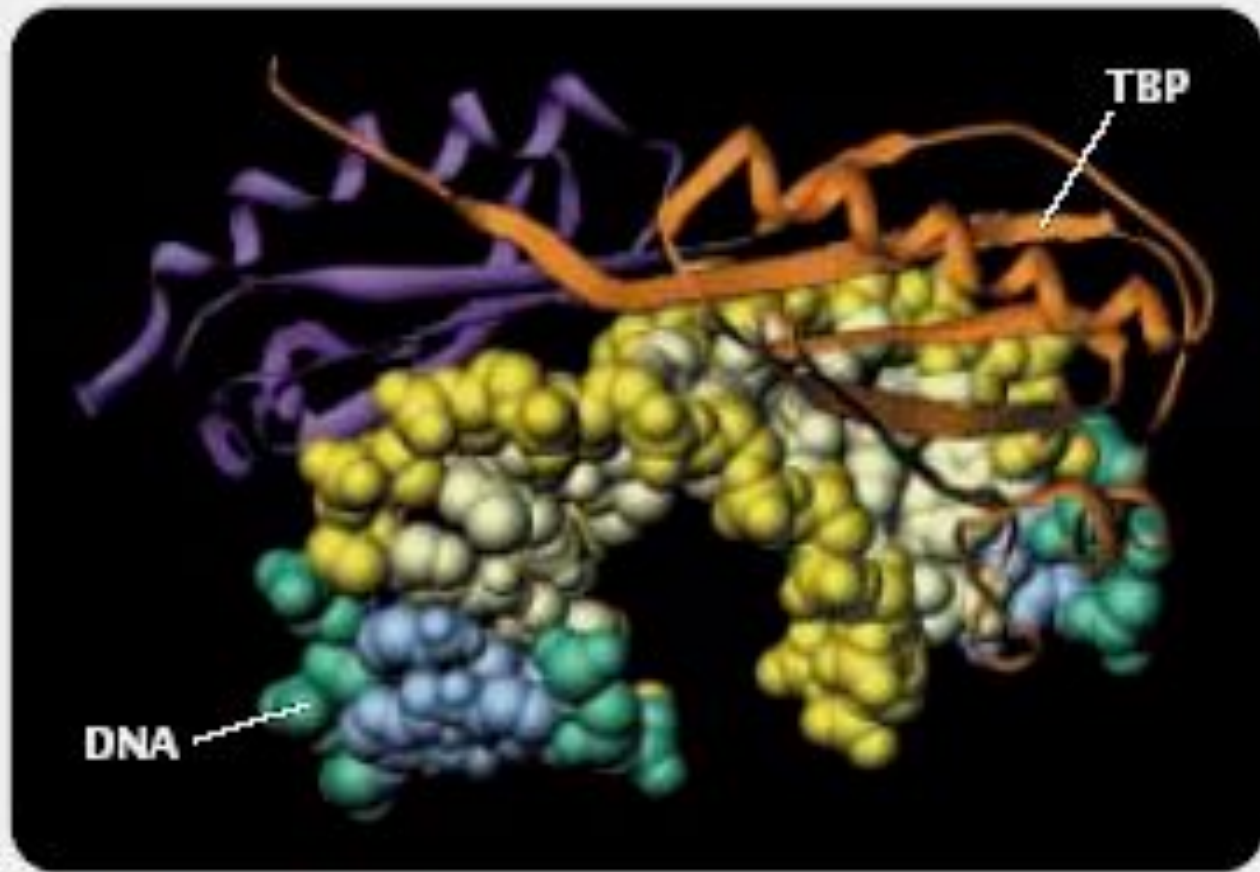
Элонгация – последовательное наращивание цепи РНК. При этом необходим разрыв водородных связей. В это время работает core-фермент. Он сначала переводит В форму в А, в которой есть внутренняя пустота, облегчающая элонгацию, разрыв водородных связей происходит на очень небольшом участке – 6 п.н.



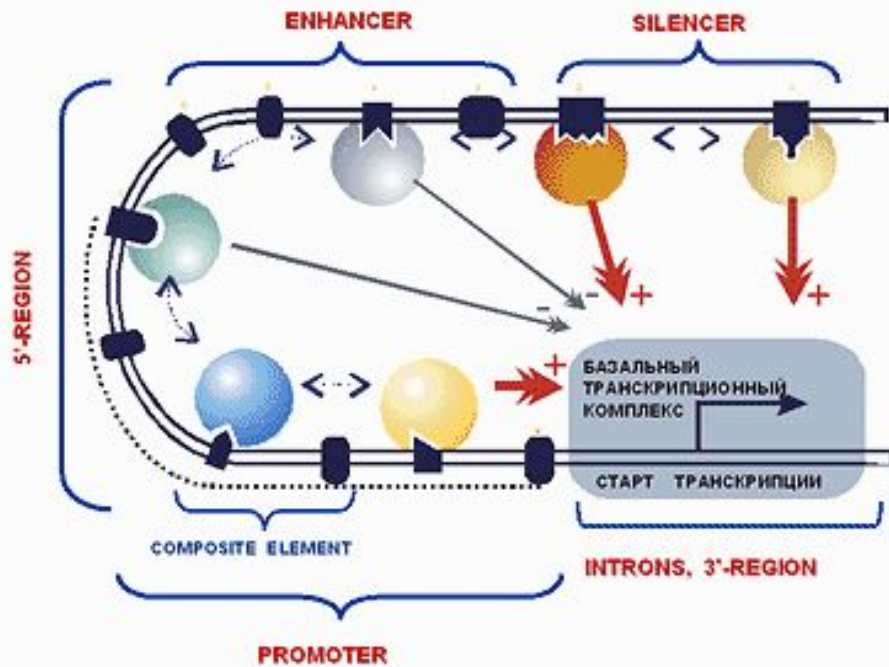
Терминация- в терминаторе имеются Г-Ц богатые участки – палиндромы. Дойдя до палиндрома, РНК-полимераза не останавливается, а считывает его. После этого копия палиндрома в РНК складывается в шпильку а фермент сваливается с ДНК



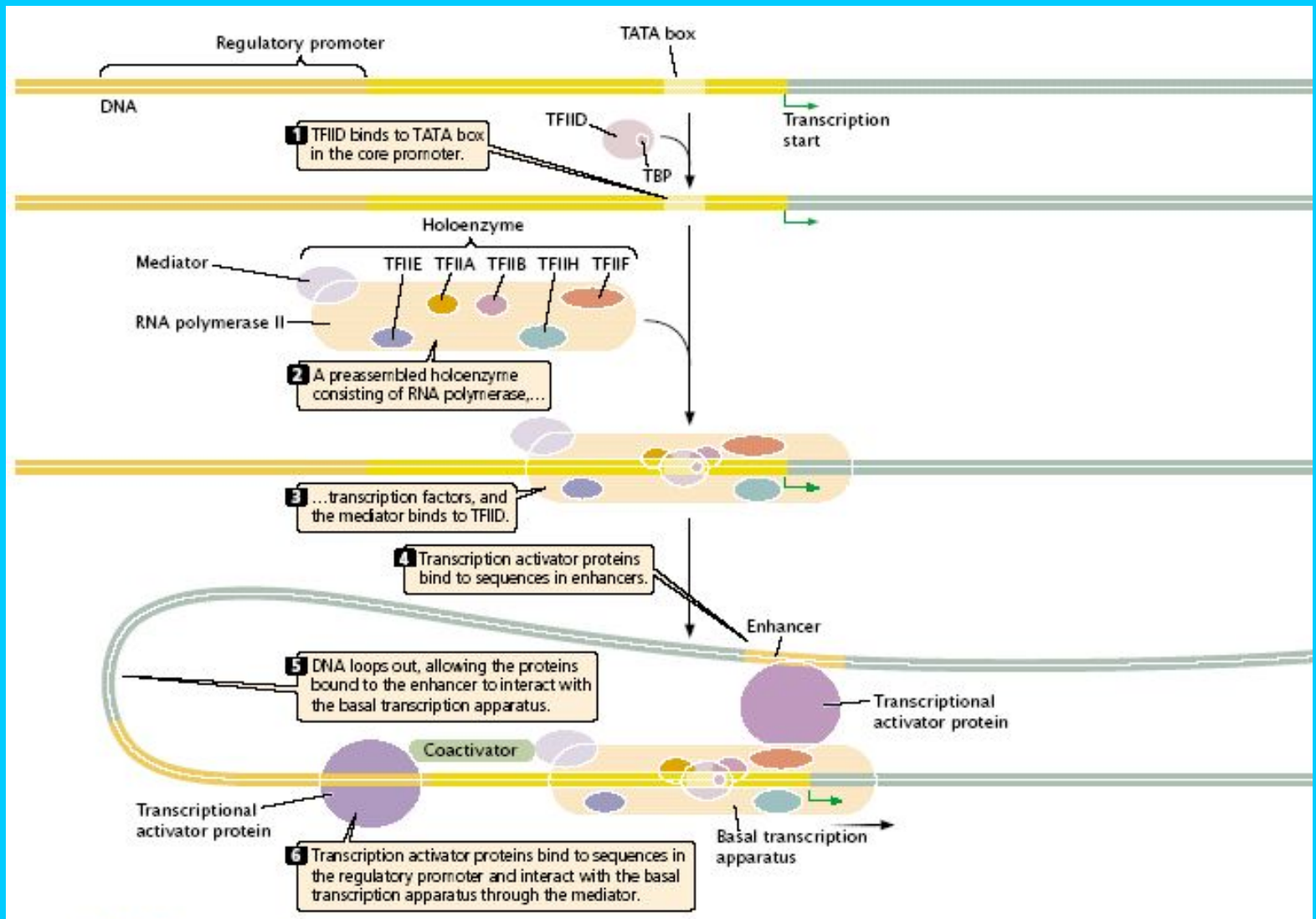
**Транскрипционная единица эукариот**



**13.18** The TATA-binding protein (TBP) binds to the minor groove of DNA, straddling the double helix of DNA like a saddle.



1 Энхансеры  
2 Сайленсеры



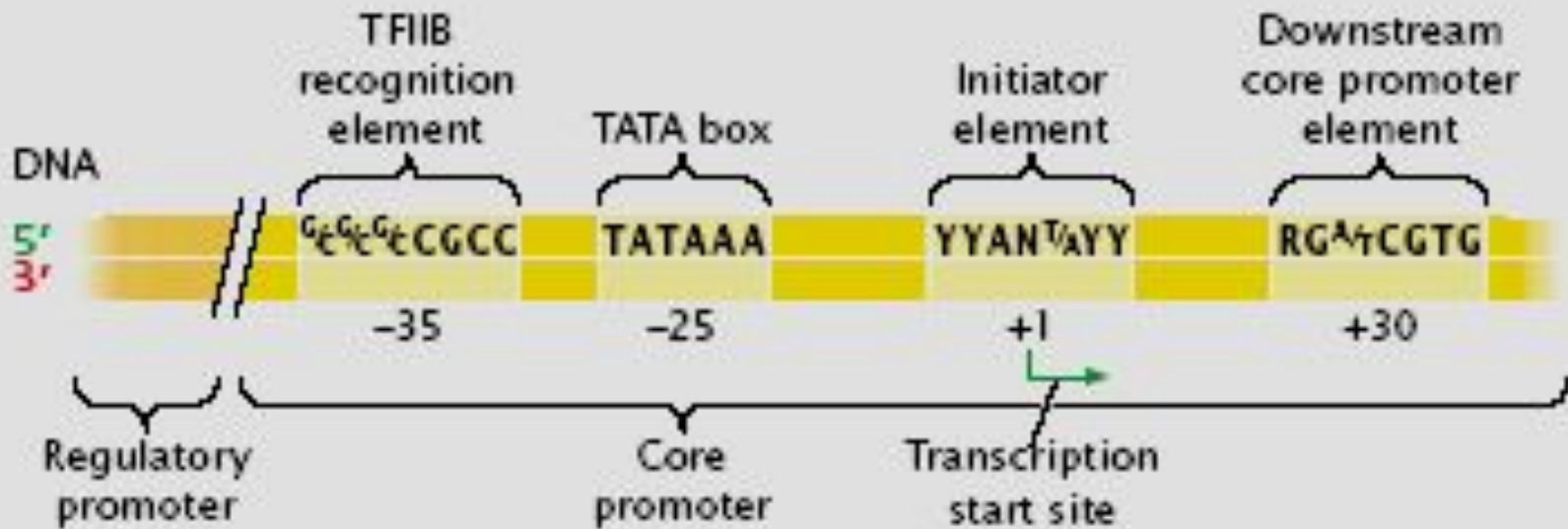
## Инициация транскрипции у эукариот





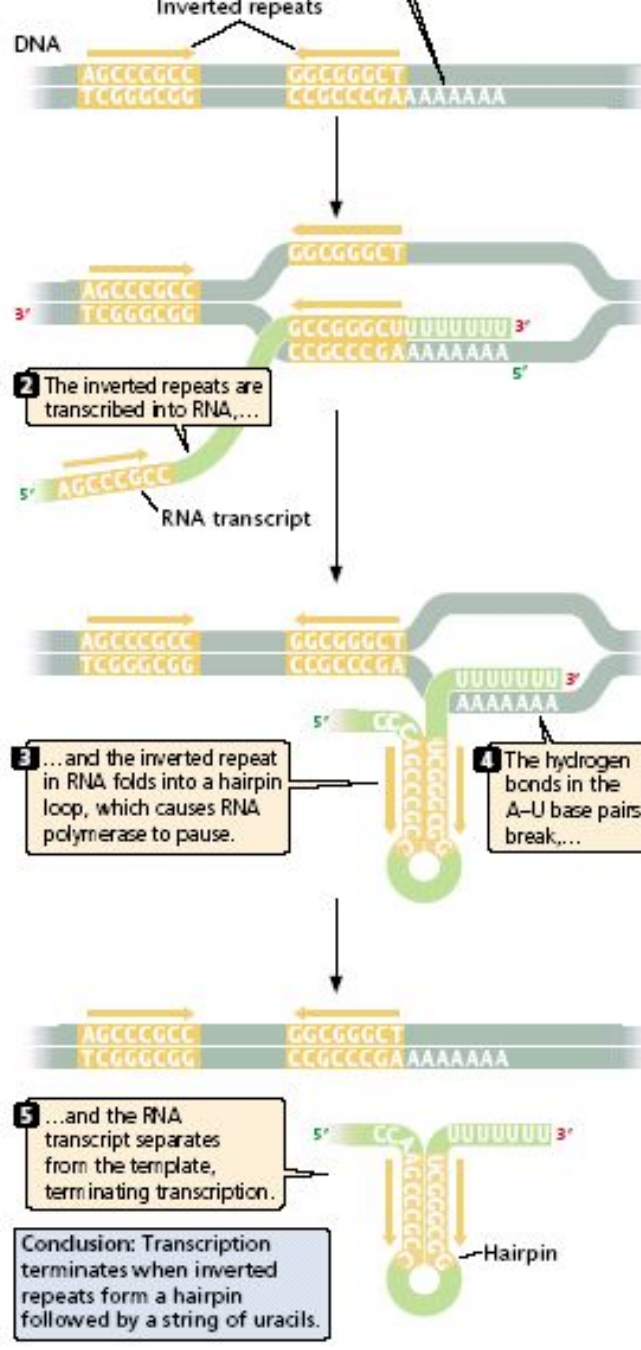
# Разнообразие РНК-полимераз в эукариотических клетках

Type	Transcribes
RNA polymerase I	Large rRNAs
RNA polymerase II	Pre-mRNA, some snRNAs, snoRNAs
RNA polymerase III	tRNAs, small rRNA, snRNAs



**Структура эукариотического промотора**

# Терминация транскрипции



**Грибы,  
Amanita,  
содержащие яд  
Аманитин, оста-  
навливающий  
Транскрипцию  
РНК-полимераза  
II –очень  
чувствительна, III  
– менее, I -  
нечувствительна**

