

# *Оперонные системы регуляции*

## *Лактозный оперон*

*Подготовил:  
Проверил:*

# Содержание

- Введение
- Группы генов
- Строение гена
- Виды оперонов
- Лактозный оперон.
- Схема строения lac-оперона
- Структурные гены участвующие в метаболизме лактозы
- Негативная регуляция транскрипции lac-оперона
- Позитивная регуляция транскрипции lac-оперона
- Схема позитивной регуляции транскрипции лактозного оперона
- Транскрипция
- Вывод

# Введение

Первым и главным элементом контроля реализации потока генетической информации на пути от ДНК к белку у всех организмов является контроль на уровне транскрипции. Регуляция транскрипции у прокариот обычно охватывает группу генов, кодирующих функционально родственные белки, участвующие в осуществлении связанных между собой химических превращений в клетке. Такими белками обычно являются ферменты. Группа согласовано регулируемых генов, кодирующих эти ферменты, называется *опероном*.

# Группы генов

Все гены организма можно разделить на две большие группы: структурные (конститутивные) и функциональные (индуцибельные).

*Конститутивные гены* постоянно включены: они функционируют на всех стадиях онтогенеза и во всех тканях. К конститутивным относятся гены, кодирующие тРНК, рРНК, ДНК-полимеразы, РНК-полимеразы, белки-гистоны, белки рибосом и т.д. Это гены без которых клетки не могут существовать.

*Индучибельные гены* функционируют в разных тканях на определенных этапах онтогенеза, они могут включаться и выключаться, их активность может регулироваться по принципу «больше или меньше». Это тканеспецифичные гены, которые часто являются несущественными. Включение индуцибельных генов называется *индукцией*, а выключение – *репрессией*. Регуляцию активности генов производят *молекулярно-генетические системы управления*.

# Группы генов по функциям

**Структурные  
(конститутивные)**

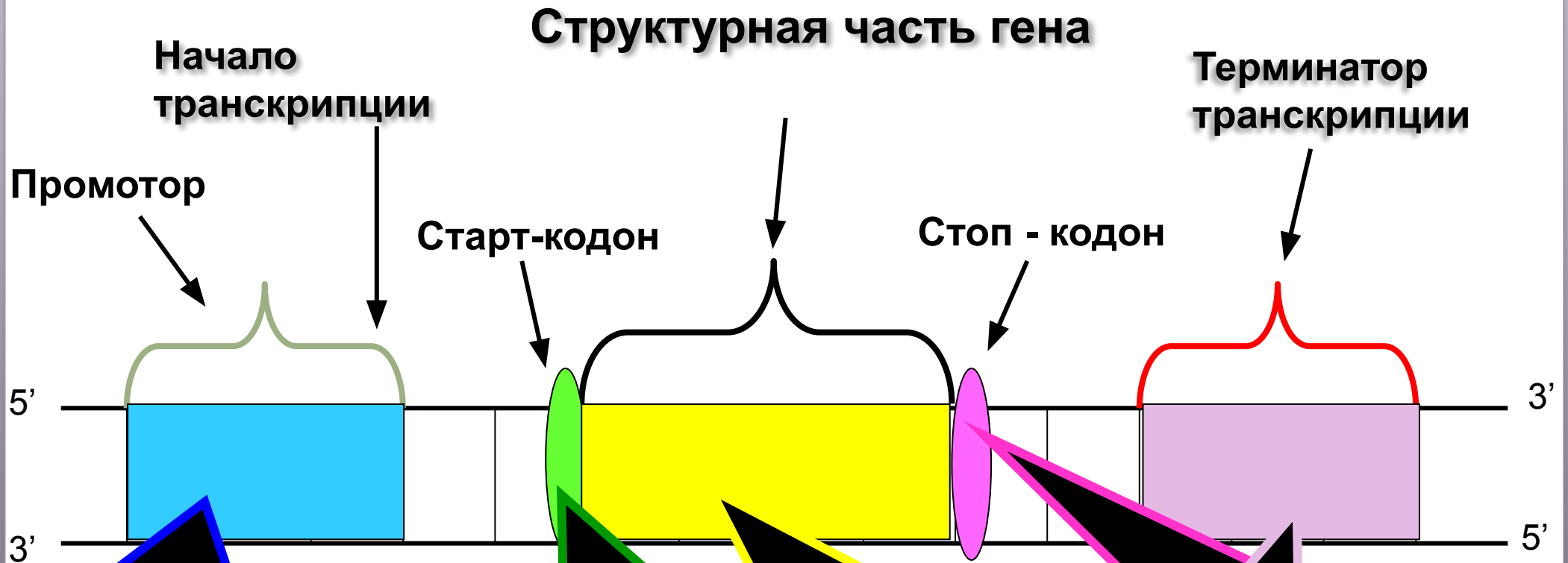
(белки ферменты,  
гистоны,  
последовательность  
нуклеотидов в РНК)

**Функциональные  
(индуцибельные)**

**Гены –модуляторы:  
ингибиторы,  
интенсификаторы,  
интеграторы,  
модификаторы.**

**Гены –  
регуляторы,  
регулирующие  
работу  
структурных  
генов.**

# Строение гена



Участок с ферментом полимеразы транскрипции

Триплет ТАЦ в ДНК и АУГ в РНК инициирующий начало синтеза белка

Участок, кодирующий последовательность аминокислот в белке.

Триплет кодон

бессмысленные на которых

Участок, сигнализирующий о прекращении транскрипции

# Виды оперонов

*Оперон* — это тесно связанная последовательность структурных генов, определяющих синтез группы белков, которые участвуют в одной цепи биохимических преобразований. К наиболее хорошо изученным оперонам бактерий относят:

- *Лактозный (lac)-оперон*
- *Галактозный (gal)-оперон*
- *Триптофановый (trp)-оперон*

Рассмотрим механизмы регуляции активности генов на примере лактозного оперона кишечной палочки.

# *Лактозный оперон*

*Оперон* – участок бактериальной хромосомы, включающий следующие участки

ДНК: *P* – промотор, *O* – оператор, *Z*, *Y*, *A* – структурные гены, *T* –терминатор. (В состав других оперонов может входить до 10 структурных генов.)

*Промотор* – место присоединения РНК- полимеразы.

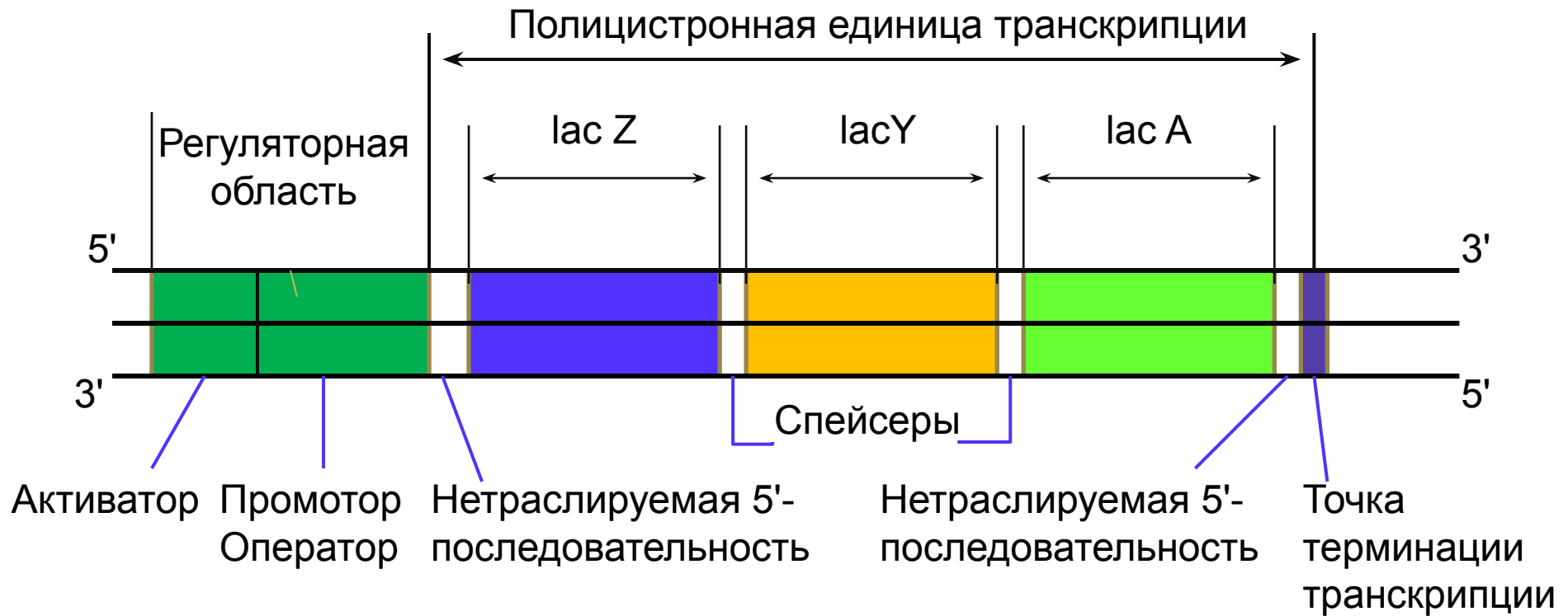
*Оператор* – участок оперона, к которому присоединяются белки-репрессоры или активаторы транскрипции.

*Структурные гены* – гены кодирующие ферменты, участвующие в метаболизме лактозы.

*Терминатор* служит для отсоединения РНК-полимеразы после окончания синтеза иРНК, соответствующей ферментам *Z*, *Y*, *A*, необходимым для усвоения лактозы.



# Схема строения *lac*-оперона



# Структурные гены участвующие в метаболизме лактозы

Ген lac Z

Кодирует фермент  $\beta$ -галактозидазу, расщепляющий  $\beta$ -галактозиды, в частности лактозу, с образованием моносахарида – глюкозы.

Ген lac Y

Кодирует  $\beta$ -галактозидтрансферазу (пермеазу), фермент необходимый для проникновения  $\beta$ -галактозидов через клеточную мембрану.

Ген lac A

Кодирует фермент  $\beta$ -галактозидтрансферазу, функциональная роль которого до конца не выяснена.

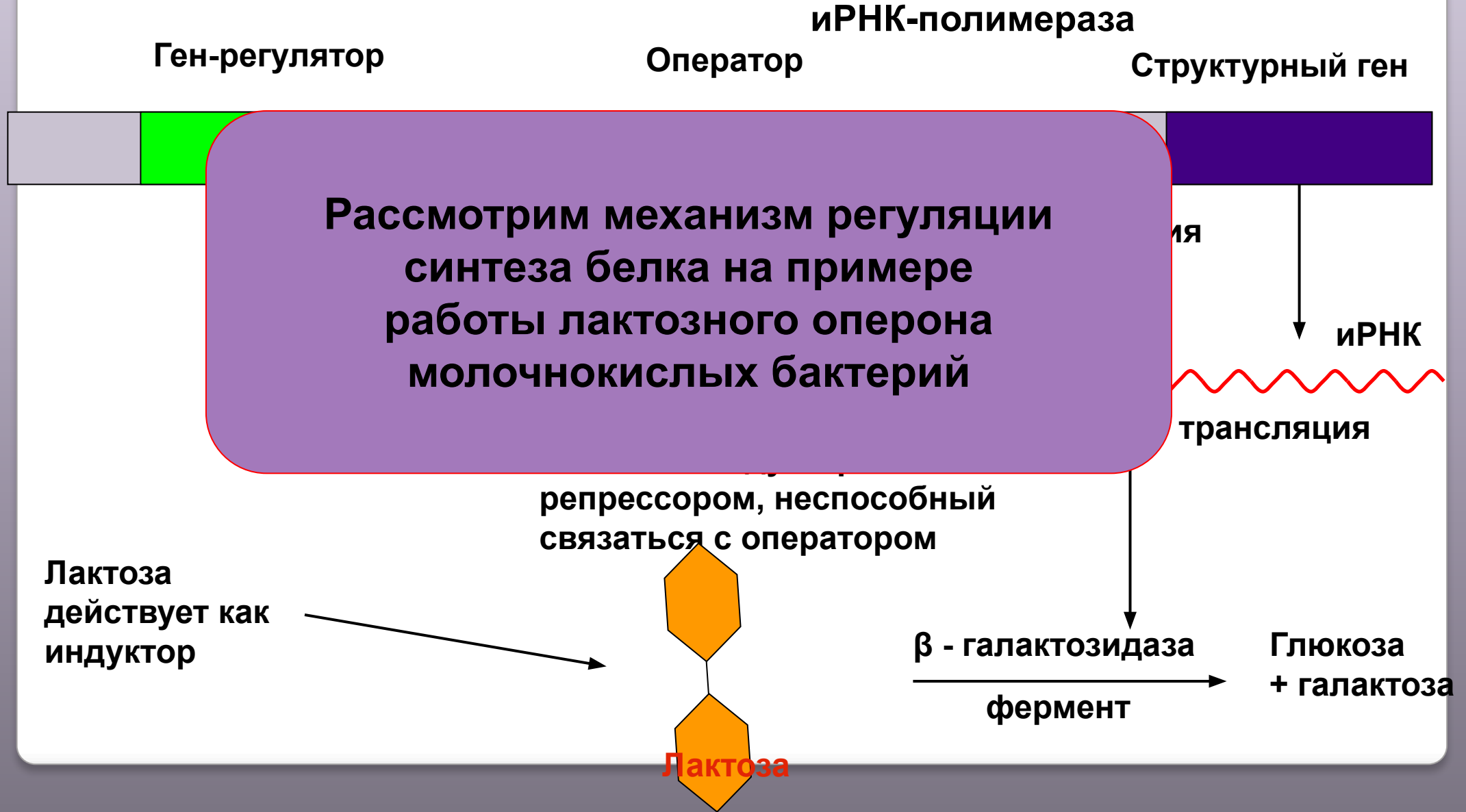
## Негативная регуляция транскрипции *lac*-оперона

Оператор – это область с которой взаимодействует белок-репрессор. Сам *lac*-репрессор является продуктом экспрессии соответствующего гена (*i*-гена) и содержится у *E. coli* в количестве не более 10 молекул на 1 клетку. Активная форма *lac*-репрессора представляет собой гомотетрамер, который связывается с зоной оператора и блокирует действие РНК-полимеразы. Такая *негативная регуляция* транскрипции наблюдается при достаточной концентрации глюкозы в клетке и в отсутствии избытка лактозы.

## *Позитивная регуляция транскрипции lac-оперона*

При избытке лактозы её молекулы связываются с субъединицами репрессора с образованием репрессор-индукторного комплекса, в котором индуктор (лактоза) выступает в роли аллостерического регулятора, изменяющего конформацию белка-репрессора, что ведёт к инактивации последнего. У инактивированного репрессора резко снижается сродство к зоне оператора, в результате чего репрессор отсоединяется от промотора, открывая «вход» для РНК-полимеразы. Вслед за этим начинается транскрипция оперона, а затем и синтез ферментов, метаболизирующих лактозу.

# Схема позитивной регуляции транскрипции лактозного оперона



# Транскрипция

[ Playing ]



## Выводы

Как происходит работа оперона молочно-кислых бактерий?

Процесс взаимодействия генов, входящих в оперон и гена регулятора.

Как действуют гены в работе оперона?