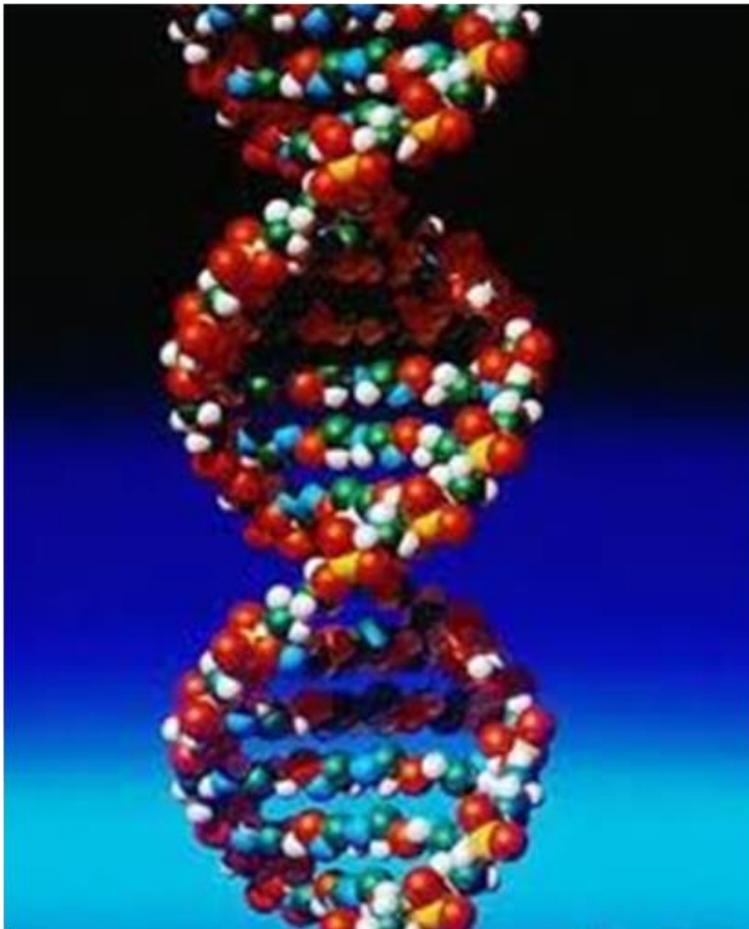


Молекулярные основы наследственности



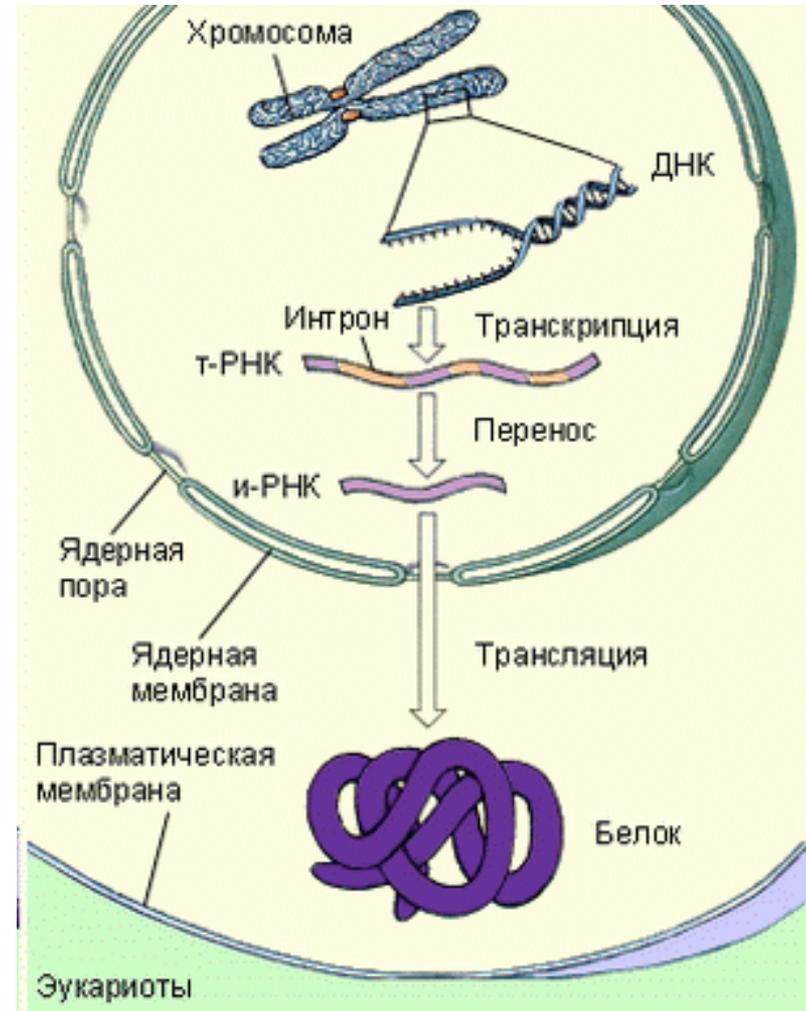
Реализация
генетической
информации

План:

1. Доказательства химической природы гена
2. Строение молекулы ДНК
3. Механизм репликации ДНК
4. Реализация генетической информации:
биосинтез белка в клетке.
 - а) механизм транскрипции
 - Б) процессинг
 - В) генетический код и его свойства
 - Г) трансляция: этапы, механизм

Биосинтез белка

- Последовательность расположения **аминокислот** в белке определяется последовательностью **нуклеотидов** в ДНК.
- **Ген** - участок ДНК, содержащий информацию о первичной структуре одной белковой молекулы
- Процесс биосинтеза белка можно назвать реализацией генетической информации



Этапы биосинтеза белка

- Синтез белка осуществляется по схеме

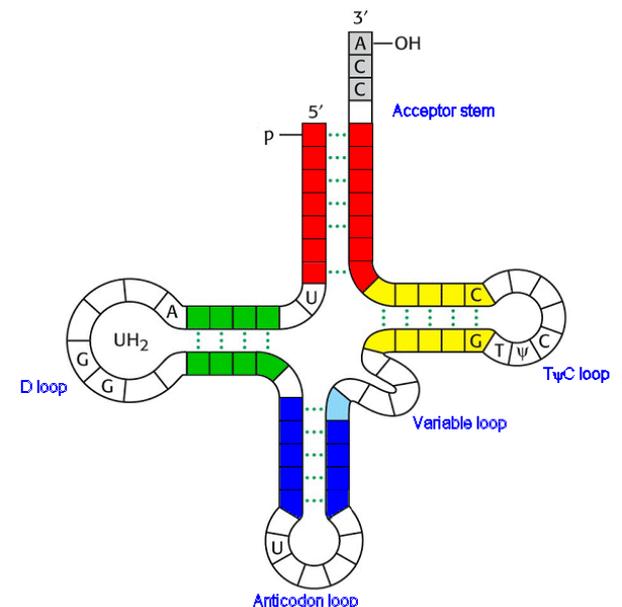
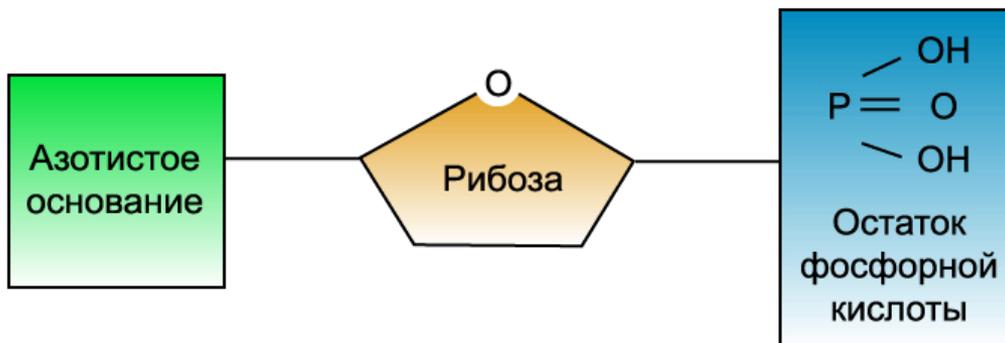
1 2

ДНК → РНК → белок

- Биосинтез белка включает два этапа: транскрипцию (1) и трансляцию (2).

РНК

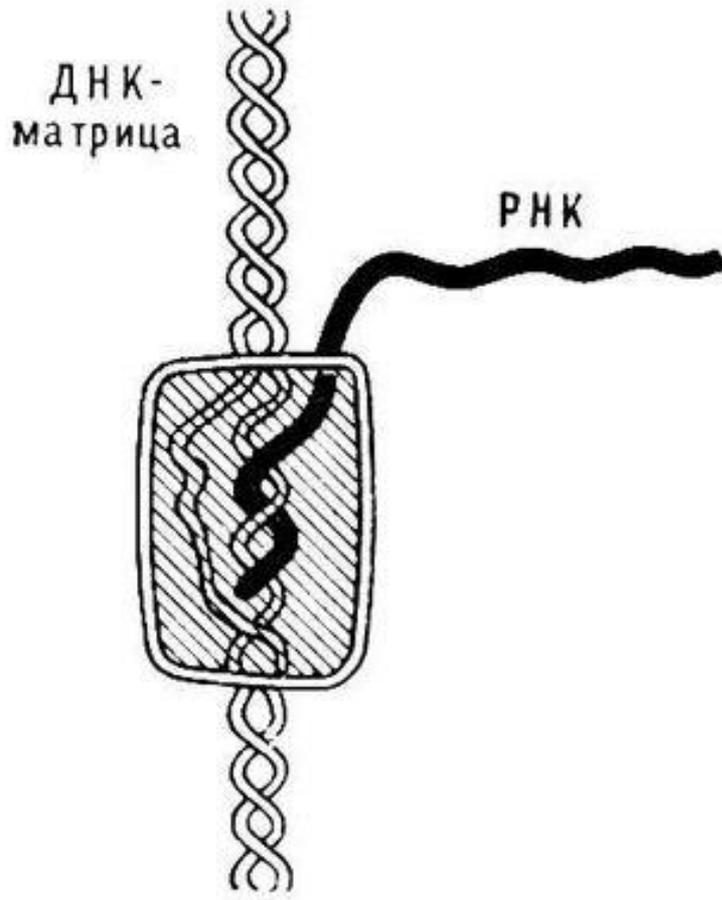
- нуклеотид содержит **рибозу**
- Состоит из одной нуклеотидной цепи
- вместо **тимина** в состав РНК входит **урацил** (Принцип комплементарности: А-У, Г-Ц)



РНК

- В биосинтезе белка принимает участие три вида РНК:
- ***и-РНК (мРНК) – информационная (матричная).*** Содержит информацию о первичной структуре белка.
- ***р-РНК – рибосомная.*** Входит в состав рибосом
- ***т-РНК – транспортная.*** Транспортирует аминокислоты к рибосомам.
- Все виды РНК синтезируются путем реакций матричного синтеза на ДНК по принципу ***комплементарности.*** Этот процесс переписывания информации с ДНК на РНК называется ***транскрипцией.***

Транскрипция



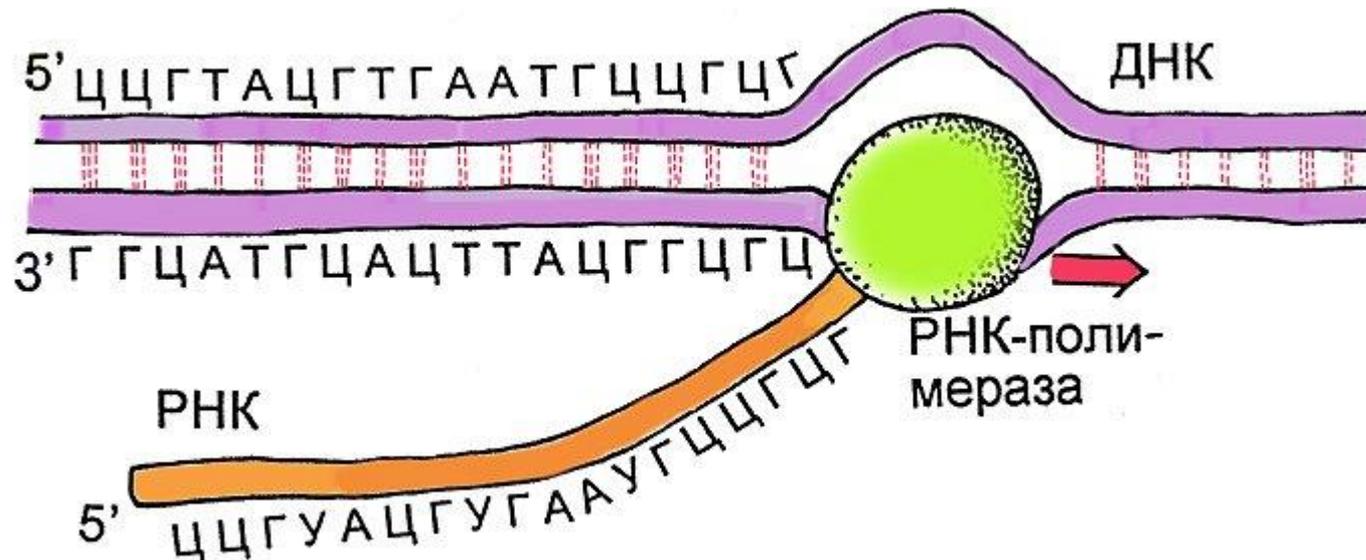
Этапы:

- 1. Инициация**
- 2. Элонгация**
- 3. Терминация**
- 4. Процессинг
(Модификация)**

Механизм транскрипции

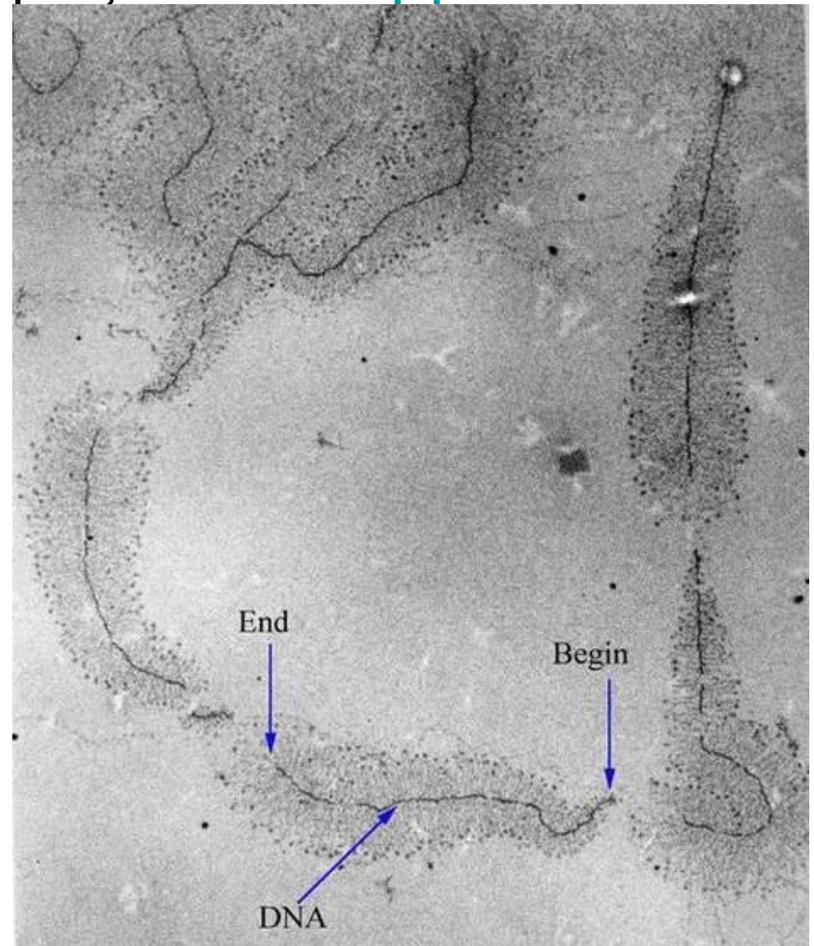
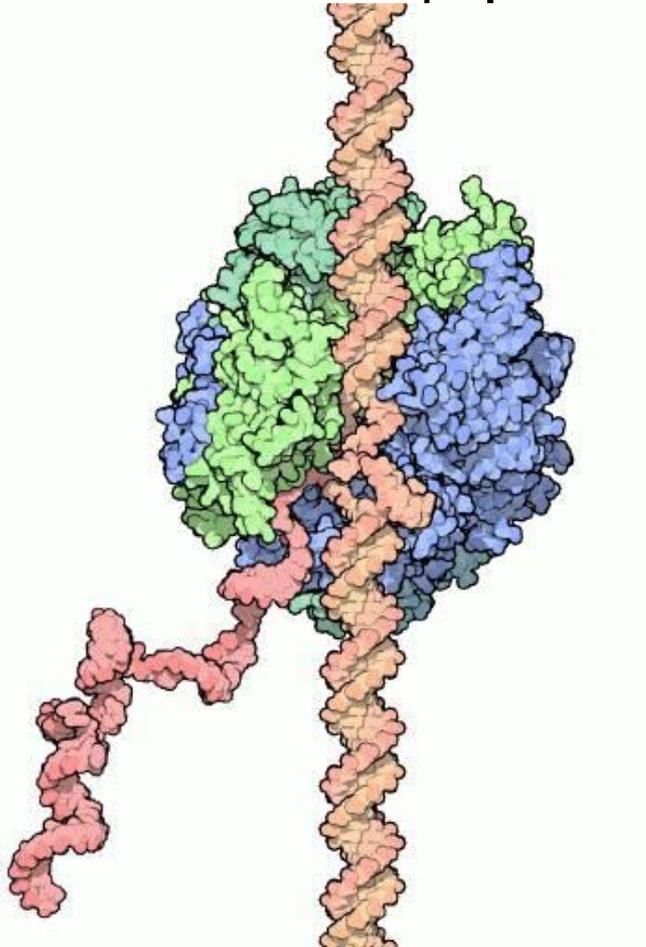
Механизм транскрипции сходен с механизмом репликации ДНК. Фермент **РНК-полимераза** узнает специальную последовательность нуклеотидов - **промотор**, взаимодействует с ним (этап инициации) и начинает синтез РНК по принципу комплементарности (этап элонгации). Синтез заканчивается, когда РНК-полимераза доходит до терминатора (этап терминации).

Синтез РНК идет только на одной цепи ДНК.



Транскрипция

(фотография под [трансмиссионным электронным микроскопом](#)). Begin — начало транскрипции, End — конец транскрипции, DNA — [ДНК](#).



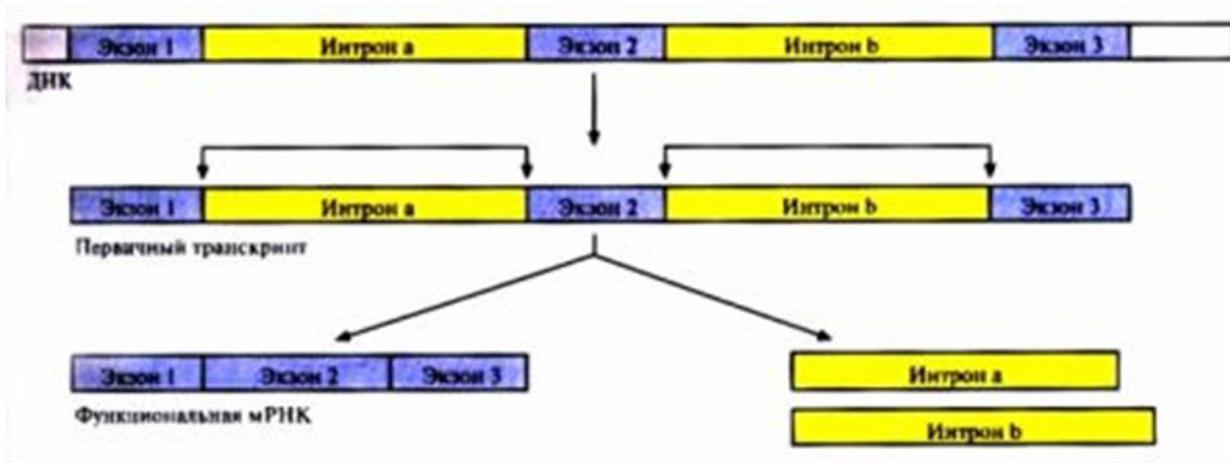
Участок ДНК, участвующий в одном акте транскрипции называется

транскриптон.

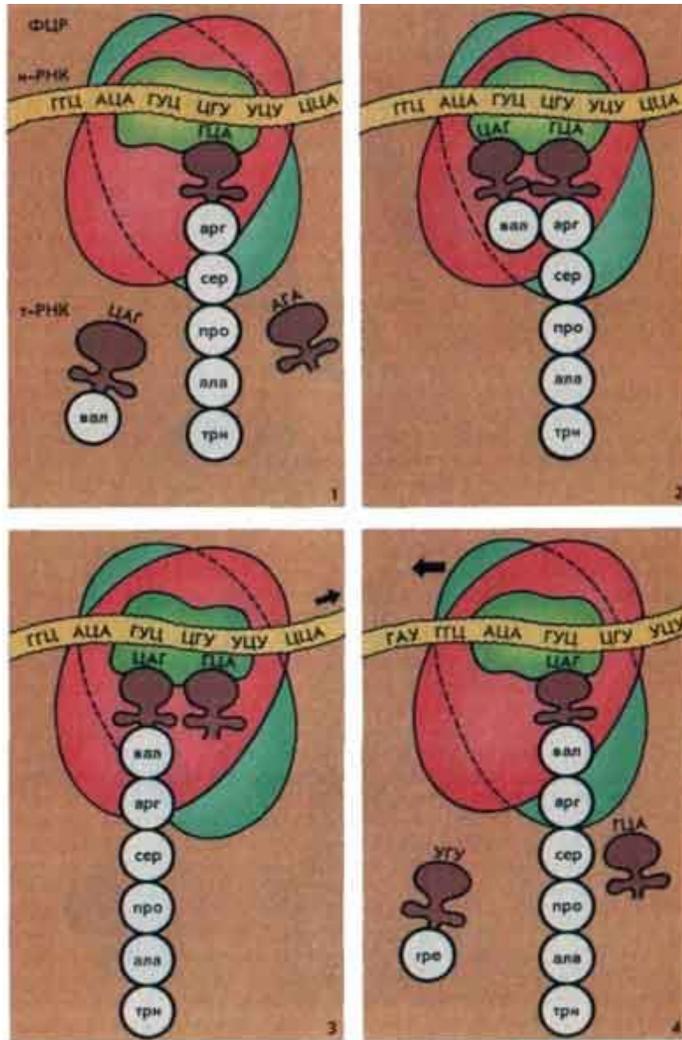
Промотор	Оператор	Структурный ген					терминатор
		экзон	интрон	экзон	интрон	экзон	

Процессинг- созревание пре-иРНК

- Синтезированная в ходе транскрипции РНК является незрелой (не может участвовать в трансляции) и называется **пре-иРНК (про-иРНК)** кроме участков, несущих информацию (**экзоны**), содержит участки, не несущие информации (**интроны**). В ходе **процессинга** происходит вырезание интронов и сшивание экзонов (**сплайсинг**). Кроме сплайсинга в ходе процессинга происходит защита концевых участков иРНК. К «головному» (5 конец) концу присоединяется **кэп-структура** (ГТФ – гуанозинтрифосфат), а к «хвостовому» концу (3 концу) – **поли-А** (множество адениловых нуклеотидов). В таком виде зрелая иРНК поступает из ядра в цитоплазму.



Трансляция



- это непосредственная сборка молекулы белка из аминокислот, или перевод информации с языка нуклеотидов иРНК на язык аминокислот молекулы белка.

Генетический (биологический) КОД

- *Это система записи информации об аминокислотной последовательности белка с помощью нуклеотидной последовательности ДНК или РНК.*

Свойства генетического кода:

- 1. Триплетность** – одну АМК кодируют три последовательно расположенных нуклеотида – триплет (или кодон).
- 2. Избыточность (вырожденность)** – в состав белка входит 20 аминокислот, а число возможных триплетов из четырех разных нуклеотидов $4^3 = 64$, то есть каждая АМК кодируется несколькими триплетами, которые обычно различаются по последнему нуклеотиду.

Первый нуклеотид кодона	Второй нуклеотид кодона								Третий нуклеотид кодона
	У		Ц		А		Г		
У	УУУ	Фен	УЦУ	Сер	УАУ	Тир	УГУ	Цис	У
	УУЦ		УЦЦ		УАЦ		УГЦ		Ц
	УУА	Лей	УЦА		УАА	**	УГА	**	А
	УУГ		УЦГ		УАГ	**	УГГ	Три	Г
Ц	ЦУУ	Лей	ЦЦУ	Про	ЦАУ	Гис	ЦГУ	Арг	У
	ЦУЦ		ЦЦЦ		ЦАЦ		ЦГЦ		Ц
	ЦУА		ЦЦА		ЦАА	Глн	ЦГА		А
	ЦУГ		ЦЦГ		ЦАГ		ЦГГ		Г
А	АУУ	Иле	АЦУ	Тре	ААУ	Асн	АГУ	Сер	У
	АУЦ		АЦЦ		ААЦ		АГЦ		Ц
	АУА		АЦА		ААА	Лиз	АГА	А	
	АУГ*	Мет	АЦГ		ААГ		АГГ	Арг	Г
Г	ГУУ	Вал	ГЦУ	Ала	ГАУ	Асп	ГГУ	Гли	У
	ГУЦ		ГЦЦ		ГАЦ		ГГЦ		Ц
	ГУА		ГЦА		ГАА	Глу	ГГА		А
	ГУГ		ГЦГ		ГАГ		ГГГ		Г

- 3. Однозначность (специфичность)** – каждому триплету соответствует только одна АМК.

Свойства генетического кода

4. Неперекрываемость – информация начинает считываться с определенной точки, и каждый нуклеотид входит только в один триплет.

ДНК



5. Непрерывность - отсутствие запятых. Триплеты никак не отделены друг от друга. При выпадении нуклеотида его место занимает следующий. Происходит сдвиг рамки считывания (генная мутация).

6. Коллинеарность – точное соответствие последовательности расположения триплетов в ДНК и АМК в белке.

ДНК



иРНК



кодон 1 кодон 2 кодон 3 кодон 4 кодон 5 кодон 6 кодон 7

белок



Мутация: выпадение нуклеотида

иРНК



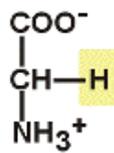
codon 1 codon 2 codon 3 codon 4 codon 5 codon 6 codon 7

белок

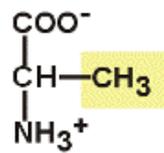


7. Универсальность – генетический код одинаковый у всех живых организмов, то есть одни и те же триплеты кодируют одни и те же аминокислоты.

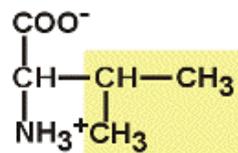
Первый нуклеотид кодона	Второй нуклеотид кодона								Третий нуклеотид кодона
	У	Ц	А	Г	У	Ц	А	Г	
У	УУУ	Фен	УЦУ	Сер	УАУ	Тир	УГУ	Цис	У
	УУЦ		УЦЦ		УАЦ		УГЦ		Ц
	УУА	Лей	УЦА		УАА	**	УГА	**	А
	УУГ		УЦГ		УАГ	**	УГГ	Три	Г
Ц	ЦУУ	Лей	ЦЦУ	Про	ЦАУ	Гис	ЦГУ	Арг	У
	ЦУЦ		ЦЦЦ		ЦАЦ		ЦГЦ		Ц
	ЦУА		ЦЦА		ЦАА	ЦГА	А		
	ЦУГ		ЦЦГ		ЦАГ	ЦГГ	Г		
А	АУУ	Иле	АЦУ	Тре	ААУ	Асн	АГУ	Сер	У
	АУЦ		АЦЦ		ААЦ		АГЦ		Ц
	АУА		АЦА		ААА	АГА	А		
	АУГ*	Мет	АЦГ		ААГ	Лиз	АГГ	Арг	Г
Г	ГУУ	Вал	ГЦУ	Ала	ГАУ	Асп	ГГУ	Гли	У
	ГУЦ		ГЦЦ		ГАЦ		ГГЦ		Ц
	ГУА		ГЦА		ГАА	ГГА	А		
	ГУГ		ГЦГ		ГАГ	ГГГ	Г		



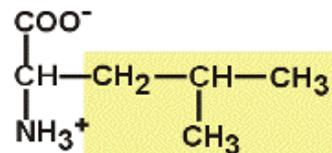
Глицин



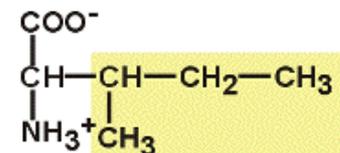
Аланин



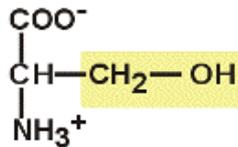
Валин



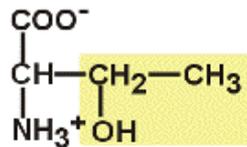
Лейцин



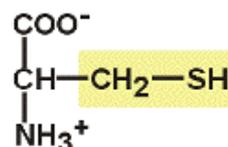
Изолейцин



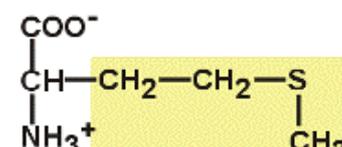
Серин



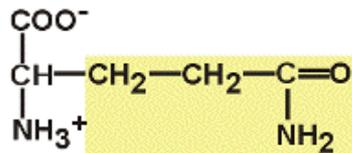
Треонин



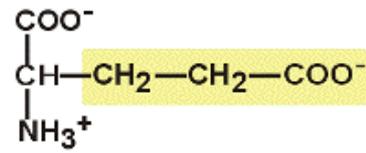
Цистеин



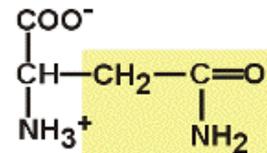
Метионин



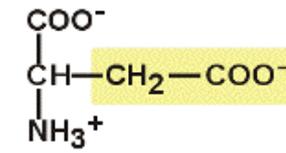
Глутамин



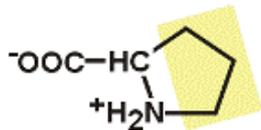
Глутаминовая кислота



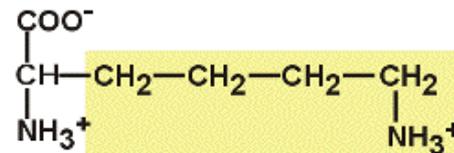
Аспарагин



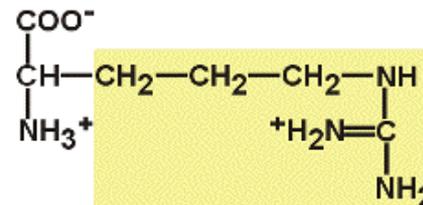
Аспарагиновая кислота



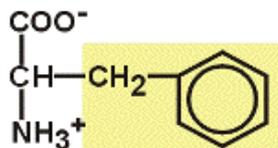
Пролин



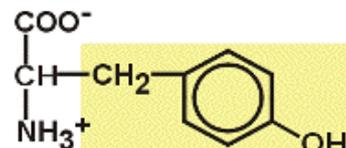
Лизин



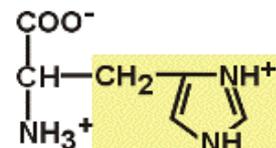
Аргинин



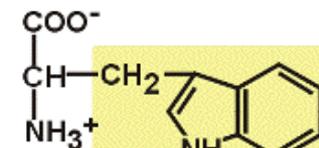
Фенилаланин



Тирозин



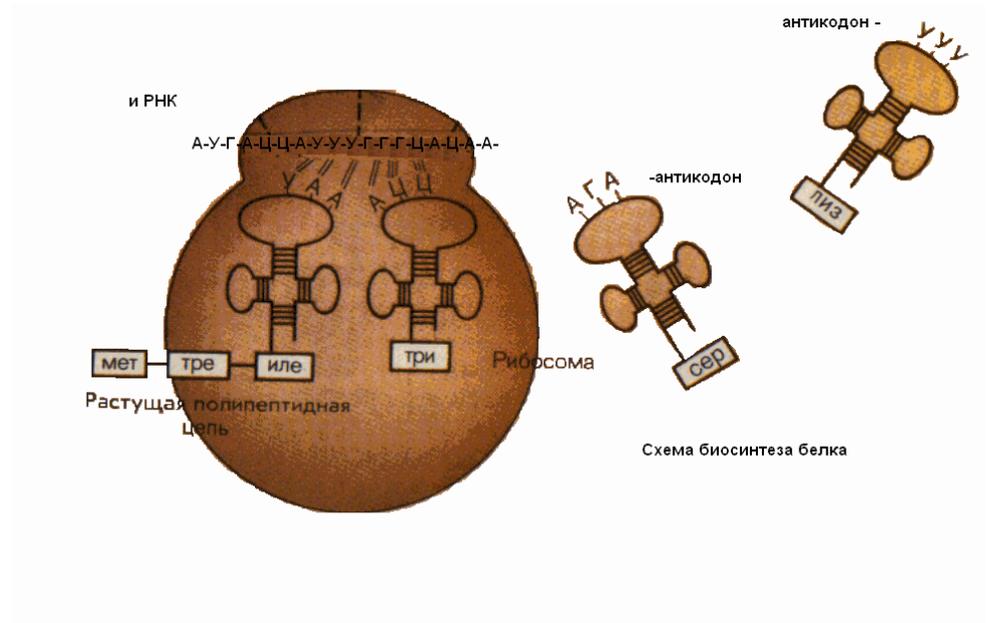
Гистидин



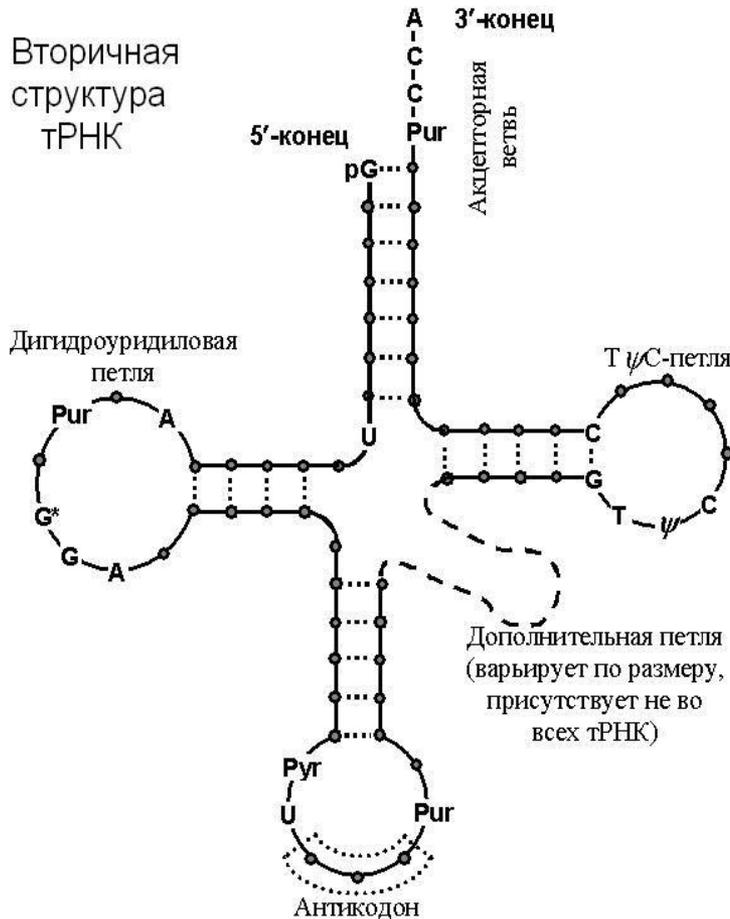
Триптофан

Трансляция

- В ней принимают участие: и-РНК, рибосомы, т-РНК, аминокислоты.
- Условно трансляцию делят на два этапа:
 1. **цитозольный**
 2. **рибосомальный.**



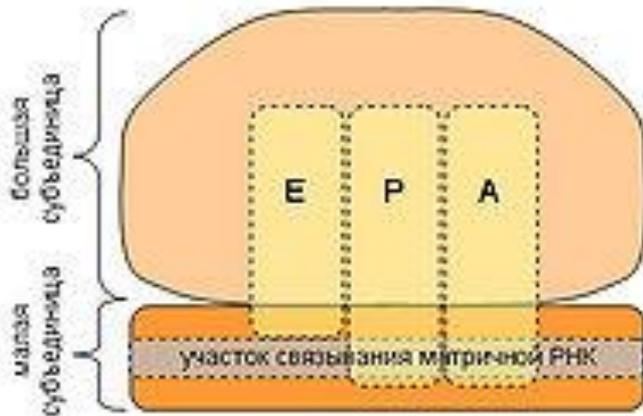
1. ЦИТОЗОЛЬНЫЙ



- заключается в активации аминокислот и их присоединении к т-РНК.
- Молекула т_рРНК имеет форму листа клевера. В ней два активных центра. Один из них – **антикодон** – Он отвечает за взаимодействие т-РНК с и-РНК и рибосомой. Второй активный центр – **акцепторная ветвь** – отвечает за взаимодействие с АМК.
- Присоединение АМК к т-РНК осуществляется с помощью специального фермента – **аминоацил-т-РНК-синтетазы**. При этом затрачивается одна молекула АТФ. Образующийся комплекс называется **аминоацил-т-РНК (а-а-тРНК)**.

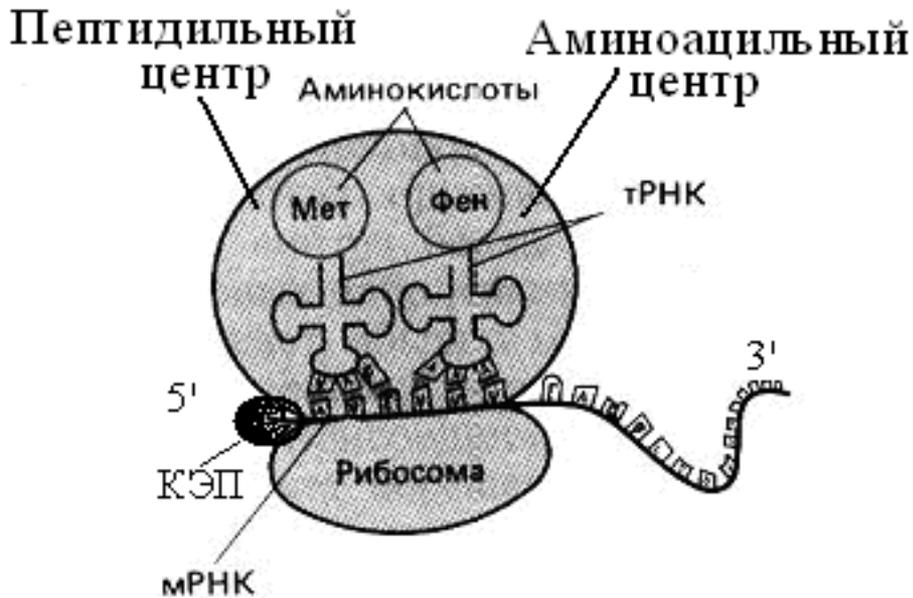
Рибосомальный этап – протекает на рибосомах.

- Схема РНК-связывающих участков рибосомы.
- **A — аминоацильный участок**
- **P — пептидный участок,**
- E — участок отсоединения тРНК от рибосомы



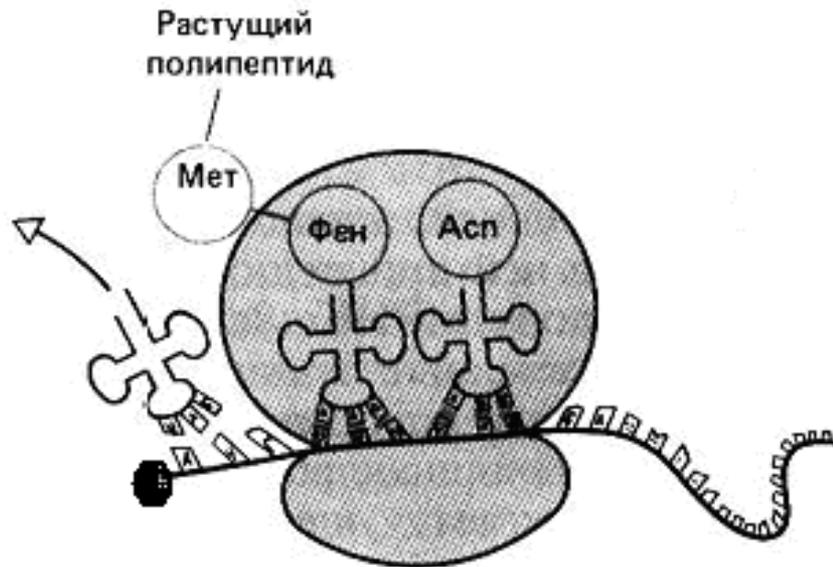
- Рибосомы – мелкие органоиды, состоящие из двух субъединиц – большой и малой.
- В рибосоме выделяют два активных центра, связывающих т-РНК:
 1. **аминоацильный (A-центр)** – отвечает за присоединение т-РНК с аминокислотой
 2. **пептидный (P-центр)** – в нем находится т-РНК с цепочкой аминокислот, связанных пептидной связью.

Инициация



- **Инициация** – образование иницирующего комплекса.
- К 5' –концу И-РНК присоединяется малая субъединица рибосомы.
- При этом стартовый кодон **АУГ** располагается в пептидильном участке рибосомы.
- Со стартовым кодоном связывается иницирующая т-РНК, несущая аминокислоту **метионин**.
- Далее к образовавшемуся комплексу присоединяется большая субъединица рибосомы. Связыванию субъединиц способствуют ионы магния.

Элонгация



- В **аминоцильный центр** рибосомы поступает т-РНК с аминокислотой. Между АМК образуется **пептидная связь** и обе АМК оказываются на второй тРНК. Рибосома делает шаг вперед. При этом происходит выбрасывание свободной тРНК. Транспортная РНК с цепочкой аминокислот переходит в **пептидильный центр** рибосомы, а в освободившийся аминоацильный центр приходит новая т-РНК с новой аминокислотой.

Терминация

Элонгация продолжается до тех пор, пока в А-центр не попадет **стоп-кодон**, не кодирующий никакую АМК. Наступает

терминация.

Образовавшийся пептид отделяется от рибосомы.

Фолдинг – приобретение белком правильной конформации (2-ая, 3-ая структура)

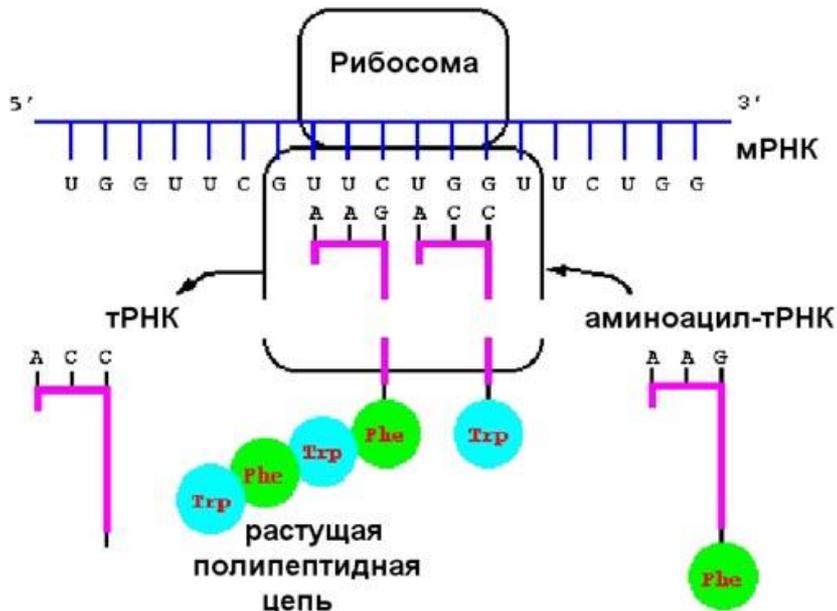
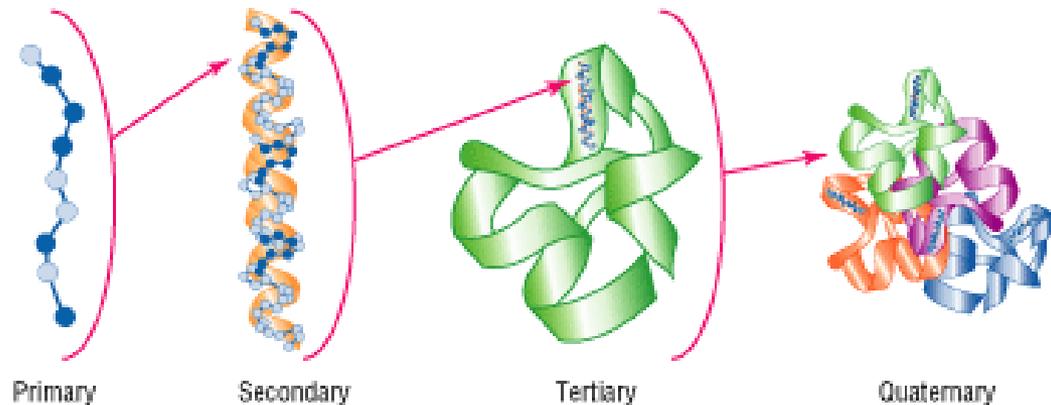
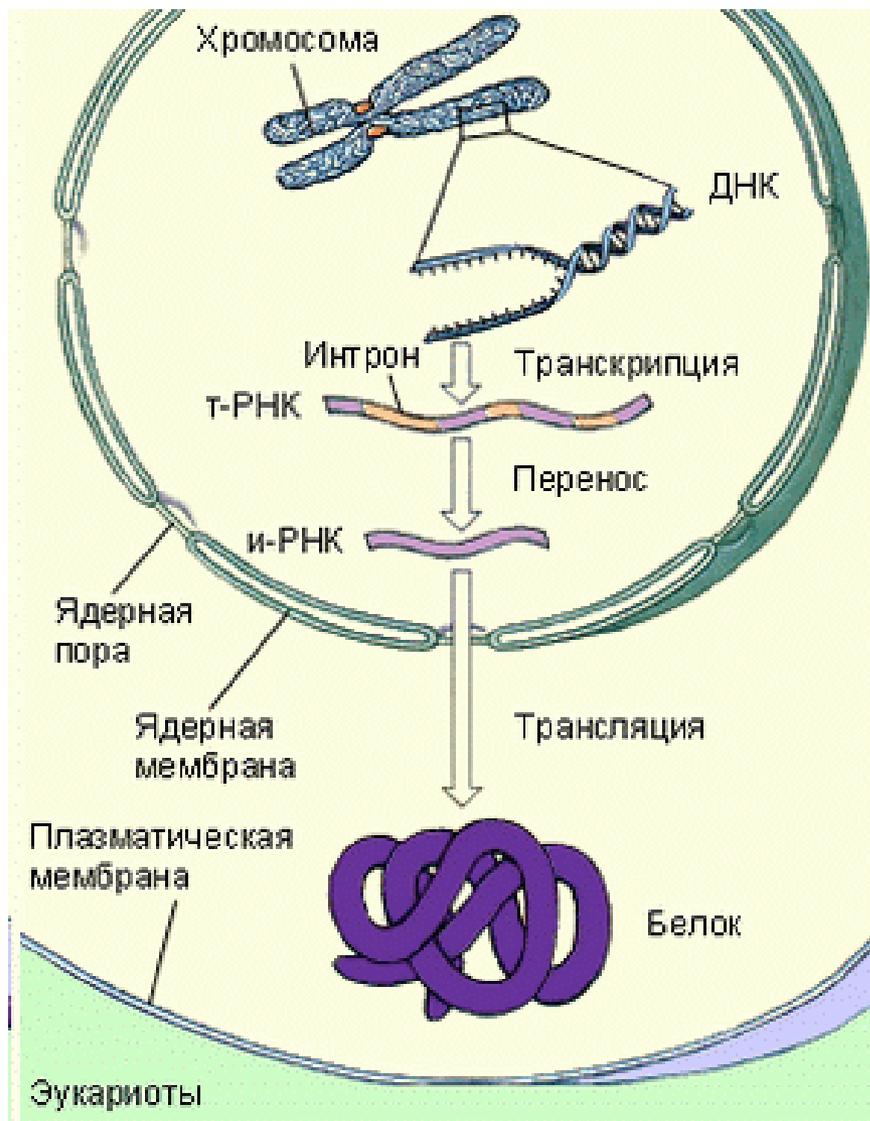


СХЕМА БИОСИНТЕЗА БЕЛКА

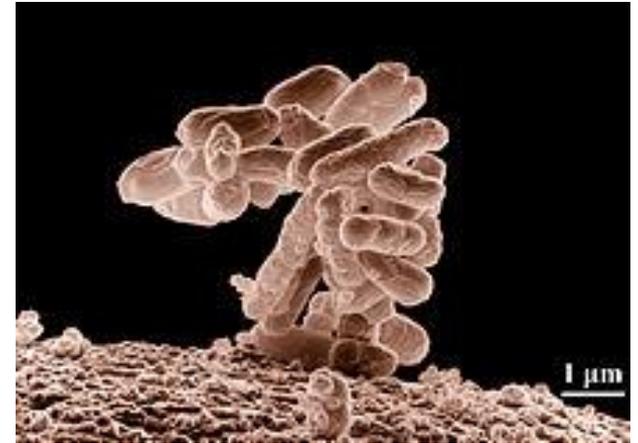




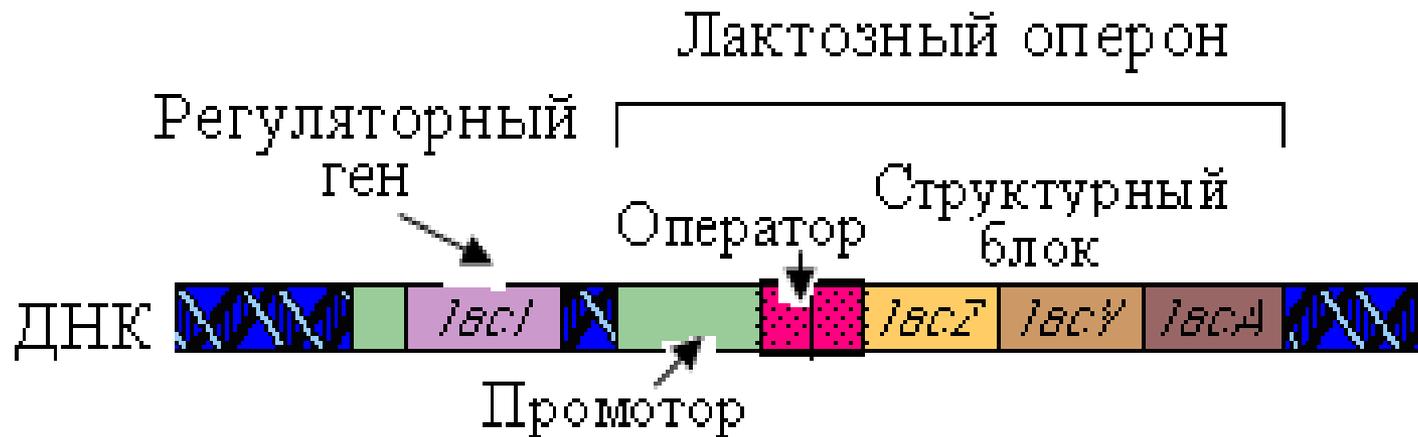
Обобщенная схема синтеза белка

Регуляция активности генов

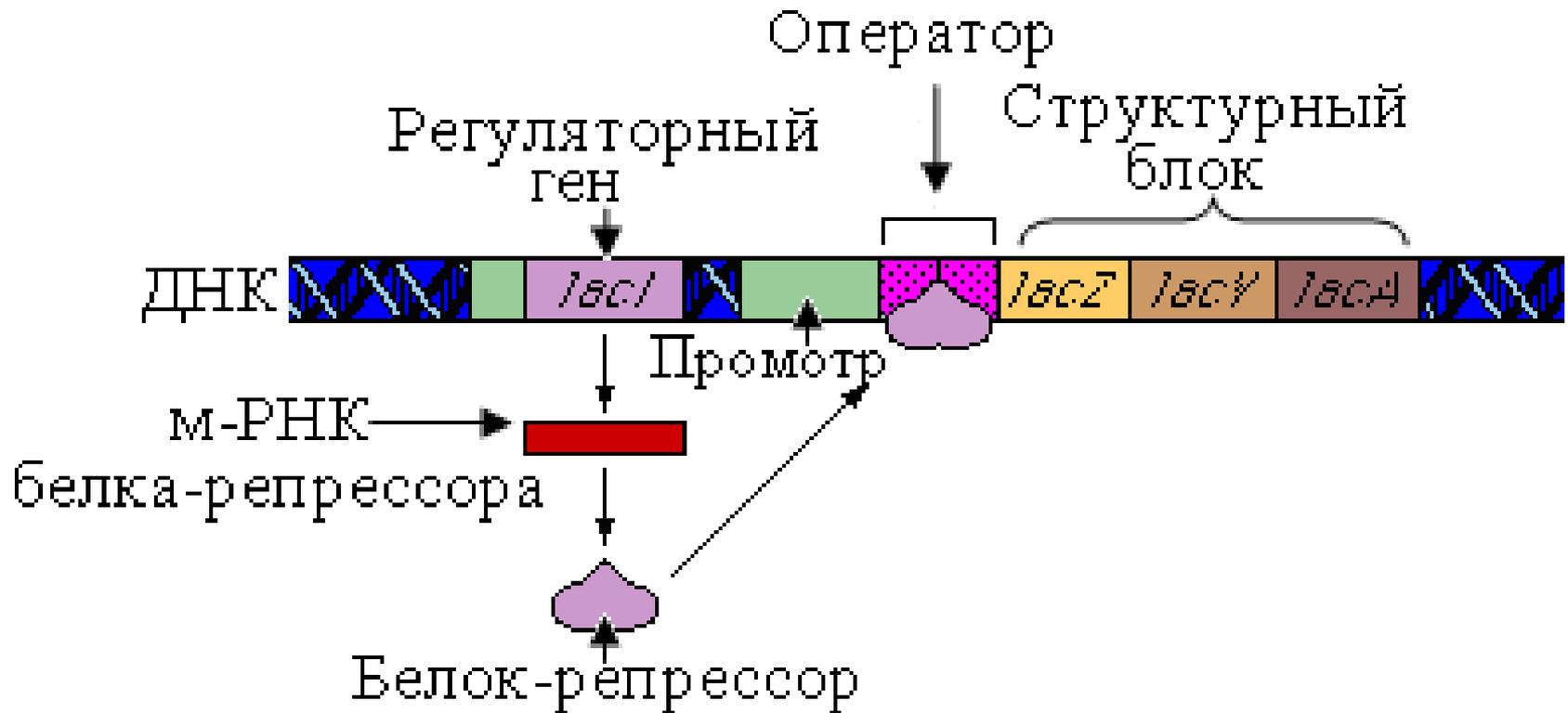
- Гипотеза оперона –
Ф.Жакоб и Р. Моно



Лактозный оперон



Работа лактозного оперона



Работа лактозного оперона

