Транскрипция

Кодификатор ЕГЭ: 2.5 · Линии ЕГЭ: 5-8, 27 · kursteam.ru/teoriya/tsitologiya/transkriptsiya

КОРОТКО

- Транскрипция - матричный синтез РНК на ДНК: РНК-полимераза строит цепь РНК по матричной цепи гена, по принципу комплементарности (А - У, Т - А, Г - Ц).
- РНК строится на одной из двух цепей ДНК - матричной (транскрибируемой); готовая иРНК совпадает со второй, кодирующей цепью, только вместо Т в ней У.
- РНК растёт в направлении 5' → 3' и антипараллельна матрице; праймер РНК-полимеразе не нужен.
- У эукариот пре-иРНК созревает: кэп, поли(А)-хвост и сплайсинг - вырезание интронов. У прокариот процессинга нет, трансляция начинается ещё во время транскрипции.
- У эукариот транскрипция идёт в ядре (а также в митохондриях и пластидах), трансляция - на рибосомах в цитоплазме.

Реакции матричного синтеза

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Реакции матричного синтеза

Реакции, в которых новая молекула собирается по готовому образцу - матрице. Это репликация (матрица ДНК → копия ДНК), транскрипция (ДНК → РНК) и трансляция (иРНК → белок). Все они основаны на принципе комплементарности.

Так клетка реализует наследственную информацию. Путь всегда один:

ДНК → (транскрипция) → иРНК → (трансляция) → белок

Участок ДНК, в котором закодирована одна молекула белка или РНК, - это **ген**. Транскрипция - первый шаг его работы.

Что такое транскрипция

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Транскрипция

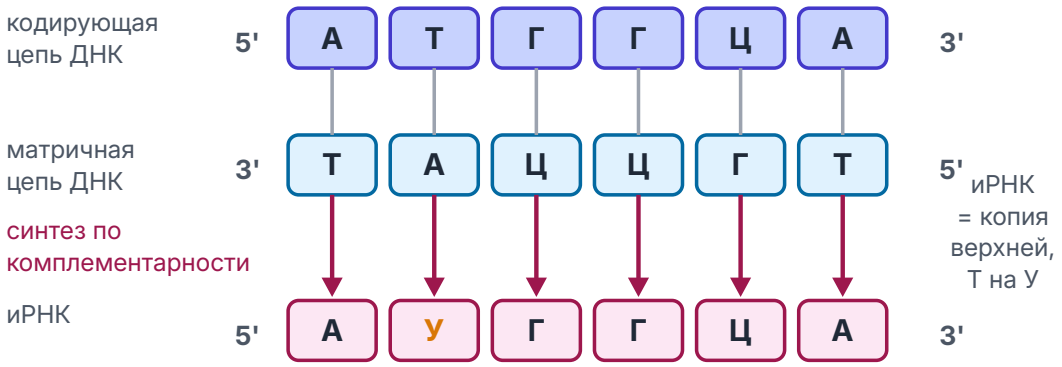
Матричный синтез РНК на ДНК: фермент РНК-полимераза строит цепь РНК по одной из цепей гена по принципу комплементарности. У эукариот идёт в ядре (а также в митохондриях и пластидах), у прокариот - в цитоплазме.

Принципы транскрипции - те же, что у всех матричных реакций:

- **Комплементарность.** Напротив А матрицы встаёт У (в РНК нет тимина!), напротив Т - А, напротив Г - Ц, напротив Ц - Г.
- **Антипараллельность.** РНК растёт в направлении 5' → 3', значит по матрице полимераза движется 3' → 5'; цепь РНК антипараллельна матричной цепи.

Транскрибируется не вся ДНК, а отдельный ген, и только **одна его цепь**:

- **матричная (транскрибируемая) цепь** - по ней полимераза строит РНК;
- **кодирующая (смысловая) цепь** - вторая, нематричная; в заданиях её называют и так, и так. Готовая иРНК повторяет её последовательность, только вместо Т стоит У. Поэтому «прочитать» ген удобно именно по кодирующей цепи.

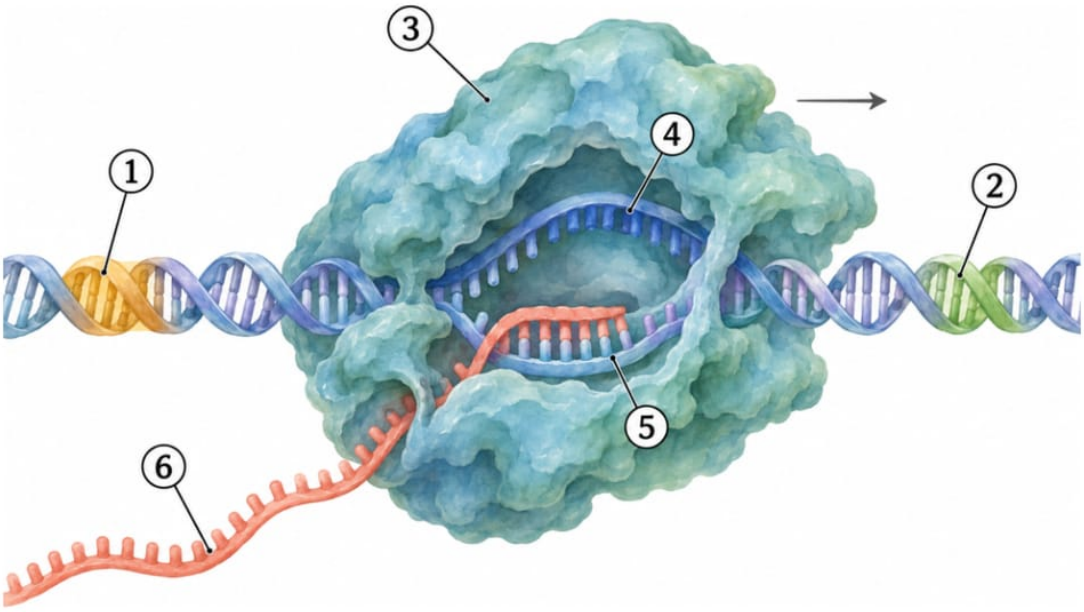


иРНК антипараллельна матричной цепи и совпадает с кодирующей (вместо Т - У)

иРНК строится по матричной цепи, а совпадает с кодирующей (Т → У).

Как идёт транскрипция

1. **Начало.** РНК-полимераза узнаёт **промотор** - особую последовательность ДНК перед геном - и присоединяется к нему. Праймер ей не нужен: в отличие от ДНК-полимеразы, она начинает цепь сама.
2. **Расплетание.** Полимераза разрывает водородные связи и расплетает небольшой участок двойной спирали - транскрипционный «глазок». Позади фермента ДНК снова закручивается.
3. **Синтез РНК.** Двигаясь по матричной цепи в направлении 3' → 5', полимераза наращивает РНК 5' → 3', подбирая рибонуклеотиды по комплементарности.
4. **Окончание.** Дойдя до **терминатора** - последовательности конца гена, - полимераза останавливается, и готовая РНК отделяется.



1 - Промотор - место посадки РНК-полимеразы
2 - Терминатор - здесь синтез заканчивается
3 - РНК-полимераза
4 - Кодирующая цепь ДНК
5 - Матричная (транскрибируемая) цепь ДНК
6 - Растущая иРНК

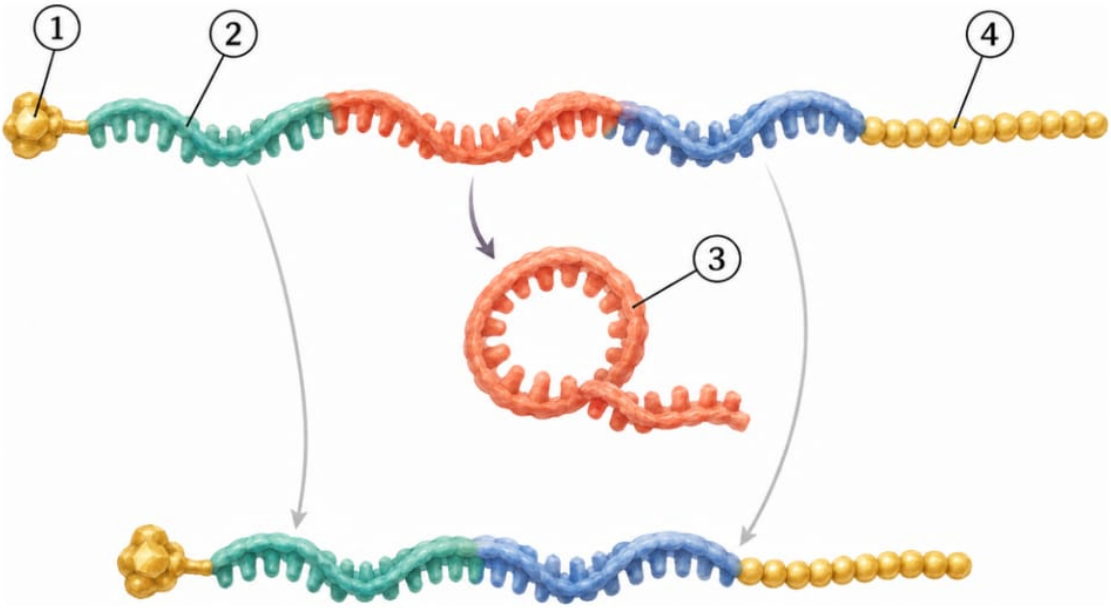
Транскрипция. иРНК антипараллельна матричной цепи и совпадает с кодирующей (Т → У).

Так синтезируется не только иРНК: **тРНК и рРНК тоже транскрибируются с ДНК** - для них в геноме есть свои гены.

Созревание иРНК у эукариот

У эукариот ген устроен мозаично: кодирующие участки - **экзоны** - перемежаются некодирующими - **интронами**. Полимераза переписывает ген целиком, поэтому сначала получается незрелая **пре-иРНК**. До выхода из ядра она проходит **процессинг**:

- на 5'-конец навешивается **кэп** - «шапочка», защищающая РНК и помогающая рибосоме её узнать;
- к 3'-концу пристраивается **поли(А)-хвост** из множества адениловых нуклеотидов;
- **сплайсинг**: интроны вырезаются, а экзоны сшиваются в непрерывную кодирующую последовательность.



1 - Кэп на 5'-конце
2 - Экзон - кодирующий участок
3 - Интрон - вырезается при сплайсинге
4 - Поли(А)-хвост на 3'-конце

Процессинг: кэп, поли(А)-хвост и вырезание интронов.

Экзоны одного гена можно сшивать в разных сочетаниях - это **альтернативный сплайсинг**. Из одного гена получаются разные иРНК и разные белки, поэтому белков у эукариот больше, чем генов.

Зрелая иРНК выходит из ядра в цитоплазму **через ядерные поры** и соединяется с рибосомами - начинается трансляция. Про генетический код и сборку белка - в статье «Трансляция».

Гены у прокариот и эукариот

Признак	Прокариоты	Эукариоты
Где лежит ДНК	кольцевая молекула в цитоплазме (нуклеоид)	линейные хромосомы в ядре
Строение гена	сплошное, без интронов	мозаичное: экзоны и интроны
Процессинг	нет	кэп, поли(А)-хвост, сплайсинг
Транскрипция и трансляция	идут одновременно: рибосомы садятся на РНК, пока та ещё синтезируется	разделены: транскрипция в ядре, трансляция в цитоплазме

Регуляция активности генов у прокариот. Бактерии не переписывают все гены подряд: гены одного процесса лежат в ДНК рядом и включаются вместе. Перед ними есть участок, с которым связывается белок-регулятор: он может перекрыть РНК-полимеразе путь или, наоборот, открыть его. Поэтому ферменты для расщепления, например, лактозы бактерия синтезирует только тогда, когда лактоза есть в среде: так клетка не тратит энергию впустую.

Конспект скачан с сайта kursteam.ru

Как это спрашивают на ЕГЭ

- **Линия 5 - рисунок биосинтеза белка**: по схеме «ядро - иРНК - рибосома» спрашивают, какой цифрой обозначена ядерная оболочка, иРНК, рибосома. Помни картинку целиком: транскрипция в ядре → иРНК выходит через поры ядерной оболочки → трансляция на рибосомах в цитоплазме.
- **Линия 6 - соответствие** «признак → транскрипция или репликация (трансляция)»: фермент, продукт, место в клетке, нужен ли праймер.
- **Линия 7 - выбор трёх из шести**: что относится к транскрипции (РНК-полимераза, промотор, принцип комплементарности, матричная цепь).
- **Линия 8 - последовательность процессов транскрипции**: присоединение РНК-полимеразы к промотору → синтез РНК по комплементарности → отделение незрелой иРНК → сплайсинг → выход зрелой иРНК из ядра.
- **Линия 27 - задача на матричные реакции**: по фрагменту ДНК определить иРНК (или участок тРНК) с указанием направлений цепей - алгоритм ниже.

Ключевые слова: РНК-полимераза, промотор, терминатор, матричная (транскрибируемая) цепь, кодирующая (смысловая) цепь, пре-иРНК, процессинг, кэп, поли(А)-хвост, сплайсинг, экзон, интрон.

Ловушки

ЛОВУШКА ЕГЭ

иРНК совпадает с кодирующей цепью, а строится по матричной. Если в задаче дана матричная цепь - переводи её по комплементарности. Если дана кодирующая - просто замени Т на У.

ЛОВУШКА ЕГЭ

В РНК напротив аденина ДНК встаёт урацил. Пара «А - Т» работает только внутри ДНК. Написать тимин в составе иРНК - биологическая ошибка, которая обнуляет элемент ответа.

ЛОВУШКА ЕГЭ

РНК-полимеразе не нужен праймер. Затравка нужна ДНК-полимеразе при репликации. РНК-полимераза начинает цепь сама - с промотора.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Сплайсинг - после транскрипции, в ядре. Порядок такой: синтез пре-иРНК → отделение от полимеразы → сплайсинг и остальной процессинг → выход зрелой иРНК из ядра. Не ставь выход из ядра раньше сплайсинга.

Конспект скачан с сайта kursteam.ru

ЛОВУШКА ЕГЭ

Транскрипция - не репликация. При транскрипции копируется один ген, на одной цепи, продукт - РНК, фермент - РНК-полимераза. При репликации удваивается вся молекула, работают обе матрицы, продукт - ДНК.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Интроны есть в гене и в пре-иРНК, но не в зрелой иРНК. Из ДНК при сплайсинге ничего не вырезается: ген остаётся целым, укорачивается только копия - РНК.

Как писать ответ

В линии 27 по фрагменту ДНК просят установить последовательность иРНК (или участка тРНК). Алгоритм:

1. **Найди матричную цепь.** Она названа в условии (обычно «нижняя цепь - матричная»). Перепиши её с направлениями 3' и 5'.
2. **Построй РНК по комплементарности**: напротив А - У, напротив Т - А, напротив Г - Ц, напротив Ц - Г.
3. **Расставь направления по антипараллельности**: напротив 3'-конца матрицы будет 5'-конец РНК. Записывай РНК от 5' к 3'.
4. **Проверь себя через кодирующую цепь**: РНК должна повторять её с заменой Т на У.
5. В ответе **обязательно указывай направления всех цепей** - без 5' и 3' элемент не засчитают.

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Пример: фрагмент ДНК, нижняя цепь матричная. Определите последовательность иРНК. 5'-АТГГЦАТТЦАААА-3' (верхняя), 3'-ТАЦЦГТААГТТТ-5' (нижняя)

1. Матричная цепь по условию нижняя: 3'-ТАЦЦГТААГТТТ-5'.
2. Строим иРНК комплементарно и антипараллельно матрице: 5'-АУГГЦАУУЦАААА-3'.
3. Проверка: иРНК совпала с верхней (кодирующей) цепью с заменой Т на У - решение верное.

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Если в задаче 27 просят участок тРНК

1. тРНК - тоже РНК и синтезируется на ДНК так же: строй её по матричной цепи комплементарно и антипараллельно, с указанием 5' и 3'.
2. Если дальше спрашивают аминокислоту, которую переносит тРНК: возьми указанный в условии антикодон (считая триплеты с 5'-конца тРНК), найди комплементарный и антипараллельный ему кодон иРНК.
3. Кодон запиши в направлении 5' → 3' и по таблице генетического кода определи аминокислоту. Подробнее - в статье «Трансляция».

Проверь себя

1. По какой цепи ДНК строится иРНК и как называется вторая цепь?

Ответ: По матричной (транскрибируемой) цепи. Вторая - кодирующая: иРНК повторяет её последовательность, только с урацилом вместо тимина.

2. Чем РНК-полимераза отличается от ДНК-полимеразы?

Ответ: РНК-полимераза начинает цепь сама, без праймера, строит РНК (с урацилом и рибозой) и копирует только одну цепь гена - от промотора до терминатора.

3. Что происходит с пре-иРНК у эукариот до выхода из ядра?

Ответ: Процессинг: к 5'-концу присоединяется кэп, к 3'-концу - поли(А)-хвост, а сплайсинг вырезает интроны и сшивает экзоны.

4. Почему белков у эукариот может быть больше, чем генов?

Ответ: Из-за альтернативного сплайсинга: экзоны одного гена можно соединять по-разному и получать разные иРНК, а значит разные белки.

5. Матричная цепь гена: 3'-ТАЦГГА-5'. Какой будет иРНК?

Ответ: 5'-АУГЦЦУ-3': напротив Т встаёт А, напротив А - У, напротив Ц - Г, напротив Г - Ц; цепи антипараллельны.

ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ

Тестовая часть, развёрнутые задания и все задания по теме - на сайте, с проверкой и разбором: kursteam.ru/teoriya/tsitologiya/transkriptsiya

© 2026 Мустафаев Р. И. (Kursteam). Материал принадлежит автору и охраняется авторским правом. Копирование, перепечатка и распространение без письменного разрешения автора запрещены; при цитировании обязательна ссылка на kursteam.ru.