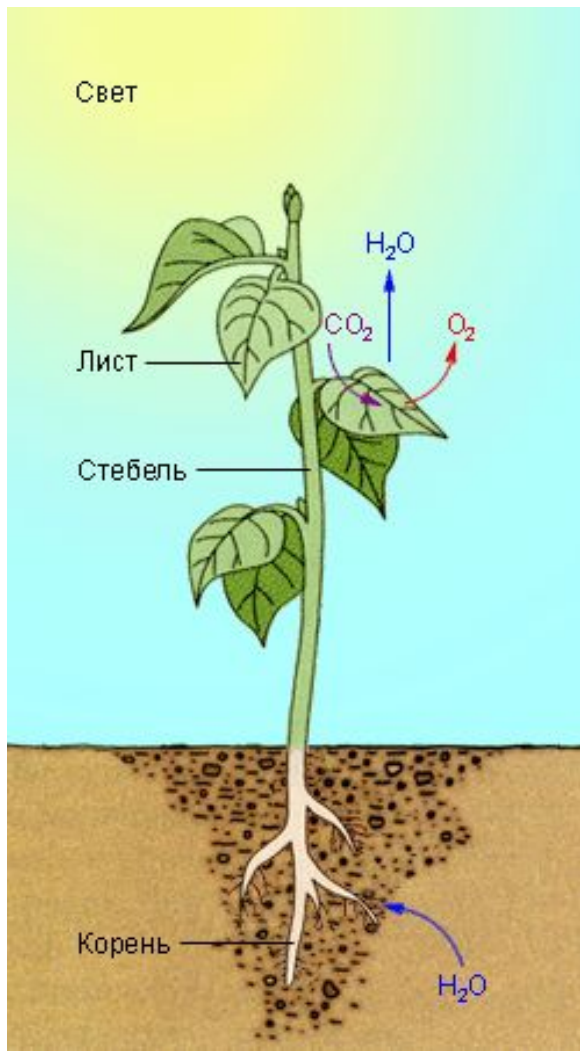


Тема: «Код ДНК. Транскрипция».

Задачи:

- Рассмотреть основные свойства генетического кода;
- Изучить особенности транскрипции у эукариот.

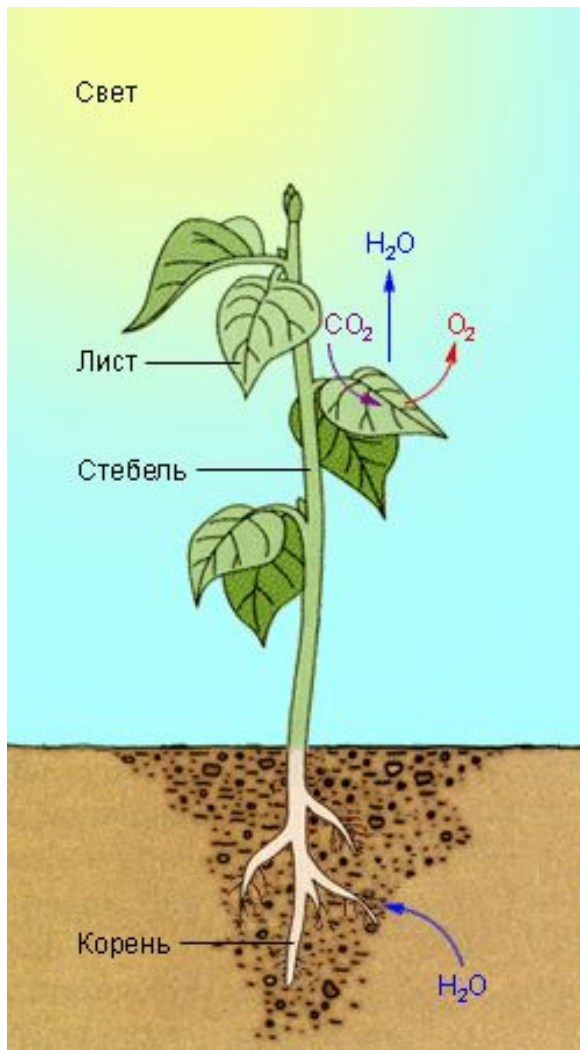
Общая характеристика обмена веществ



Важнейшее свойство живых организмов — **обмен веществ**. Любой живой организм — **открытая система**, которая потребляет из окружающей среды различные вещества и использует их в качестве строительного материала, или как источник энергии и выделяет в окружающую среду продукты жизнедеятельности и энергию.

Совокупность реакций обмена веществ, протекающих в организме, называется **метаболизмом**, состоящим из взаимосвязанных реакций **ассимиляции** (пластического обмена, анаболизма) и реакций **диссимиляции** (энергетического обмена, катаболизма).

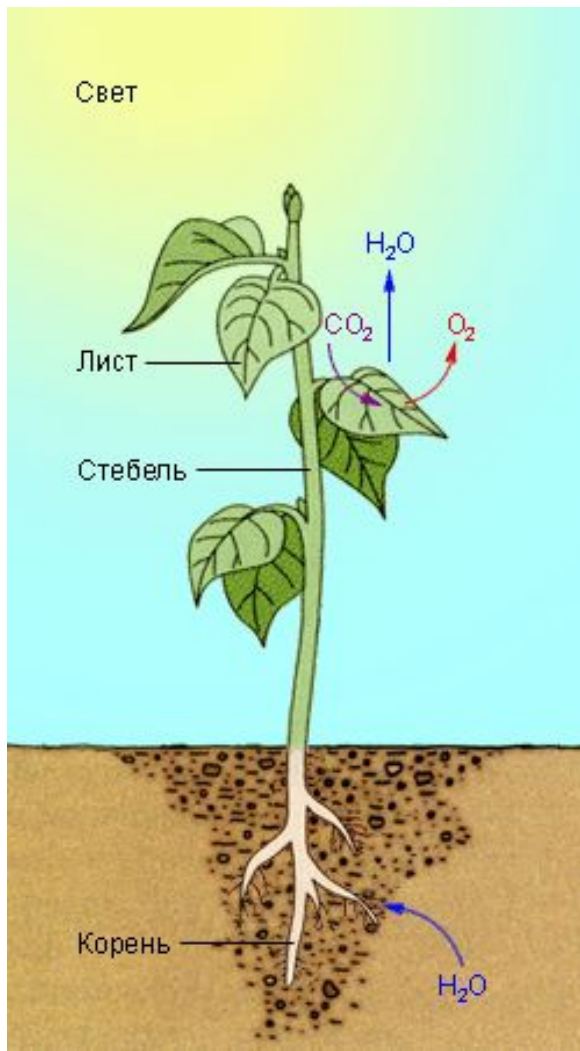
Общая характеристика обмена веществ



Эти две группы реакций взаимосвязаны, реакции биосинтеза невозможны без энергии, которая выделяется в реакциях энергетического обмена, реакции диссимиляции не идут без ферментов, образующихся в реакциях пластического обмена.

Для поддержания различных процессов жизнедеятельности, например: для движения, для биосинтеза различных органических соединений; для поглощения веществ — **организму необходима энергия**. Одна группа организмов (фотавтотрофы) использует солнечную энергию; вторая группа (хемоавтотрофы) использует энергию, выделяющуюся при окислении *неорганических веществ*;

Общая характеристика обмена веществ



Третья группа организмов (хемогетеротрофы) окисляет *органические вещества* и использует выделяющуюся при этом энергию. Если организмы в зависимости от условий ведут себя как авто— либо как гетеротрофы, то их называют миксотрофами.

Метаболизм авто— и гетеротрофов различается. В качестве источника углерода автотрофы используют неорганические вещества (CO_2), а гетеротрофы — органические.

Различны и источники энергии: у автотрофов — энергия солнечного света или энергия, выделяющаяся при окислении неорганических соединений, у гетеротрофов — энергия окисления органических веществ.

Общая характеристика обмена веществ

Основной источник энергии для жизнедеятельности

Энергия солнечного света - фотоавтотрофы

Источник углерода - углекислый газ

Энергия окисления неорганических соединений - хемоавтотрофы

Источник углерода - углекислый газ

Энергия окисления органических соединений - хемотротрофы

Источник углерода - органические соединения

К какой группе организмов по типу использования энергии относятся:

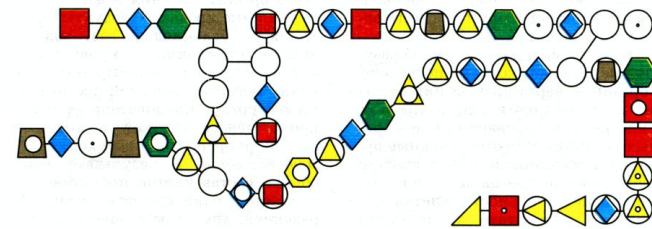
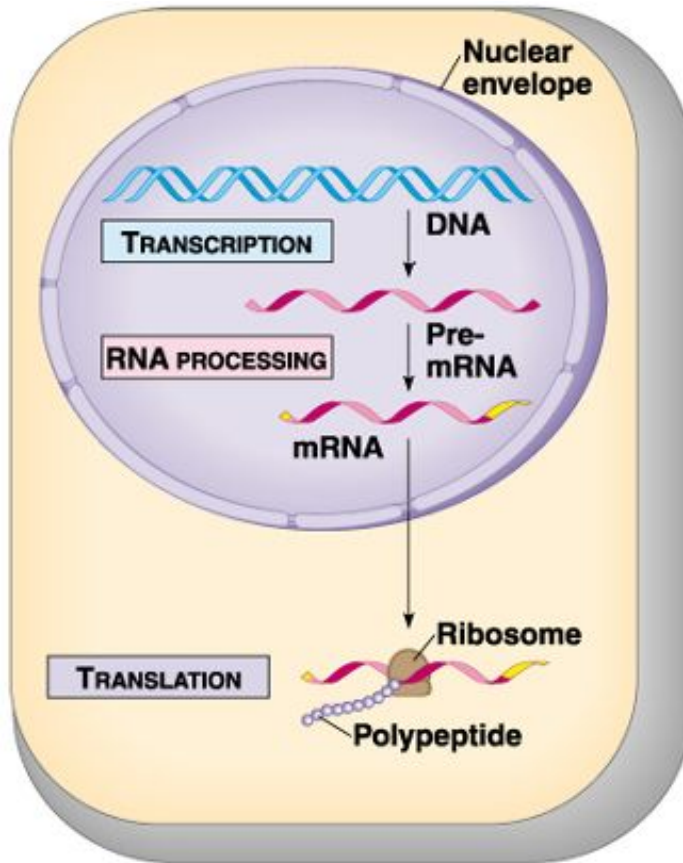
Бактерии-сапротрофы? Зеленые бактерии? Цианобактерии?

Грибы?

Животные?

Растения?

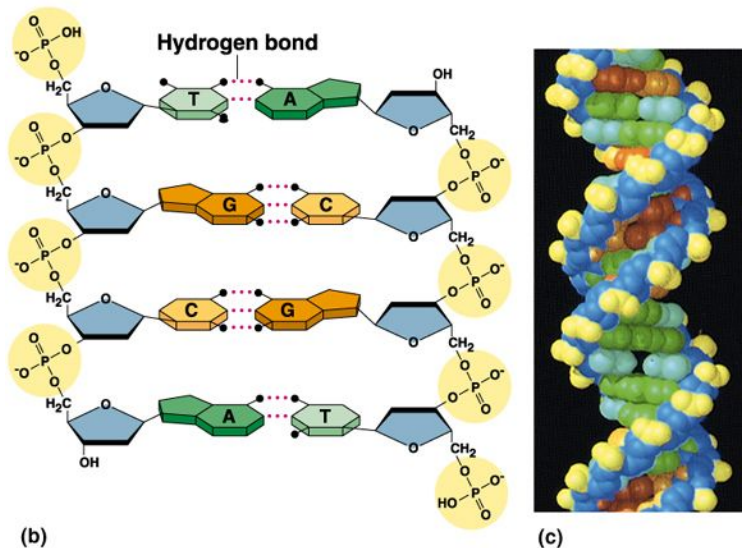
Код ДНК.



В каждой клетке синтезируется несколько тысяч различных белковых молекул. Белки недолговечны, время их существования ограничено, после чего они разрушаются.

Информация о последовательности аминокислот в белковой молекуле закодирована в виде последовательности нуклеотидов в ДНК.

Код ДНК.



Итак, последовательность нуклеотидов каким-то образом кодирует последовательность аминокислот. Все многообразие белков образовано из 20 различных аминокислот, а нуклеотидов в составе ДНК — 4 вида. Если предположить, что один нуклеотид кодирует одну аминокислоту, то 4 нуклеотидами можно закодировать 4 аминокислоты.

Если 2 нуклеотида кодируют одну аминокислоту, то количество кодируемых кислот возрастает до 16 (4^2). Значит, код ДНК должен быть триплетным. Было доказано, что именно три нуклеотида кодируют одну аминокислоту, в этом случае можно будет закодировать 4^3 — 64 аминокислоты. А так как аминокислот всего 20, то некоторые аминокислоты должны кодироваться несколькими триплетами.

Код ДНК. Свойства кода

		Второй нуклеотид				
		У	Ц	А	Г	
Первый нуклеотид	У	УУУ } Фенил-аланин УУЦ } УУА } Лейцин УУГ }	УЦУ } УЦЦ } Серин УЦА } УЦГ }	УАУ } Тирозин УАЦ } УАА } Стоп-кодон УАГ } Стоп-кодон	УГУ } Цистеин УГЦ } УГА } Стоп-кодон УГГ } Триптофан	У Ц А Г
	Ц	ЦУУ } ЦУЦ } Лейцин ЦУА } ЦУГ }	ЦЦУ } ЦЦЦ } Пролин ЦЦА } ЦЦГ }	ЦАУ } Гистидин ЦАЦ } ЦАА } Глутамин ЦАГ }	ЦГУ } ЦГЦ } ЦГА } ЦГГ } Аргинин	У Ц А Г
	А	АУУ } АУЦ } Изолейцин АУА } АУГ } Метионин старт-кодон	АЦУ } АЦЦ } Треонин АЦА } АЦГ }	ААУ } Аспарагин ААЦ } ААА } Лизин ААГ }	АГУ } Серин АГЦ } АГА } Аргинин АГГ }	У Ц А Г
	Г	ГУУ } ГУЦ } Валин ГУА } ГУГ }	ГЦУ } ГЦЦ } Аланин ГЦА } ГЦГ }	ГАУ } Аспарагиновая кислота ГАЦ } Глутаминовая кислота ГАА } ГАГ }	ГГУ } ГГЦ } Глицин ГГА } ГГГ }	У Ц А Г

1. **Триплетность.** Каждая аминокислота кодируется триплетом нуклеотидов – **кодоном**.
2. **Однозначность.** Кодовый триплет, кодон, соответствует только одной аминокислоте.
3. **Вырожденность** (избыточность). Одну аминокислоту могут кодировать несколько (до шести) кодонов.

Код ДНК. Свойства кода

		Второй нуклеотид				
		У	Ц	А	Г	
Первый нуклеотид	У	УУУ } Фенил-аланин УУЦ } УУА } Лейцин УУГ }	УЦУ } УЦЦ } Серин УЦА } УЦГ }	УАУ } Тирозин УАЦ } УАА } Стоп-кодон УАГ } Стоп-кодон	УГУ } Цистеин УГЦ } УГА } Стоп-кодон УГГ } Триптофан	Третий нуклеотид
	Ц	ЦУУ } ЦУЦ } Лейцин ЦУА } ЦУГ }	ЦЦУ } ЦЦЦ } Пролин ЦЦА } ЦЦГ }	ЦАУ } Гистидин ЦАЦ } ЦАА } Глутамин ЦАГ }	ЦГУ } ЦГЦ } Аргинин ЦГА } ЦГГ }	
	А	АУУ } АУЦ } Изолейцин АУА } АУГ } Метионин старт-кодон	АЦУ } АЦЦ } Треонин АЦА } АЦГ }	ААУ } Аспарагин ААЦ } ААА } Лизин ААГ }	АГУ } Серин АГЦ } АГА } Аргинин АГГ }	
	Г	ГУУ } ГУЦ } Валин ГУА } ГУГ }	ГЦУ } ГЦЦ } Аланин ГЦА } ГЦГ }	ГАУ } Аспарагиновая кислота ГАЦ } Глутаминовая кислота ГАА } ГАГ }	ГГУ } ГГЦ } Глицин ГГА } ГГГ }	

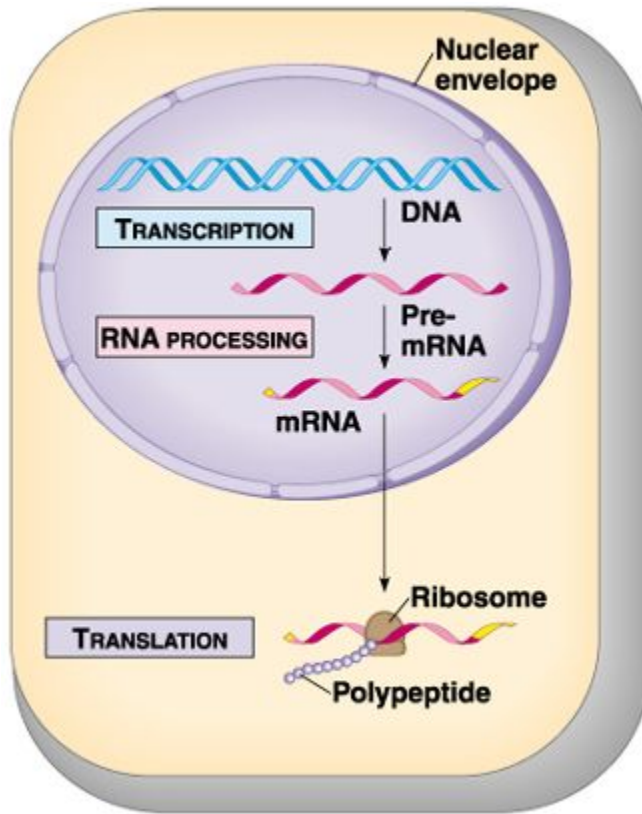
4. **Универсальность.** Генетический код одинаков, одинаковые аминокислоты кодируются одними и теми же триплетами нуклеотидов у всех организмов Земли.
5. **Неперекрываемость.** Последовательность нуклеотидов имеет рамку считывания по 3 нуклеотида, один и тот же нуклеотид не может быть в составе двух триплетов. (Жил был кот тих был сер мил мне тот кот);

Код ДНК. Свойства кода

		Второй нуклеотид					
		У	Ц	А	Г		
Первый нуклеотид	У	УУУ } Фенил-аланин УУЦ } УУА } Лейцин УУГ }	УЦУ } УЦЦ } Серин УЦА } УЦГ }	УАУ } Тирозин УАЦ } УАА } Стоп-кодон УАГ } Стоп-кодон	УГУ } Цистеин УГЦ } УГА } Стоп-кодон УГГ } Триптофан	У	Ц
	Ц	ЦУУ } ЦУЦ } Лейцин ЦУА } ЦУГ }	ЦЦУ } ЦЦЦ } Пролин ЦЦА } ЦЦГ }	ЦАУ } Гистидин ЦАЦ } ЦАА } Глутамин ЦАГ }	ЦГУ } ЦГЦ } Аргинин ЦГА } ЦГГ }	У	Ц
	А	АУУ } АУЦ } Изолейцин АУА } АУГ } Метионин старт-кодон	АЦУ } АЦЦ } Треонин АЦА } АЦГ }	ААУ } Аспарагин ААЦ } ААА } Лизин ААГ }	АГУ } Серин АГЦ } АГА } Аргинин АГГ }	У	Ц
	Г	ГУУ } ГУЦ } Валин ГУА } ГУГ }	ГЦУ } ГЦЦ } Аланин ГЦА } ГЦГ }	ГАУ } Аспарагиновая кислота ГАЦ } Глутаминовая кислота ГАА } ГАГ }	ГГУ } ГГЦ } Глицин ГГА } ГГГ }	У	Ц
		Третий нуклеотид					

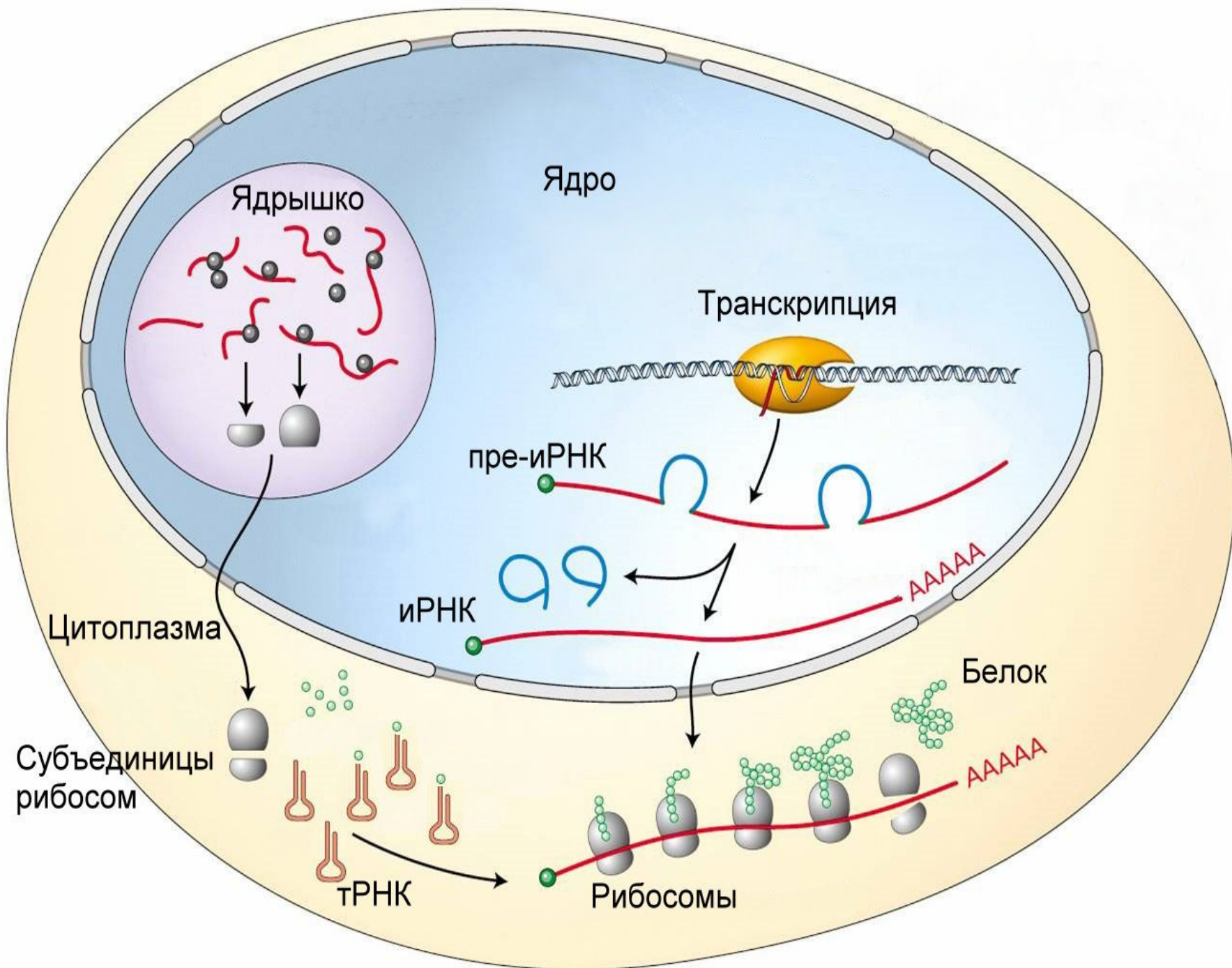
6. *Наличие кодона- инициатора и кодонов-терминаторов.* Из 64 кодовых триплетов 61 кодон — кодирующие, кодируют аминокислоты, а 3 — бессмысленные, не кодируют аминокислоты, завершающие синтез полипептида при работе рибосомы (УАА, УГА, УАГ). Кроме того, есть кодон — инициатор (метиониновый), с которого начинается синтез любого полипептида.

Транскрипция

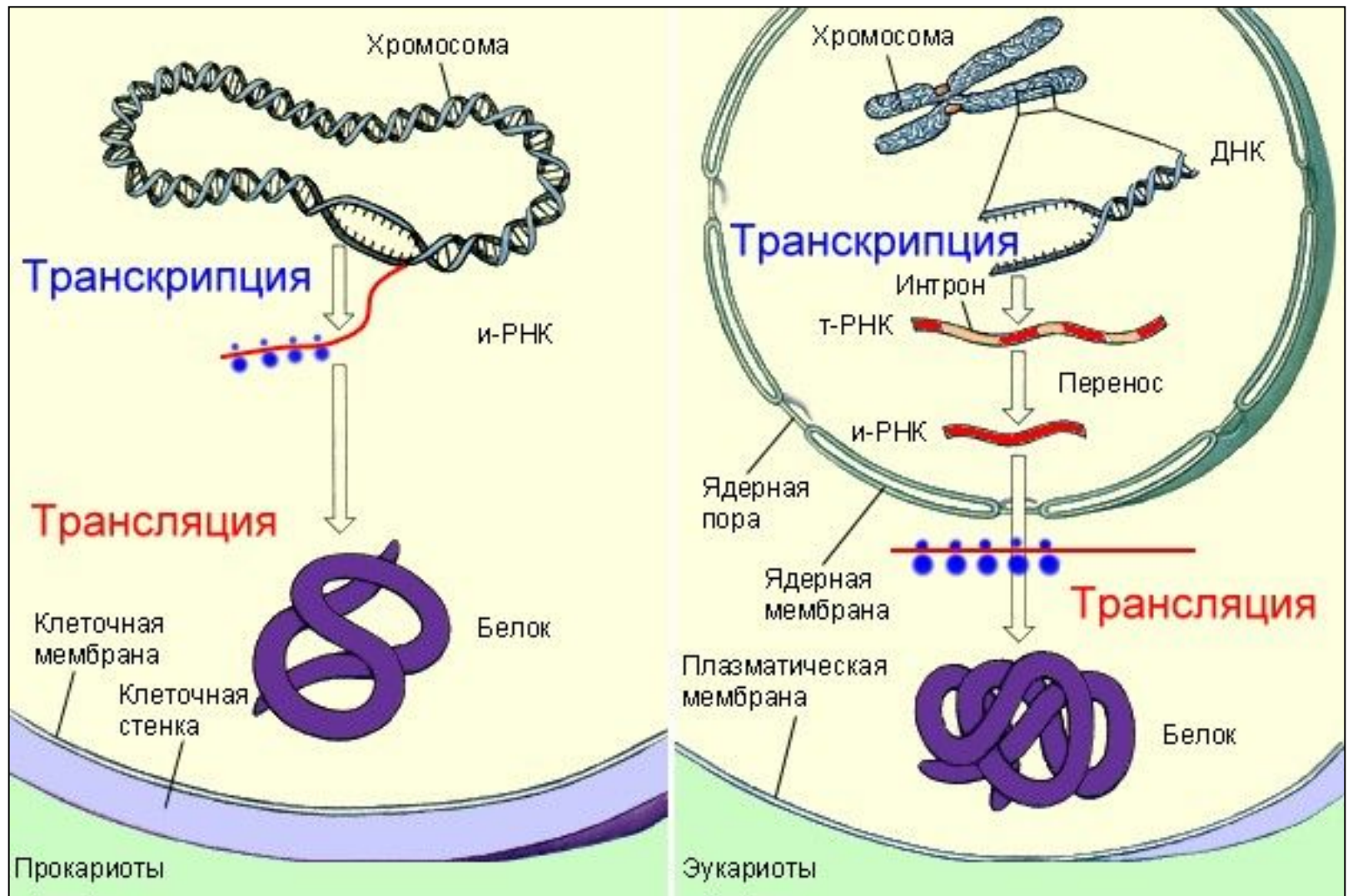


Реакции матричного синтеза – особая категория химических реакций, происходящих в клетках живых организмов. Во время этих реакций происходит синтез полимерных молекул по плану, заложенному в структуре других полимерных молекул-матриц. На одной матрице может быть синтезировано неограниченное количество молекул-копий. К этой категории реакций относятся репликация, транскрипция, трансляция и обратная транскрипция (образование на РНК ДНК).

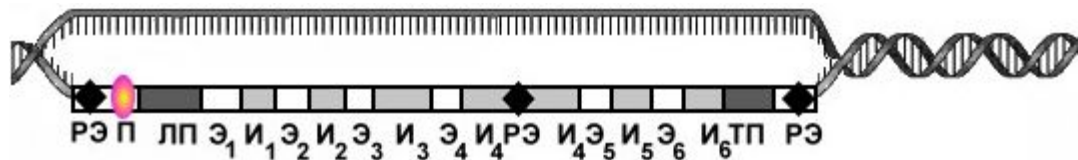
Центральная догма молекулярной биологии: ДНК→РНК→белок.



Транскрипция



Транскрипция



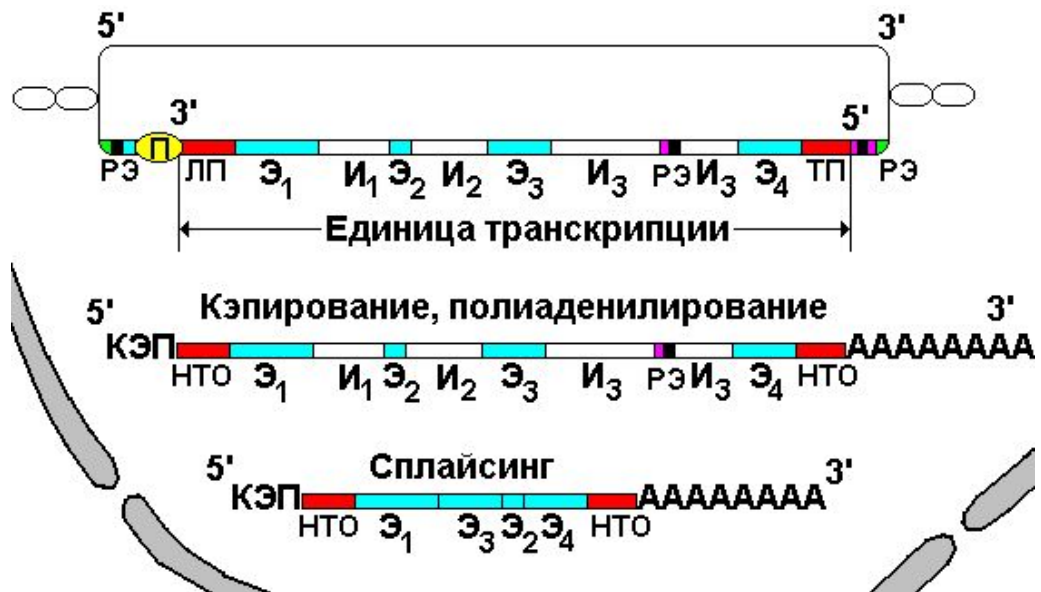
Особенностями строения гена эукариот являются:

- наличие достаточно большого количества регуляторных элементов (РЭ);
- мозаичность (чередование кодирующих участков с некодирующими);
- наличие **экзонов** (Э) – участков гена, несущих информацию о строении полипептида и **интронов** (И), не несущих такой информации. Число экзонов и интронов различных генов разное, экзоны чередуются с интронами, общая длина интронов может превышать длину экзонов в два и более раз.
- Гены эукариот могут кодировать полипептиды, тРНК, рРНК, есть регуляторные участки.

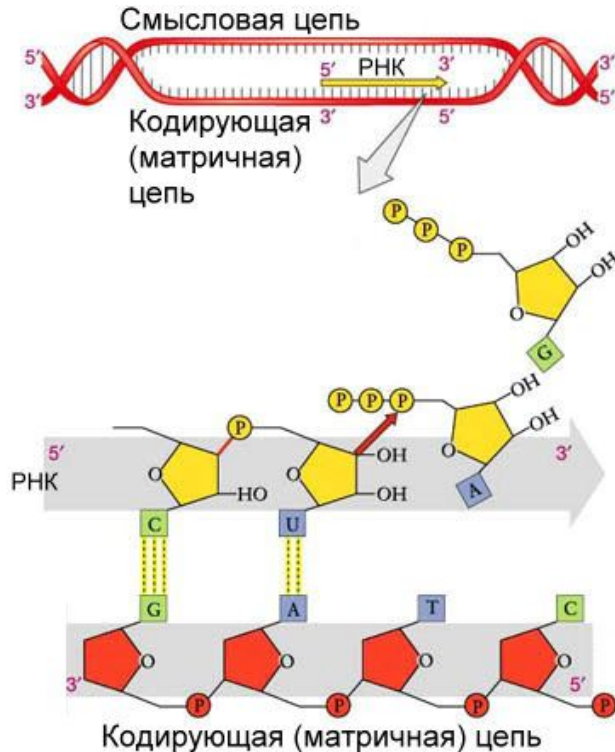
Транскрипция

Перед первым экзоном и после последнего экзона находятся нуклеотидные последовательности, называемые соответственно лидерной (ЛП) и трейлерной последовательностью (ТП).

Лидерная и трейлерная последовательности, экзоны и интроны образуют единицу транскрипции.



Транскрипция



Транскрипция – *синтез РНК на матрице ДНК*. РНК-полимераза II может присоединиться только к промотору, который находится на 3'-конце матричной цепи ДНК, и двигаться *только от 3'- к 5'-концу* этой матричной цепи ДНК.

Синтез иРНК происходит на одной из двух цепочек ДНК в соответствии с принципами *комплементарности и антипараллельности от 5'- к 3'-концу*.

Строительным материалом и источником энергии для транскрипции являются *рибонуклеозидтрифосфаты* (АТФ, УТФ, ГТФ, ЦТФ).

Транскрипция



Сколько нуклеотидов кодируют полипептид из 51 аминокислоты?

153

Какой триплет в молекуле иРНК соответствует кодовому триплету АТГ в молекуле ДНК?

УАЦ

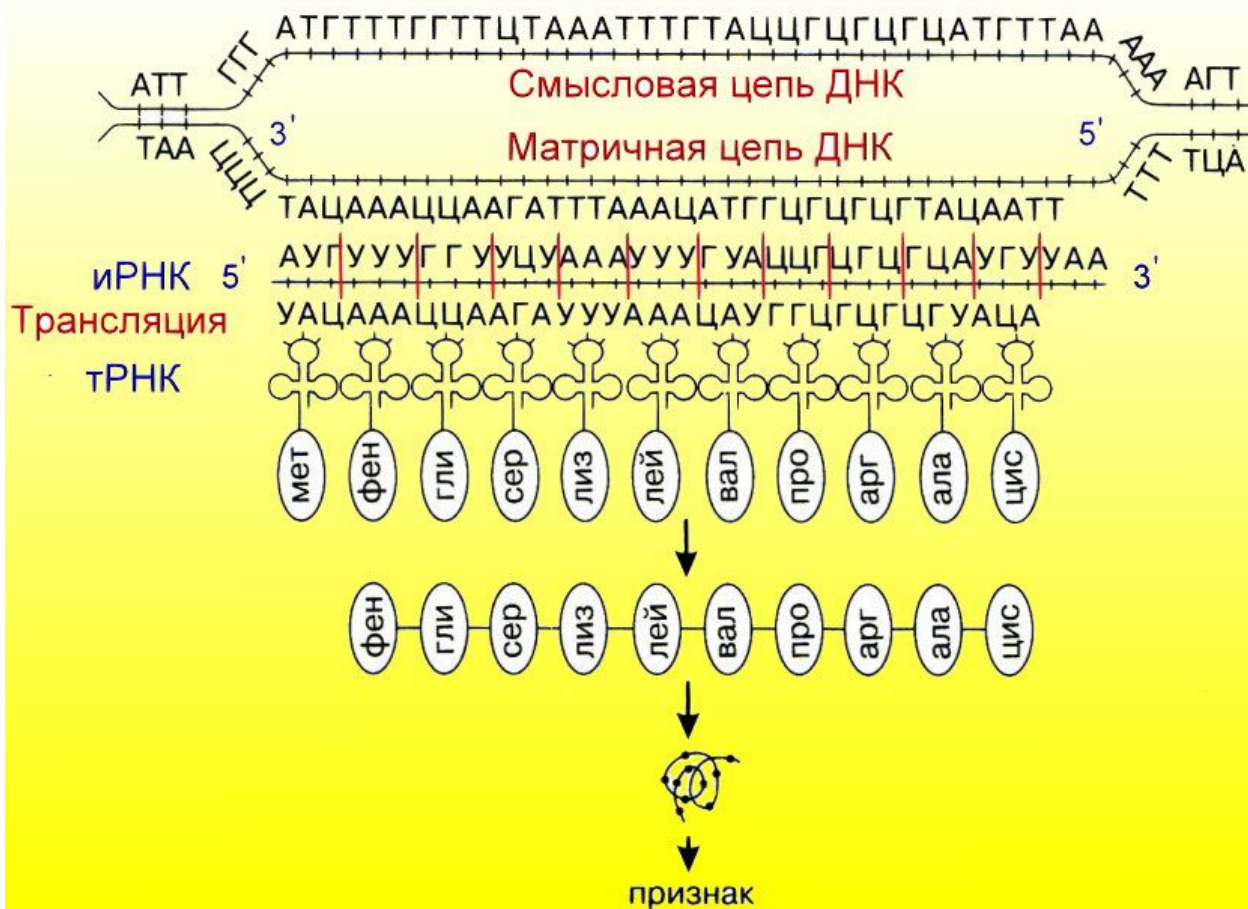
Какой триплет ДНК матричной цепи соответствует кодону

АСА иРНК?

ТГТ

Транскрипция

Транскрипция



Транскрипция

		Второй нуклеотид					
		У	Ц	А	Г		
Первый нуклеотид	У	УУУ } Фенил-аланин	УЦУ } Серин	УАУ } Тирозин	УГУ } Цистеин	Третий нуклеотид	У
		УУЦ } Лейцин	УЦЦ } Серин	УАЦ } Тирозин	УГЦ } Цистеин		Ц
		УУА } Лейцин	УЦА } Серин	УАА } Стоп-кодон	УГА } Стоп-кодон		А
		УУГ } Лейцин	УЦГ } Серин	УАГ } Стоп-кодон	УГГ } Триптофан		Г
	Ц	ЦУУ } Лейцин	ЦЦУ } Пролин	ЦАУ } Гистидин	ЦГУ } Аргинин		У
		ЦУЦ } Лейцин	ЦЦЦ } Пролин	ЦАЦ } Гистидин	ЦГЦ } Аргинин		Ц
		ЦУА } Лейцин	ЦЦА } Пролин	ЦАА } Глутамин	ЦГА } Аргинин		А
		ЦУГ } Лейцин	ЦЦГ } Пролин	ЦАГ } Глутамин	ЦГГ } Аргинин		Г
	А	АУУ } Изолейцин	АЦУ } Треонин	ААУ } Аспарагин	АГУ } Серин		У
		АУЦ } Изолейцин	АЦЦ } Треонин	ААЦ } Аспарагин	АГЦ } Серин		Ц
		АУА } Метионин старт-кодон	АЦА } Треонин	ААА } Лизин	АГА } Аргинин		А
		АУГ } Метионин старт-кодон	АЦГ } Треонин	ААГ } Лизин	АГГ } Аргинин		Г
	Г	ГУУ } Валин	ГЦУ } Аланин	ГАУ } Аспарагиновая кислота	ГГУ } Глицин		У
		ГУЦ } Валин	ГЦЦ } Аланин	ГАЦ } Аспарагиновая кислота	ГГЦ } Глицин		Ц
		ГУА } Валин	ГЦА } Аланин	ГАА } Глутаминовая кислота	ГГА } Глицин		А
		ГУГ } Валин	ГЦГ } Аланин	ГАГ } Глутаминовая кислота	ГГГ } Глицин		Г

Каким кодоном кодируется аминокислота триптофан на иРНК? Какой триплет ДНК несет информацию об этой аминокислоте?

Кодон иРНК: 5' – УГГ – 3'

Кодон ДНК: 3' – АЦЦ – 5'

Подведем итоги:

Триплетность генетического кода. Поясните это свойство.

Каждая аминокислота кодируется триплетом нуклеотидов – кодоном.

Однозначность генетического кода. Поясните это свойство.

Кодовый триплет, кодон, соответствует только одной аминокислоте.

Вырожденность генетического кода. Поясните это свойство.

Одну аминокислоту могут кодировать несколько (до шести) кодонов.

Универсальность генетического кода. Поясните это свойство.

Генетический код одинаков, одинаковые аминокислоты кодируются одними и теми же триплетами нуклеотидов у всех организмов Земли.

Неперекрываемость генетического кода. Поясните это свойство.

Последовательность нуклеотидов имеет рамку считывания по 3 нуклеотида, один и тот же нуклеотид не может быть в составе двух триплетов.

На ДНК могут быть закодированы:

Полипептиды, рРНК, тРНК.

Подведем итоги:

Сколько кодонов кодируют 20 видов аминокислот? Какие кодоны находятся в начале иРНК и в ее конце?

Из 64 кодовых триплетов 61 кодон — кодирующие, кодируют аминокислоты, а 3 — бессмысленные, не кодируют аминокислоты, терминирующие синтез полипептида при работе рибосомы (УАА, УГА, УАГ). Кроме того, есть кодон — инициатор (метиониновый), с которого начинается синтез любого полипептида.

Что такое промотор?

Перед геном находится промотор — последовательность нуклеотидов, с которой соединяется РНК-полимераза.

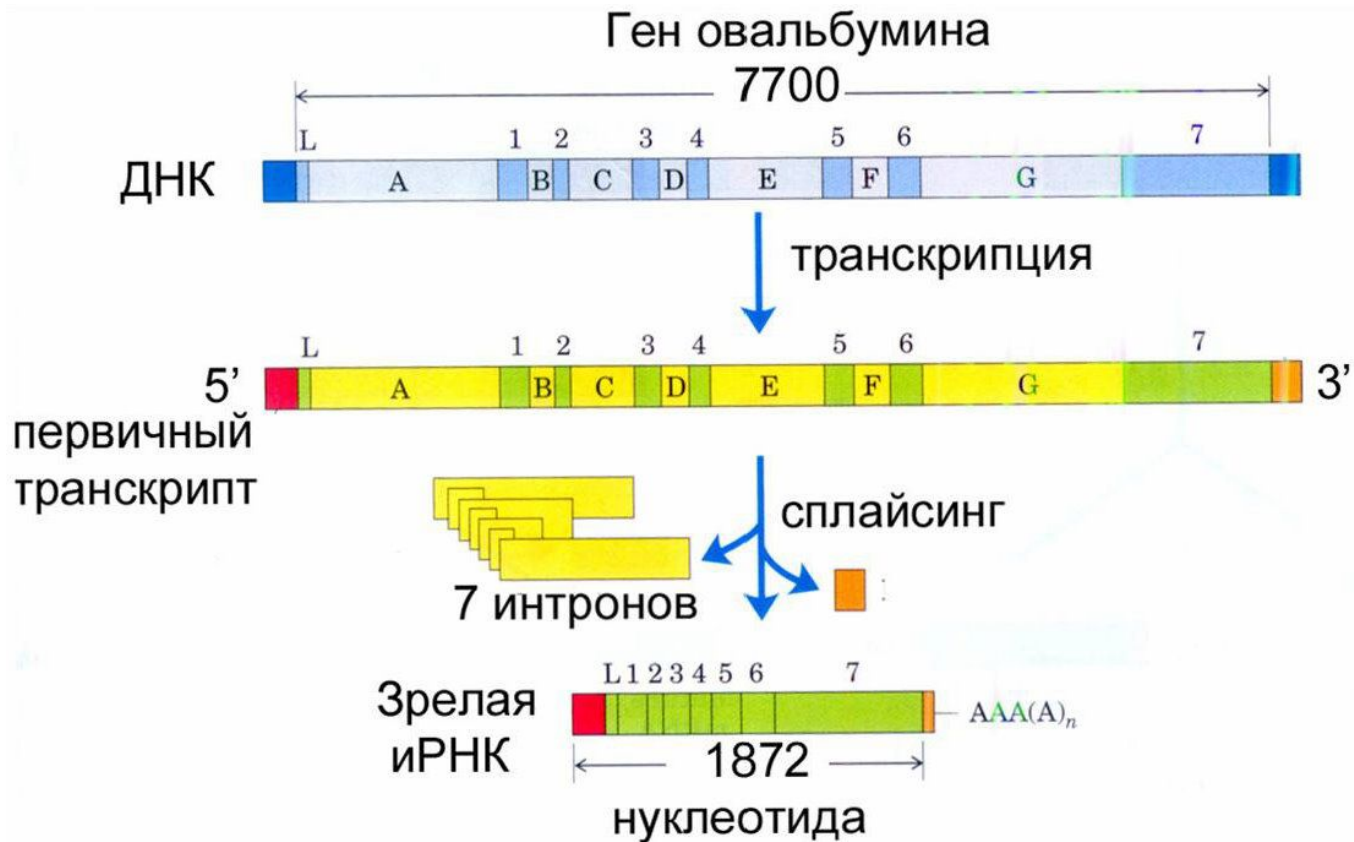
Что такое транскрипция?

Транскрипция — синтез РНК на матрице ДНК.

В каком направлении движется РНК-полимераза? В каком направлении происходит образование иРНК?

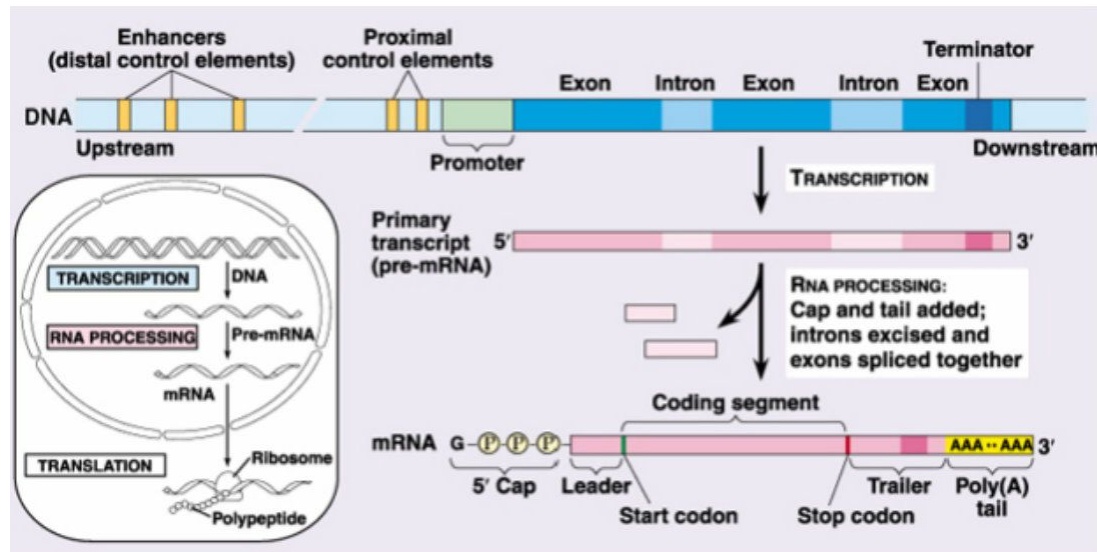
РНК-полимераза может присоединиться только к промотору, который находится на 3'-конце матричной цепи ДНК, и двигаться только от 3'- к 5'-концу этой матричной цепи ДНК.

Транскрипция



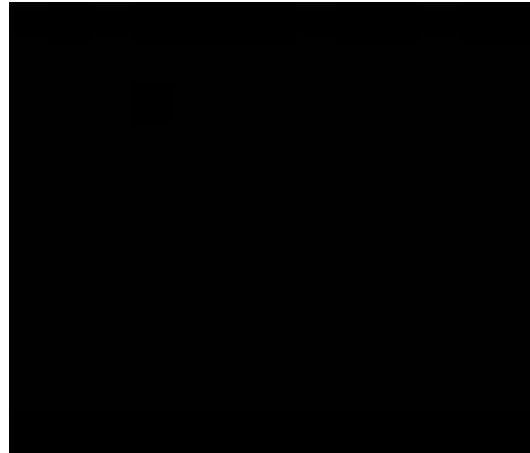
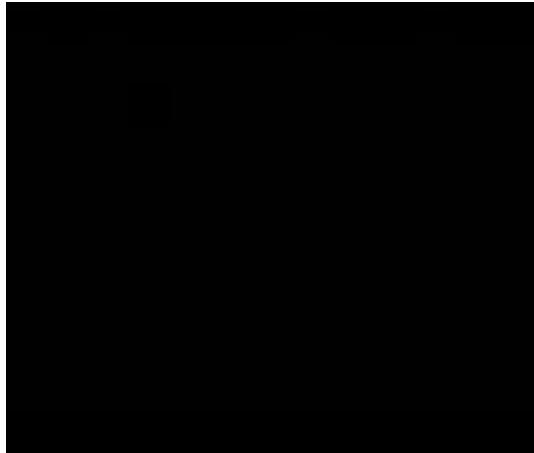
В результате транскрипции образуется «незрелая» иРНК (пре-иРНК), которая проходит стадию созревания или процессинга.

Транскрипция



Процессинг включает в себя:

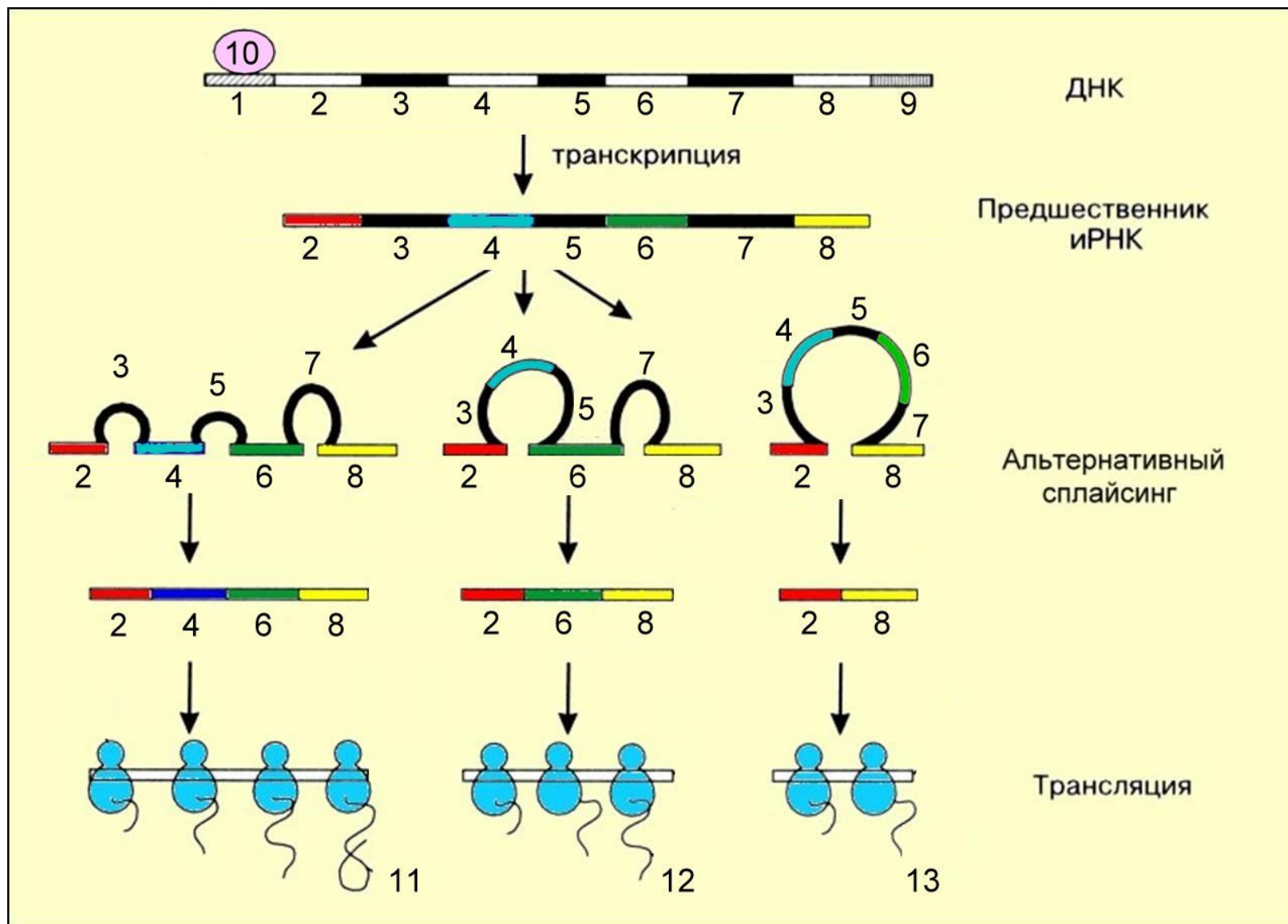
- 1) КЭПирование 5'-конца;
- 2) полиаденилирование 3'-конца (присоединение нескольких десятков адениловых нуклеотидов);
- 3) сплайсинг (вырезание интронов и сшивание экзонов). В зрелой иРНК выделяют КЭП, транслируемую область (сшитые в одно целое экзоны), нетранслируемые области (НТО) и полиА «хвост». Возможен *альтернативный сплайсинг*, при котором вместе с интронами вырезаются и экзоны. При этом с одного гена могут образовываться разные белки. Таким образом, утверждение – «Один ген – один полипептид» – неверно.



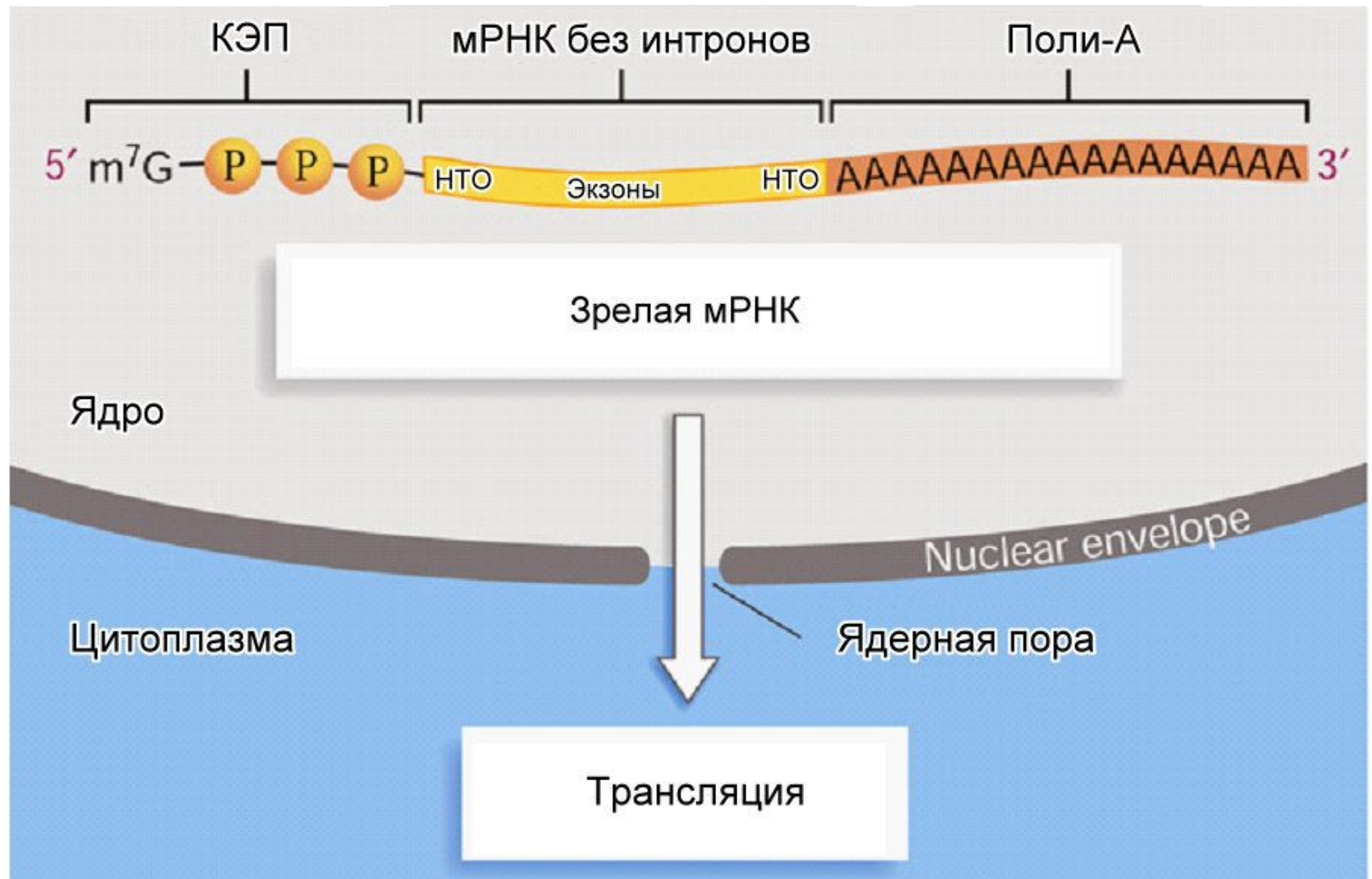
Процессинг включает в себя:

- 1) КЭПирование 5'-конца;
- 2) полиаденилирование 3'-конца (присоединение нескольких десятков адениловых нуклеотидов);
- 3) сплайсинг (вырезание интронов и сшивание экзонов). В зрелой иРНК выделяют КЭП, транскрируемую область (сшитые в одно целое экзоны), нетранскрируемые области (НТО) и полиА «хвост». Возможен *альтернативный сплайсинг*, при котором вместе с интронами вырезаются и экзоны. При этом с одного гена могут образовываться разные белки. Таким образом, утверждение – «Один ген – один полипептид» – неверно.

Транскрипция



Транскрипция



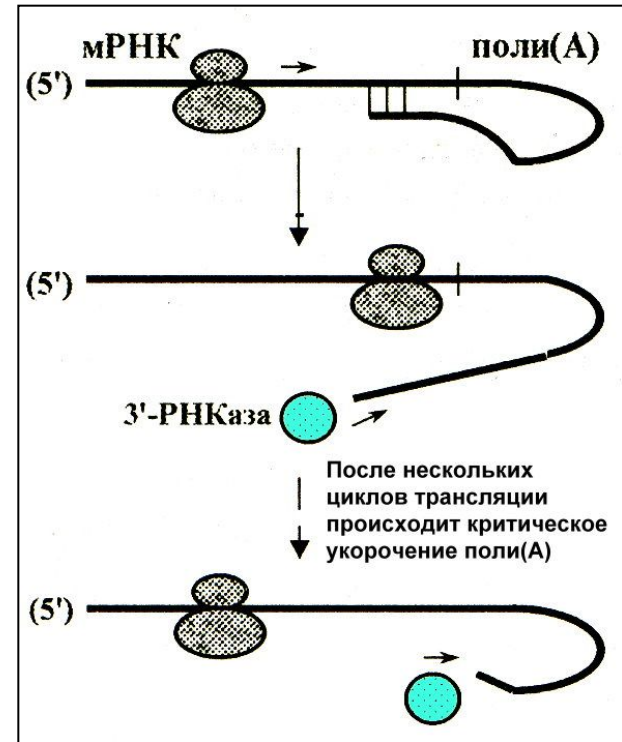
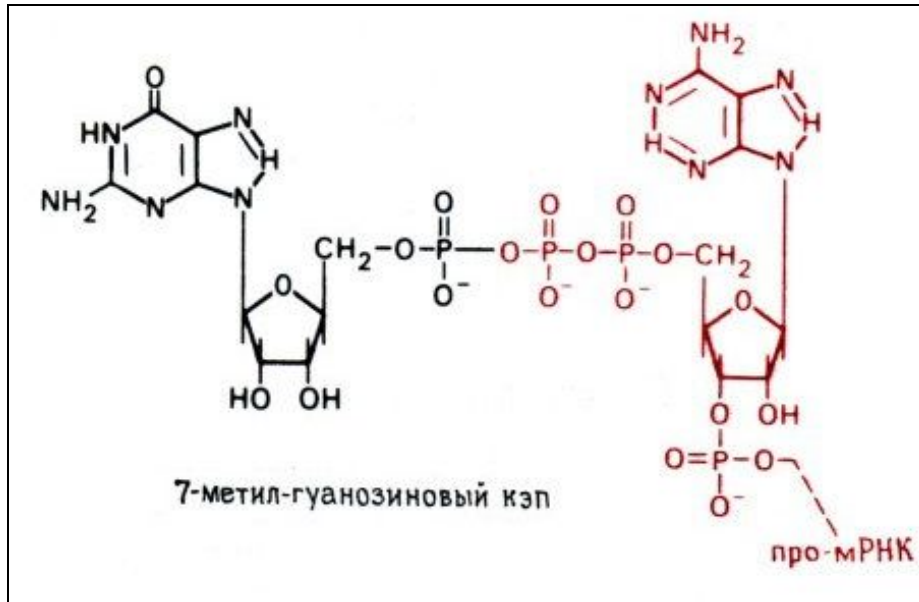
Транскрипция



Транслируемая область *начинается кодоном-инициатором*, заканчивается *кодоном-терминатором*.

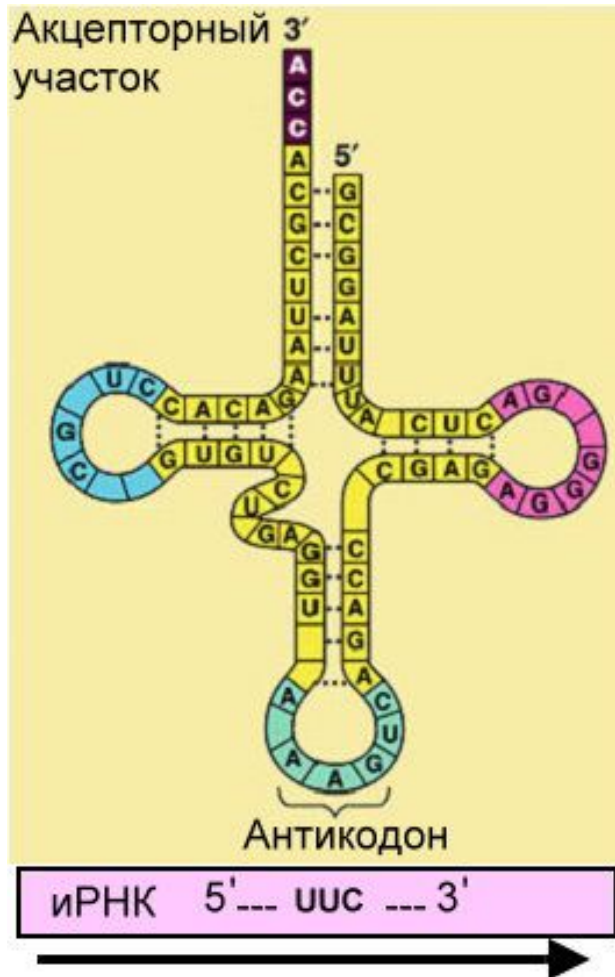
НТО содержат информацию определяющую поведение РНК в клетке: срок «жизни», активность, локализацию. Транскрипция и процессинг происходят в клеточном ядре. Зрелая иРНК приобретает определенную пространственную конформацию, окружается белками и в таком виде через ядерные поры транспортируется к рибосомам; иРНК эукариот, как правило, *моноцистронны* (имеют только один кодон терминатор).

Транскрипция



Согласно гипотезе «билетиков», поли(А) разрушается 3'-РНКазой не постоянно, а после завершения каждой рибосомой трансляции от нее отщепляется 10-15 нуклеотидов. Когда же в этом фрагменте остается около 50 нуклеотидов, мРНК становится доступной для РНКаз и быстро разрушается.

Транскрипция



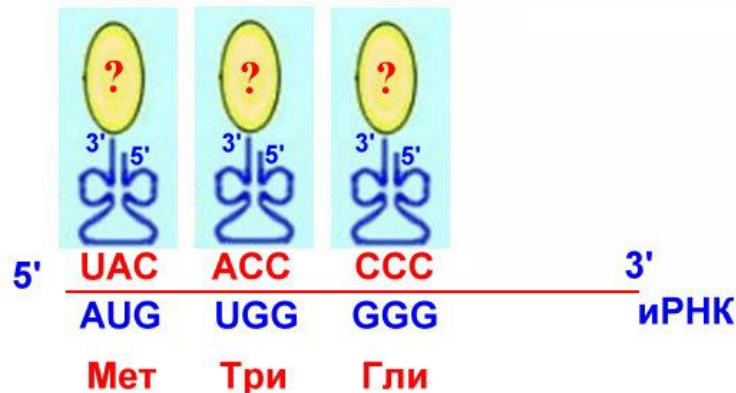
На ДНК кроме иРНК образуются тРНК и рРНК. тРНК отвечают за транспорт аминокислот к месту трансляции – к рибосомам, рибосомные – входят в состав рибосом.

тРНК – имеют небольшие размеры – порядка 76-85 нуклеотидов, их около 10% от всех видов РНК в клетке (иРНК – до 30 000 нуклеотидов, 5%; рРНК – 3000-5000 нуклеотидов, 85%).

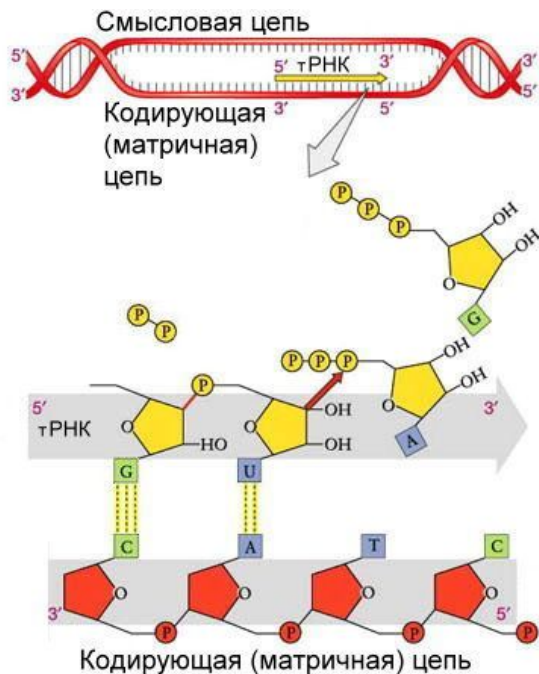
тРНК имеет три петли, на антикодовой находится антикодон, комплементарный кодону определенной аминокислоты. К 3'-концу (акцепторный участок, ССА) присоединяется аминокислота.

Транскрипция

	U	C	A	G	
U	UUU } Phenyl-alanine UUC UUA } Leucine UUG	UCU } UCC } Serine UCA UCG	UAU } Tyrosine UAC UAA Stop codon UAG Stop codon	UGU } Cysteine UGC UGA Stop codon UGG Tryptophan	U C A G
C	CUU } CUC } Leucine CUA CUG	CCU } CCC } Proline CCA CCG	CAU } Histidine CAC CAA } Glutamine CAG	CGU } CGC } Arginine CGA CGG	U C A G
A	AUU } Isoleucine AUC AUA AUG } Methionine start codon	ACU } ACC } Threonine ACA ACG	AAU } Asparagine AAC AAA } Lysine AAG	AGU } Serine AGC AGA } Arginine AGG	U C A G
G	GUU } GUC } Valine GUA GUG	GCU } GCC } Alanine GCA GCG	GAU } Aspartic acid GAC GAA } Glutamic acid GAG	GGU } GGC } Glycine GGA GGG	U C A G



При трансляции кодоны иРНК считываются с 5'-конца, антикодоны тРНК располагаются комплементарно и антипараллельно и считываются с 3'-к 5'-концу. Например, антикодон метиониновой тРНК читается **UAC**.



		Второй нуклеотид				Третий нуклеотид
		U	C	A	G	
Первый нуклеотид	U	UUU } Фенил-аланин UUC } UUA } Лейцин UUG }	UCU } UCC } Серин UCA } UCG }	UAU } Тирозин UAC } UAA } Стоп-кодон UAG } Стоп-кодон	UGU } Цистеин UGC } UGA } Стоп-кодон UGG } Триптофан	U C A G
	C	CUU } CUC } Лейцин CUA } CUG }	CCU } CCC } Пролин CCA } CCG }	CAU } Гистидин CAC } CAA } Глутамин CAG }	CGU } CGC } Аргинин CGA } CGG }	U C A G
	A	AUU } AUC } Изолейцин AUA } AUG } Метионин старт-кодон	ACU } ACC } Треонин ACA } ACG }	AAU } Аспарагин AAC } AAA } Лизин AAG }	AGU } Серин AGC } AGA } Аргинин AGG }	U C A G
	G	GUU } GUC } Валин GUA } GUG }	GCU } GCC } Аланин GCA } GCG }	GAU } Аспарагиновая кислота GAC } GAA } Глутаминовая кислота GAG }	GGU } GGC } Глицин GGA } GGG }	U C A G

На матричной цепи ДНК образуется антикодон тРНК. Назовите его.

AUG.

Как узнать, какую аминокислоту транспортирует данная тРНК?

По антикодону тРНК определить кодон иРНК, по кодону иРНК – аминокислоту.

Определите.

Антикодон тРНК AUG

Кодон иРНК UAC

Аминокислота тирозин

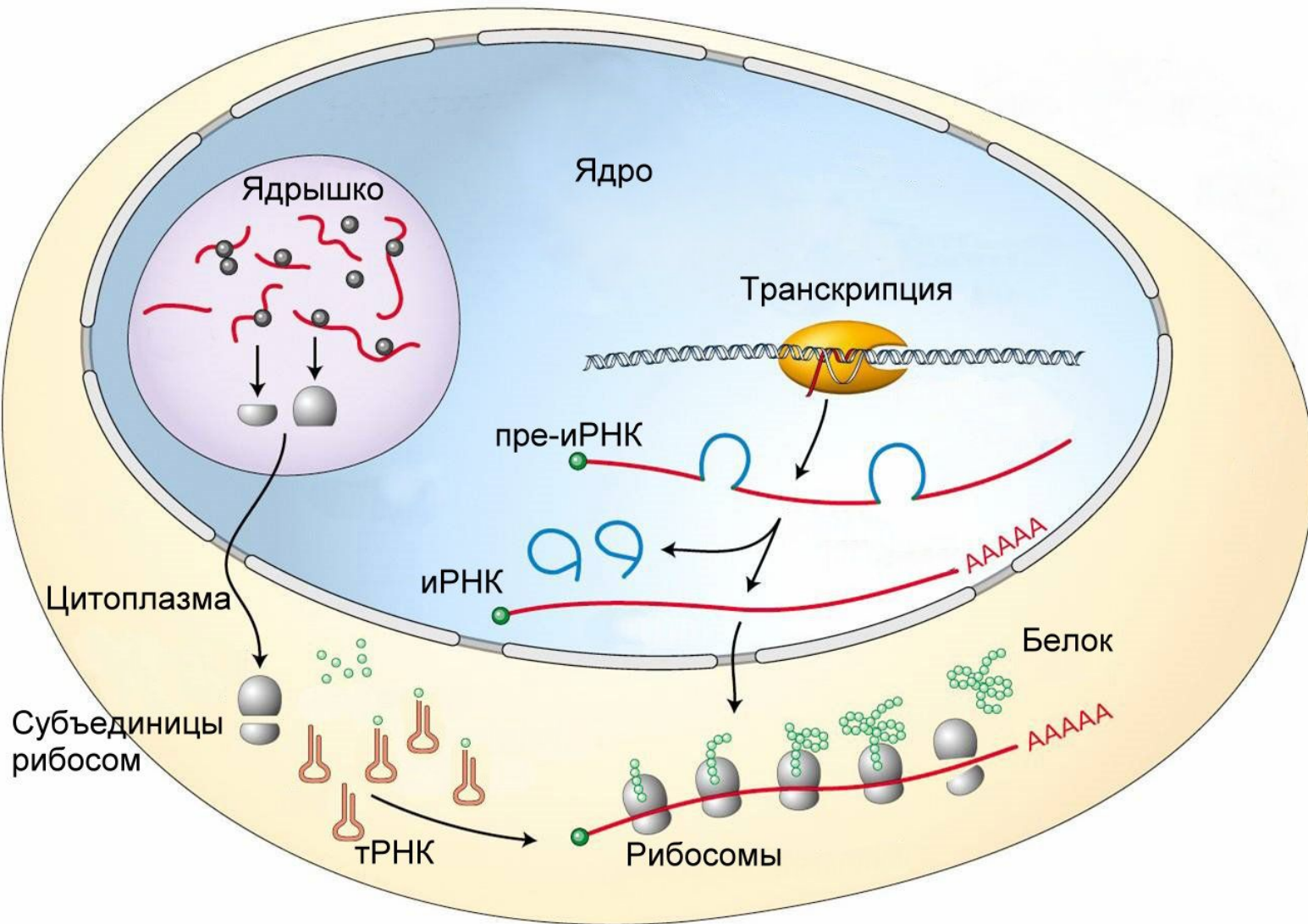
Антикодон тРНК ААУ. Определите аминокислоту, которую транспортирует данная тРНК. Какими кодовыми триплетами на иРНК и матричной ДНК закодирована данная аминокислота?

Антикодон тРНК **ААУ**

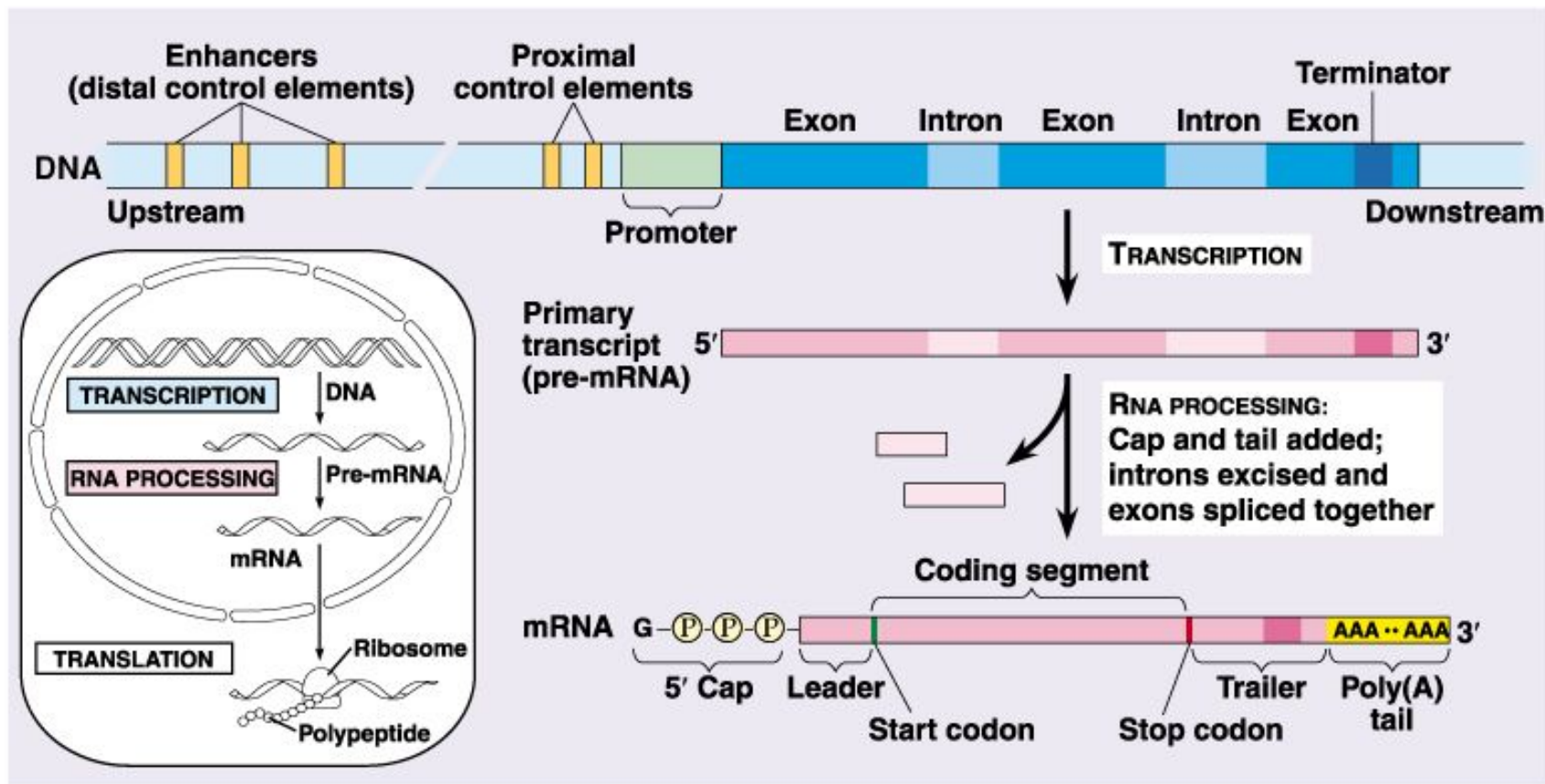
Кодон иРНК аминокислота – на ДНК –

		Второй нуклеотид					
		U	C	A	G		
Первый нуклеотид	U	UUU } Фенил-аланин UUC } UUA } Лейцин UUG }	UCU } UCC } Серин UCA } UCG }	UAU } Тирозин UAC } UAA Стоп-кодон UAG Стоп-кодон	UGU } Цистеин UGC } UGA Стоп-кодон UGG Триптофан	U	C
	C	CUU } CUC } Лейцин CUA } CUG }	CCU } CCC } Пролин CCA } CCG }	CAU } Гистидин CAC } CAA } Глутамин CAG }	CGU } CGC } Аргинин CGA } CGG }	C	A
	A	AUU } AUC } Изолейцин AUA } AUG Метионин старт-кодон	ACU } ACC } Треонин ACA } ACG }	AAU } Аспарагин AAC } AAA } Лизин AAG }	AGU } Серин AGC } AGA } Аргинин AGG }	A	G
	G	GUU } GUC } Валин GUA } GUG }	GCU } GCC } Аланин GCA } GCG }	GAU } Аспарагиновая кислота GAC } GAA } Глутаминовая кислота GAG }	GGU } GGC } Глицин GGA } GGG }	G	U

Поясните рисунок



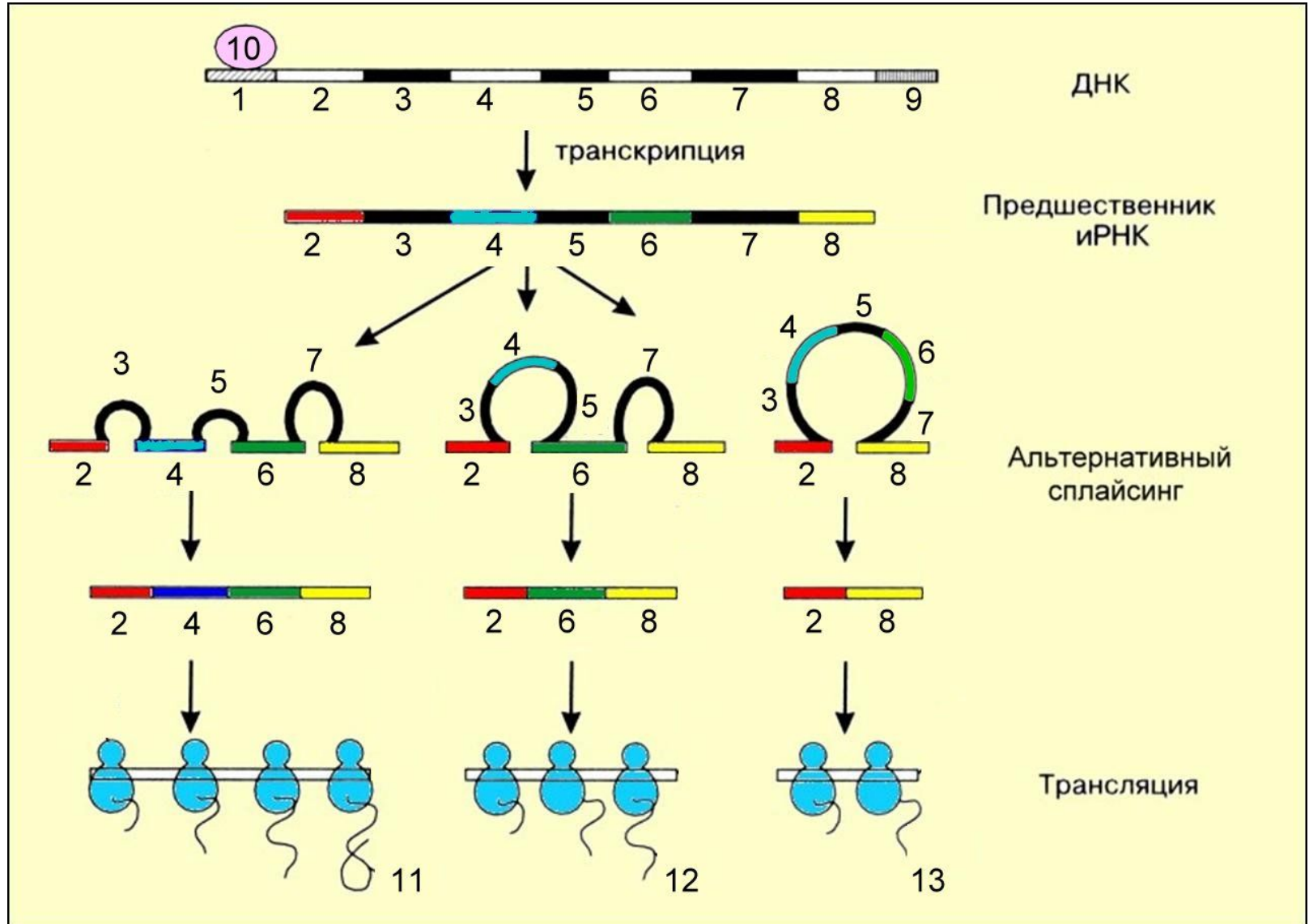
Поясните рисунок



©1999 Addison Wesley Longman, Inc.

1. Что такое альтернативный сплайсинг?
2. Каково значение НТО?

Поясните рисунок



Поясните рисунок

