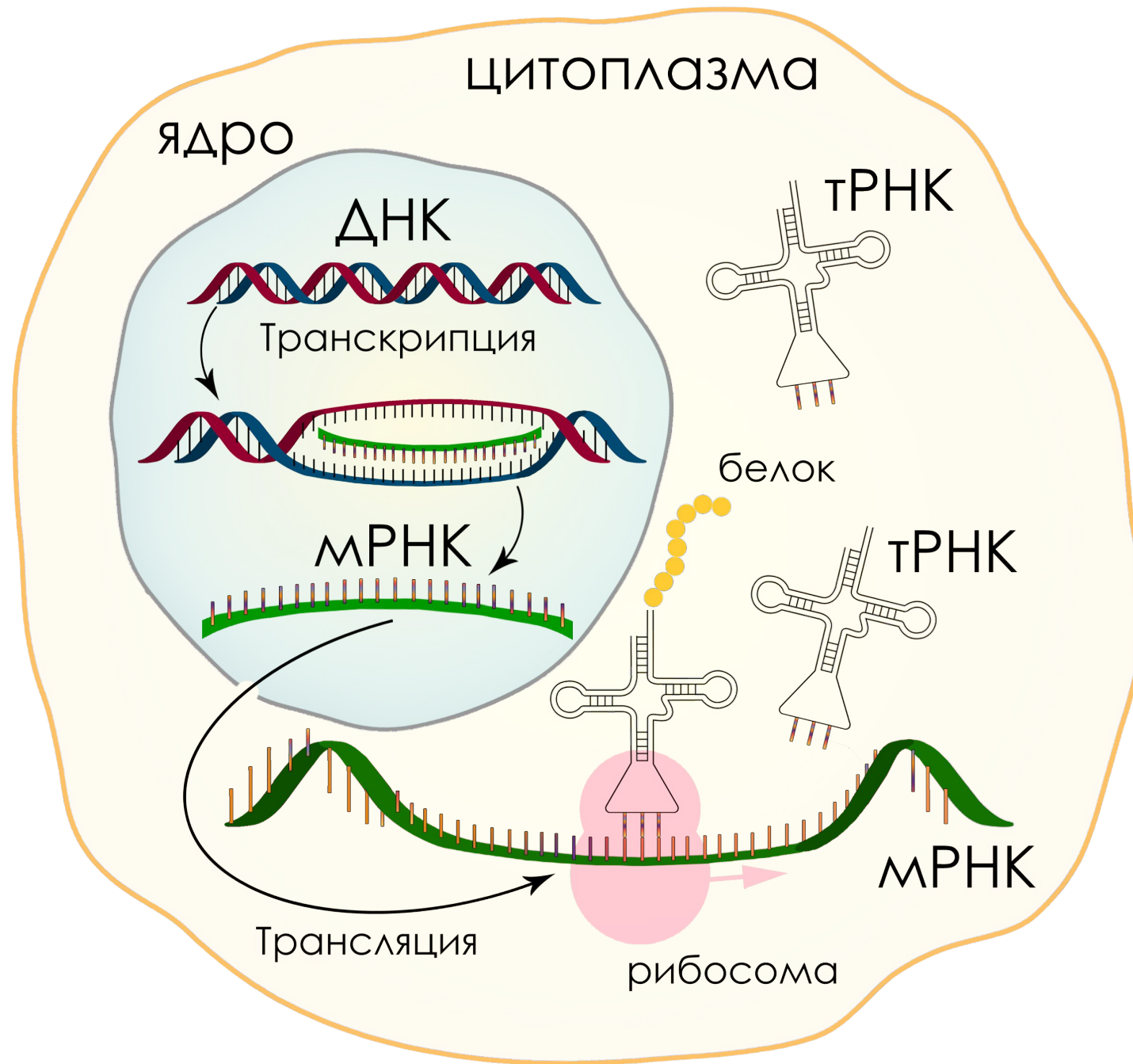


Решение задач по молекулярной биологии

Биосинтез белка



РЕАКЦИИ МАТРИЧНОГО СИНТЕЗА

На одной матрице может быть синтезировано неограниченное количество копий. В основе лежит комплементарное взаимодействие между нуклеотидами.

- **Репликация ДНК** Самоудвоение молекулы ДНК
- **Транскрипция иРНК** Считывание информации с ДНК на иРНК
- **Трансляция** Синтез белка с иРНК
- **Обратная транскрипция** Синтез ДНК на матрице вирусной РНК

(ДНК штамп для РНК; РНК штамп для БЕЛКА)

Центральная догма молекулярной биологии

правило реализации генетической информации

ДНК – РНК – БЕЛОК



ДНК

ген
фен

транскрипция



РНК

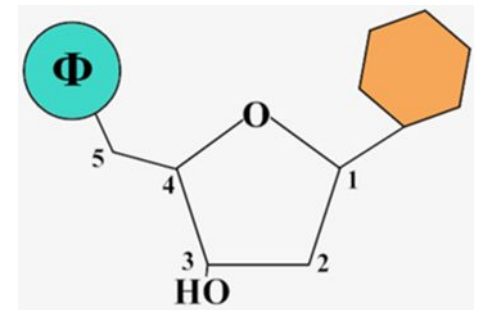
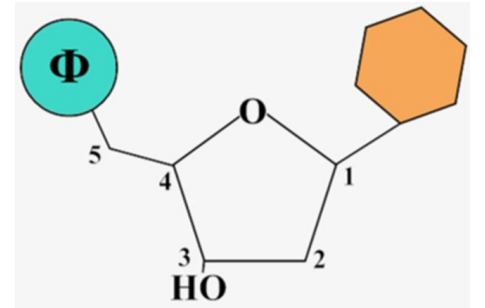
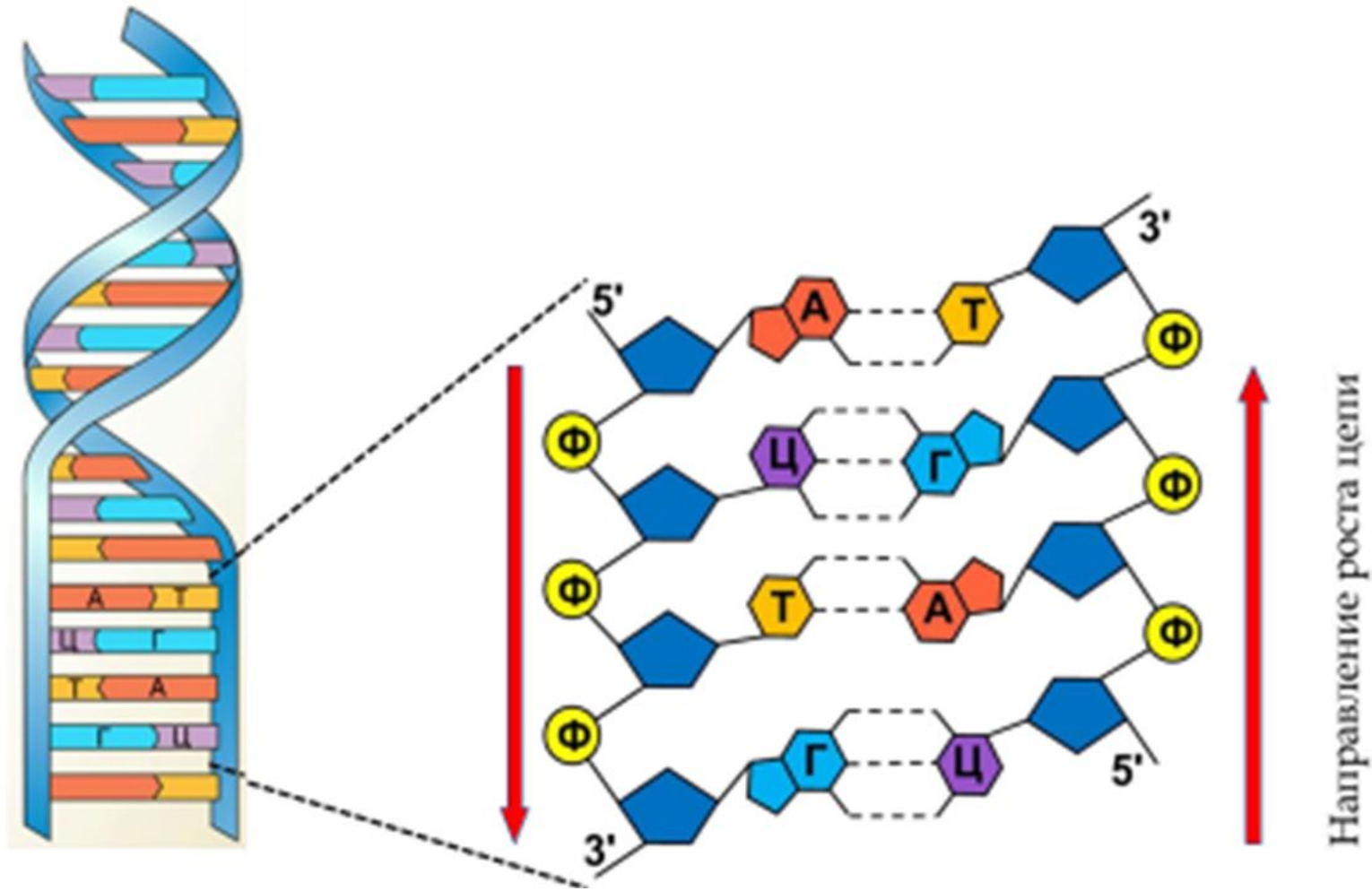
иРНК (мРНК), тРНК, рРНК

трансляция



Белок

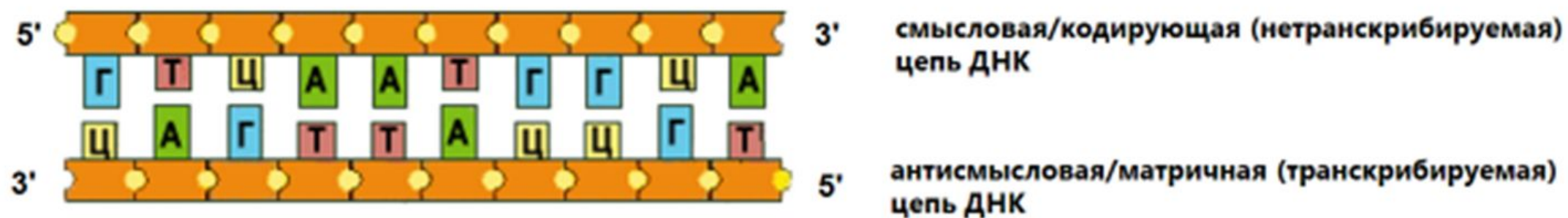
- Принципы строения ДНК: нерегулярность, антипараллельность, комплементарность, наличие регулярной вторичной структуры



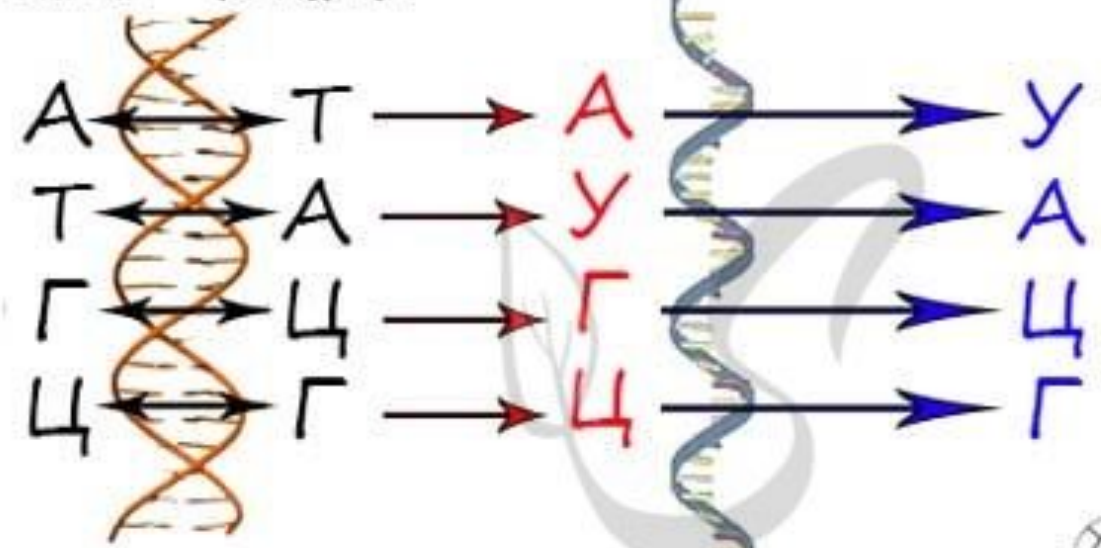
Наименование атомов углерода в нуклеотидах (исходя из нумерации атомов углерода в молекуле сахара пентозы) дает начало двум концам — 5' и 3'. Обычно запись последовательностей нуклеотидов ДНК и РНК осуществляется в направлении от 5' к 3'.

- Матрицей для синтеза всех! видов РНК (иРНК, тРНК, рРНК, регуляторной РНК) служит матричная (транскрибируемая) цепь ДНК

ДНК



1 нить 2 нить



Внутри
ДНК

3 нуклеотида -
триплет

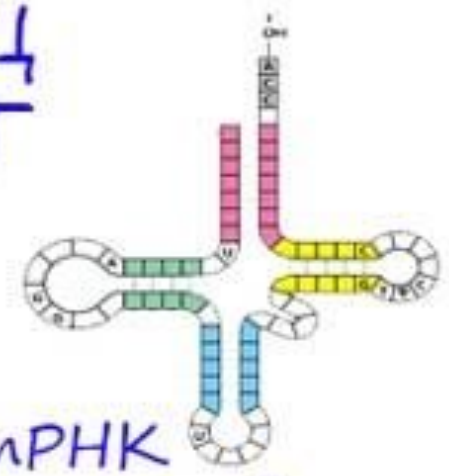
Между

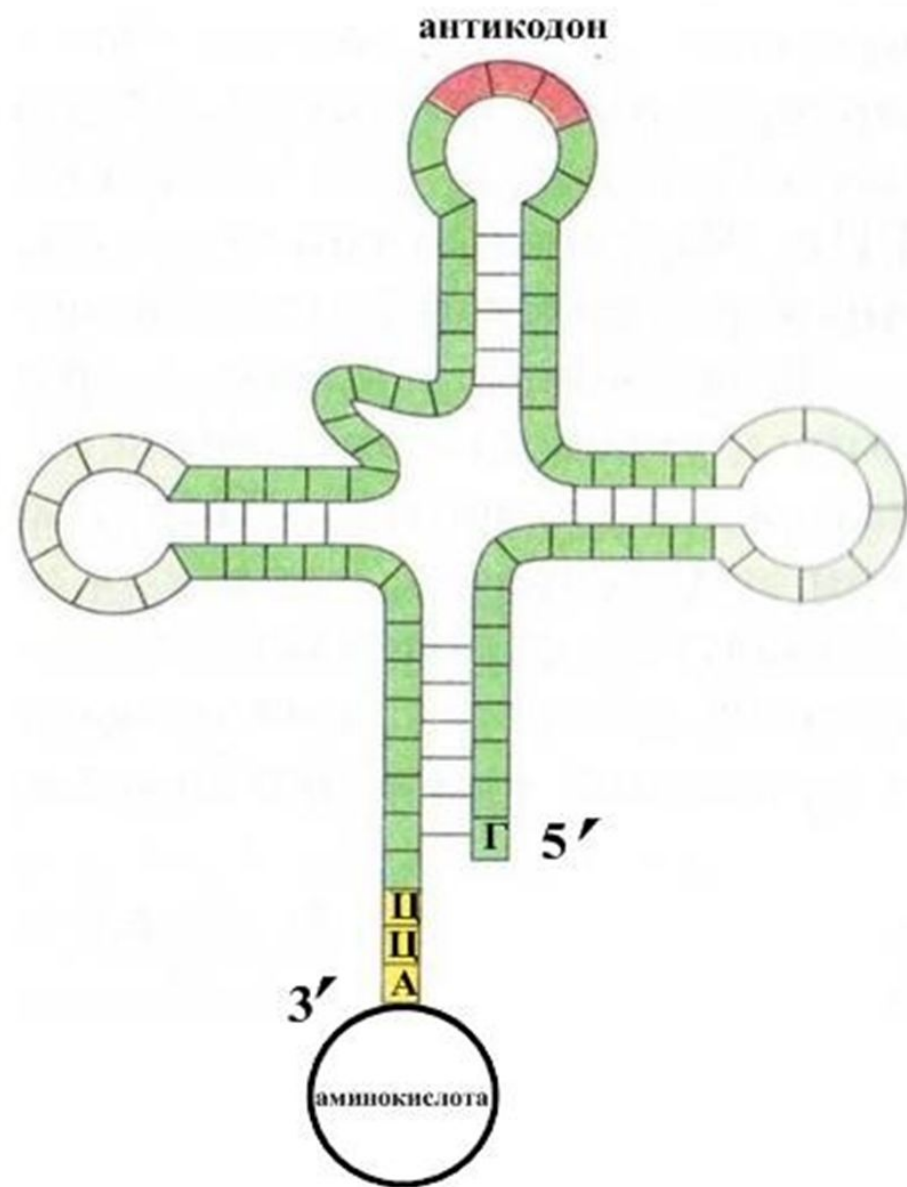
иРНК

и
3 нуклеотида -
кодон

и тРНК

3 нуклеотида -
антикодон

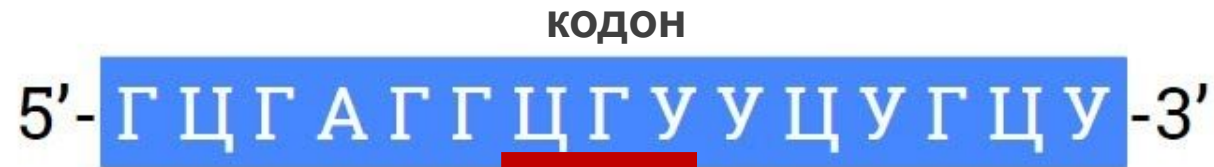




ДНК



иРНК



ПРАВИЛА

- 1) комплементарности: А-Т(У), Г-Ц
- 2) антипараллельности: рядом с 5'-концом одной цепи всегда лежит 3'-конец другой (комплементарной) цепи
- 3) для работы с таблицей генетического кода нужна иРНК, повернутая 5'-концом влево
- 4) рибосома движется по иРНК в направлении от 5' к 3' концу (иРНК транслируется с 5'-конца)
- 5) смысловая (кодирующая) ДНК и информационная РНК одинаковы, только надо Т мысленно заменять на У
- 6) транскрипция идет в направлении от 3' к 5' , а трансляция от 5' к 3'
- 7) АУГ (Мет) – начало гена; стоп – УАА, УАГ, УГА

Генетический код (иРНК от 5'- к 3'-концу)

Первое 5 основание	Второе основание				Третье 3 основание
	У	Ц	А	Г	
У	Фен Фен Лей Лей	Сер Сер Сер Сер	Тир Тир — —	Цис Цис — Три	У Ц А Г
Ц	Лей Лей Лей Лей	Про Про Про Про	Гис Гис Гли Гли	Арг Арг Арг Арг	У Ц А Г
А	Иле Иле Иле Мет	Тре Тре Тре Тре	Асн Асн Лиз Лиз	Сер Сер Арг Арг	У Ц А Г
Г	Вал Вал Вал Вал	Ала Ала Ала Ала	Асп Асп Глу Глу	Гли Гли Гли Гли	У Ц А Г

«ЗНАКИ» Правила записей в задачах

- 1) ДНК, иРНК, так как это одна молекула, то записываем **без пробелов**;
- 2) Белок (последовательность аминокислот): записываем **через «тире»**;
- 3) тРНК. Так как это антикодоны разных тРНК, то записываем их **через запятую «,» или «;»**
- 4) В заданиях-исключениях (*начинаются со слов «Все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице...»*) тРНК записываем **БЕЗ** запятых (т.к. речь идёт об одной молекуле тРНК, а не разных);
- 5) Всегда указываем штрих-концы и названия молекул.

- 6) В ответах или в условиях задачи **запись** всех одиночных цепей нуклеиновых кислот, кодонов иРНК, антикодонов тРНК;
пишут по умолчанию от **5' к 3' концу**;
- 7) в таблице ГК первый нуклеотид всегда 5-штрих конец (5');
- 8) в условии задачи смысловая и матричная цепи могут начинаться как с 5' , так и с 3' конца. Если в одиночной цепи, кодоне, антикодоне штрих-концы не указаны, значит начало 5''

Названия цепей ДНК

- 5 Кодирующая 3 = 5 Смысловая 3 = 5

Нетранскрибируемая 3 – они соответствуют иРНК (только Т замени на У)

- 3 Матричная 5 = 3 Антисмысловая 5 = 3 Транскрибируемая 5 – с них списывают РНК (по ПК)

Принцип комплементарности (ПК): А-Т (У), Г-Ц

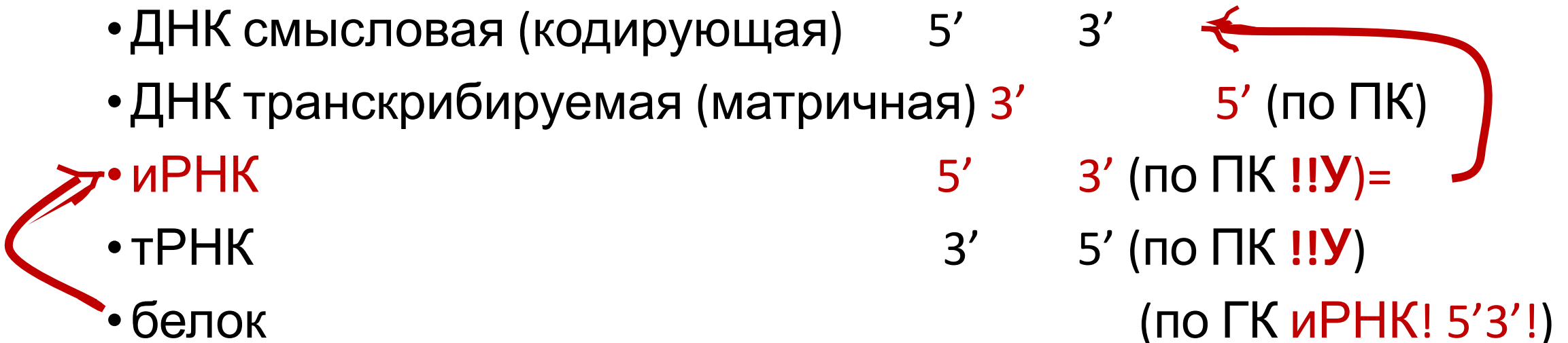
(во всех молекулах РНК азотистое основание Тимин заменяется на Урацил):

- ДНК 1 цепь А Т Г Ц
- ДНК 2 цепь Т А Ц Г
- РНК А У Г Ц (это может быть как иРНК, так и тРНК)
- РНК У А Ц Г (это может быть как иРНК, так и тРНК)

Алгоритмы

Для стандартных задач

(то есть кроме тех, которые начинаются со слов: «Все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Фрагмент цепи ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли тРНК...»)

- ДНК смысловая (кодирующая) 5' 3'
 - ДНК транскрибируемая (матричная) 3' 5' (по ПК)
 - **иРНК** 5' 3' (по ПК **!!У**)=
 - тРНК 3' 5' (по ПК **!!У**)
 - белок (по ГК **иРНК! 5'3'!**)
- 

Примеры решения задач

Начинаем решение задач с анализа условия!

Задача №1

- № 1. **Определите** последовательность нуклеотидов на **иРНК, антикодоны тРНК** и аминокислотную последовательность соответствующего фрагмента молекулы **белка**, если исходный фрагмент молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов (верхняя цепь **смысловая**, нижняя **транскрибируемая**).
Ответ **обоснуйте**.
- 5'- ЦАЦГГЦАГТТТТ-3'
- 3'- ГТГЦЦГТЦАААА-5'

• **1) Записать заготовку.** Записать то, что дано по задаче напротив соответствующего пункта (в данном случае это двуцепочечная молекула ДНК):

• **ДНК смысл** 5'- Ц А Ц Г Г Ц А Г Т Т Т Т -3'

• **ДНК транскр** ● 3'- Г Т Г Ц Ц Г Т Ц А А А ● -5'

• иРНК

• тРНК

• белок

• 2) По **ПК** к молекуле ДНК строим молекулу иРНК, записываем и подчеркиваем цепь (так как именно по иРНК мы с помощью таблицы ГК будем позже искать последовательность АК в белке):

• ДНК смысл 5'- Ц А Ц Г Г Ц А Г Т Т Т Т - 3'

• ДНК транскр 3'- Г Т Г Ц Ц Г Т А А - 5'

• иРНК 5'- Ц А Ц Г Г Ц А Г У У У У - 3'

• тРНК

• белок

- 3) По **ПК** к кодонам иРНК находим антикодоны тРНК (! пишем **через запятую!**). Не забывайте, что **в ответе** нужно будет записать молекулы тРНК в направлении от **5' к 3'** концу – нужно **разворачивать каждый антикодон**, потому что **это отдельные цепи**: 5'-Г У Г, Г Ц Ц, А Ц У, А А А -3'
- ДНК смысл 5'- Ц А Ц Г Г Ц А Г Т Т Т Т -3'
- ДНК транскр 3'- Г Т Г Ц Ц Г Т Ц А А А А -5'
- иРНК 5'- Ц А Ц Г Г Ц А Г У У У У -3'
- тРНК 3'- Г У Г-5, 3-Ц Ц Г-5, 3-У Ц А-5, 3-А А А-5'
- белок

- 4) Находим последовательность **АК** в белке с помощью таблицы **ГК**, используя кодоны иРНК:
- ДНК смысл 5'- ЦАЦГГЦАГТТТТТ-3'
- ДНК транскр 3'- ГТГЦЦГТЦАААА-5'
- иРНК 5'- ЦАЦГГЦАГУУУУ-3'
- ~~тРНК 3'- ГУГ, ЦЦГ, УЦА, ААА-5'~~
- белок: гис – гли – сер - фен

- 5) После схемы пишем **ОТВЕТ** - поясняем **каждое свое действие**, так как это просят в задании «Ответ обоснуйте»:
- 1. По принципу комплементарности к транскрибируемой цепи ДНК (дана по задаче) находим кодоны иРНК: 5'- Ц А Ц Г Г Ц А Г У У У У -3'
- 2. По ПК к кодонам иРНК находим антикодоны тРНК: 5'-Г У Г-3', 5-Г Ц Ц-3, 5-А Ц У-3, 5-А А А-3'
- 3. С помощью таблицы генетического кода по кодонам иРНК находим последовательность АК в белке «гис – гли – сер – фен»;

Задача №2

- **Антикодоны тРНК** поступают к рибосомам в следующей последовательности нуклеотидов **ГУА, УАЦ, УГЦ, ГЦА**. **Определите** последовательность нуклеотидов на **иРНК**, последовательность нуклеотидов **смысловой и транскрибируемой цепей ДНК**, кодирующих определенный белок и последовательность **аминокислот** во фрагменте молекулы синтезируемого **белка**, используя таблицу генетического кода. Ответ **поясните**. При выполнении задания учитывайте, что **антикодоны тРНК антипараллельны кодонам иРНК**.

• 1) Записываем заготовку. Обращаем внимание на расположение «штрих-концов». В этой задаче **сначала** нужно **перевернуть** каждый антикодон.

• ДНК смысл $5' - 3'$

• ДНК транскр $3' - 5'$

• иРНК $5' - 3'$

• тРНК $5' - 3'$ $3' - 5'$

• белок

- 2) Записать то, что дано по задаче напротив соответствующего пункта – в данном случае это молекулы тРНК. Не забывайте, что запись всех одиночных цепей нуклеиновых кислот в условии или ответах идет по умолчанию от 5' к 3' концу. Соответственно, для нашей схемы, нужно «перевернуть» КАЖДЫЙ антикодон тРНК (поворачиваем не целиком, так как это отдельные молекулы тРНК).

- ДНК смысл

5' - 3'

- ДНК транскр

3' - 5'

- иРНК

5' - 3'

- тРНК

5-ГУА, УАЦ, УГЦ, ГЦА-3; 3'- АУГ, ЦАУ, ЦГУ, АЦГ - 5'

- иРНК

белок

- записываем антикодоны тРНК из условия (по умолчанию, направление 5-3), переворачиваем КАЖДЫЙ антикодон в направление 3-5. По ПК синтезируем иРНК (5-3)

- 3) По ПК к антикодонам тРНК строим кодоны иРНК, записываем и подчеркиваем цепь (так как именно по иРНК мы с помощью таблицы ГК будем позже искать последовательность АК в белке):
- ДНК смысл 5' - -3'
- ДНК транскр 3' - -5'
- иРНК 5' - УАЦ ГУА ГЦА УГЦ -3'
- ~~тРНК 3' - АУГ, ЦАУ, ЦГУ, АЦГ -5'~~
- белок

- 4) По ПК к кодонам иРНК находим триплеты транскрибируемой цепи ДНК, а далее по ПК к триплетам транскрибируемой цепи ДНК находим триплеты смысловой цепи ДНК. А также, используя таблицу ГК находим последовательность аминокислот в белке (по кодонам иРНК).
- ДНК смысл 5'- ТАЦ ГТА ГЦА ТГЦ -3'
- ДНК транскр 3'- АТГ ЦАТ ЦГТ АЦГ -5'
- иРНК 5'- УАЦ ГУА ГЦА УГЦ -3'
- ~~тРНК 3'- АУГ, ЦАУ, ЦГУ, АЦГ -5'~~
- белок Тир – Вал – Ала - Цис

- 5) После схемы пишем ОТВЕТ - поясняем каждое свое действие, так как это просят в задании «Ответ обоснуйте».
- 1. По принципу комплементарности к антикодонам тРНК (даны по задаче) находим кодоны иРНК: 5'- УАЦ ГУА ГЦА УГЦ -3'
- 2. По ПК к кодонам иРНК находим триплеты транскрибируемой цепи ДНК, а далее по ПК к триплетам транскрибируемой цепи ДНК находим триплеты смысловой цепи ДНК. Верхняя цепь смысловая, нижняя транскрибируемая.
- ДНК 5'- ТАЦ ГТА ГЦА ТГЦ -3' (смысловая)
- ДНК 3'- АТГ ЦАТ ЦГТ АЦГ -5' (транскрибируемая)
- 3. С помощью таблицы генетического кода по кодонам иРНК находим последовательность АК в белке: Тир – Вал – Ала - Цис;

Задача из демоверсии ЕГЭ (ДНР) 2022

(Нестандартная задача на транскрипцию – синтез РНК с ДНК (начинается о слов: «Все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице..»)

- №27. Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5'-концу в одной цепи соответствует 3'-конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5'- конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5'- к 3'-концу. Все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. **Фрагмент молекулы ДНК**, на которой синтезируется **участок центральной петли тРНК**, имеет следующую последовательность нуклеотидов (**нижняя цепь матричная**):
 - 5'-ЦГААГГТГАЦААТГТ-3'
 - 3'-ГЦТТЦЦАЦТГТТАЦА-5'
- Установите нуклеотидную последовательность **участка тРНК**, который синтезируется на данном фрагменте, и определите **аминокислоту**, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если **третий триплет с 5'-конца** соответствует антикодону тРНК.
- При написании нуклеиновых кислот указывайте **направление цепи**.
- Генетический код (иРНК от 5'- к 3'-концу)

- 1) Записать заготовку. Записать то, что дано по задаче напротив соответствующего пункта (в данном случае это двуцепочечная молекула ДНК):
- ДНК смысл 5'-ЦГААГГТГАЦААТГТ-3'
- ДНК транскр 3'-ГЦТТЦЦАЦТГТТАЦА-5'
- тРНК
- иРНК
- белок

- 2) По ПК к молекуле **тРНК** строим молекулу **иРНК**,
- ДНК смысл 5'-ЦГААГГТГАЦААТГТ-3'
- ДНК транскр 3'-ГЦТТЦЦАЦТГТТАЦА-5'
- **тРНК** 5'-ЦГААГГТГАЦААТГТ-3'
- иРНК
- белок
-

- 3) Для того чтобы найти аминокислоту, нужно воспользоваться таблицей ГК, для этого нужно знать **кодон иРНК** – находим его по **ПК к антикодону тРНК** (находим только 1 кодон, третий с 5-конца – другое по задаче НЕ просят и могут снять баллы).
- ДНК смысл 5'-ЦГААГГТГАЦААТГТ-3'
- ДНК транскр 3'-ГЦТТЦЦАЦТГТТАЦА-5'
- тРНК 5'-ЦГААГГ**УГА**ЦААУГУ-3'
- иРНК 3'-**АЦУ**-5'
- белок

- 4) **Переворачиваем** кодон иРНК в направлении 5-3 и находим соответствующую **иРНК аминокислоту по таблице ГК:**
- ДНК смысл 5'-ЦГААГГТГАЦААТГТ-3'
- ДНК транскр 3'-ГЦТТЦЦАЦТГТТАЦА-5'
- тРНК 5'-ЦГААГГУГАЦААУГУ-3'
- иРНК 3'-АЦУ-5' **иРНК 5'-3'!** 5'-УЦА-3'
- Белок **сер**

- 5) После пункта 4 пишем ОТВЕТ, поясняя все свои действия.

ОТВЕТ:

- 1) нуклеотидная последовательность **участка тРНК:**

5'-ЦГААГГУГАЦААУГУ-3' (который синтезируется на данном фрагменте)

- 2) нуклеотидная последовательность антикодона УГА (третий триплет) соответствует кодону на иРНК УЦА; (! В направлении 5-3)
- 3) по таблице генетического кода этому кодону соответствует **аминокислота Сер**, которую будет переносить данная тРНК

АЛГОРИТМЫ

для решения разных типов задач

1. Когда ДАНА СМЫСЛОВАЯ (КОДИРУЮЩАЯ) ДНК

- 5'-ТГЦ-3' смысловая (кодирующая) ДНК
- 3'-АЦГ-5' матричная (транскрибируемая) ДНК
- 5'-УГЦ-3' иРНК

2. Когда ДАНА МАТРИЧНАЯ (ТРАНСКРИБИРУЕМАЯ) ДНК, с 5'-конца

- 5'-АЦГ-3' матричная (транскрибируемая) ДНК
- 3'-УГЦ-5' иРНК, её надо **перевернуть** 5'-концом влево:
- 5'-ЦГУ-3' иРНК

3. Когда ДАНЫ АНТИКОДОНЫ тРНК

- 5'-АЦГ-3' тРНК, каждый из них надо перевернуть 3'-концом влево:
- 3'-ГЦА-5'
- 5'-ЦГУ-3' иРНК

4. Когда ДАНА МАТРИЦА ДЛЯ тРНК КОДИРУЮЩАЯ

- 5'-ТГЦ-3' смысловая (кодирующая) ДНК
- 3'-АЦГ-5' матричная (транскрибируемая) ДНК
- 5'-УГЦ-3' тРНК
- 3'-АЦГ-5' иРНК, её надо перевернуть 5'-концом влево:
- 5'-ГЦА-3' иРНК

5. Когда ДАНА МАТРИЦА ДЛЯ тРНК ТРАНСКРИБИРУЕМАЯ, с 5'-конца.

- 5'-АЦГ-3' матричная (транскрибируемая) ДНК
- 3'-УГЦ-5' тРНК
- 5'-АЦГ-3' иРНК

6. Когда ДАНЫ НЕСКОЛЬКО АНТИКОДОНОВ тРНК (задание на правило 4)

- 5'-АЦГ-3', 5'-УГА-3', 5'-ААУ-3' тРНК каждую надо перевернуть
- 3'-ГЦА-5', 3'-АГУ-5', 3'-УАА-5' тРНК
- 5'-ЦГУУЦААУУ-3' иРНК

7. Когда ДАНА ДВОЙНАЯ ЦЕПЬ ДНК, а какая из них кодирующая, какая матричная – неизвестно.

- 1) берём левый 5'-конец ДНК, мысленно заменяем в нём Т на У и находим аминокислоту по таблице генетического кода
- 2) берем правый 5'-конец ДНК, мысленно читаем его задом наперед, заменяя Т на У, и находим аминокислоту по таблице генетического кода
- 3) одна из аминокислот должна совпасть с данной в задании, так находим матричную цепь

**С Днем всех влюбленных,
дорогая! Это тебе!**

**Господи, это гены
резистентности
к антибиотикам!
Я ЛЮБЛЮ ТЕБЯ!**

