

# *Решение задач по молекулярной биологии*

Подготовка к ЕГЭ  
(11 класс)

Тренинг-практикум



# План работы

- Повторение теоретического материала:
  - правило Чаргаффа
  - генетический код
  - этапы биосинтеза белка
- Разбор различных типов задач
- Решение тренировочных заданий

# Требования к решению задач

- ход решения должен соответствовать последовательности процессов, протекающих в клетке;
- решать задачи осознано, обосновывать каждое действие теоретически;
- запись решения оформлять аккуратно, цепи ДНК, иРНК, тРНК прямые, символы нуклеотидов четкие, расположены на одной линии по горизонтали;
- цепи ДНК, иРНК, тРНК размещать на одной строке без переноса;
- в случае, когда триплеты нуклеотидов не соединены в молекулу, отделять их точкой с запятой;
- ответы на все вопросы выписывать в конце решения.

# Основные понятия

- НК – нуклеиновые кислоты  
(ДНК- дезоксирибонуклеиновая и РНК– рибонуклеиновая)
- Нуклеотид –  
составная часть (мономер) нуклеиновых кислот
- Триплет –  
три нуклеотида
- Аминокислота –  
составная часть (мономер) белка
- Ген —  
участок молекулы ДНК, кодирующей синтез одной иРНК  
(и соответственно полипептида), рРНК или тРНК.

# Основные характеристики ДНК и РНК

<b>ДНК</b> (дезоксирибонуклеиновая кислота) две цепи в спирали	<b>РНК</b> (рибонуклеиновая кислота) одна цепь
состоит из нуклеотидов Строение нуклеотида	
1 дезоксирибоза	1 рибоза
2 остаток фосфорной кислоты	2 остаток фосфорной кислоты
3 азотистое основание:	3 азотистое основание:
А- аденин	А- аденин
Г – гуанин	Г – гуанин
Ц – цитозин	Ц – цитозин
Т - тимин	У - урацил
А-Т, Г-Ц	А-У, Г-Ц
Принцип комплементарности	
Между азотистыми основаниями водородные связи	
А = Т двойная ,      Г ≡ Ц тройная	
Правила Чаргаффа	
А=Т, Г=Ц    А+Г = Т+Ц ( 100% в 2-х цепях)	( 100 % в 1-й цепи)
*азотистые основания : 1. Пуриновые – А, Г    2. Пиримидиновые – Ц, Т, У	
Функция: хранение наследственной информации *Спираль ДНК: 1.Ширина 2 нм 2.Шаг спирали 10 пар нуклеотидов 3,4 нм 3.Длина нуклеотида 0,34 нм 4.Масса ДНК $6 \cdot 10^{-12}$	Виды РНК и их функции: 1. иРНК или мРНК – 5%, считывает информацию с ДНК и переносит её к рибосоме 2. тРНК – 10%, переносит аминокислоту 3. рРНК – 85%, входит в состав рибосом

# Правило Чаргаффа

1) Количество аденина равно количеству тимина, а гуанина — цитозину:

$$A=T, G=C (100\%)$$

2) Количество пуринов равно количеству пиримидинов :

$$A+G=T+C.$$

3) Количество оснований с аминогруппами в положении 6 равно количеству оснований с кетогруппами в положении 6:

$$A+C=T+G.$$

# Принцип комплементарности

<i>ДНК</i>		
1-я цепь		2-я цепь
<b>А</b>	→	<b>Т</b>
<b>Т</b>	→	<b>А</b>
<b>Ц</b>	→	<b>Г</b>
<b>Г</b>	→	<b>Ц</b>

<i>Цепь ДНК</i>		<i>Цепь РНК</i>
<b>А</b>	→	<b>У</b>
<b>Т</b>	→	<b>А</b>
<b>Ц</b>	→	<b>Г</b>
<b>Г</b>	→	<b>Ц</b>

# Этапы биосинтеза белка

## 1. Транскрипция

Построение на одной из цепей ДНК молекулы иРНК (тРНК, рРНК) согласно принципу комплементарности.

## 2. Трансляция

Синтез полипептидной цепи (белковой молекулы первичной структуры) с использованием иРНК в роли матрицы на рибосоме.

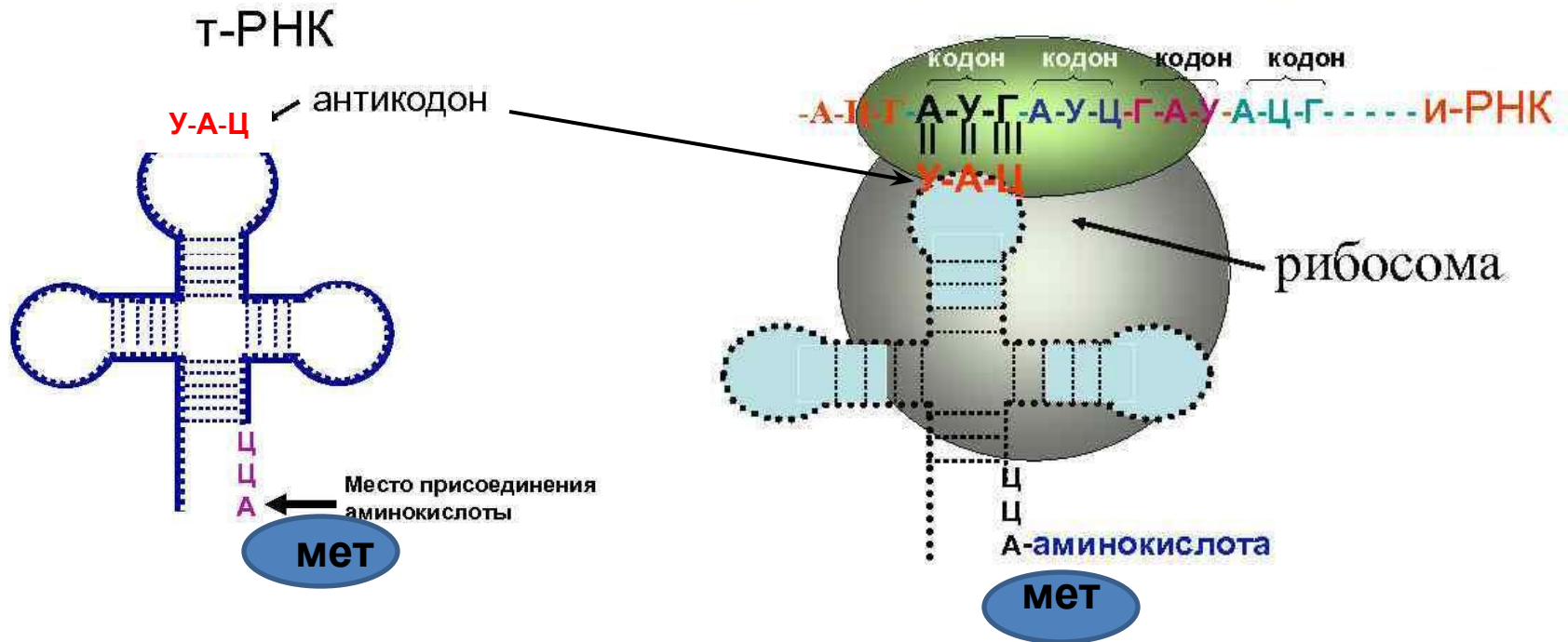


# Генетический код

- Определенному сочетанию нуклеотидов ДНК, а следовательно, и иРНК, соответствует определенная аминокислота в полипептидной цепи белка. Это соответствие называют **генетическим кодом**.
- **Кодон** – триплет иРНК, находящийся в активном центре рибосомы. (В соответствии с ним определяется присоединяемая аминокислота по таблице генетического кода).
- **Антикодон** – триплет тРНК, комплементарно соответствующий кодону иРНК (мРНК), что обеспечивает правильную расстановку каждой аминокислоты в полипептидной цепи при биосинтезе белка (трансляции).

# Кодон и антикодон

Взаимодействие кодона с антикодоном



1. Определение нуклеотидного состава нуклеиновых кислот в процентном и количественном соотношении (задание 6)

- 1) В молекуле ДНК находится 1400 нуклеотидов с тимином. Определите, сколько нуклеотидов с цитозином находится в данной молекуле ДНК, если всего нуклеотидов в ней 5000.
- 2) В молекуле ДНК находится нуклеотиды с тимином составляют 5%. Определите, какую часть составляют нуклеотиды с цитозином в данной молекуле ДНК.

## Задача 1.1

<u>Дано:</u> Т - 1400	<u>Решение.</u>				
<u>Найти:</u> Ц - ?	<ol style="list-style-type: none"><li>1. <math>A=T</math> , согласно принципу комплементарности. Т. е. <math>T=1400</math></li><li>2. <math>A+T=2800</math> нуклеотидов.</li><li>3. <math>C=G</math> , согласно принципу комплементарности.</li><li>4. Все нуклеотиды составляют 100% , т.е. 5000 (правило Чаргаффа), значит <math>5000 - (A+T)=(G+C)</math>, <math>5000 - 2800=2200</math></li><li>5. <math>G+C=2200</math>, <math>C=2200:2=1100</math></li></ol> <p>Запись в бланк ответов</p> <table border="1" data-bbox="616 996 906 1072"><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	1	1	0	0
1	1	0	0		

## 2. Задачи на определение числа нуклеотидов, кодонов, триплетов, аминокислот, т-РНК

- Если известно число нуклеотидов (Н), можно найти число аминокислот (А), кодонов (К) и триплетов (Т).
- Если известно число аминокислот (А) (кодонов (К), триплетов (Т) или число тРНК), то можно найти число нуклеотидов.

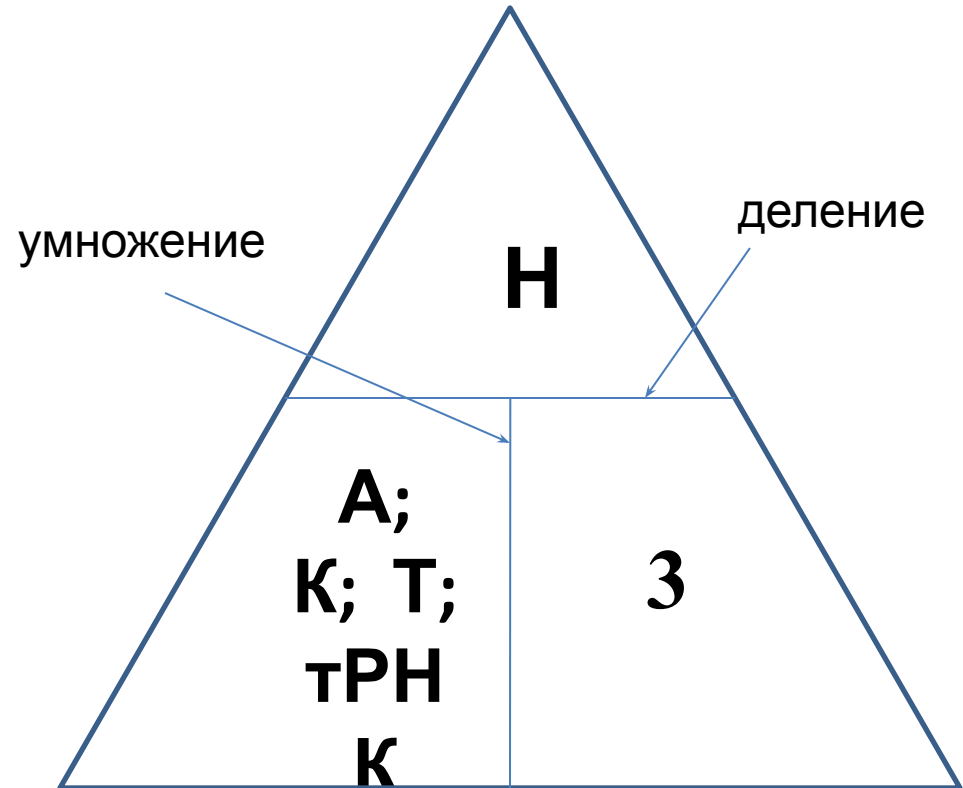


Схема 1

## 2. Задачи на определение числа нуклеотидов, кодонов, триплетов, аминокислот, т-РНК

- 2.1. Информационная часть иРНК содержит 120 нуклеотидов. Определите число а/к, входящих в кодируемый ею белок.
- 2.2. Полипептид состоит из 24 аминокислот. Определите число нуклеотидов на участке гена, который кодирует первичную структуру этого полипептида.

## 2.1.

- Каждая а/к кодируется тремя нуклеотидами, согласно свойству генетического кода (триплетность).

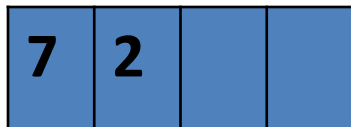
$120:3=40$  - количество аминокислот в кодируемой белке.

Запись ответа

4	0		
---	---	--	--

## 2.2.

- 1) 1 а/к кодирует 3 нуклеотида.
- 2)  $24 \times 3 = 72$  нуклеотида составляют ген, кодирующий данный полипептид.





### 3. Задачи на определение длины и массы гена, массы белка

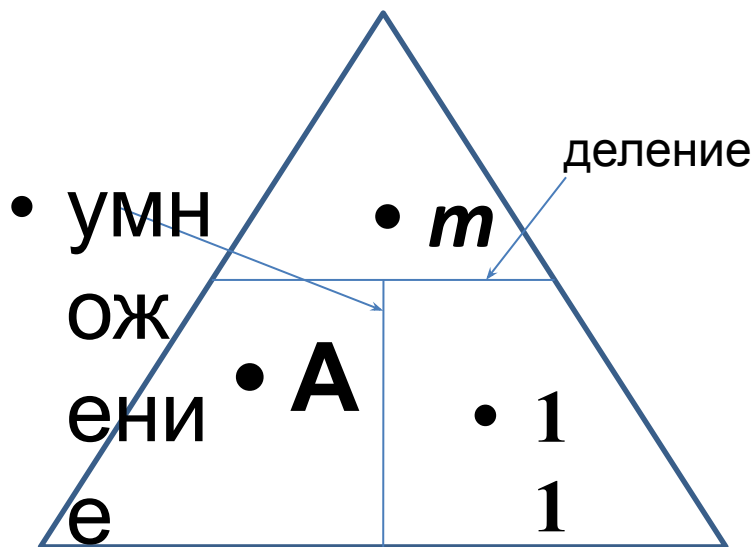


Схема 2. Масса белка

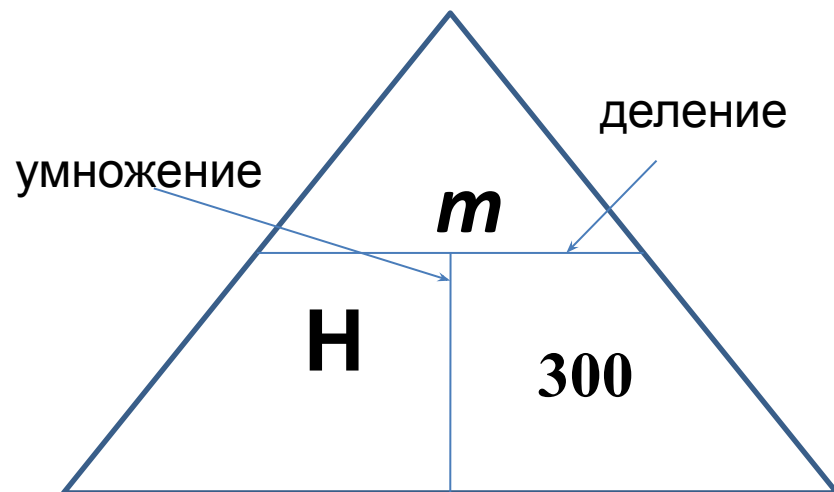


Схема 3. Масса гена

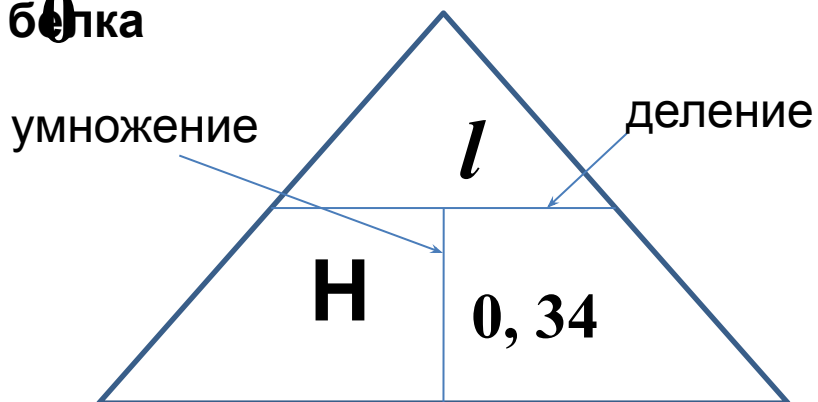


Схема 4. Длина гена

### 3. Задачи на определение длины и массы гена, массы белка

3.1. Белок состоит из 250 а/к. Определите, во сколько раз молекулярная масса участка гена, кодирующего этот полипептид, больше молекулярной массы белка (средняя масса а/к – 110 а. е.м, нуклеотида – 300). Ответ запишите в виде целого числа.

### 3. Задачи на определение длины и массы гена, массы белка

<u>Дано:</u>	<u>Решение.</u>				
1) 250 аминокислот в белке. 2) 110 а.е.м. – масса 1 а/к 3) 300 а.е.м – масса 1 нуклеотида	1. $250 \times 3 = 750$ – количество нуклеотидов, кодирующих белок (так как код триплетен). 2. $250 \times 110 = 27500$ – молек. масса белка. 3. $750 \times 3 = 225000$ – мол. масса гена. 4. $225000 / 27500 \sim 8,1$ . Масса гена примерно в 8 раз больше массы белка.				
<u>Найти:</u> М гена / М белка - ?	Запись в бланк ответов <table border="1" data-bbox="782 982 1072 1058"><tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	8			
8					

## 4. Задачи на определение аминокислотного состава белков, в том числе до и после мутации в молекуле ДНК

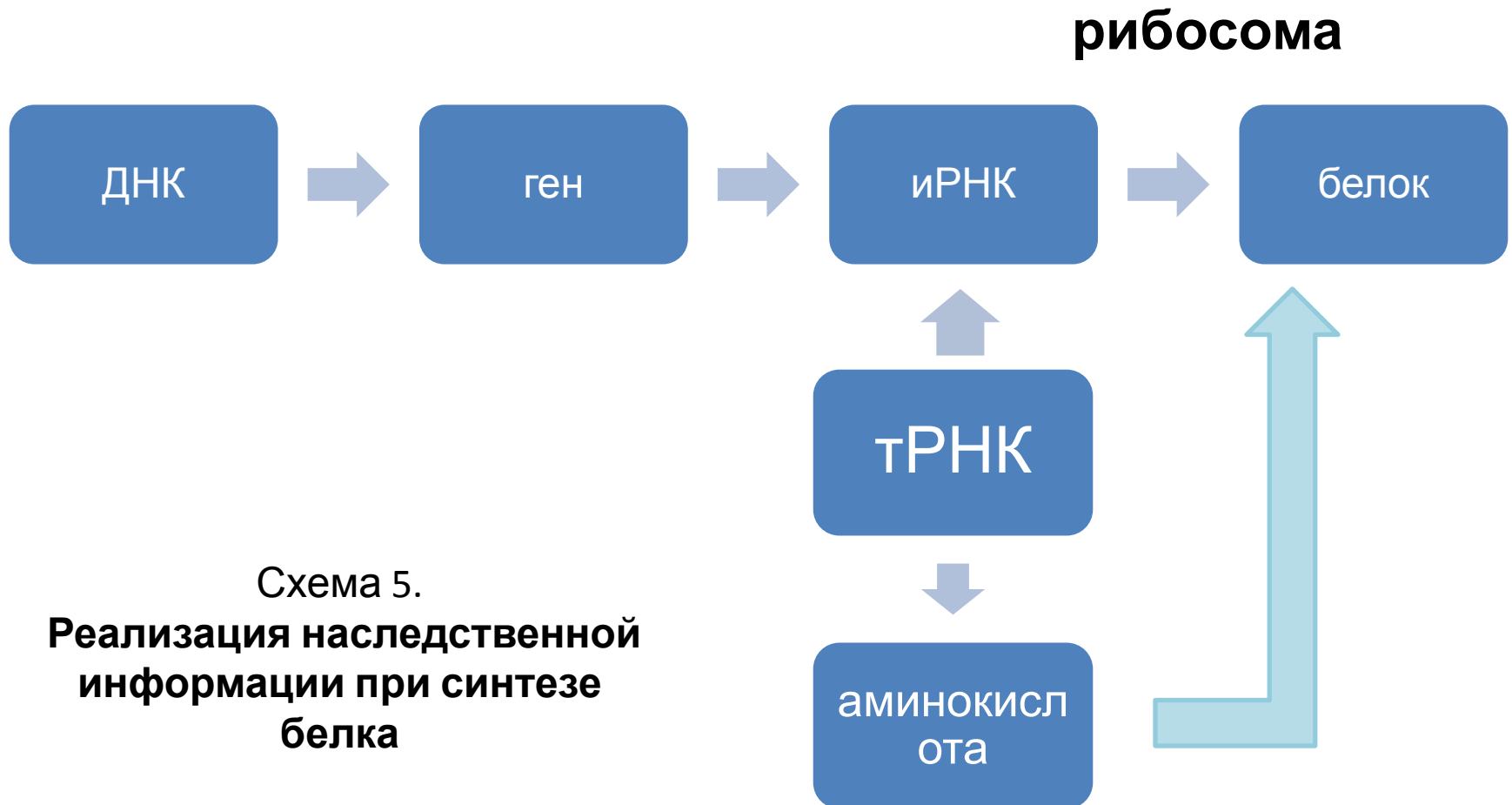


Схема 5.  
Реализация наследственной информации при синтезе белка

## 4. Задачи на определение аминокислотного состава белков, в том числе до и после мутации в молекуле ДНК

4.1. Участок молекулы ДНК имеет следующее строение:

АЦЦАТАГТЦЦААГГА.

Определите нуклеотидный состав иРНК, аминокислотный состав полипептида (используя таблицу генетического кода) и общее количество водородных связей в участке молекулы ДНК. Ответ поясните.

## 4. Задачи на определение аминокислотного состава белков, в том числе до и после мутации в молекуле ДНК

### 3.1.

<u>Дано:</u>	<u>Решение.</u>
Участок одной цепи молекулы ДНК: А Ц Ц А Т А Г Т Ц Ц А А Г Г А	1. По принципу комплементарности строим вторую цепь ДНК, которая кодирует белок. 1-я цепь ДНК: А Ц Ц А Т А Г Т Ц Ц А А Г Г А 2-я цепь ДНК: Т Г Г Т А Т Ц А Г Г Т Т Ц Ц Т 2. Определяем количество водородных связей. Между парами А-Т 2 связи. Таких пар 8, связей $8 \times 2 = 16$ . Между парами Г-Ц 3 связи. Таких пар 7, связей $7 \times 3 = 21$ . Всего на этом участке $16 + 21 = 37$ водородных связей. 3. Определяем нуклеотидный состав иРНК, которая синтезируется на второй цепи ДНК. 2-я цепь ДНК: Т Г Г Т А Т Ц А Г Г Т Т Ц Ц Т иРНК: А Ц Ц А У А Г У Ц Ц А А Г Г А 4. Определяем аминокислотный состав белка по таблице генетического кода (матрицей для синтеза белка служит иРНК). иРНК: А Ц Ц А У А Г У Ц Ц А А Г Г А Белок: тре - иле - вал - глн - гли
<u>Найти:</u> 1) Вторую цепь ДНК, которая кодирует белок. 2) иРНК. 3) Аминокислоты полипептида. 4) Количество водородных связей в молекуле ДНК.	

## 4. Задачи на определение аминокислотного состава белков, в том числе до и после мутации в молекуле ДНК

- 4.2. В последовательности одной из цепей ДНК, имеющей структуру ГЦАГГГТАТЦГТ, произошла мутация – выпадение первого нуклеотида в четвёртом триплете. Как это повлияет на структуру молекулы белка? К какому типу мутации относится данное изменение? Ответ поясните.
- 4.3. Фрагмент молекулы белка имеет следующий аминокислотный состав: мет – тир – три – асп – глут – иле. Определите антикодоны тРНК, которые участвовали в транспорте а/к к месту сборки этого фрагмента белка. Какое свойство генетического кода проявляется в данном случае? Ответ поясните.

4.2.

*Решение.*

Определяем структуру белка до мутации.

1) Строим на цепи ДНК иРНК

ДНК: ГЦАГ ГГ ТАТ ЦГТ

иРНК: ЦГУЦЦЦАУАГЦА

2) белок: арг-про-иле-ала

В случае выпадения нуклеотида Ц в четвёртом триплете произойдёт сдвиг рамки считывания, что приведёт к изменению аминокислотной последовательности в белке.

3) Такая мутация называется генной.



## 4.3

*Решение.*

1) Определяем кодоны иРНК, соответствующих аминокислот и антикодоны тРНК, комплементарные кодонам иРНК

Белок:	Кодоны иРНК:	антикодоны тРНК
Мет	АГУ	УАЦ
Тир	УАУ или УАЦ	АУА или АУГ
Три	УГГ	АЦЦ
Асн	ААУ или ААЦ	УУА или УУГ
Глу	ГАА или ГАГ	ЦУУ или ЦУЦ
Иле	АУУ или АУЦ или АУА	УАА или УАГ или УАУ

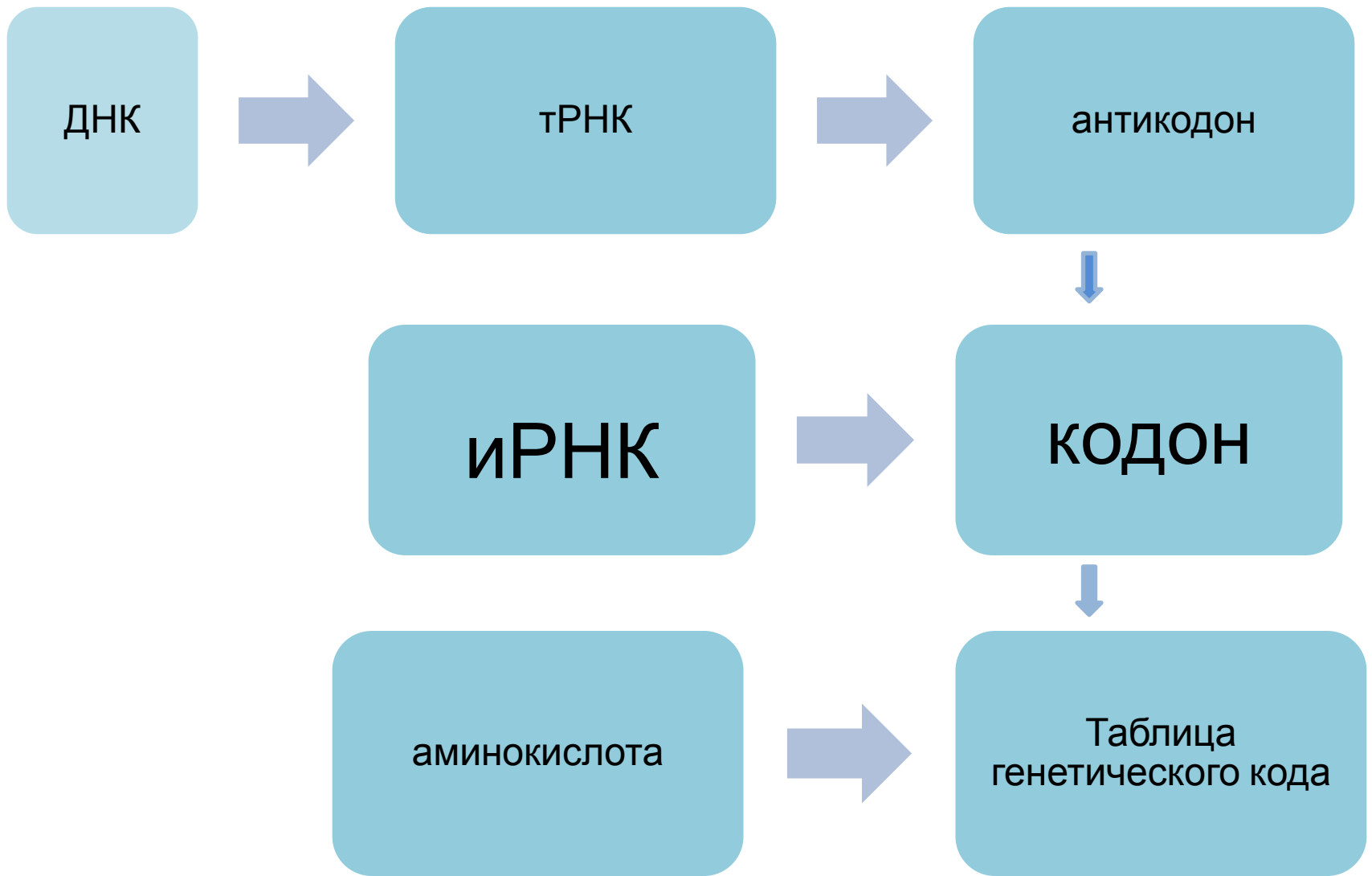
2) Многим аминокислотам соответствует не один, а несколько кодонов. Это свойство генетического кода – избыточность.

## 5. Задачи на определение аминокислоты, которую транспортирует т-РНК

5.1. Известно, что все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Фрагмент молекулы ДНК, на котором синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов:

ЦГТТГГГЦТАГГЦТТ.

Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте, и аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК, если третий триплет соответствует антикодону тРНК. Ответ поясните.



**Схема 6. Реализация генетической информации при синтезе тРНК**

## 5. Задачи на определение аминокислоты, которую транспортирует т-РНК

### 5.1. Решение.

1. По фрагменту молекулы ДНК строим центральную петлю молекулы тРНК по принципу комплементарности.

ДНК: Ц Г Т Т Г Г Г Ц Т А Г Г Ц Т Т

тРНК: Г Ц А А Ц Ц Ц Г А У Ц Ц Г А А

2. Находим третий триплет, соответствующий антикодону тРНК. Это ЦГА.
3. Находим кодон иРНК, комплементарный антикодону тРНК (при трансляции в случае их комплементарности а/к отделяется и присоединяется к полипептиду).

Кодон иРНК - ГЦУ.

4. По таблице генетического кода находим соответствующую ему аминокислоту: ала.

## 6. Обратные задачи (построение ДНК)

6.1. В процессе трансляции участвовали молекулы тРНК с антикодонами ЦЦА; ГАЦ; УУА; ААУ; АУГ; ЦГА. Определите последовательность нуклеотидов участка двойной цепи молекулы ДНК и аминокислотный состав синтезируемого фрагмента молекулы белка. Объясните последовательность действий при решении задачи.

# 6. Обратные задачи (построение ДНК)

## 6.1. Решение.

- 1) По антикодонам тРНК определяем (по принципу комплементарности) нуклеотидную последовательность участка молекулы иРНК, на котором происходит трансляция:  
ГГУЦУГААУУУАУАЦГЦУ.
- 2) По таблице генетического кода по кодонам иРНК определяем аминокислотную последовательность белка: гли – лей – асн – лей – тир – ала .
- 3) По фрагменту иРНК определяем цепь ДНК, на которой иРНК синтезировалась:  
1-я цепь ДНК: ЦЦАГАЦТТАААТАТГЦГА . По этому участку 2-ю цепь : ГГ ТЦТГ ААТТТАТАЦГЦТ

## 7. Синтез белка вируса

- Фрагмент генетического аппарата бактериофага имеет следующий нуклеотидный состав:

ЦАТАЦАГГАГАЦЦАГ.

Какую аминокислотную последовательность имеет фрагмент белка, входящий в состав капсида бактериофага? Ответ поясните.