

# Решение задач на тему «Реализация наследственной информации в клетке»

---





## Балакирева Арина Сергеевна

Учитель биологии МБОУ «Псковская инженерно-лингвистическая гимназия»

- Победитель муниципального этапа Всероссийского конкурса «Учитель года – 2014»
- Призёр регионального этапа Всероссийского конкурса «Учитель года – 2014»
- Победитель конкурса лучших учителей РФ, ПНПО (2016)
- Автор статей о методике преподавания биологии

## Центральная догма биологии

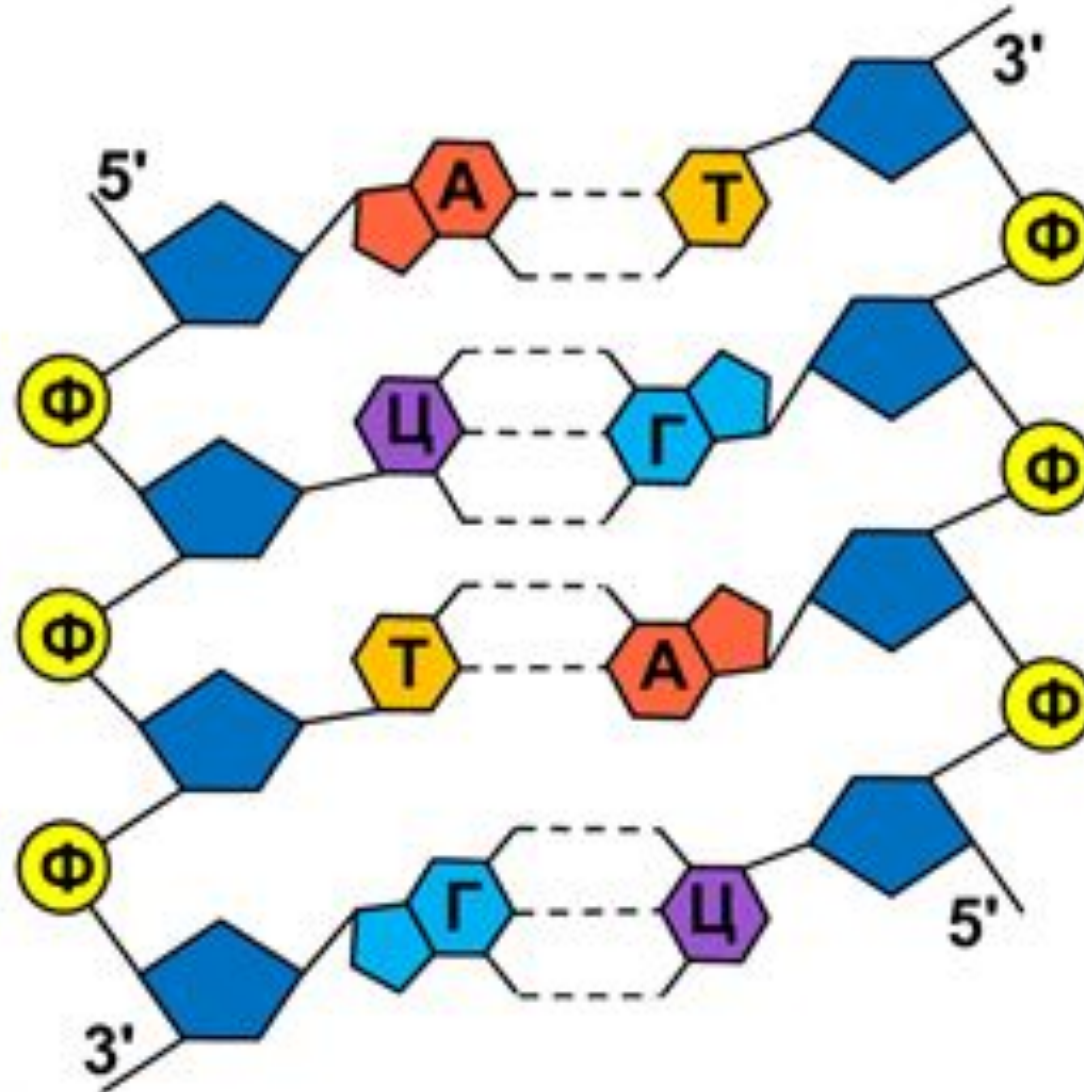
**Информация передаётся от нуклеиновых кислот к белку, но не в обратном направлении**

# Центральная догма биологии

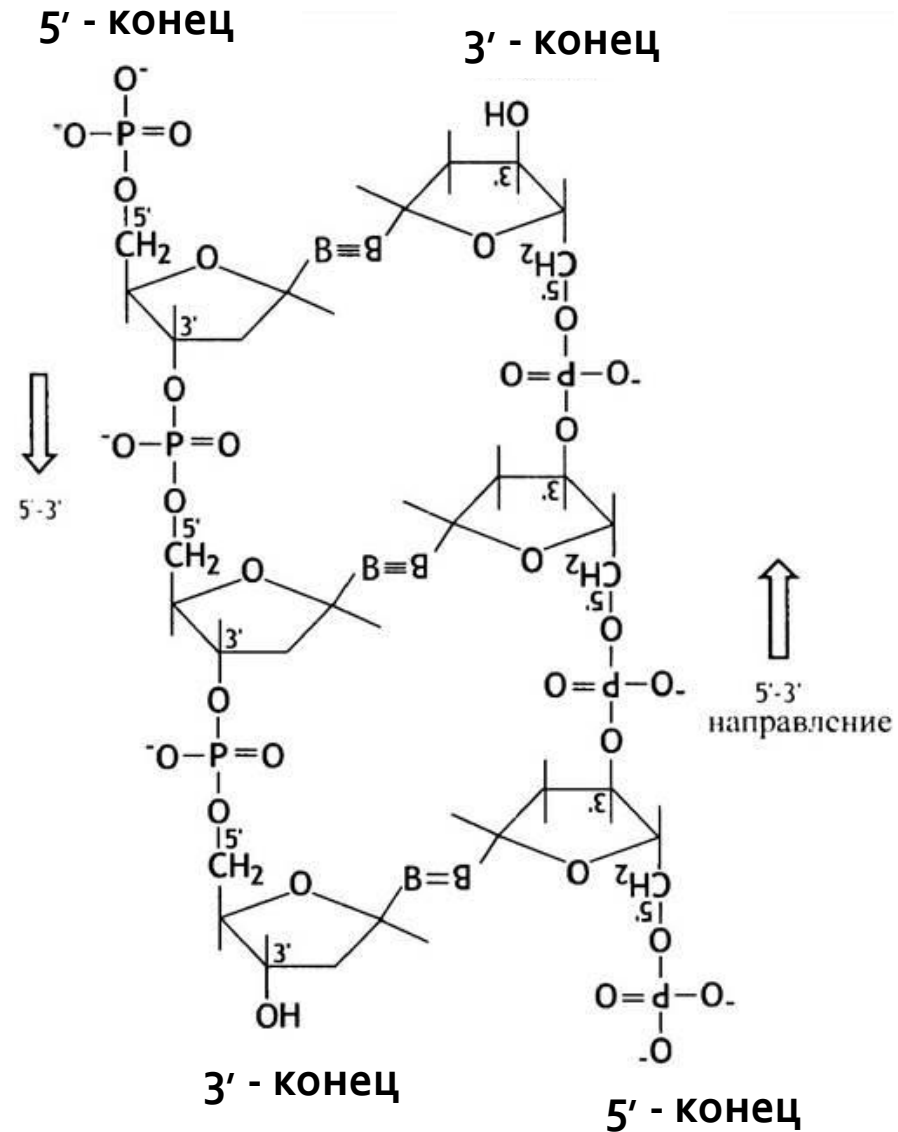
**Информация передаётся от нуклеиновых кислот к белку, но не в обратном направлении**

<i>Общие</i>	<i>Специальные</i>	<i>Неизвестные</i>
ДНК → ДНК	РНК → ДНК	Белок → ДНК
ДНК → РНК	РНК → РНК	Белок → РНК
РНК → Белок	ДНК → Белок	Белок → Белок

# Принцип комплементарности



# Принцип антипараллельности



# Таблица генетического кода

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

# Решение задач на тему «Реализация наследственной информации в клетке»

## Алгоритм решения задачи № 1

---



## Задача 1

---

**ДНК:**

Смысловая цепь:

5' - Г Т Ц А Ц А Г Ц Г А Т Ц А А Т – 3'

Транскрибируемая цепь:

3' - Ц А Г Т Г Т Ц Г Ц Т А Г Т Т А – 5'

**Определите**

- последовательность аминокислот
- изменения во фрагменте молекулы ДНК
- свойство генетического кода



## Алгоритм решения задачи

---

### Определить:

1) Последовательность аминокислот, обосновать своё решение

### Решение:

ДНК: 5' - ГТЦАЦАГЦГАТЦААТ - 3'

3' - ЦАГТГТЦГЦТАГТТА - 5'

- И-РНК: 5' - ГУЦАЦАГЦГАУЦААУ - 3'



## Алгоритм решения задачи

---

### Определить:

- 1) Последовательность аминокислот, обосновать своё решение

### Решение:

ДНК: 5' - ГТЦАЦАГЦГАТЦААТ - 3'

3' - ЦАГТГТЦГЦТАГТТА - 5'

- И-РНК: 5' - ГУЦАЦАГЦГАУЦААУ - 3'
- Полипептид: Вал-Тре-Ала-Иле-Асн



## Алгоритм решения задачи

---

### Определить:

2. Какие изменения могли произойти в результате генной мутации во фрагменте молекулы ДНК, если вторая аминокислота в полипептиде заменилась на аминокислоту Про?



## Алгоритм решения задачи

---

### Определить:

2. Какие изменения могли произойти в результате генной мутации во фрагменте молекулы ДНК, если вторая аминокислота в полипептиде заменилась на аминокислоту Про?

### Решение:

- Аминокислоте Тре соответствует кодон АЦА
- Аминокислоте пролин (Про) соответствуют кодоны и-РНК ЦЦУ, ЦЦЦ, ЦЦА, ЦЦГ



## Алгоритм решения задачи

---

### Определить:

2. Какие изменения могли произойти в результате генной мутации во фрагменте молекулы ДНК, если вторая аминокислота в полипептиде заменилась на аминокислоту Про?

## Алгоритм решения задачи

### Определить:

2. Какие изменения могли произойти в результате генной мутации во фрагменте молекулы ДНК, если вторая аминокислота в полипептиде заменилась на аминокислоту Про?

### Решение:

- И-РНК (возможно): ЦЦУ, ЦЦЦ, ЦЦА, ЦЦГ
- В транскрибируемой цепи ДНК триплет – ТГТ – мог поменяться на: ГГА, ГГГ, ГГТ, ГГЦ
- В смысловой цепи ДНК триплет – АЦА мог поменяться на: ЦЦТ, ЦЦЦ, ЦЦА, ЦЦГ

## Алгоритм решения задачи

ДНК:

Смысловая цепь

5' - ГТ **ЦА** ЦА ГЦ ГАТЦААТ - 3'

Транскрибируемая цепь:

3' - ЦА **ГТ** ГТ ЦГ ЦТАГТТА - 5'



ЦАГ, ЦАТ – валин

ТГТ – треонин

ГГТ – пролин



# Алгоритм решения задачи

---

## Определить:

Какое свойство генетического кода определяет возможность существования разных фрагментов?

## Решение:

Свойство избыточность или вырожденность – одну аминокислоту кодирует несколько триплетов.

# Решение задач на тему «Реализация наследственной информации в клетке»

## Алгоритм решения задачи № 2

---

## Задача 2

---

### ДНК

Смысловая цепь:

5' - А А Т Г Ц Г Т А А Ц Г А Ц Г Т Т Т Ц Г - 3'

Транскрибируемая цепь:

3' - Т Т А Ц Г Ц А Т Т Г Ц Т Г Ц А А А Г Ц - 5'

### Определите:

- Последовательность аминокислот, объясните
- При ответе учитывайте, что полипептидная цепь начинается с аминокислоты Мет.

# Алгоритм решения задачи

---

## Решение:

ДНК: 5' - А А Т Г Ц Г Т А А Ц Г А Ц Г Т Т Т Ц Г - 3'  
3' - Т Т А Ц Г Ц А Т Т Г Ц Т Г Ц А А А Г Ц - 5'

- И-РНК: 5' - А А У Г Ц Г У А А Ц Г А Ц Г У У У Ц Г - 3'

## Алгоритм решения задачи

### Решение:

ДНК: 5' - А А Т Г Ц Г Т А А Ц Г А Ц Г Т Т Т Ц Г - 3'  
3' - Т Т А Ц Г Ц А Т Т Г Ц Т Г Ц А А А Г Ц - 5'

- И-РНК: 5' - А А У Г Ц Г У А А Ц Г А Ц Г У У У Ц Г - 3'
- Аминокислоте Мет соответствует кодон АУГ на и-РНК
- Кодону АУГ соответствует триплет ТАЦ на транскрибируемой ДНК.

# Алгоритм решения задачи

---

## Решение:

ДНК: 5' - А А Т Г Ц Г Т А А Ц Г А Ц Г Т Т Т Ц Г - 3'  
3' - Т Т А Ц Г Ц А Т Т Г Ц Т Г Ц А А А Г Ц - 5'

- И-РНК: 5' - А А У Г Ц Г У А А Ц Г А Ц Г У У У Ц Г - 3'
- Полипептид: мет-арг-асн-асп-вал-сер

# Решение задач на тему «Реализация наследственной информации в клетке»

## Алгоритм решения задачи № 3

---

## Задача 3

---

### ДНК:

Смысловая цепь:

5' - А Т Ц Г Ц Г А Т Ц Г Ц А Т Г А - 3'

Транскрибируемая цепь:

3' - Т А Г Ц Г Ц Т А Г Ц Г Т А Ц Т - 5'

### Определите:

- нуклеотидную последовательность участка т-РНК,
- аминокислоту, которую будет переносить эта т-РНК
- третий триплет соответствует антикодону т-РНК.



## Алгоритм решения задачи

---

1. Установите нуклеотидную последовательность участка т-РНК, который синтезируется на данном фрагменте

**ДНК:** 5' - А Т Ц Г Ц Г А Т Ц Г Ц А Т Г А - 3'

3' - Т А Г Ц Г Ц Т А Г Ц Г Т А Ц Т - 5'

• т-РНК: 5' - А У Ц Г Ц Г А У Ц Г Ц А У Г А - 3'

## Алгоритм решения задачи

---

2. Определите аминокислоту, которую будет переносить эта т-РНК в процессе биосинтеза белка, если третий триплет соответствует антикодону т-РНК.

ДНК: 5' - А Т Ц Г Ц Г А Т Ц Г Ц А Т Г А - 3'

3' - Т А Г Ц Г Ц Т А Г Ц Г Т А Ц Т - 5'

- т-РНК: 5' - А У Ц Г Ц Г А У Ц Г Ц А У Г А - 3'
- Антикодон т-РНК 5' - А У Ц - 3'
- Кодон и-РНК: 3' - У А Г - 5'

## Алгоритм решения задачи

---

2. Определите аминокислоту, которую будет переносить эта т-РНК в процессе биосинтеза белка, если третий триплет соответствует антикодону т-РНК.

- Антикодон т-РНК 5' - А У Ц - 3'
- Кодон и-РНК: 3' - У А Г - 5'
- Кодон и-РНК: 5' - Г А У - 3'

## Алгоритм решения задачи

---

2. Определите аминокислоту, которую будет переносить эта т-РНК в процессе биосинтеза белка, если третий триплет соответствует антикодону т-РНК.

- Антикодон т-РНК 5' - А У Ц- 3'
- Кодон -РНК: 3' - У А Г - 5'
- Кодон и-РНК: 5' - Г А У - 3'
- Аминокислота: асп

# Решение задач на тему «Реализация наследственной информации в клетке»

## Алгоритм решения задачи № 4

---

## Задача 4

---

В рибосому входят молекулы т-РНК в следующей последовательности (указаны антикодоны в направлении от 5' к 3' концу):  
Ц А Г, Ц Ц У, Ц А У, Г Ц У, Ц А Ц.

## Задача 4

---

В рибосому входят молекулы т-РНК в следующей последовательности (указаны антикодоны в направлении от 5' к 3' концу):  
Ц А Г, Ц Ц У, Ц А У, Г Ц У, Ц А Ц.

### Установите:

- нуклеотидную последовательность участка и-РНК,
- аминокислотную последовательность фрагмента полипептида
- как изменится последовательность полипептида

# Алгоритм решения задачи

---

1. Установите нуклеотидную последовательность участка и-РНК, который служит матрицей при синтезе полипептида.

Антикодоны т-РНК: Ц А Г, Ц Ц У, Ц А У, Г Ц У, Ц А Ц (в направлении от 5' к 3')

Антикодон т-РНК: 5' -Ц А Г- 3'

Кодон и-РНК: 3' -Г У Ц- 5'

Кодон и-РНК: 5' -ЦУГ - 3'



## Алгоритм решения задачи

---

1. Установите нуклеотидную последовательность участка и-РНК, который служит матрицей при синтезе полипептида.

Антикодоны т-РНК: Ц А Г, Ц Ц У, Ц А У, Г Ц У, Ц А Ц (в направлении от 5' к 3')

- Антикодон т-РНК: 5' -Ц А Г- 3'
- Кодон и-РНК: 3' -Г У Ц- 5'
- Кодон и-РНК: 5' -ЦУГ - 3'
  
- И-РНК: 5' Ц У Г - А Г Г - А У Г - А Г Ц - Г У Г 3'

## Алгоритм решения задачи

---

1. Определите аминокислотную последовательность этого фрагмента полипептида.

Антикодоны т-РНК: Ц А Г, Ц Ц У, Ц А У, Г Ц У, Ц А Ц (в направлении от 5' к 3')

- И-РНК: 5' Ц У Г - А Г Г - А У Г - А Г Ц - Г У Г 3'
- Фрагмент полипептида: Лей – Арг – Мет – Сер – Вал

## Алгоритм решения задачи

---

1. Как изменится последовательность полипептида, если вместо т-РНК с антикодоном 5' -ЦЦУ- 3' с рибосомой свяжется т-РНК, несущая антикодон 5'-УЦУ- 3'?
- Антикодон т-РНК: 5' -УЦУ- 3'
  - И-РНК: 5' -АГА- 3'
  - Аминокислота: арг

# Решение задач на тему «Реализация наследственной информации в клетке»

## Алгоритм решения задачи № 5

---

## Задача 5

---

### Вирусная РНК:

5' - Ц Г У А Г Г У А Ц Ц Г Г - 3'

### Определите:

- последовательность вирусного белка, если матрицей для синтеза и-РНК служит цепь, комплементарная вирусной РНК.
- последовательность двуцепочечного фрагмента ДНК

# Алгоритм решения задачи

---

- в-РНК: 5' - ЦГУАГГУАЦЦГГ - 3'
- ДНК: 3' - ГЦАТЦЦАТГГЦЦ - 5'
  - ДНК: 5' - ЦГТАГГТАЦЦГГ - 3'



## Алгоритм решения задачи

---

в-РНК: 5' - ЦГУАГГУАЦЦГГ - 3'

Смысловая ДНК: 5' - ЦГТАГГТАЦЦГГ - 3'

Транскрибируемая ДНК: 3' - ГЦАТЦЦАТГГЦЦ - 5'



## Алгоритм решения задачи

---

в-РНК: 5' - Ц Г У А Г Г У А Ц Ц Г Г - 3'

Смысловая ДНК: 5' - Ц Г Т А Г Г Т А Ц Ц Г Г - 3'

Транскрибируемая ДНК: 3' - Г Ц А Т Ц Ц А Т Г Г Ц Ц - 5'

И-РНК: 5' - Ц Г У А Г Г У А Ц Ц Г Г - 3'

Белок: Арг – Арг – Тир – Арг



# Решение задач на тему «Реализация наследственной информации в клетке»

## Алгоритм решения расчётных задач

---



## Задача 6

---

Определите, во сколько раз молекула белка цитохрома С из сердечной мышцы человека легче, чем кодирующий её структурный ген. Цитохром С состоит из 104 аминокислотных остатков.

## Задача 6

---

Определите, во сколько раз молекула белка цитохрома С из сердечной мышцы человека легче, чем кодирующий её структурный ген. Цитохром С состоит из 104 аминокислотных остатков.

Средняя молекулярная масса одного аминокислотного остатка – 110 а.е.м. Средняя молекулярная масса одного нуклеотида – 345 а.е.м.

## Алгоритм решения задачи

---

### Решение:

- 1) Масса белка цитохром С:  $104 \cdot 110 = 11440$  а.е.м.
- 2) Количество нуклеотидов в двуцепочечной молекуле ДНК, кодирующей белок:  
 $104 \cdot 3 \cdot 2 = 624$
- 3) Масса гена:  $624 \cdot 345 = 215280$  а.е.м.
- 4) Молекула белка цитохрома С из сердечной мышцы человека легче, чем кодирующий её структурный ген:  
 $215280 / 11440 = 18,8$  раз.

## Задача 7

---

В биосинтезе участвовала и-РНК, состоящая из 132 нуклеотидов.

### Определите

- число аминокислот, входящих в кодируемый и-РНК белок,
- число молекул т-РНК, участвующих в процессе биосинтеза этого белка,
- количество триплетов в гене, кодирующем первичную структуру белка.

## Алгоритм решения задачи

### Решение:

- Количество кодонов в и-РНК:  $132/3= 44$
- Количество аминокислотных остатков -  
44



## Алгоритм решения задачи

### Решение:

2. Один триплет (кодон) кодирует одну аминокислоту, следовательно, количество триплетов в гене - 44.

## Алгоритм решения задачи

### Решение:

3. Одна молекула т-РНК транспортирует одну аминокислоту, следовательно количество молекул т-РНК, участвующих в биосинтезе – 44.