



3

*балла*

# Общие вопросы. Задания 27

«Правильный ответ должен содержать следующие позиции».

В решении задач с использованием генетического кода при написании последовательности нуклеотидов во фрагментах молекул ДНК, иРНК допускается запись через тире между триплетами или нуклеотидами, так как это соответствует связи нуклеотидов между собой в единую цепь. Недопустимо разделение триплетов в сплошной цепи ДНК или иРНК запятыми. Ошибкой считается запись антикодонов разных молекул тРНК через тире между триплетами, что означает связывание их в единую цепь. Это свидетельствует о непонимании участником экзамена того, что антикодоны принадлежат разным молекулам тРНК и не связаны в единую цепь. За такую ошибку снимается 1 балл. При записи фрагмента молекулы полипептида аминокислоты могут быть соединены друг с другом с помощью тире или написаны без разделительных знаков, одним словом. Запятыe между аминокислотами одной цепи считаются ошибкой. Указание в ответе нуклеотида или кодона в молекуле иРНК, как гена, считается ошибкой, так как ген – это участок молекулы ДНК. Элемент ответа не засчитывается.

Следует помнить, что отсутствие пояснения, если это требуется в задании, не дает возможность выставить высший балл.

В задачах на определение числа хромосом или ДНК в клетках или организме для выставления высшего балла ответ участника должен соответствовать эталону. Пример задания:

В кариотипе одного из видов рыб 56 хромосом. Определите число хромосом и молекул ДНК в клетках при овогенезе в зоне роста в конце интерфазы и в конце зоны созревания гамет.

Объясните полученные результаты.

Элементы ответа:

- 1) в зоне роста в конце интерфазы в клетках число хромосом – 56;
- 2) в зоне роста в конце интерфазы число молекул ДНК – 112;
- 3) число молекул ДНК удваивается за счёт репликации;
- 4) в конце зоны созревания гамет число хромосом – 28;
- 5) в конце зоны созревания гамет число ДНК – 28;
- 6) в зоне созревания происходит мейоз, поэтому число хромосом и ДНК уменьшается и выравнивается

Критерии оценивания: Ответ включает пять-шесть названных выше элементов и не содержит биологических ошибок – 3 балла

Ответ включает четыре из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок – 2 балла;

Ответ включает три из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок – 1 балл

## 1. ХРОМОСОМНЫЙ НАБОР

## МИТОЗ, МЕЙОЗ, ГАМЕТОГЕНЕЗ

27 Хромосомный набор клеток околоплодника сладкого перца равен 24. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в одной из клеток семязачатка при спорообразовании в профазе мейоза I и метафазе мейоза II. Объясните результаты в каждом случае.

- 1) В профазе мейоза 1: хромосом - 24, ДНК – 48, так как количество ДНК удваивается в синтетический период (репликация), а количество хромосом остается прежним;
- 2) В метафазе мейоза 2: хромосом – 12, ДНК – 24, т.к. первое деление мейоза – редукционное, после первого деления количество хромосом уменьшается в двое, но каждая хромосома состоит из двух молекул ДНК

## 2. МАССА МОЛЕКУЛ

27 Общая масса всех молекул ДНК в 46 хромосомах одной соматической клетки человека в пресинтетический ( $G_1$ ) период интерфазы клеточного цикла составляет около  $6 \cdot 10^{-9}$  мг. Определите, объяснив полученные результаты, чему равна масса всех молекул ДНК в клетке при овогенезе в анафазе I и в анафазе мейоза II.

27 Элементы ответа:

- 1) в анафазе мейоза I масса ДНК в клетке равна  $12 \cdot 10^{-9}$  мг;
- 2) перед началом мейоза I молекулы ДНК в процессе репликации удваиваются, и их общая масса становится равной  $2 \cdot (6 \cdot 10^{-9}) = 12 \cdot 10^{-9}$  мг, а в анафазе мейоза I масса ДНК не изменяется (также равна  $12 \cdot 10^{-9}$  мг), так как все хромосомы находятся в одной клетке;
- 3) в анафазе мейоза II масса ДНК в одной клетке равна  $6 \cdot 10^{-9}$  мг;
- 4) перед началом мейоза II клетка содержит уже гаплоидный набор хромосом, но каждая хромосома состоит из двух сестринских хроматид (содержащих каждая по молекуле ДНК), поэтому в анафазе мейоза II масса ДНК равна  $(12 \cdot 10^{-9}) : 2 = 6 \cdot 10^{-9}$  мг.



# РЕАКЦИИ МАТРИЧНОГО СИНТЕЗА

## 1. СДВИГ РАМКИ СЧИТЫВАНИЯ

Фрагмент начала гена имеет следующую последовательность нуклеотидов (верхняя цепь — смысловая, нижняя — транскрибируемая):

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

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

Ген содержит информативную и неинформативную части для трансляции. Информативная часть гена начинается с триплета, кодирующего аминокислоту Мет. С какого нуклеотида начинается информативная часть гена? Определите последовательность аминокислот во фрагменте полипептидной цепи. Ответ поясните. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода.

ДНК ТР. 3' – АТТАЦТГГЦГТАТАТАГГТА –

5'

Неинформативная часть

НУКЛЕОТИД, с которого начинается инф. часть

## 1. СДВИГ РАМКИ СЧИТЫВАНИЯ

Фрагмент начала гена имеет следующую последовательность нуклеотидов (верхняя цепь — смысловая, нижняя — транскрибируемая):

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

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

Ген содержит информативную и неинформативную части для трансляции. Информативная часть гена начинается с триплета, кодирующего аминокислоту Мет. С какого нуклеотида начинается информативная часть гена? Определите последовательность аминокислот во фрагменте полипептидной цепи. Ответ поясните. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода.

ДНК ТР. 3' – АТТАЦТГГЦГТАТАТАГГТА –

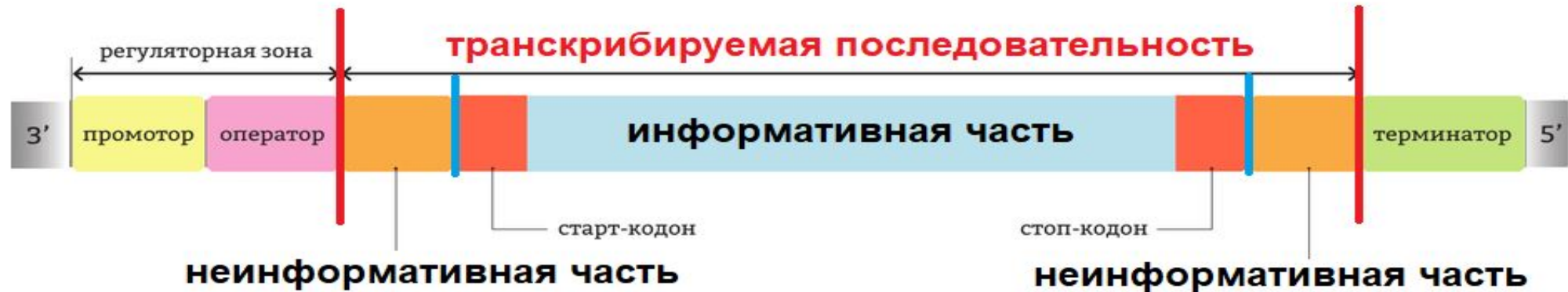
5'

Неинформативная  
часть

НУКЛЕОТИД, с которого начинается инф.  
часть

# 1. СДВИГ РАМКИ СЧИТЫВАНИЯ

## Строение гена



ДНК ТР. 3' – **АТТ**АЦТГГЦГТАТАТАГГТА –

5'  
Неинформационная  
часть

НУКЛЕОТИД, с которого начинается инф.  
часть



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

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	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	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

Свойство	Характеристика
Триплетность	Одна АМК кодируется триплетом нуклеотидов
Универсальность	Для всех живых организмов используется единый код
Однозначность	Триплет соответствует 1 АМК
Избыточность (вырожденность)	Одна АМК кодируется более чем одним триплетом
Неперекрываемость	Конечный нуклеотид одного кодона не может служить началом другого
Непрерывен	Между кодонами нет промежутков

## 1. СДВИГ РАМКИ СЧИТЫВАНИЯ

5' – ТААТГАЦЦГЦАТАТАТЦЦАТ - 3'

3' – АТТАЦТГГЦГТАТАТАГГТА - 5'

СМЫСЛОВ  
АЯ  
ТРАНСКРИБИРУЕ  
МАЯ

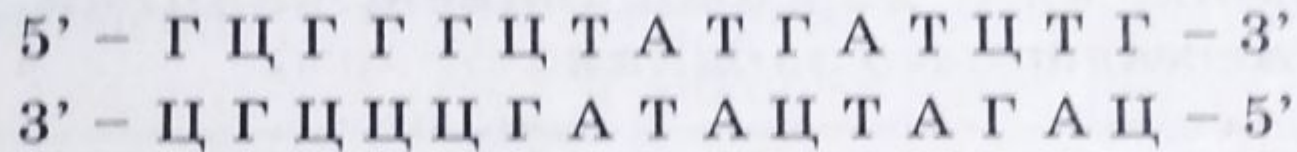
иРНК 5' – УААУГАЦЦГЦАУАУАУЦЦАУ - 3'

акт. посл. мет-тре-ала-тир-иле-гис

- 1) По принципу комплементарности (А-Т, Ц-Г) находим информационную последовательность цепи и РНК;
- 2) Кодону УАГ, кодирующему метионин соответствует триплет ТАЦ, которые начинается с нуклеотида Т – тимин;
- 3) Аминокислотную последовательность определяет по кодонам иРНК в таблице генетического кода

## 2. ЗАМЕНА ОДНОГО НУКЛЕОТИДА

Исходный фрагмент молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов (верхняя цепь — смысловая, нижняя — транскрибируемая):



В результате замены одного нуклеотида в ДНК **четвёртая** аминокислота во фрагменте полипептида заменилась на аминокислоту Вал. Определите аминокислоту, которая кодировалась до мутации. Какие изменения произошли в ДНК, иРНК в результате замены одного нуклеотида? Благодаря какому свойству генетического кода одна и та же аминокислота у разных организмов кодируется одним и тем же триплетом? Ответ поясните. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода.

2. ЗАМЕНА ОДНОГО  
НУКЛЕОТИДА

ДО  
МУТАЦИИ

4-Й ТРИПЛЕТ

ДНК СМ. 5' – ГЦГГГЦТАТ**ГАТ**ЦТГ - 3'

ДНК ТР. 3' – ЦГЦЦЦГАТА**ЦТА**ГАЦ - 5'

иРНК

5' - **ГАУ** - 3'

Аминокислота

**асп**

ПОСЛЕ  
ЗАМЕНЫ  
НУКЛЕОТИДА

**асп –**

**ГАУ**

**вал –**

**ГУУ**

ПОСЛЕ  
МУТАЦИИ

ДНК СМ. 5' – ГЦГГГЦТАТ**ГТТ**ЦТГ - 3'

ДНК ТР. 3' – ЦГЦЦЦГАТА**ЦАА**ГАЦ - 5'

иРНК

5' - **ГУУ** - 3'

Аминокислота

**вал**

## 2. ЗАМЕНА ОДНОГО НУКЛЕОТИДА

ПОСЛЕ  
ЗАМЕНЫ  
НУКЛЕОТИДА

**Асп –**

**ГАУ**

**Вал –**

**ГУУ**

СВОЙСТВО  
ГЕНЕТИЧЕСКОГО КОДА –  
универсальность

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

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	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	<u>ГУУ</u> Вал	Ала	<u>ГАУ</u> Асп	Гли	У
	ГУЦ Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	ГУА Вал	Ала	Глу	Гли	А
	ГУГ Вал	Ала	Глу	Гли	Г



## 2. ЗАМЕНА ОДНОГО НУКЛЕОТИДА

- 1) 4-й триплет смысловой цепи ДНК – ГАТ, транскрибируемой – АТЦ, определяем триплет (кодон) иРНК по 4-му триплету транскрибируемой ДНК по принципу комплементарности. Это ГАУ;
- 2) По таблице генетического кода определяем аминокислоту, которую кодирует этот антикодон. Это **асп**;
- 3) т.к. замена асп на вал произошла в результате одного нуклеотида, определяем кодон иРНК, кодирующий вал по таблице генетического кода. Это ГУУ;
- 4) Эти изменения возможны, если в 4-м триплете транскрибируемой цепи произойдет замена нуклеотида А на Т, а в смысловой – нуклеотида Т на А;
- 5) Свойство генетического кода – вырожденность, когда один аминокислоту может кодировать несколько кодонов

### 3. АНТИКОДОНЫ

#### тРНК

Молекулы тРНК, несущие соответствующие антикодоны, входят в рибосому в следующем порядке: ГУА, УАЦ, УГЦ, ГЦА. Определите последовательность нуклеотидов смысловой и транскрибируемой цепей ДНК, иРНК и аминокислот в молекуле синтезируемого фрагмента белка. Ответ поясните. Для решения задания используйте таблицу генетического кода. При выполнении задания учитывайте, что антикодоны тРНК антипараллельны кодонам иРНК.

**тРНК 5' – ГУА;УАЦ;УГЦ;ГЦА - 3'**

**3' – АУГ;ЦАУ;ЦГУ;АЦГ - 5'**

**КАЖДЫЙ  
АНТИКОДОН  
ПЕРЕВЕРНУТЬ НА 3'  
!!!**

**НЕ КОМПЛЕМЕНТАРНОСТЬ  
НЕ ПИСАТЬ В ОТВЕТЕ ЭТУ  
СТРОКУ**

**иРНК 5' – УАЦГУАГЦАУГЦ - 3'**

**тДНК 3' – АТГЦАТЦГТАЦГ - 5'**

**сДНК 5' – ТАЦГТАГЦАТГЦ - 3'**

**ТРАНСКРИБИРУЕМАЯ  
СМЫСЛОВАЯ**

**акт. посл. тир-вал-ала-цис**

### 3. АНТИКОДОНЫ тРНК

- 1) По антикодонам тРНК по принципу комплементарности определяем нуклеотидную последовательность иРНК: 5'-УАЦГУАГЦАУГЦ-3';
- 2) Нуклеотидные последовательности транскрибируемой и смысловой цепей ДНК определяем по принципу комплементарности по иРНК и транскрибируемой ДНК соответственно;
- 3) Аминокислотную последовательность определяет по кодонам иРНК по таблице генетического кода: тир-вал-ала-цис

#### 4. Вирусная РНК

27

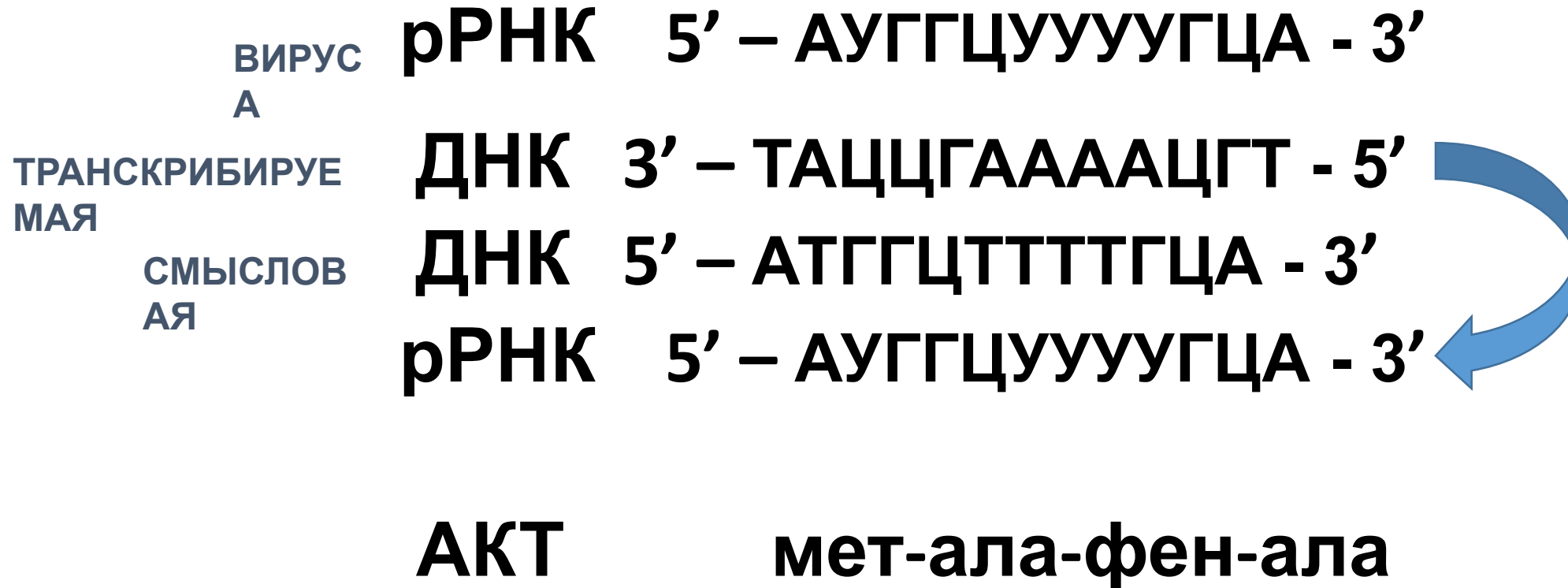
Некоторые вирусы в качестве генетического материала несут РНК. Такие вирусы, заразив клетку, встраивают ДНК-копию своего генома в геном хозяйской клетки. В клетку проникла вирусная РНК следующей последовательности:

$$5' - А У Г Г Ц У У У Г Ц А - 3'.$$

Определите, какова будет последовательность вирусного белка, если матрицей для синтеза иРНК служит цепь, комплементарная вирусной РНК. Напишите последовательность двуцепочечного фрагмента ДНК, укажите 5' и 3' концы цепей. Ответ поясните. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

Генетический код (иРНК)

## 4. ВИРУСНАЯ РНК





## 2 часть. Оценивание задания

27

Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (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'-ГЦТТЦАЦТГТТАЦА-5'

Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте, обозначьте 5' и 3' концы этого фрагмента и определите аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если третий триплет с 5' конца соответствует антикодону тРНК. Ответ поясните. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

# 2 часть. Оценивание задания

27

Содержание верного ответа и указания к оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	Баллы
Схема решения задачи включает: 1) нуклеотидная последовательность участка тРНК: 5'-ЦГААГГУГАЦААУГУ-3'; 2) нуклеотидная последовательность антикодона <u>УГА</u> (третий триплет) соответствует кодону на иРНК <u>УЦА</u> ; 3) по таблице генетического кода этому кодону соответствует аминокислота -Сер, которую будет переносить данная тРНК	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя два из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, <b>ИЛИ</b> ответ включает в себя три названных выше элемента, но содержит биологические ошибки	2
Ответ включает в себя один из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, <b>ИЛИ</b> ответ включает в себя два из названных выше элементов, но содержит биологические ошибки	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла. ИЛИ Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>3</i>

→ Антикодо

н

5'-УГА-3'

3'-АГУ-5'

5'-УЦА-3'

Кодон

