

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ У.Д. АЛИЕВА»**

Естественно-географический факультет

Кафедра биологии и химии



УТВЕРЖДАЮ

ЕГФ

А.У. Эдиев

*Ирина*

2023 г.

**ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ  
ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ**

Направление подготовки

**06.03.01 Биология, направленность (профиль): «Общая биология»**

*(шифр, название направления)*

**Карачаевск, 2023**

Индивидуальные задания составил: к.б.н., доцент Эдиев А.У.,  
Рецензент: к.б.н., доцент Узденов У.Б.

Индивидуальные задания дисциплин составлены на основании учебного плана.

Индивидуальные задания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры: биологии и химии на 2023-2024 уч. год

Протокол № 9 от 20.06. 2023 г.

Зав. кафедрой



к.б.н., доц. Узденов У.Б.

## 1. БИОСИНТЕЗ БЕЛКА

**Задание 1.** Известно, что все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов (верхняя цепь смысловая, нижняя транскрибируемая).



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.

### Генетический код (иРНК)

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	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	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

### Правила пользования таблицей

Первый нуклеотид в триплете берётся из левого вертикального ряда; второй — из верхнего горизонтального ряда и третий — из правого вертикального. Там, где пересекутся линии, идущие от всех трёх нуклеотидов, и находится искомая аминокислота.

#### Пояснение.

Схема решения задачи включает:

1. Нуклеотидная последовательность участка тРНК (верхняя цепь по условию смысловая):

ДНК: 3'-ГЦТ-ТЦЦ-АЦТ-ГТТ-АЦА-5'  
 тРНК: 5'-ЦГА-АГГ-УГА-ЦАА-УГУ-3'

2. Нуклеотидная последовательность антикодона УГА (по условию третий триплет) соответствует кодону на иРНК УЦА;

3. По таблице генетического кода этому кодону соответствует аминокислота -Сер, которую будет переносить данная тРНК.

*Примечание.*

1. По фрагменту молекулы ДНК, определяем нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте.

ДНК: 3'-ГЦТ-ТЦЦ-АЦТ-ГТТ-АЦА-5'  
 тРНК: 5'-ЦГА-АГГ-УГА-ЦАА-УГУ-3'

На ДНК с 3' конца строится тРНК с 5' — конца.

2. Определяем кодон иРНК, который будет комплементарен триплету тРНК в процессе биосинтеза белка.

Если третий триплет соответствует антикодону тРНК 5'- УГА-3' , для нахождения иРНК сначала произведем запись в обратном порядке от 3' → к 5' получим 3'-АГУ- 5', определяем иРНК: 5'-УЦА-3'.

3. По таблице генетического кода кодону 5'-УЦА-3' соответствует аминокислота -Сер, которую будет переносить данная тРНК.

*Пояснение к строению ДНК в условии:*

Двойная спираль ДНК. Две антипараллельные ( 5'- конец одной цепи располагается напротив 3'- конца другой) комплементарные цепи полинуклеотидов, соединенной водородными связями в парах А-Т и Г-Ц, образуют двухцепочечную молекулу ДНК. Молекула ДНК спирально закручена вокруг своей оси. На один виток ДНК приходится приблизительно 10 пар оснований.

Смысловая цепь ДНК — Последовательность нуклеотидов в цепи кодирует наследственную информацию.

Транскрибируемая (антисмысловая) цепь по сути является копией смысловой цепи ДНК. Служит матрицей для синтеза иРНК (информацию о первичной структуре белка), тРНК, рРНК, регуляторной РНК.

**Задание 2.** Фрагмент начала гена имеет следующую последовательность нуклеотидов (верхняя цепь — смысловая, нижняя — транскрибируемая):

5' – ТААТГАЦЦЦАТАТАТЦЦАТ –3'  
 3' – АТТАЦТГГЦГТАТАТАГГТА –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.

### Генетический код (иРНК)

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	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	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

### Правила пользования таблицей

Первый нуклеотид в триплете берётся из левого вертикального ряда, второй — из верхнего горизонтального ряда и третий — из правого вертикального. Там, где пересекутся линии, идущие от всех трёх нуклеотидов, и находится искомая аминокислота.

#### Пояснение.

1. По принципу комплементарности находим цепь иРНК:



2. Информативная часть начинается с третьего нуклеотида Т на ДНК, так как кодон АУГ кодирует аминокислоту Мет.

3. Последовательность аминокислот находим по кодонам иРНК в таблице генетического кода:

Мет-Тре-Ала-Тир-Иле-Гис.

*Примечание. Алгоритм выполнения задания.*

1. По принципу комплементарности на основе транскрибируемой цепи ДНК находим цепь иРНК:



2. По условию сказано, что синтез начинается с кодона, которым закодирована аминокислота **МЕТ**, по таблице генетического находим триплет иРНК, который кодирует МЕТ: АУГ (5' –АУГ– 3')

По принципу комплементарности определяем, что информативная часть гена в транскрибируемой цепи ДНК будет начинаться с нуклеотида Т (триплет 3'–ТАЦ–5')

*В ответ:* Информативная часть начинается с третьего нуклеотида Т на ДНК, так как кодон АУГ кодирует аминокислоту Мет.

3. Последовательность аминокислот находим по кодонам иРНК в таблице генетического кода (начиная с триплета АУГ, т.е. «откидываем» два нуклеотида) :



белок: Мет-Тре-Ала-Тир-Иле-Гис

**Задание 3.** Исходный фрагмент молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов (верхняя цепь — смысловая, нижняя — транскрибируемая):

5' – ГЦГГГЦТАТГАТЦТГ – 3'

3' – ЦГЦЦГГАТАЦТАГАЦ – 5'

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.

#### Генетический код (иРНК)

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	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	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

#### Правила пользования таблицей

Первый нуклеотид в триплете берётся из левого вертикального ряда, второй — из верхнего горизонтального ряда и третий — из правого вертикального. Там, где пересекутся линии, идущие от всех трёх нуклеотидов, и находится искомая аминокислота.

#### Пояснение.

1. Четвёртый триплет исходного фрагмента смысловой цепи ДНК — ГАТ (транскрибируемой цепи ДНК — АТЦ), определяем триплет иРНК: ГАУ, по таблице генетического кода определяем, что он кодирует аминокислоту Асп.

2. Во фрагменте ДНК в четвёртом триплете смысловой цепи ГАТ нуклеотид А заменился на Т (в транскрибируемой цепи в триплете АТЦ нуклеотид Т заменился на А), а в иРНК в четвёртом кодоне (ГАУ) нуклеотид А заменился на У (ГУУ).

3. Свойство генетического кода — универсальность.

*Наличие в ответе множества триплетов считается ошибкой, так как в задании указано, что произошла замена одного нуклеотида.*

*Примечание. Алгоритм выполнения задания.*

1. Четвёртый триплет исходного фрагмента смысловой цепи ДНК: 5'-ГАТ-3' (транскрибируемой цепи ДНК: 5'-АТЦ-3'), определяем триплет иРНК: 5'-ГАУ-3', по таблице генетического кода определяем, что он кодирует аминокислоту Асп.

!!! Триплет иРНК: 5'-ГАУ-3' нашли по принципу комплементарности на основе триплета транскрибируемой цепи ДНК 3'-ЦТА-5'. Для нахождения иРНК сначала произведем запись триплета ДНК в обратном порядке от 3' → к 5' получим 3'-ЦТА- 5'

2. По условию сказано, что «четвёртая аминокислота во фрагменте полипептида заменилась на аминокислоту **Вал**». По таблице генетического кода находим, что аминокислота **Вал** кодируется четырьмя нуклеотидами: ГУУ, ГУЦ, ГУА, ГУГ;

НО в условии указано, что произошла замена **одного** нуклеотида! т.е. в иРНК в четвёртом кодоне (5'-ГАУ-3') нуклеотид А заменился на У (5'-ГУУ-3').

*В ответ:* В иРНК в четвёртом кодоне (ГАУ) нуклеотид А заменился на У (ГУУ). Во фрагменте ДНК в четвёртом триплете смысловой цепи 5'-ГАТ-3' нуклеотид А заменился на Т (в транскрибируемой цепи в триплете 5'-АТЦ-3' нуклеотид Т заменился на А).

3. Свойство генетического кода — универсальность (Код един для всех организмов живущих на Земле).

#### **Задание 4.**

Задание 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.

### Генетический код (иРНК)

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	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	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
--	-----	-----	-----	-----	---

### Правила пользования таблицей

Первый нуклеотид в триплете берётся из левого вертикального ряда, второй — из верхнего горизонтального ряда и третий — из правого вертикального. Там, где пересекутся линии, идущие от всех трёх нуклеотидов, и находится искомая аминокислота. Пояснение.

1. По принципу комплементарности определяем последовательность иРНК: 5'— УАЦГУАГЦАУГЦ - 3';

2. Нуклеотидную последовательность транскрибируемой и смысловой цепей ДНК также определяем по принципу комплементарности:



3. По таблице генетического кода и кодомам иРНК находим последовательность аминокислот в пептиде: Тир-Вал-Ала-Цис.

*Примечание. Алгоритм выполнения задания.*

1. По принципу комплементарности определяем последовательность иРНК на основе антикодонов тРНК, но сначала ориентируем антикодоны тРНК (3'→ 5') так, чтобы они присоединялись к иРНК антипараллельно (по условию антикодоны тРНК даны в ориентации 5'→ 3')



2. Нуклеотидную последовательность транскрибируемой и смысловой цепей ДНК также определяем по принципу комплементарности (на основе найденной иРНК по принципу комплементарности строим транскрибируемую ДНК, затем на её основе находим смысловую. В молекулярной генетике принято смысловую ДНК писать сверху, транскрибируемую - снизу):



3. По таблице генетического кода и кодомам иРНК находим последовательность аминокислот в пептиде:



**Задание 5.** Фрагмент молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов (верхняя цепь — смысловая, нижняя — транскрибируемая):



Определите последовательность аминокислот во фрагменте полипептидной цепи и обоснуйте свой ответ. Какие изменения могли произойти в результате генной мутации во фрагменте молекулы ДНК, если вторая аминокислота в полипептиде заменилась на аминокислоту Про? Какое свойство генетического кода определяет возможность существования разных фрагментов мутированной молекулы ДНК? Ответ обоснуйте. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.



## Генетический код (иРНК)

Первое основание	Второе основание				Третье 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 Глн Глн	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

### Правила пользования таблицей

Первый нуклеотид в триплете берётся из левого вертикального ряда, второй — из верхнего горизонтального ряда и третий — из правого вертикального. Там, где пересекутся линии, идущие от всех трёх нуклеотидов, и находится искомая аминокислота. Пояснение.

1. Последовательность аминокислот в полипептиде: Вал-Тре-Ала-Иле-Асн определяется по последовательности нуклеотидов в молекуле иРНК:



2. Во фрагменте белка вторая аминокислота Тре заменилась на Про что возможно при замене второго триплета в смысловой цепи ДНК АЦА на триплет ЦЦТ, ЦЦЦ, ЦЦА или ЦЦГ (второго кодона в РНК АЦА на кодон ЦЦУ, ЦЦЦ, ЦЦА или ЦЦГ).

3. Свойство генетического кода — избыточность (вырожденность), так как одной аминокислоте (Про) соответствует более одного триплета (четыре триплета).

*Примечание. Алгоритм выполнения задания.*

1. Последовательность аминокислот в полипептиде определяется по последовательности нуклеотидов в молекуле иРНК:



белок: Вал-Тре-Ала-Иле-Асн

2. Во фрагменте белка вторая аминокислота Тре заменилась на Про что возможно при замене второго кодона в иРНК 5'-АЦА-3' на кодон 5'-ЦЦУ-3', 5'-ЦЦЦ-3', 5'-ЦЦА-3' или 5'-ЦЦГ-3' → кодоны находим по таблице генетического кода

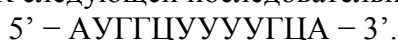
Второй триплет в смысловой цепи ДНК 5'-АЦА-3' заменился на триплет 5'-ЦЦТ-3', 5'-ЦЦЦ-3', 5'-ЦЦА-3' или 5'-ЦЦГ-3'.

дополнительно - НЕ ДЛЯ ОТВЕТА! - Скорее всего произошла мутация инверсия - хромосомная перестройка, при которой происходит поворот участка хромосомы на 180°:  
иРНК: 5' – ГУЦ-АЦА-ГЦГ -АУЦ-ААУ – 3' → иРНК: 5' – ГУА-ЦЦА-ГЦГ -АУЦ-ААУ – 3'

Первая аминокислота осталась той же, т.к. кодон ГУА, так же как и ГУЦ, кодирует аминокислоту вал (определяем по таблице генетического кода).

3. Свойство генетического кода — избыточность (вырожденность), так как одной аминокислоте (Про) (*и вал*) соответствует более одного триплета (четыре триплета).

**Задание 6.** 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:



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)

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	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	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

#### Правила пользования таблицей

Первый нуклеотид в триплете берётся из левого вертикального ряда, второй — из верхнего горизонтального ряда и третий — из правого вертикального. Там, где пересекутся линии, идущие от всех трёх нуклеотидов, и находится искомая аминокислота. Пояснение.

1. По принципу комплементарности находим нуклеотидную последовательность участка ДНК:



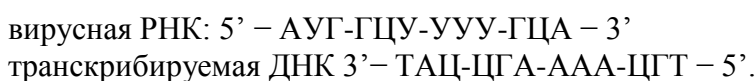
2. По принципу комплементарности находим нуклеотидную последовательность иРНК:



3. По таблице Генетического кода определяем последовательность вирусного белка: МЕТ-АЛА-ФЕН-АЛА.

*Примечание. Алгоритм выполнения задания.*

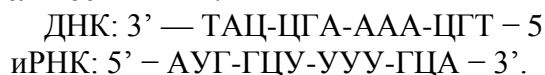
1. По принципу комплементарности на основе вирусной РНК находим нуклеотидную последовательность транскрибируемого участка ДНК:



Нуклеотидную последовательность транскрибируемой и смысловой цепей ДНК также определяем по принципу комплементарности (на основе данной РНК по принципу комплементарности строим транскрибируемую ДНК, затем на её основе находим смысловую. В молекулярной генетике принято смысловую ДНК писать сверху, транскрибируемую - снизу):



2. По принципу комплементарности на основе транскрибируемой ДНК находим нуклеотидную последовательность иРНК:



3. По таблице Генетического кода на основе иРНК определяем последовательность вирусного белка:



## 2. ДЕЛЕНИЕ КЛЕТОК

**Задание 7.** Общая масса всех молекул ДНК в 46 хромосомах одной соматической клетки человека составляет  $6 \times 10^{-9}$  мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в сперматозоиде и в соматической клетке перед началом деления и после его окончания. Ответ поясните.

Пояснение.

1) В половых клетках 23 хромосомы, т. е. в два раза меньше, чем в соматических, поэтому масса ДНК в сперматозоиде в два раза меньше и составляет  $6 \times 10^{-9} : 2 = 3 \times 10^{-9}$  мг.

2) Перед началом деления (в интерфазе) количество ДНК удваивается и масса ДНК равна  $6 \times 10^{-9} \times 2 = 12 \times 10^{-9}$  мг.

3) После митотического деления в соматической клетке число хромосом не меняется и масса ДНК равна  $6 \times 10^{-9}$  мг.

**Задание 8.** Какое деление мейоза сходно с митозом? Объясните, в чем оно выражается. К какому набору хромосом в клетке приводит мейоз.

**Пояснение.**

- 1) сходство с митозом наблюдается во втором делении мейоза;
- 2) все фазы сходны, к полюсам клетки расходятся сестринские хромосомы (хроматиды);
- 3) образовавшиеся клетки имеют гаплоидный набор хромосом.

**Задание 9.** Соматическая клетка толстолобика имеет 48 хромосом. Сколько хромосом будет содержать клетка полового пути самца этой рыбы в конце зоны роста и конце зоны созревания гамет? Ответ поясните. Какие процессы происходят в этих зонах?

**Пояснение.**

1. В зоне роста — 48 хромосом, в зоне созревания — 24 хромосомы.
2. В зоне роста клетка растёт, она находится в интерфазе, количество хромосом не меняется.
3. В зоне созревания происходит мейоз, в конце зоны клетки становятся гаплоидными.

**Задание 10.** Какое количество хромосом ( $n$ ) и молекул ДНК ( $c$ ) будет в клетках спорангия папоротника в начале спорообразования и в зрелой споре. Ответ поясните.

**Пояснение.**

1. Перед началом спорообразования в клетке спорангия будет  $2n4c$ .
2. Поскольку споры образуются на диплоидном спорофите, перед делением клетки хромосомы удвоены.
3. В зрелой споре будет  $1n1c$ .
4. Поскольку спора у папоротникообразных образуется мейозом и гаплоидна.

**Задание 11.** В клетке кожи мыши 40 хромосом. Каково число хромосом в клетках полового пути мыши при сперматогенезе в начале зоны роста и конце зоны созревания сперматозоидов? Из каких клеток и путём какого деления образуются данные клетки? Ответ поясните.

**Пояснение.**

1. В начале зоны роста клетки диплоидные, в них 40 хромосом.
2. Они образуются путём деления клеток семенников митозом.
3. В конце зоны созревания сперматозоиды гаплоидные, в них 20 хромосом.
4. Они образуются путём мейоза из сперматоцитов первого порядка.

**Задание 12.** В клетке листа рябины 34 хромосомы. Каково число хромосом в яйцеклетке и центральной клетке зародышевого мешка до оплодотворения? Каким путём образуются данные клетки? Ответ поясните.

**Пояснение.**

1. Яйцеклетки рябины гаплоидные, в них 17 хромосом.
2. Они образуются путём деления митозом ядра макроспоры (которая образовалась мейозом).
3. Центральная клетка зародышевого мешка диплоидна, в ней 34 хромосомы.
4. Она образуется путём слияния двух гаплоидных ядер, полученных митозом из гаплоидной макроспоры.

**Задание 13.** Соматическая клетка крысы имеет 42 хромосомы. Сколько хромосом будет содержать клетка полового пути самца этой крысы в конце зоны роста и конце зоны созревания гамет? Ответ поясните. Какие процессы происходят в этих зонах?

**Пояснение.**

1. В зоне роста 42 хромосомы, в зоне созревания 21 хромосома.
2. В зоне роста клетка растёт, она находится в интерфазе, количество хромосом не меняется.
3. В зоне созревания происходит мейоз, в конце зоны клетки становятся гаплоидными.

**Задание 14.** Какой хромосомный набор характерен для клеток микроспоры и спермия томата? Объясните, из каких исходных клеток и в результате какого деления они образуются.

**Пояснение.**

1. В клетках микроспор — гаплоидный набор ( $n$ ), спермий имеет гаплоидный набор ( $n$ ).
2. Микроспоры образованы из клеток спорогонной ткани (пыльников тычинок) мейозом.
3. Спермий образован из генеративной клетки пыльцевого зерна (микрогаметофита) митозом.

**Задание 15.** Какой хромосомный набор характерен для клеток зародыша и заростка плауна? Объясните, из каких исходных клеток и в результате какого деления они образуются.

**Пояснение.**

Схема решения задачи включает:

- 1) в клетках зародыша диплоидный набор хромосом ( $2n$ );
- 2) в клетках заростка гаплоидный набор хромосом;
- 3) зародыш развивается из диплоидной зиготы митотическим делением;
- 4) заросток развивается митотическим делением из гаплоидной споры

**Задание 16.** Хромосомный набор соматических клеток вишни равен 32. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в клетках семязачатка в анафазе I и в конце телофазы I мейоза. Объясните все полученные результаты.

**Пояснение.**

Схема решения задачи включает следующие позиции:

- 1) в анафазе I мейоза ( $2n4c$ ) – 32 хромосомы, 64 молекулы ДНК;
- 2) в анафазе к полюсам клетки расходятся гомологичные хромосомы, но число хромосом и молекул ДНК не меняется, так как клетка ещё не разделилась;
- 3) в телофазе I мейоза ( $n2c$ ) – 16 хромосом, 32 молекулы ДНК;
- 4) произошло редукционное деление, образовалось две клетки с гаплоидным набором хромосом, но каждая хромосома состоит ещё из двух сестринских хроматид.

**Задание 17.** Хромосомный набор соматических клеток пшеницы равен 28. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в клетках кончика корня в метафазе и конце телофазы митоза. Объясните все полученные результаты.

**Пояснение.**

Схема решения задачи включает:

1. в метафазе митоза число ДНК — 56; хромосом — 28;
2. в телофазе митоза в каждом ядре число молекул ДНК — 28, хромосом — 28;
3. в метафазе хромосомы двуххроматидные, так как перед началом деления произошла репликация ДНК;
4. в телофазе митоза хромосомы в ядрах однохроматидные, и число ДНК и хромосом одинаково

**Задание 18.** У зеленой водоросли улотрикса преобладающим поколением является гаметофит. Какой хромосомный набор имеют клетки взрослого организма и спорофита? Объясните, чем представлен спорофит, из каких исходных клеток и в результате какого процесса образуются взрослый организм и спорофит.

**Пояснение.**

Элементы ответа:

1. хромосомный набор в клетках взрослого организм —  $n$  (гаплоидный), спорофита —  $2n$  (диплоидный);
2. взрослый организм образуется из гаплоидной споры путем митоза;
3. спорофит — это зигота, образуется при слиянии гамет в процессе оплодотворения

**Задание 19.** В кариотипе домашней кошки 38 хромосом. Определите число хромосом и молекул ДНК при сперматогенезе в клетках в конце зоны роста и в конце зоны созревания гамет. Объясните, какие процессы происходят в этих зонах.

**Пояснение.**

Сперматогенез в зоне размножения. Митоз. Начало деления — соматические клетки с диплоидным ( $2n4c$ ) числом хромосом = 38, а ДНК удваивается = 76 ( $2n4c$ );

В конце зоны размножения - митоз завершается формированием двух диплоидных клеток (из одной первичной половой клетки) ( $2n2c$ ): число хромосом = 38, и ДНК = 38 ( $2n2c$ );

В конце зоны созревания. Мейоз. Первое деление редукционное Телофаза первого мейотического деления -19 ( $1n2c$ ); в конце второго мейотического деления - ( $1n1c$ ) - хромосом = 19, ДНК = 19 (происходит уменьшение вдвое)

**Задание 20.** Какой хромосомный набор характерен для мегаспоры и клеток эндосперма листовенницы? Объясните, из каких исходных клеток и в результате какого деления образуются эти клетки.

**Пояснение.**

1) В клетке мегаспоры гаплоидный набор хромосом ( $n$ ), в клетках эндосперма гаплоидный набор хромосом ( $n$ ).

2) Мегаспора образуются из клеток семязачатка (мегаспорангия) с диплоидным набором хромосом ( $2n$ ) путём мейоза.

3) Клетки эндосперма листовенницы формируются из гаплоидных мегаспор ( $n$ ) путём митоза.

**Задание 21.** Какое количество хромосом ( $n$ ) содержится в половых клетках и гладких мышечных клетках человека? Из каких клеток и в результате какого деления образуются эти клетки?

**Пояснение.**

1) в половых клетках содержится  $n$ , а в гладких мышечных клетках —  $2n$  хромосом;

2) половые клетки образуются мейозом из специализированных клеток гонад (семенников или яичников);

3) гладкие мышечные клетки образуются из диплоидных стволовых клеток (из диплоидных клеток зародыша) митозом

**Задание 22.** Для соматической клетки животного характерен диплоидный набор хромосом. Определите хромосомный набор ( $n$ ) и число молекул ДНК ( $c$ ) в ядре клетки при гаметогенезе в метафазе I мейоза и анафазе II мейоза. Объясните результаты в каждом случае.

**Пояснение.**

Схема решения задачи включает:

1) В метафазе I мейоза набор хромосом -  $2n$ , число ДНК -  $4c$

2) В анафазе II мейоза набор хромосом -  $2n$ , число ДНК -  $2c$

3) Перед мейозом (в конце интерфазы) произошла репликация ДНК, следовательно, в метафаза I мейоза число ДНК увеличено в два раза.

4) После первого редукционного деления мейоза в анафазе II мейоза к полюсам расходятся сестринские хроматиды (хромосомы), поэтому число хромосом равно числу ДНК.

**Задание 23.** У хламидомонады преобладающим поколением является гаметофит. Определите хромосомный набор взрослого организма и его гамет. Объясните из каких исходных клеток образуются взрослые особи и их гаметы, в результате какого деления формируются половые клетки.

**Пояснение.**

1) хромосомный набор взрослого организма (вырастает или развивается из зооспоры) и хромосомный набор споры (зооспоры) -  $n$  (гаплоидный);

2) споры (зооспоры) образуются из диплоидной зиготы путём мейоза;

Споры (зооспоры) могут образовываться и из взрослой особи при бесполом размножении, путем митоза;

3) хромосомный набор гамет -  $n$  (гаплоидный);

4) гаметы образуются из клетки взрослого организма (гаметофита) путём митоза

**Задание 23.** В кариотипе яблони 34 хромосомы. Сколько хромосом и ДНК будет содержаться в яйцеклетке яблони, клетках эндосперма её семени и клетках листа? Из каких клеток образуются указанные клетки?

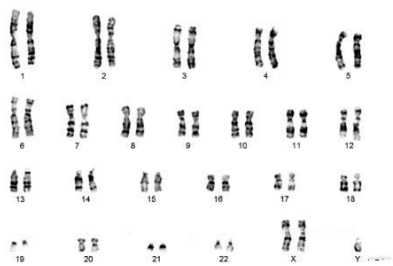
**Пояснение.**

1) в яйцеклетке, образующейся из макроспоры, будет 17 хромосом и 17 молекул ДНК;

2) в клетках эндосперма, образующихся при оплодотворении центральной клетки в зародышевом мешке, будет содержаться по 51 хромосоме и 51 молекуле ДНК.

3) В каждой клетке листа, образующейся из клеток зародыша, будет 34 хромосомы и 34 молекулы ДНК

**Задание 24.** Рассмотрите кариотип человека и ответьте на вопросы.



1. Какого пола этот человек?

2. Какие отклонения имеет кариотип этого человека?

3. В результате каких событий могут возникать такие отклонения?

**Пояснение.**

1. Пол мужской.

2. В кариотипе две X-хромосомы (или, нарушение в половых хромосомах: две X и ещё одна Y).

3. Такие отклонения могут возникать из-за нерасхождения хромосом при первом делении мейоза.

ИЛИ

Такие отклонения могут возникать из-за попадания двух гомологичных хромосом в одну клетку при первом делении мейоза.

*Примечание.*

к пункту 2. Синдром Клайнфельтера — наследственное заболевание. У больных в кариотипе присутствует хотя бы одна дополнительная женская хромосома.

**Задание 25.** Для соматической клетки животного характерен диплоидный набор хромосом. Определите хромосомный набор ( $n$ ) и число молекул ДНК ( $c$ ) в ядре клетки при гаметогенезе в метафазе I мейоза и анафазе II мейоза. Объясните результаты в каждом случае.

**Пояснение.**

Схема решения задачи включает:

1) В метафазе I мейоза набор хромосом -  $2n$ , число ДНК -  $4c$

2) В анафазе II мейоза набор хромосом -  $2n$ , число ДНК -  $2c$

3) Перед мейозом (в конце интерфазы) произошла репликация ДНК, следовательно, в метафаза I мейоза число ДНК увеличено в два раза.

4) После первого редукционного деления мейоза в анафазе II мейоза к полюсам расходятся сестринские хроматиды (хромосомы), поэтому число хромосом равно числу ДНК.

**Задание 26.** Ген содержит 1500 нуклеотидов. В одной из цепей содержится 150 нуклеотидов А, 200 нуклеотидов Т, 250 нуклеотидов Г и 150 нуклеотидов Ц. Сколько нуклеотидов каждого вида будет в цепи ДНК, кодирующей белок? Сколько аминокислот будет закодировано данным фрагментом ДНК?

**Пояснение.**

1) В кодирующей цепи ДНК в соответствии с правилом комплементарности нуклеотидов будет содержаться: нуклеотида Т — 150, нуклеотида А — 200, нуклеотида Ц — 250, нуклеотида Г — 150. Таким образом, всего А и Т по 350 нуклеотидов, Г и Ц по 400 нуклеотидов.

2) Белок кодируется одной из цепей ДНК.

3) Поскольку в каждой из цепей  $1500/2=750$  нуклеотидов, в ней  $750/3=250$  триплетов. Следовательно, этот участок ДНК кодирует 250 аминокислот.

**Задание 27.** Дана цепь ДНК: ЦТААТГТААЦЦА. Определите:

А) Первичную структуру закодированного белка.

Б) Процентное содержание различных видов нуклеотидов в этом гене (в двух цепях).

В) Длину этого гена.

Г) Длину белка.

Генетический код (иРНК)

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	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	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

*Примечание от составителей сайта.*

*Длина 1 нуклеотида — 0,34 нм*

*Длина одной аминокислоты — 0,3 нм*

*Длина нуклеотида и аминокислоты — это табличные данные, их нужно знать (к условию не прилагаются)*

А)

Первая цепь ДНК: ЦТА-АТГ-ТАА-ЦЦА, поэтому и-РНК: ГАУ-УАЦ-АУУ-ГГУ.

По таблице генетического кода определяем аминокислоты: асп — тир — иле — гли-.

Б)

Первая цепь ДНК: ЦТА-АТГ-ТАА-ЦЦА, поэтому вторая цепь ДНК: ГАТ-ТАЦ-АТТ-ГГТ.

Количество А=8; Т=8; Г=4; Ц=4. Все количество: 24, это 100%. Тогда

А = Т = 8, это  $(8 \times 100\%) : 24 = 33,3\%$ .



$G = Ц = 4$ , это  $(4 \times 100\%) : 24 = 16,7\%$ .

В)

Длина гена:  $12 \times 0,34$  нм (длина каждого нуклеотида) =  $4,08$  нм.

Г)

Длина белка:  $4$  аминокислоты  $\times 0,3$  нм (длина каждой аминокислоты) =  $1,2$  нм.

**Задание 28.** На препарате обнаружены ткани со следующими структурами:

- а) пласт клеток, тесно прилегающих друг к другу,
- б) клетки разделены хорошо развитым межклеточным веществом,
- в) клетки сильно вытянутые, и в них наблюдается поперечная исчерченность. Напишите, к какой ткани относится каждая из этих структур.

Пояснение.

- 1) эпителиальная ткань
- 2) соединительная ткань
- 3) поперечнополосатая мышечная ткань

**Задание 29.** В процессе гликолиза образовались  $112$  молекул пировиноградной кислоты (ПВК). Какое количество молекул глюкозы подверглось расщеплению и сколько молекул АТФ образуется при полном окислении глюкозы в клетках эукариот? Ответ поясните.

**Пояснение.**

- 1) В процессе гликолиза при расщеплении  $1$  молекулы глюкозы образуется  $2$  молекулы пировиноградной кислоты и выделяется энергия, которой хватает на синтез  $2$  молекул АТФ.
- 2) Если образовалось  $112$  молекулы пировиноградной кислоты, то, следовательно, расщеплению подверглось  $112 : 2 = 56$  молекул глюкозы.
- 3) При полном окислении в расчете на одну молекулу глюкозы образуется  $38$  молекул АТФ.

Следовательно, при полном окислении  $56$  молекулы глюкозы образуется  $38 \times 56 = 2128$  молекул АТФ

**Задание 30.** В процессе кислородного этапа катаболизма образовалось  $972$  молекулы АТФ. Определите, какое количество молекул глюкозы подверглось расщеплению и сколько молекул АТФ образовалось в результате гликолиза и полного окисления? Ответ поясните.

**Пояснение.**

- 1) В процессе энергетического обмена, в ходе кислородного этапа из одной молекулы глюкозы образуется  $36$  молекул АТФ, следовательно, гликолизу, а затем полному окислению подверглось  $972 : 36 = 27$  молекул глюкозы.
- 2) При гликолизе одна молекула глюкозы расщепляется до  $2$ -ух молекул ПВК с образованием  $2$  молекул АТФ. Поэтому количество молекул АТФ, образовавшихся при гликолизе, равно  $27 \times 2 = 54$ .
- 3) При полном окислении одной молекулы глюкозы образуется  $38$  молекул АТФ, следовательно, при полном окислении  $27$  молекул глюкозы образуется  $38 \times 27 = 1026$  молекул АТФ.

**Задание 31.** Фрагмент нуклеотидной цепи ДНК имеет последовательность ЦЦАТАГЦ. Определите нуклеотидную последовательность второй цепи и общее число водородных связей, которые образуются между двумя цепями ДНК. Объясните полученные результаты.

**Пояснение.**

- 1) Вторую цепь ДНК строим по принципу комплементарности  
I ДНК: ЦЦА-ТАГ-Ц  
II ДНК: ГГТ-АТЦ-Г
- 2) Водородные связи образуются между определенными основаниями:  
А = Т - соединены двумя водородными связями, между Г = Ц - тремя водородными связями.

3) В данной цепи А-Т  $3 \times 2 = 6$ ; Г-Ц  $4 \times 3 = 12$  итого 18 связей

**Задание 32.** В процессе гликолиза образовалось 84 молекулы пировиноградной кислоты. Какое количество молекул глюкозы подверглось расщеплению и сколько молекул АТФ образуется при её полном окислении? Объясните полученные результаты.

**Пояснение.**

1) В процессе гликолиза при расщеплении 1 молекулы глюкозы образуется 2 молекулы пировиноградной кислоты и выделяется энергия, которой хватает на синтез 2 молекул АТФ.

2) Если образовалось 84 молекулы пировиноградной кислоты, то, следовательно, расщеплению подверглось  $84 : 2 = 42$  молекул глюкозы.

3) При полном окислении в расчете на одну молекулу глюкозы образуется 38 молекул АТФ.

Следовательно, при полном окислении 42 молекулы глюкозы образуется  $38 \times 42 = 1596$  молекул АТФ

## ЛИТЕРАТУРА

**1. Иванищев, В. В.** Молекулярная биология: учебник / В.В. Иванищев. - Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2019. - (Высшее образование). - 225 с. - ISBN 978-5-369-01731-9. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1019421>

**2. Конищев, А. С.** Молекулярная биология: учебник / А. С. Конищев, Г. А. Севастьянова. - 3-е изд., испр. - Москва: Академия, 2008. - 396 с. : ил. - ISBN 978-5-7695-4986-1. - URL: [https://old.rusneb.ru/catalog/000199\\_000009\\_004075804/](https://old.rusneb.ru/catalog/000199_000009_004075804/)

**3. Молекулярная биология:** учебное пособие / О. В. Кригер, С. А. Сухих, О. О. Бабич [и др.]; Кемеровский государственный университет. - Кемерово : КемГУ, 2017. - 93 с. - ISBN 979-5-89289-100-3. - URL: <https://e.lanbook.com/book/103922>

**4. Нефедова, Л. Н.** Применение молекулярных методов исследования в генетике: учебное пособие / Л. Н. Нефедова. - Москва: ИНФРА-М, 2019. - 104 с. - ISBN 978-5-16-009872-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1033803>

**5. Субботина, Т.Н.** Молекулярная биология и геновая инженерия: практикум / Т. Н. Субботина, П. А. Николаева, А. Е. Харсекина; Сибирский федеральный университет. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2018. - 60 с. - ISBN 978-5-7638-3857-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032111>