

## §2 Второй отборочный этап

### 9 класс

Задания второго тура посвящены ключевым параметрам, которые необходимо рассчитывать и учитывать при проектировании и работе с аквапонными установками.

По умолчанию (Если в условии отдельно не оговорено иного), обсуждаемые аквапонные системы состоят из трех уровней:

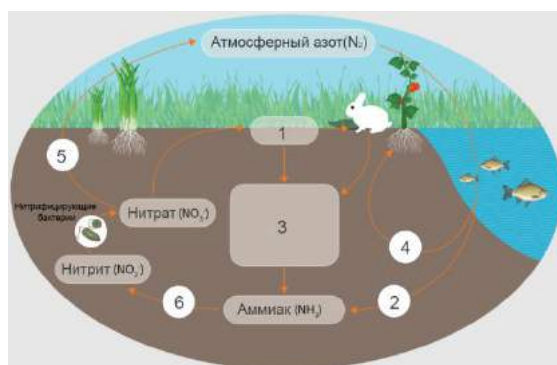
1. Гидропонный модуль.
2. Аквакультурный модуль (аквариум)
3. Биофильтр (модуль заселен нитрифицирующими бактериями, водными растениями и фильтрами)

Некоторые задания могут иметь ограниченное число попыток ввода ответа.

Во всех вопросах настроено дисконтирование баллов за по формуле  $1/N$ , где N- число попыток.

#### Задание-1.1 (2 балла)

В основе построения аквапонных установок лежит цикл, приведенный на рисунке



Определите, какие организмы пронумерованы на рисунке.

Ответ:

1. Растения
2. Азотфиксирующие почвенные бактерии
3. Грибы
4. Азотфиксирующие бактерии
5. Денитрифицирующие бактерии
6. Нитрифицирующие бактерии

#### Задание-1.2 (2 балла)

Из приведенных особенностей аквапонных систем выберите те, которые их выгодно отличают от раздельного применения аквакультур и гидропоники:

1. Устойчивое и интенсивное продуктивное производство
2. Два продукта производится из одного источника азота- корма для рыб
3. Экономия воды
4. Требуется мало почвы

5. Два продукта производится из одного источника фосфора- рыбы
6. Экономия электроэнергии
7. Применяется мало удобрений
8. Высокая урожайность
9. Риск внешних заражений ниже
10. Универсальны для различных типов рыбы и растений
11. Низкая стоимость организации производства
12. Расширенный спектр возможности регулирования и балансирования биологических систем в отличие от отдельных аквакультур и гидропонных систем.
13. Аквапоника- это замкнутые сбалансированные саморегулирующиеся биологические системы.
14. Производство меньшего количества отходов

Ответ:

1, 2, 3, 8, 9, 14

### Задание-1.3 (6 баллов)

Отметьте процессы, которые происходят (могут происходить) в каждом модуле аквапонной системы.

Учитываются только целенаправленно загруженные живые объекты.

Заполнение по модулям:

Аквакультура- Карп

Гидропоника- Латук посевной

Биофильтр- Двустворчатые моллюски, Нитрифицирующие бактерии, гигрофилы и папоротники

	Модуль аквакультуры	Модуль биофильтра	Модуль гидропоники
Потребление O <sub>2</sub>	+	+	+
Выделение NH <sub>3</sub>	+		
потребление CO <sub>2</sub>		+	+
выработка O <sub>2</sub>		+	+
Переработка образующейся органики		+	
перевод NH <sub>3</sub> в NO <sub>2</sub>		+	
перевод NH <sub>3</sub> в NO <sub>3</sub>			
перевод NO <sub>2</sub> в NO <sub>3</sub>		+	
испарение H <sub>2</sub> O	+	+	+
Синтез органических соединений	+	+	+
выделение мочевой кислоты		+	

### Задание-1.4 (2 балла)

Какие физико-химические и биологические параметры воды наиболее значимы при работе с аквапонными системами, и которые можно отслеживать с применением реагентов и датчиков?

1. Температура
2. Ph
3. [NO<sub>2</sub>]/[NO<sub>3</sub>]
4. [NH<sub>3</sub>]/[NH<sub>4</sub>]
5. [CO<sub>2</sub>]
6. [O<sub>2</sub>]
7. Жесткость
8. [Fe]
9. Электропроводность
10. Скорость потока
11. Количество осадка
12. Цвет

Ответ:

1, 2, 3, 4, 6, 7, 9

### **Задание-1.5 (8 баллов)**

Рассчитайте количество мальков карпа, которое необходимо закупить для заполнения аквапонной системы, если известны следующие параметры:

1. Аквакультурный модуль имеет размеры (Ш\*В\*Г), см: 120\*90\*90
  2. Модуль биофильтра имеет размеры (Ш\*В\*Г), см: 120\*45\*90
  3. Модуль гидропоники имеет размеры (Ш\*В\*Г), см: 120\*30\*90
  4. При заполнении водой системы модули были заполнены на 70см (Аквакультура), 30см (биофильтр) и 20см (гидропоника)
  5. Масса малька карпа – 20-30 гр.
  6. Длина малька карпа - 8 см
  7. Плотность посадки - ~45 кг/м<sup>3</sup>
  8. Потребление O<sub>2</sub> для товарного карпа составляет 0,07 мг O<sub>2</sub>/ кг рыбы в сек
  9. Товарный вес карпа- 600-800гр
  10. Время выращивания 3 года и 8 месяцев
  11. Гибель и отклонение в развитии- не более 9% в год
  12. Если в условии указывается диапазон значений, используйте среднее.
- Промежуточные расчеты мер(вес, размеры, проценты, концентрации..) округляйте до тысячного знака по стандартным правилам.  
Количество особей округляйте до целых значений в большую сторону.

**Ответ: 118**

### **Задание-2.1 (2 балла)**

Какие параметры могут влиять на активность бактерий биофильтра?

1. Площадь поверхности, на которой закрепляются бактерии
2. Кислотный Ph воды
3. Ph воды в пределах 7-8
4. Температура воды
5. Растворенный кислород
6. УФ-излучение

Ответ:

Все варианты верны.

### Задание-2.2 (2 балла)

Выберите рекомендованные **ежедневные** действия (которые бессмысленно, или не желательно делать чаще) при работе со сбалансированными аквапонными установками

1. Проверка воздушных помп
2. Проверка движения воды
3. Проверка уровня воды
4. Проверка от протечек
5. Проверка температуры
6. Покормить рыб
7. Проверить поведение рыб
8. Удаление засоров в фильтрах
9. Посадка новых растений
10. Сбор урожая растений
11. Сбор “урожая” рыбы(если необходимо)
12. Регулировка Ph при необходимости
13. Очистка отходов со дна аквариума и биофильтра
14. Добавление новой рыбы (при необходимости)
15. Очистка всех фильтров
16. Оценка прироста рыбы (взвешивание) и проверка на заболевания

Ответ:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

### Задание-2.3 (2 балла)

Выберите рекомендованные **еженедельные** действия (которые бессмысленно, или не желательно делать чаще) при работе со сбалансированными аквапонными установками

1. Проверка воздушных помп
2. Проверка движения воды
3. Проверка уровня воды
4. Проверка от протечек
5. Проверка температуры
6. Покормить рыб
7. Проверить поведение рыб
8. Удаление засоров в фильтрах
9. Посадка новых растений
10. Сбор урожая растений
11. Сбор “урожая” рыбы(если необходимо)
12. Регулировка Ph при необходимости
13. Очистка отходов со дна аквариума и биофильтра
14. Добавление новой рыбы (при необходимости)
15. Очистка всех фильтров

16. Оценка прироста рыбы (взвешивание) и проверка на заболевания

Ответ:

9, 10, 11, 12, 13

**Задание-2.4 (2 балла)**

Выберите рекомендованные **ежемесячные** действия (которые бессмысленно, или не желательно делать чаще) при работе со сбалансированными аквапонными установками

1. Проверка воздушных помп
2. Проверка движения воды
3. Проверка уровня воды
4. Проверка от протечек
5. Проверка температуры
6. Покормить рыб
7. Проверить поведение рыб
8. Удаление засоров в фильтрах
9. Посадка новых растений
10. Сбор урожая растений
11. Сбор “урожая” рыбы(если необходимо)
12. Регулировка Ph при необходимости
13. Очистка отходов со дна аквариума и биофильтра
14. Добавление новой рыбы (при необходимости)
15. Очистка всех фильтров
16. Оценка прироста рыбы (взвешивание) и проверка на заболевания

Ответ:

14, 15, 16

**Задание-2.5 (4 балла)**

Салату-латуку требуется 4 недели для достижения товарного размера и качества от ростка. Аквапонная система спроектирована с расчетом на урожайность -25 кустов в неделю.

Дополнительно известно:

- На 1 м<sup>2</sup> гидропонного блока можно посадить 25 кустов латука
- Каждый квадратный метр посадки латука требует внесения 50г рыбьего корма
- Используемая в системе рыба может потреблять 1,6% в день от своей биомассы

Рассчитайте биомассу (кг) рыбы для обеспечения азотом необходимое минимальное количество кустов салата.

Ответ округлите до десятых.

Ответ:

12.5

**Задание-2.6 (4 балла)**

Используя промежуточные расчеты и условия из прошлой задачи, рассчитайте потребление азота (г) одним кустом салата в день.

Дополнительно известно, что:

- Содержание белка в рыбьем корме составляет 32%
- Среднее содержание атомарного азота в белке составляет 16%
- Считаем, что белок в корме - единственный источник азота в системе.

Ответ округлите до десятых

**Ответ:**

**0.1**

### **Задание-3.1 (3 балла)**

Вам необходимо провести диагностику системы. Для этого проведите сопоставление детектируемых изменений в работе и параметрах и возможных (наиболее вероятных) причин.

1. Помпы не работают
2. Зеленый налет на аквариуме, зеленый цвет воды
3. Концентрация аммиака или нитрита  $> 1\text{мг/л}$
4. Концентрация нитрата  $> 150\text{мг/л}$  несколько недель
5. Рыба плавает на поверхности
6. Низкая температура воды ( $<15\text{ }^\circ\text{C}$ )
7. Растения не растут/листья меняют цвет
8. Высокий уровень нитратов, а листья растений желтые

Ответ:

- A. Перебои с питанием, поломка (1)
- B. Цветение водорослей (2)
- C. Не работает биофильтр, много рыбы, аккумуляирование остатков пищи (3)
- D. Избыток корма (4)
- E. Низкий уровень  $\text{O}_2$  (5)
- F. Изменение климата вне установки (6)
- G. нехватка питательных веществ/низкая температура воды (7)
- H. Не оптимальный уровень Ph (8)

### **Задание-3.2 (3 балла)**

Вы провели диагностику системы. Теперь определите, какие могут быть самые критические последствия наблюдаемых отклонений

1. Перебои с питанием, поломка
2. Повышенное содержание нитратов ( $> 150\text{ мг/л}$ ) из-за переизбытка корма
3. Карбонатная жесткость (Kh)  $=0\text{мг/мл}$
4. Низкий уровень  $\text{O}_2$
5. Низкая температура воды ( $<15\text{ }^\circ\text{C}$ )

Ответ:

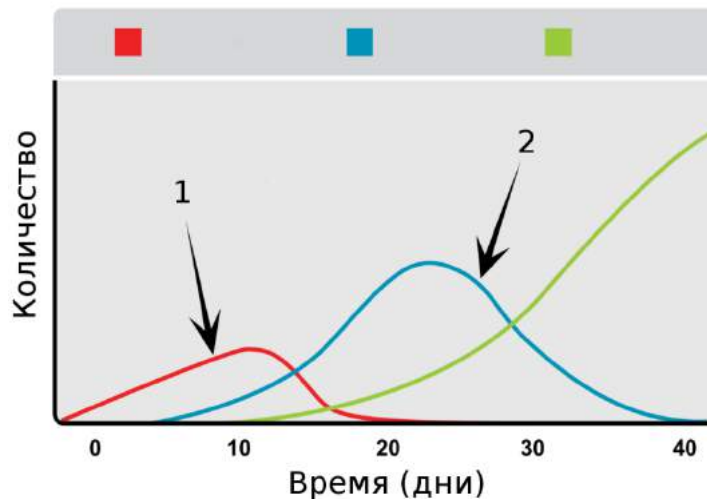
- A. Падение уровня растворенного кислорода (1)

- В. Быстрого эффекта может не быть, но может проявиться токсичность при повышении показателя (2)
- С. Возможное резкое смещение значений Ph (стресс для растений и рыбы) (3)
- Д. Стресс и смерть рыбы (4)
- Е. Бактерии перестают работать (5)

**Задание-3.3 (4 балла)**

На рисунке приведен график изменения ключевых параметров за счет активности биологических объектов в системе с момента запуска.

1. Что представлено на графике цветами? (2 балла)



- Синяя линия - аммиак
- Красная линия - нитриты
- Зеленая линия - нитраты
- Синяя линия - нитриты
- Красная линия - аммиак
- Синяя линия - [H]<sup>+</sup>
- Зеленая линия - CO<sub>2</sub>
- Красная линия - [H]<sup>+</sup>
- Синяя линия - O<sub>2</sub>

Ответ:

3, 4, 5

2. Какие процессы отмечены стрелками?(2 балла)

- 1- Бактерии переводят аммиак в нитриты
- 2- Бактерии переводят нитриты в нитраты
- 2- Бактерии переводят аммиак в нитриты
- 1- Бактерии переводят нитриты в нитраты
- 2- потребление кислорода рыбой

2- понижение Ph в системе  
1- потребление корма рыбой

Ответ:

1, 2



## 10-11 класс

Задания второго тура посвящены экспериментальной молекулярной биологии и молекулярной генетике.

Некоторые задания могут иметь ограниченное количество попыток ввода ответа.

Во всех вопросах настроено дисконтирование баллов за по формуле  $1/N$ , где  $N$ - число попыток.

### Задание -1.1 (3 балла)

Перед вами стоит стандартная задача генной инженерии.

Вам нужно с помощью эндонуклеаз рестрикции вставить ген, кодирующий интересный вам белок, в плазмиду, для дальнейшей экспрессии белка в клетках Нек293.

Каким минимальным критериям должна удовлетворять плазида, которую нужно выбрать для выполнения данного эксперимента:

Наличие регуляторных участков, необходимых для экспрессии гена в эукариотических клетках.

Наличие хотя бы одного селективного маркера.

Наличие системы TetOn

Наличие минимум трех селективных маркеров

Наличие сайтов рестрикции

Наличие хотя бы одного промотора

Наличие минимум двух ориджинов репликации

Сайты рестрикции должны соответствовать имеющимся в вашем распоряжении ферментам

Ответ:

Наличие регуляторных участков, необходимых для экспрессии гена в эукариотических клетках.

Наличие хотя бы одного селективного маркера.

Наличие сайтов рестрикции

Сайты рестрикции должны соответствовать имеющимся в вашем распоряжении ферментам

### Задание -1.2 (2 балла)

Какие промоторы, встроенные в плазмиду, служат для экспрессии регулируемого гена в эукариотических клетках?

CMV

SV40

T7

AmpR

Trp

Ответ:

CMV

**Задание -1.3 (2 балла)**

Что общего между ферментами NheI и MscI?

Распознают одинаковую последовательность ДНК

После рестрикции оставляют «липкие концы»

Работают при одной и той же температуре

Имеют одинаковую температуру инактивации

Чувствительны к модификациям в ДНК (метилированию)

Ответ:

Работают при одной и той же температуре

Чувствительны к модификациям в ДНК (метилированию)

**Задание -1.4 (2 балла)**

Чем отличаются ферменты TspMI и XmaI?

Распознают разные последовательности ДНК

После рестрикции оставляют разные типы концов

Работают при разных температурах

Способом инактивации

Чувствительностью к модификациям в ДНК (метилированию)

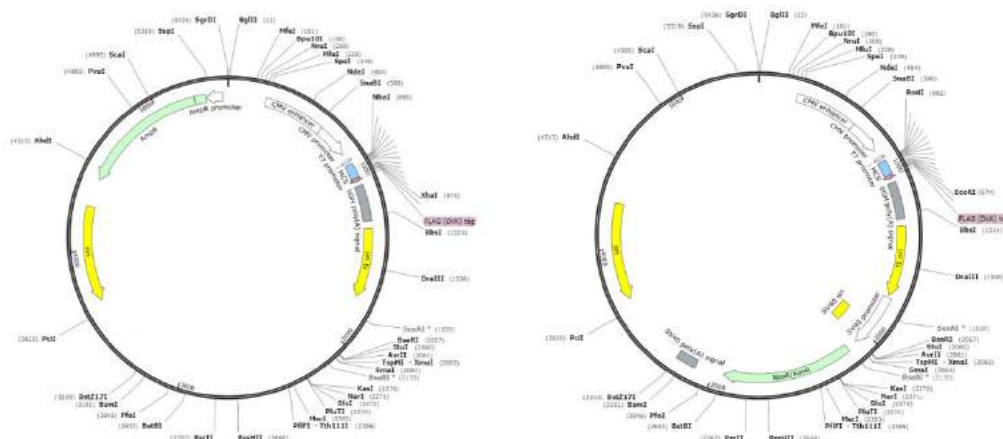
Ответ:

Способом инактивации

**Задание- 1.5 (10 баллов)**

Вам предстоит следующий эксперимент. Необходимо вставить ген в плазмиду под промотор T7, и затем клонировать полученную плазмиду в клетках E.coli.

а. Из плазмид, приведенных на рисунке выберете ту, которая подходит для данной задачи.



б. Для вставки гена в выбранную вами плазмиду используйте соответствующие эндонуклеазы рестрикции.

Но так как ген-вставка не содержит сайтов рестрикции, соответствующих сайтам на плазмиде, куда нужно встроить ген, вам необходимо добавить эти сайты. Для этого необходимо амплифицировать ген с использованием праймеров, которые добавляют

недостоящие участки с обоих концов (соответствующие сайты рестрикции на оба конца гена). Вам нужно сохранить всю последовательность гена.

5'-

ATGAACAGTCTGCCTTTCGCTGTAACACTCAACAACCCGGTTGTGAAAATGTCTGCTAT  
GACAAGTCCTTCCCATCTCTCACGTGCGCTTCTGGGTCCTTCAGATCATATTCGTGTCT  
GTGCCCACACTCCTGTACTTGGCTCACGTGTTCTATGTGATGAGAAAGGAAGAGAAGC  
TGAACAAGAAAGAAGAGGAGCTCAAAGTGGCGCAGACCGACGGGGTCAACGTGGAGA  
TGCACCTGAAGCAGATTGAAATCAAGAAGTTCAAGTATGGGATTGAAGAACACGGCA  
AGGTGAAGATGAGAGGTGGCCTGCTGAGAACCTACATCATCAGCATCCTCTTCAAGTC  
TGTCTTCGAGGTGGCCTTCTGCTGATCCAGTGGTACATCTATGGGTTTACGCCTGAGTG  
CGGTCTACACCTGCAAGAGAGATCCCTGCCCCACCAGGTGGACTGCTTCTCTCACGT  
CCCACGGAGAAAACCATCTTCATCATCTTC-3'

Праймеры должны отвечать следующим критериям: температуры плавления комплементарных участков прямого и обратного праймеров должны быть одинаковыми и находится в диапазоне 40-45С. Температура плавления для комплементарного участка рассчитывается исходя из того, что за комплементарную пару А-Т прибавляется 2С, за пару G-C 4С .

Запишите в поле ответа последовательность прямого праймера от 5' латинскими буквами без пробелов. (5 баллов)

Ответ: GCTAGCATGAACAGTCTGCCT

Запишите в поле ответа последовательность обратного праймера от 5' латинскими буквами без пробелов. (5 баллов)

Ответ: TCTAGAGAAGATGATGAAGATG

### Задание- 2.1 (4 балла)

Приведите последовательность закодированного в части гена белка, если известно, что

1. Белок закодирован на комплементарной приведенной ниже цепи

GATACGGGTTTCGACTTATCGCATCTCCCCAAAAGTAGTAAACTCCTGCTACATA

ТТ

2. Для считывания необходимо использовать третью рамку считывания.

Ответ приведите в виде латинских однобуквенных обозначений а.о. без пробелов и дополнительных знаков.

Ответ: MPKLNSVEGFSSFEDDV

### Задание- 2.2 (4 балла)

Вам дана последовательность части гена:

TTGCTGTGTGAGGCAGAACCTGCGGGGGCAGGGGCGGGCTGGTTCCCTGGCCAGCCAT  
TGGCAGAGTCCGCAGGCTAGGG  
CTGTCAATCATGCTGGCCGGCGTGGCCCCGCCTCCGCCGGCGCGGCCCGCCTCCGCCG  
GCGCACGTCTGGGACGCAAGGC  
GCCGTGGGGGCTGCCGGGACGGGTCCAAGATGGACGGCCGCTCAGGTTCTGCTTTTAC  
CTGCGGCCAGAGCCCCATTCA  
TTGCCCCGGTGTAGCGGCGCCGCGAGTCGGCCCCGAGGCCTCCGGGGACTGCCGTGCC  
GGGCGGGAGACCGCCATGGCGA  
CCCTGGAAAAGCTGATGAAGGCCTTCGAGTCCCTCAAGTCCTTCCAGCAGCAGCAGCA

GCGCAGCAGCAGCAGCAGCAGC  
AGCAGCAGCAGCAGCAGCAGCAGCAGCAACAGCCGCCACCGCCGCCGCCGCCGCCGCC  
CGCCTCCTCAGCTTCCTCAGCCG  
CCGCCGCAGGCACAGCCGCTGCTGCCTAGCCGCAGCCGCCCCCGCCGCCGCCGCCGCC  
GCCACCCGGCCCGGCTGTGGCT  
GAGGAGCCGCTGCACCGACCGTGAGTTTGGGCCCGCTGCAGCTCCCTGTC

1. Определите, какой рамке считывания будет соответствовать наибольшая последовательность белка на прямой (приведенной цепи) (3 балла)

В ответе приведите только цифру

Ответ: 2

2. Приведите последовательность кодируемого белка на рамке, выбранной в предыдущем задании (3 балла)

Ответ приведите в виде латинских однобуквенных обозначений а.о. без пробелов и дополнительных знаков.

Ответ: MATLEKLMKAFESLKSFQQQQQRSSSSSSSSSSSSSSNSRHRRRRRRRL  
LSFLSRRRRHSRCCLAAAAPAAAPAATRPGCG

3. Заполните пробелы в утверждении (5 баллов)

(Если каких-либо значений нет, то ставьте 0)

*Первая рамка считывания (слева направо) кодирует белок длиной 0 а.о. Белок кодируется с 0 по 0 нуклеотид.*

*Вторая рамка считывания (слева направо) кодирует белок длиной 82 а.о. Белок кодируется с 314 по 562 нуклеотид.*

*Третья рамка считывания (слева направо) кодирует белок длиной 81 а.о. Белок кодируется с 90 по 335 нуклеотид.*

Ответ: Верный ответ указан в условии.

### Задание-3.1 (12 баллов)

При секвенировании образца была получена нуклеотидная последовательность:

Gtcaggctatgctgtagcgtaggctgaggctcagatggcgtgtggatgcgccctgctgccgctgctggcgctgctggcgctgtggg  
gcccggatccggcggcggtttgtgaaccagcatctgtcgggcagccatctggtggaagcgtgtatctggtgtgctggcgaacgccgtcgtg  
cgctagcggctttttataccccgaaaaccggcgaagcgggaagatctgcaggtgggccaggtggaactggcgggcgccggggcgcg  
ccgatgctaggctagggcagcctgcagccgctggcgctggaaggcagcctgcagaaacggcattgtggaacagtgtgcaccagcattg  
cagcctgtatcagctggaactattgcaac

Известно, что она в эукариотическом организме кодирует последовательность белка:

MALWMRLPLLALLALWGPDPAAAFVNQHLCGSHLVEALYLVCGERGFFYTPKTR  
REAEDLQVGQVELGGGPGAGSLQPLALEGSLQKRGIVEQCCTSICSLYQLENYCN

1. Определите, сколько в секвенированной последовательности участков, которые кодируют данный белок. (4 балла)

Ответ: 3

2. Приведите координаты экзона наибольшей длины (порядковые номера первого и последнего нуклеотида в соответствии с полученной последовательностью) (4 балла)

Ответ: Экзон наибольшей длины находится с 187 по 270 нуклеотид в представленной секвенированной последовательности.

3. На сайте [https://bioinformatics.ca/links\\_directory/](https://bioinformatics.ca/links_directory/) вы можете найти сгруппированный список разнообразных биоинформатических сервисов.

При помощи представленных сервисов определите, что за белок кодировался в секвенированной последовательности. (4 балла)

В ответе приведите название белка на русском языке.

Ответ: инсулин

### Задание-3.2

Из приведенных утверждений выберите верные.

- В основе ПЦР лежит процесс репарации ДНК
  - В основе ПЦР лежит процесс репликации ДНК
  - В основе ПЦР лежит процесс транскрипции
  - Один из важнейших компонентов ПЦР выполняет аналогичную функцию с фрагментами Оказаки
  - Для расчета концентрации целевого ДНК-фрагмента на каждом этапе ПЦР можно использовать формулу  $C_n = C_i + (n-1) \cdot d$ , где  $C_n$  - концентрация ДНК на цикле  $n$ ,  $C_i$  - начальная концентрация целевого фрагмента ДНК в образце, а  $d$  - прирост концентрации ДНК на каждом шаге
  - Одним из обязательных компонентов для проведения реакции ПЦР является РНК-зависимая-ДНК полимеразы.
  - Одним из обязательных компонентов для проведения реакции ПЦР является флуоресцентно- меченные праймеры
  - После 5 цикла ПЦР в пробирке концентрация продукта будет 16 мкМ при начальной концентрации 0.5мкМ (При 100% эффективности)
  - Реакция ПЦР разработана таким образом, что прирост концентрации продукта остается постоянным вне зависимости от количества циклов реакции, и определяется эффективностью работы полимеразы и отжига праймеров.
  - Одним из обязательных компонентов для проведения реакции ПЦР является dNTP.
  - Детекцию результатов ПЦР проводят на вертикальном электрофорезе
  - Детекцию результатов ПЦР проводят на горизонтальном электрофорезе
  - Разделение ДНК на геле при электрофорезе происходит за счет веса молекул.
- При этом, участки наименьшего веса “сползают” дальше
- Разделение ДНК на геле при электрофорезе происходит за счет веса молекул.
- При этом, участки наибольшего веса “сползают” дальше

Ответ:

- В основе ПЦР лежит процесс репликации ДНК
  - Один из важнейших компонентов ПЦР выполняет аналогичную функцию с фрагментами Оказаки
    - После 5 цикла ПЦР в пробирке концентрация продукта будет 16 мкМ при начальной концентрации 0.5мкМ (При 100% эффективности)
    - Одним из обязательных компонентов для проведения реакции ПЦР является dNTP.
    - Детекцию результатов ПЦР проводят на горизонтальном электрофорезе
    - Разделение ДНК на геле при электрофорезе происходит за счет веса молекул.
- При этом, участки наименьшего веса “сползают” дальше