

Место для баллов:

Код:

КАБИНЕТ № 2
МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ
(30 баллов)

Продолжительность выполнения задания – 1 час 30 минут (90 минут).

ЗАДАНИЕ 1
(2,5 балла)

Лебеди всегда ассоциируются у нас с вечной любовью и безусловной верностью. Наглядный пример тому – счастливая семейная пара на снимке ниже (Рисунок 1).

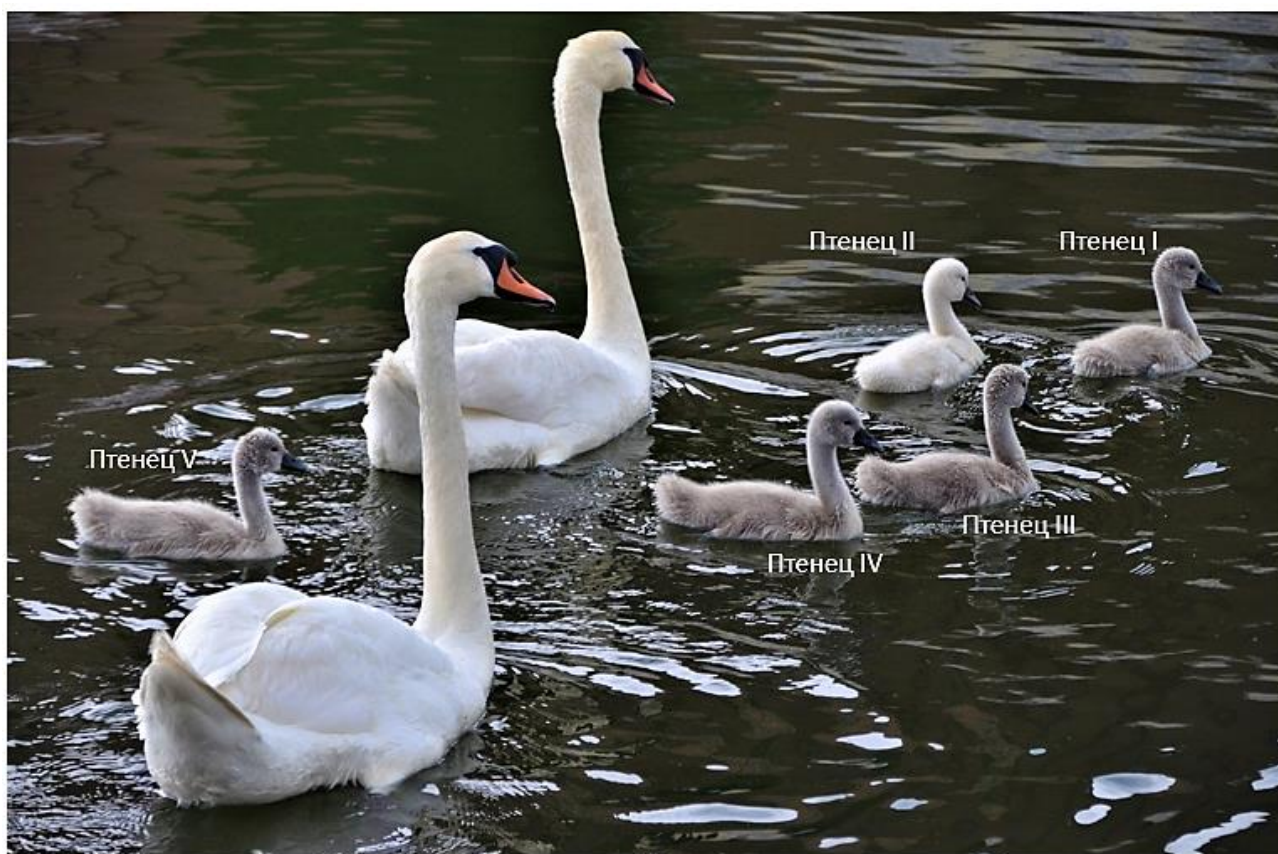


Рисунок 1 – Лебедь Василий с супругой и выводком

Лебедь Василий, услышав заявление австралийских орнитологов о том, что "лебединой верности" не существует, а именно, что около 15% выводков содержат хотя бы одного птенца, который не является потомством основного партнёра, решил опровергнуть это мнение. Для этого он обратился к генетической экспертизе.

Перед Вами ДНК-профили Василия, его супруги и их выводка (Рисунок 2).

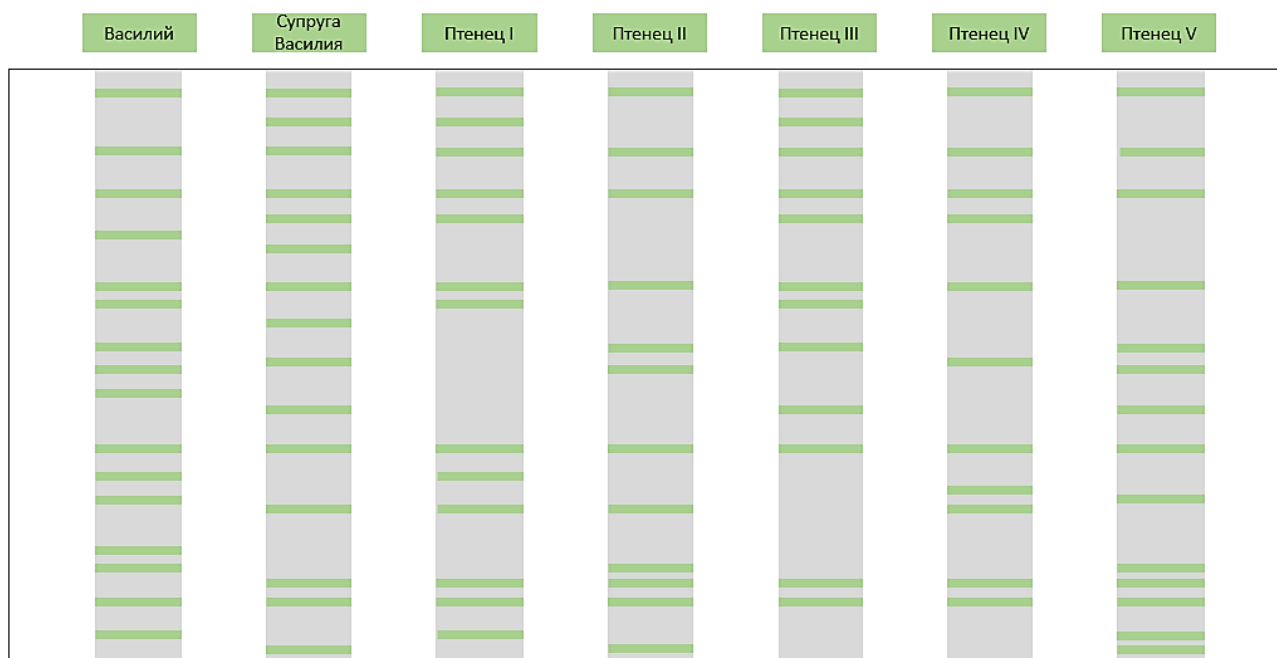


Рисунок 2 – ДНК-профили семейства Василия

Установите, есть ли в выводке птенцы, для которых Василий не является отцом. В случае подтверждения отцовства в таблице ниже укажите «+». Если Василий не является биологическим отцом, укажите «-».

Таблица для ответов на задание 1

Идентификационный номер птенца	Подтверждение отцовства	Балл
Птенец I	+	(0,5 балла)
Птенец II	+	(0,5 балла)
Птенец III	+	(0,5 балла)
Птенец IV	-	(0,5 балла)
Птенец V	+	(0,5 балла)

ЗАДАНИЕ 2 (12 баллов)

В сентябре 1971 года в журнале «Microbiology and Molecular Biology Reviews» вышла работа, в которой ученый Дэвид Балтимор предложил простую и логичную систему классификации вирусов, основанную на том, какие этапы включает путь от нуклеиновой кислоты, заключенной в вирион, до мРНК, с которой транслируются вирусные белки.

Перед Вами (Рисунок 3) оригинальная схема Д. Балтимора, иллюстрирующая созданную им систему классификации вирусов.

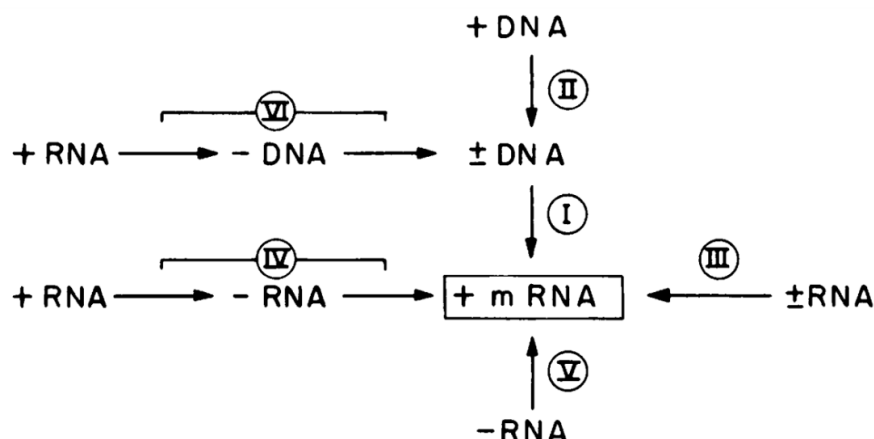


Рисунок 3 – Схема классификации вирусов (по Д. Балтимору)

Рассортируйте предложенные вирусы в соответствии с их классификацией – в таблицу внесите римскую цифру, обозначающую группу. Дополнительно укажите, к какому семейству они относятся.

Пример заполнения таблицы для ответов на задание 2

Вирусы	Группа по Балтимору	Семейство
Вирус гепатита А	IV	Пикорнавирусы / Picornaviridae (засчитывается любой из вариантов написания)

Таблица для ответов на задание 2

Вирусы	Группа по Балтимору	Семейство	Балл
Вирус бешенства	V	Рабдовирусы / Rhabdoviridae	(1 балл)
Вирус ветряной оспы	I	Герпесвирусы / Herpesviridae	(1 балл)
Вирус клещевого энцефалита	IV	Флавивирусы / Flaviviridae	(1 балл)
Вирус кори	V	Парамиксовирусы / Paramyxoviridae	(1 балл)
Вирус натуральной оспы	I	Поксвирусы / Poxviridae	(1 балл)
Вирус Эпштейна – Барр	I	Герпесвирусы / Herpesviridae	(1 балл)
SARS-CoV-2	IV	Коронавирусы / Coronaviridae	(1 балл)
Цитомегаловирус	I	Герпесвирусы / Herpesviridae	(1 балл)
Вирус папилломы человека	I	Папилломавирусы / Papillomaviridae	(1 балл)
Ротавирус группы А	III	Реовирусы / Reoviridae	(1 балл)
Парвовирус собак, CPV	II	Парвовирусы / Parvoviridae	(1 балл)
Вирус гепатита В	VII	Гепаднавирусы / Hepadnaviridae	(1 балл)

ЗАДАНИЕ 3 (6 баллов)

У эукариот существуют три различные РНК-полимеразы, которые катализируют ДНК-зависимый синтез РНК со специализированными функциями. Более того, эукариоты используют разные компартменты для транскрипции и трансляции. В отличие от них, у прокариот существует только одна РНК-полимераза, ответственная за всю транскрипцию.

Бактериальная РНК-полимераза существует в двух основных формах: кор/холо - и кор/холо - фермент (0,5 балла). Перед Вами (Рисунок 4) два схематичных изображения субъединичного строения фермента. В таблицу для ответов внесите название субъединиц и соотнесите их со списком функций, которые они выполняют. Список представлен ниже.

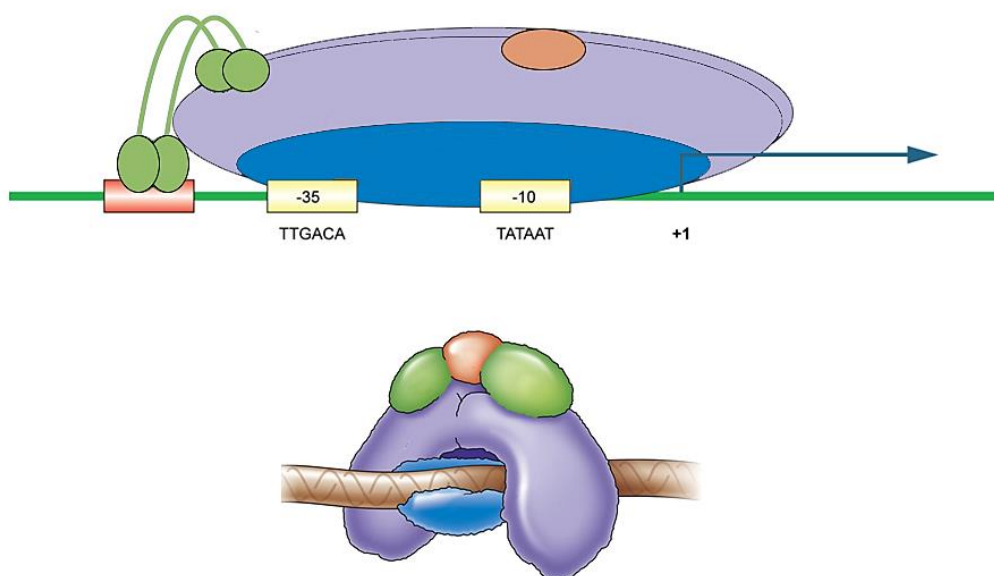


Рисунок 4 – Субъединичное строение бактериальной РНК-полимеразы

- А) Катализ синтеза РНК благодаря полимеразному действию
- Б) Сборка РНК-полимеразы, а также сенсibilизация РНК-полимеразы к небольшим регуляторным молекулам
- В) Неспецифическое связывание с ДНК
- Г) Участвует в соединении двух других субъединиц
- Д) Способствует дополнительным контактам с промотором
- Е) Специфическое связывание РНК-полимеразы с промоторами генов

Таблица для ответов на задание 3

Цвет субъединицы	Субъединица (укажите буквенное обозначение)	Функция (укажите буквенное обозначение)	Балл
Фиолетовый	β	A	(1 балл)
Фиолетовый	β'	B	(1 балл)
Оранжевый	ω	B	(1 балл)
Зеленый	$\alpha/\alpha\text{-ATD}$	Γ	(1 балл)
Зеленый	$\alpha/\alpha\text{-CTD}$	D	(1 балл)
Синий	σ	E	(1 балл)

ЗАДАНИЕ 4 (2 балла)

При работе с хлоропластным геномом размером 132230 п.н. за первый нуклеотид принимали первое основание в гене X. Ген X размером 1536 п.н. получил соответствующие координаты: 1–1536. В ходе аннотации была обнаружена область, насыщенная N-основаниями (N – «любой из 4 нуклеотидов»), в связи с чем было принято решение с *de novo* амплифицировать именно этот участок, после чего заново провести его секвенирование. Известно, что этот участок богат аденин-тиминовыми повторами, в связи с чем амплификация и секвенирование могли вызвать затруднения. Было принято решение амплифицировать рассматриваемый участок по частям, в виде перекрывающихся фрагментов. Для этого было разработано 5 пар праймеров: 3 первые пары длиной 18 п.н. и 2 последние – 22 п.н. Таким образом, в результате нескольких ПЦР были амплифицированы, а затем секвенированы следующие участки генома: 21345–21500, 21452–23620, 23470–25633, 25550–27432, 27374–28423. В результате сборки последовательно перекрывающихся фрагментов исследуемая область была восстановлена, и количество N-нуклеотидов в ней было значительно снижено. Какова итоговая длина исследуемого участка?

Ответ:

Длина первого гена с координатами 1–1536 составляет 1536 п.н.

Соответственно, для расчета его длины необходимо $1536-1=1535+1$

(первый нуклеотид тоже считается). Тогда для расчета длины вновь секвенированного участка необходимо взять крайние координаты – 21345 и 28423.

Итого $28423-21345=7078+1=7079$ п.н.

(2 балла)

ЗАДАНИЕ 5 (7,5 баллов)

Мысленно вернемся в 1953 год, когда только что была открыта структура ДНК и стало ясно, что она состоит из двойной спирали. Закономерный вопрос, возникающий в голове – как именно информация, закодированная в молекуле, копируется?

Именно этот знаменитый эксперимент, проведённый двумя молекулярными биологами – Мэтью Мезельсоном и Франклином Сталем в 1958 году, который иногда называют "самым красивым экспериментом в биологии", Вам предстоит воспроизвести.

Перед Вами три модели копирования молекулы ДНК в ходе репликации (Рисунок 5). Их название отражало предполагаемый механизм копирования.

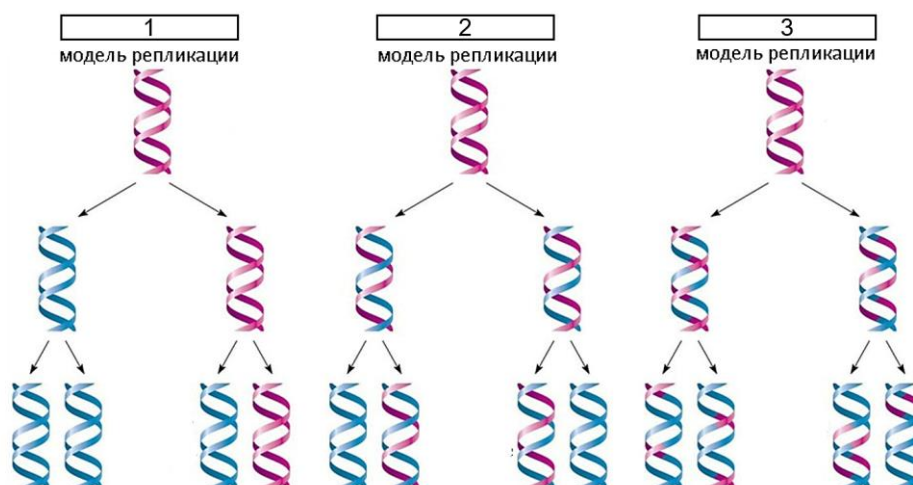


Рисунок 5 – Модели репликации молекулы ДНК

Подпишите в соответствующих строках пропущенное название моделей.

Ответ:

1)	Консервативная	(0,25 балла)
2)	Полуконсервативная	(0,25 балла)
3)	Дисперсная	(0,25 балла)

М. Мезельсон и Ф. Сталь решили объединиться и попытаться определить истинный механизм репликации. Они понимали, что для этого им нужно будет начать с выращивания модельного организма – например, *Escherichia coli*, в питательной среде в течение нескольких поколений. В каждом из них необходимо будет извлечь и очистить ДНК, и каким-то образом определить, как после деления распределились цепи ДНК в бактериальных клетках.

Ниже представлен набросок схемы запланированного эксперимента. Дополните пропущенную информацию из предложенных ниже пунктов, чтобы эксперимент состоялся. Пункты могут повторяться внутри схемы или не использоваться вовсе.

- А) Легкие цепи (ДНК)
- Б) Тяжелые цепи (ДНК)
- В) Тяжелая и легкая цепь (ДНК)
- Г) CaCl_2
- Д) ^{16}N
- Е) ^{32}P
- Ж) ^{33}P
- З) CsCl
- И) CrCl_2
- К) ^{14}N
- Л) ^{13}C
- М) CrCl_3
- Н) ^{15}N
- О) ^{12}C
- П) ^{31}P

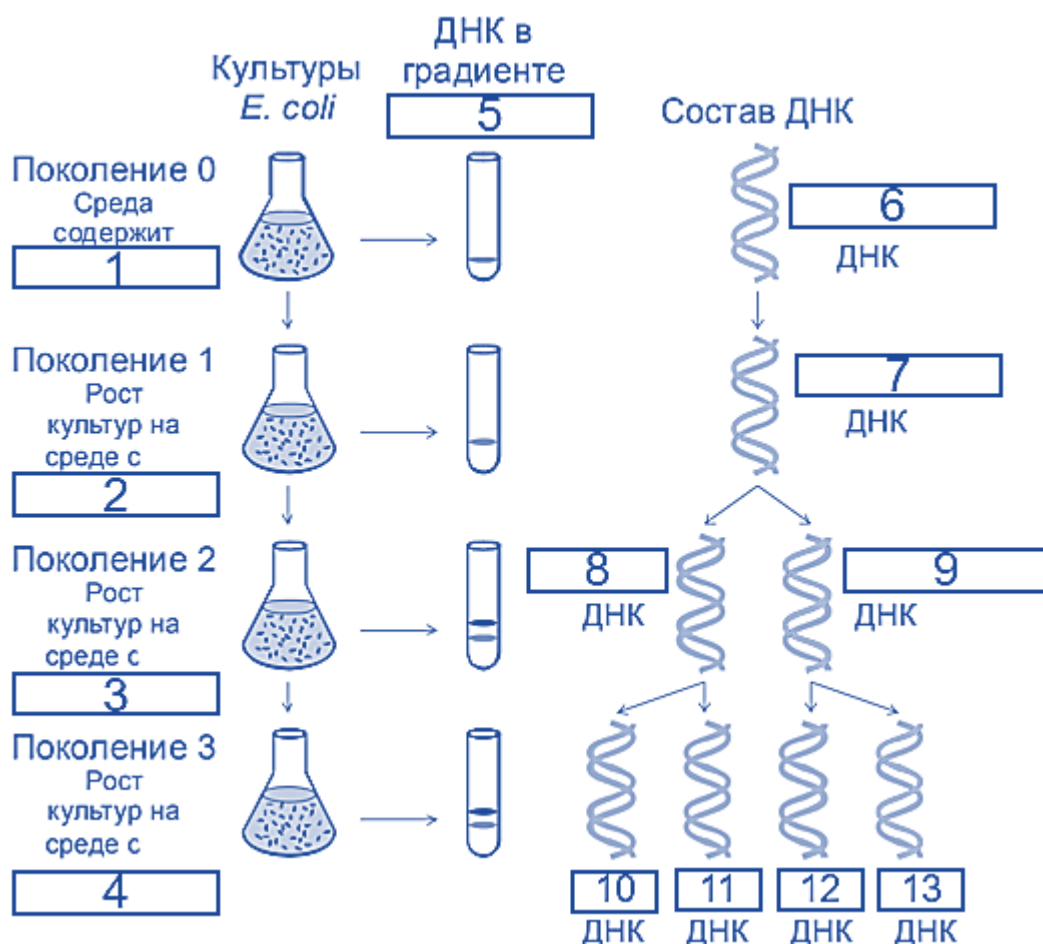


Таблица для ответов на задание 5 (0,5 балла за каждую верную ячейку)

Номер ячейки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Компонент (укажите буквенное обозначение)	<i>H</i>	<i>K</i>	<i>K</i>	<i>K</i>	<i>3</i>	<i>Б</i>	<i>В</i>	<i>А</i>	<i>В</i>	<i>А</i>	<i>А</i>	<i>А/В</i>	<i>А/В</i>
<i>Или:</i>	—							<i>В</i>	<i>А</i>	<i>А/В</i>	<i>А/В</i>	<i>А</i>	<i>А</i>

При помощи какого метода М. Мезельсон и Ф. Сталь градиентно разделяли цепи ДНК?

Центрифугирование в градиенте плотности

(0,25 балла)