

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра кормления и разведения
сельскохозяйственных животных

Д. С. Долина, Е. В. Давыдович

ГЕНЕТИКА

В пяти частях

Часть 4

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

*Методические указания и задачи для лабораторных занятий
и самостоятельной работы для студентов специальностей*

1-74 03 01 Зоотехния,

1-74 03 03 Промышленное рыбоводство

Горки
БГСХА
2016

УДК 575.1:581

*Рекомендовано методической комиссией
агробиологического факультета.
Протокол № 9 от 31 мая 2016 г.*

Авторы:

кандидаты сельскохозяйственных наук, доценты
Д. С. Долина, Е. В. Давыдович

Рецензенты:

кандидаты сельскохозяйственных наук, доценты
О. В. Поддубная, Г. И. Витко

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Молекулярные основы наследственности.....	4
1.1. Генетические термины.....	4
1.2. Нуклеиновые кислоты.....	6
1.3. Генетический код.....	7
1.4. Биосинтез белка.....	9
2. Методика решения задач по моделированию синтеза ДНК, РНК и белка.....	10
3. Задачи.....	13
3.1. Моделирование синтеза белка.....	13
3.2. Моделирование синтеза ДНК.....	17
3.3. Количественная оценка гена и белка.....	22
3.4. Моделирование генных мутаций.....	24

Генетика. В 5 ч. Ч. 4. Молекулярные основы наследственности : методические указания и задачи для лабораторных занятий и самостоятельной работы / Д. С. Долина, Е. В. Давыдович. – Горки : БГСХА, 2016. – 28 с.

Приведены генетические термины, методика решения генетических задач, задачи, предназначенные для выполнения во время занятий и индивидуальной самостоятельной работы, контрольные вопросы.

Для студентов специальностей 1-74 03 01 Зоотехния, 1-74 03 03 Промышленное рыбоводство.

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания составлены в соответствии с учебной и рабочей программами по дисциплине «Генетика» для студентов специальностей «Зоотехния» и «Промышленное рыбководство».

Задачи, приведенные в данных методических указаниях, предназначены для выполнения во время занятий и индивидуальной самостоятельной работы.

Кроме представленных задач можно использовать материал, имеющийся на кафедре в виде картотеки с индивидуальными заданиями. Для проверки теоретического материала используются тесты. После изучения данной темы проводится модуль.

Методические указания предназначены закрепить теоретические знания по генетике, научить решать задачи по молекулярным основам наследственности (моделированию синтеза ДНК, РНК, белка), а также организовать самостоятельную работу как на занятиях, так и во вне учебное время.

При подготовке методических указаний были использованы задачи из опубликованных ранее пособий Е. П. Кармановой, И. В. Белова (СПб., 2004), А. П. Лисицина и др. (М., 1989).

1. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

Реализация генетической информации проявляется в возникновении того или иного признака. За каждый признак отвечает конкретный белок. Генетическая информация о строении каждого белка зашифрована в определенных участках молекулы ДНК – генах, а ее реализацией является синтез белка, который осуществляется в цитоплазме клетки на рибосомах.

Цель занятия: ознакомиться с механизмом реализации генетической информации в системе ДНК→ иРНК→белок→признак; изучить особенности строения нуклеиновых кислот (ДНК, РНК), структуру гена и свойства генетического кода; научиться решать задачи по моделированию синтеза ДНК, РНК, белка.

Материал и оборудование: методические указания по изучению темы, сборники задач, индивидуальные задания, рисунки и таблица генетического кода (триплетов и РНК для разных аминокислот).

1.1. Генетические термины

Ген (от гр. *генос* – род) – участок молекулы ДНК, характеризующийся определенной последовательностью нуклеотидов, содержащий информацию о первичной структуре белка.

Генетический код (от фр. *код* – шифр, условное сокращение) – система записи наследственной информации в молекулах нуклеиновых кислот в виде последовательности нуклеотидов.

Белки – природные высокомолекулярные органические соединения, молекулы которых образованы аминокислотными остатками.

Аминокислоты – низкомолекулярные органические соединения, в молекулах которых при одном и том же атоме углерода имеется аминогруппа (–NH₂) и карбоксильная группа (–COOH). Аминокислоты – мономеры белков.

Нуклеиновые кислоты (от лат. *нуклеус* – ядро) – биополимеры, мономерами которых являются нуклеотиды. В клетках встречаются два вида нуклеиновых кислот, различающихся строением молекул, составом нуклеотидов и функциями: дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) и рибонуклеиновая кислота (РНК). Нуклеиновых кислоты находятся в ядре, митохондриях и пластидах.

Нуклеотиды – органические соединения, молекулы которых состоят из азотистого основания, пятиуглеродного моносахарида (рибо-

зы или дезоксирибозы) и остатка молекулы фосфорной кислоты. Из нуклеотидов построены молекулы нуклеиновых кислот.

ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) – высокомолекулярное органическое соединение, мономерами которого являются четыре типа нуклеотидов: А, Т, Г, Ц. Данное соединение состоит из двух цепей, соединяющихся между собой водородными связями.

РНК (рибонуклеиновая кислота) – сложное органическое вещество, нуклеиновая кислота, состоящая из нуклеотидов. В состав нуклеотида входит азотистое основание (А, У, Г, Ц), пятиуглеродный сахар рибоза и остаток фосфорной кислоты. РНК – одноцепочечная молекула, принимающая определенную конфигурацию. Различают три основных вида РНК: информационная (иРНК), рибосомальная (рРНК), транспортная (тРНК). Информационная и транспортная принимают участие в биосинтезе белка, рибосомальная входит в состав рибосом.

Рибоза – пятиуглеродный сахар, входящий в состав нуклеотидов молекул РНК.

Дезоксирибоза – пятиуглеродный сахар, входящий в состав нуклеотидов ДНК.

Кодон (от фр. *код* – сборник условных сокращенных обозначений) – три рядом расположенных нуклеотида в молекулах ДНК или РНК, кодирующих одну аминокислоту.

Антикодон (от гр. *анти* – против и кодон) – участок молекулы тРНК, состоящий из трех рядом расположенных нуклеотидов, отвечающий за соединение тРНК с иРНК в процессе синтеза белка.

Комплементарность (от лат. *комплементум* – дополнение) – принцип, в соответствии с которым объединяются две полинуклеотидные цепи в молекуле ДНК (когда против А одной цепи всегда стоит Т другой цепи и против Г одной цепи – Ц другой цепи). По принципу комплементарности осуществляется синтез всех типов РНК на молекулах ДНК, а также синтез полипептидов по иРНК в рибосомах.

Транскрипция (от лат. *транскрипцио* – переписывание) – биосинтез молекул РНК на соответствующих участках ДНК; первый этап реализации генетической информации в живых клетках.

Трансляция (от лат. *трансляцио* – передача) – синтез полипептидных цепей на матрице информационной РНК согласно генетическому коду; второй этап реализации генетической информации в живых клетках.

Локус (от лат. *локус* – место) – место локализации гена в хромосоме.

Триплет – сочетание из трех рядом стоящих нуклеотидов.

1.2. Нуклеиновые кислоты

Нуклеиновые кислоты были открыты в 1868 г. швейцарским ученым Ф. Мишером. В организмах существует несколько видов нуклеиновых кислот, которые встречаются в различных органоидах клетки – ядре, митохондриях, пластидах. Сравнительная характеристика ДНК и РНК приведена в табл. 1.

Таблица 1. Сравнительная характеристика ДНК и РНК

Признаки	ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота)	РНК (рибонуклеиновая кислота)
Структурная модель	Две цепочки нуклеотидов, объединенные в виде двойной спирали	Одинарная цепь нуклеотидов
Строение	<p>Нуклеотиды (4 вида): А, Т, Г, Ц, состоящие из:</p> <ol style="list-style-type: none"> азотистого основания (одно из 4): А – аденин; Т – тимин; Г – гуанин; Ц – цитозин; пентозного сахара дезоксирибозы; остатка фосфорной кислоты (фосфата). <p>Нуклеотиды А и Т, Г и Ц называются комплементарными, значит, число адениловых нуклеотидов равно числу тимидиловых, а число гуаниловых – числу цитидиловых (правило Чаргаффа)</p>	<p>Нуклеотиды (4 вида): А, У, Г, Ц, состоящие из:</p> <ol style="list-style-type: none"> азотистого основания (одно из 4): А – аденин; У – урацил; Г – гуанин; Ц – цитозин; пентозного сахара рибозы; остатка фосфорной кислоты (фосфата)
Свойства	Способна к самовоспроизведению (репликации)	Не способна к самовоспроизведению
Функция	Хранит и передает наследственную информацию о первичной структуре белка	<p>Осуществляет биосинтез белка с помощью трех видов РНК:</p> <ol style="list-style-type: none"> иРНК (информационная) или мРНК (матричная) – переписывает информацию с кодирующей цепи ДНК и несет к месту синтеза белка (на рибосомы); тРНК (транспортная) – переносит аминокислоты на рибосомы; рРНК (рибосомальная) – обеспечивает взаимодействие кодона и РНК с антикодоном тРНК

1.3. Генетический код

Генетический код определяет последовательность включения аминокислот в синтезирующуюся полипептидную цепь в соответствии с последовательностью нуклеотидов ДНК гена. Расшифровка генетического кода, т. е. нахождение соответствия между кодонами и аминокислотами, осуществлена в 1961–1985 гг.

Генетический код расшифрован для 20 стандартных аминокислот. Он состоит из 64 триплетов ($4^3 = 64$), из которых 61 триплет кодирует аминокислоты, а 3 триплета определяют конец синтеза белка (стоп-кодона) (табл. 2).

Свойства генетического кода

1. **Триплетность** – каждой аминокислоте соответствует сочетание из трех рядом стоящих нуклеотидов.

2. **Однозначность** – каждый триплет нуклеотидов кодирует только одну аминокислоту.

3. **Вырожденность** (множественность) – одна и та же аминокислота может кодироваться несколькими триплетами (от 2 до 6). Исключения составляют две аминокислоты: триптофан и метеонин (кодируются одним триплетом).

4. **Неперекрываемость** – триплеты в ДНК или РНК располагаются строго друг за другом. Один и тот же нуклеотид не может одновременно входить в два разных триплета.

5. **Универсальность** – аминокислоты кодируются одними и теми же кодами у всех живых организмов.

6. **Коллинеарность** – четкое соответствие между кодонами в иРНК и порядком расположения аминокислоты в синтезирующейся полипептидной цепи.

Следовательно, в каждой клетке в молекулах ДНК закодирована вся генетическая информация, которая может быть реализована в антогенезе через биосинтез.

Таблица 2. Генетический код биосинтеза белка Ниренберга – Кораны
(таблица соответствия между кодонами РНК и аминокислотами)

1-й нуклеотид	2-й нуклеотид								3-й нуклеотид
	У		Ц		А		Г		
У	УУУ УУЦ	Фенилаланин (фен)	УЦУ УЦЦ УЦА УЦГ	Серин (сер)	УАУ УАЦ	Тирозин (тир)	УГУ УГЦ	Цистеин (цис)	У Ц А Г
	УУА УУГ	Лейцин (лей)			УАА – <i>терминатор</i> УАГ – <i>терминатор</i>				
Ц	ЦУУ ЦУЦ ЦУА ЦУГ	Лейцин (лей)	ЦЦУ ЦЦЦ ЦЦА ЦЦГ	Пролин (про)	ЦАУ ЦАЦ	Гистидин (гис)	ЦГУ ЦГЦ ЦГА ЦГГ	Аргинин (арг)	У Ц А Г
	ЦАА ЦАГ				Глютамин (глун)				
А	АУУ АУЦ АУА	Изолейцин (изо)	АЦУ АЦЦ АЦА АЦГ	Треонин (тре)	ААУ ААЦ	Аспарагин (аспн)	АГУ АГЦ	Серин (сер)	У Ц А Г
	АУГ	Метионин (мет) <i>Инициатор</i>			ААА ААГ	Лизин (лиз)			
Г	ГУУ ГУЦ ГУА ГУГ	Валин (вал)	ГЦУ ГЦЦ ГЦА ГЦГ	Аланин (ала)	ГАУ ГАЦ	Аспарагиновая кислота (асп)	ГГУ ГГЦ ГГА ГГГ	Глицин (гли)	У Ц А Г
	ГАА ГАГ				Глютаминová кислота (глу)				

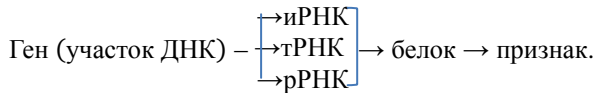
1.4. Биосинтез белка

Биосинтез – это процесс синтеза белка в клетке.

Ген, локализованный на определенном участке молекулы ДНК, контролирует синтез первичной молекулы белка, представляющей собой полипептидную цепь, специфичность которой зависит от порядка чередования в ней аминокислот.

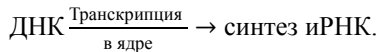
Реализация наследственной информации осуществляется при участии трех видов РНК (иРНК, тРНК, рРНК).

Схема реализации наследственной информации

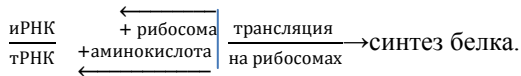


Процесс биосинтеза включает два этапа: транскрипцию и трансляцию.

Транскрипция – процесс переписывания наследственной информации с ДНК на иРНК, происходящий в ядре клетки в одном направлении ($5' - 3'$):



Трансляция – процесс перевода информации с иРНК на последовательность аминокислот в молекуле белка:



В трансляции выделяют три этапа:

1-й этап – активация аминокислот под влиянием ферментов аминоксил-тРНК-синтетазы;

2-й этап – присоединение аминокислоты к своей тРНК (антикодон которой соответствует кодону иРНК) за счет энергии АТФ, перенос аминокислоты к месту синтеза на рибосомы.

3-й этап – собственно синтез белка. Происходит в три стадии:

1) инициация – начало синтеза белка. Инициатором синтеза белка служит кодон АУГ;

2) элонгация – наращивание полипептидной цепочки;

3) терминация окончание синтеза белка. Сигналом терминации служат три стоп-кодона: УАГ, УГА, УАА.

По окончании синтеза полипептидной цепи рибосомы соскакивают с иРНК и распадаются на две субъединицы. Полипептидная цепь (первичная структура белка) снимается с рибосомы и поступает внутрь ЭПС, где дозревает и приобретает все структуры белка.

Особенности биосинтеза белка. У эукариот ген устроен сложнее и имеет два типа участков: экзоны – участки, несущие информацию о синтезе белка, и интроны – неинформативные участки. Процесс биосинтеза имеет три этапа:

- 1) транскрипция;
- 2) процессинг – процесс созревания иРНК путем вырезания интронов из про-иРНК и «сшивания» с помощью ферментов лигазы экзонов. Процесс вырезания интронов называется *сплайсинг*;
- 3) трансляция.

2. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ СИНТЕЗА ДНК, РНК И БЕЛКА

1. Определение последовательности аминокислот, закодированных в гене (участке молекулы ДНК).

Пример. Участок некодирующей цепи ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: ТЦА ТГТ ЦТА ТТА. Какова последовательность аминокислот в полипептидной цепи?

Решение.

1. Записываем участок некодирующей цепи ДНК в виде триплетного кода: ТЦА ТГЦ ЦТА ТГА.

2. Определяем последовательность нуклеотидов на соответствующем участке кодирующей цепи ДНК, возникающую после репликации некодирующей цепи ДНК, зная, что нуклеотиды в двух цепочках молекулы ДНК располагаются по принципу комплементарности (А–Т, Г–Ц):

ДНК _{некодирующей цепи}	ТЦА ТГТ ЦТА ТТА,
ДНК _{кодирующей цепи}	АГТ АЦА ГАТ ААТ.

3. Определяем последовательность нуклеотидов на соответствующем участке молекулы иРНК, зная, что в ходе транскрипции – передачи информации с кодирующей цепи ДНК на иРНК – вместо азотистого основания Т (тимина) содержится У (урацил):

ДНК_{кодирующей цепи} АГТ АЦА ГАТ ААТ,
иРНК УЦА УГУ ЦУА УУА.

4. Далее по таблице генетического кода находим соответствующие триплетам аминокислоты:

иРНК	УЦА	УГУ	ЦУА	УУА
полипептид	сер (серин)	цис (цистеин)	лей (лейцин)	лей (лейцин)

Ответ: полипептидная цепь имеет следующую последовательность аминокислот: серин – цистеин – лейцин – лейцин.

2. Определение последовательности нуклеотидов в гене (участке молекулы ДНК), кодирующем фрагмент белковой молекулы.

Пример. Фрагмент белковой молекулы (полипептид) имеет следующую последовательность аминокислот: лейцин – аспарагин – валин – фенилаланин – лизин.

Какова последовательность нуклеотидов в гене, кодирующем данную белковую молекулу?

Решение.

1. По таблице кодонов находим соответствующий каждой аминокислоте триплет нуклеотидов и восстанавливаем структуру иРНК:

полипептид: лей – асп – вал – фен – лиз
иРНК ЦУЦ ААЦ ГУЦ УУЦ ААА.

2. Путем обратной транскрипции моделируем фрагмент гена (ДНК), кодирующего данный белок. Начинаем с построения *кодирующей цепи ДНК*, которая является матрицей для *некодирующей ДНК*:

иРНК	ЦУЦ	ААЦ	ГУЦ	УУЦ	ААА
ДНК <код некод	ГАГ	ТТГ	ЦАГ	ААГ	ТТТ
	ЦТЦ	ААЦ	ГТЦ	ТТЦ	ААА.

Ответ: ген (ДНК) имеет следующую модель:

ДНК <код некод	ГАГ	ТТГ	ЦАГ	ААГ	ТТГ
	ЦТЦ	ААЦ	ГТЦ	ТТЦ	ААА.

3. Определение последовательности нуклеотидов в антикодонах тРНК.

Пример. Кодированный участок цепи ДНК имеет следующие триплеты нуклеотидов: ТАА ЦАА ГГА ТТЦ АГГ. Укажите антикодоны тРНК, принимающие участие в биосинтезе белка.

Решение.

1. На приведенном участке цепи ДНК осуществляем транскрипцию, т. е. синтезируем иРНК. При этом учитываем, что в РНК вместо Т (тимина) содержится У (урацил):

ДНК	← кодир:	ТАА	ЦАА	ГГА	ТТЦ	АГГ
иРНК:		ААУ	ГУУ	ЦЦУ	ААГ	УЦЦ.

2. На основании кодонов иРНК определяем состав антикодонов тРНК:

кодоны иРНК:	ААУ	ГУЦ	ЦЦУ	ААГ	УЦЦ
антикодоны:	УУА	ЦАА	ГГА	УУЦ	АГГ.

Ответ: антикодоны тРНК имеют следующий состав нуклеотидов: УУА ЦАА ГГА УУЦ АГГ.

4. Определение длины и относительной молекулярной массы гена.

Пример. Одноцепочечный фрагмент молекулы ДНК содержит информацию о 75 аминокислотах. Какова длина гена и его относительная масса?

Решение.

1. Определяем количество нуклеотидов в одноцепочечном фрагменте молекулы ДНК, зная, что 1 аминокислота равна 33 нуклеотидам:

$$75 \cdot 3 = 225 \text{ нуклеотидов.}$$

2. Рассчитываем длину фрагмента молекулы ДНК, если известно, что расстояние между двумя соседними нуклеотидами составляет 34 \AA ($0,34 \text{ нм}$):

$$225 \cdot 34 = 7650 \text{ \AA.}$$

3. Для определения относительной массы гена следует знать общее количество нуклеотидов в гене (двухцепочечной ДНК) и массу одного нуклеотида (средняя молекулярная масса нуклеотида равна 340 молекулярным единицам):

- а) $225 \cdot 2 = 450$ нуклеотидов в двухцепочечной ДНК;
 б) $450 \cdot 340 = 153\,000$ молекулярных единиц.

Ответ: длина гена равна 765 \AA , относительная масса – 153000 молекулярных единиц.

3. ЗАДАЧИ

3.1. Моделирование синтеза белка

1. Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

$5' \text{Г-Ц-Ц-Т-А-Г-Ц-Т-Г-Ц-Ц-Г-Ц-Т-Т-А-Г-Т-}$

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих цитозин, будет в ней?
2. Постройте иРНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих аденин, будет в ней?
3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько молекул лейцина она содержит?
4. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько разных типов тРНК принимает в ней участие?
5. Определите количество аминокислот в белке и его массу.

2. Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

$5' \text{Т-Т-Ц-А-Г-Т-Ц-Ц-Г-Т-А-Т-Т-Т-Ц-Г-Т-Ц-Ц-А-А-}$

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько пар нуклеотидов в гене?
2. Постройте иРНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих гуанин, будет в ней?
3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько молекул изолейцина она содержит?
4. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько разных типов тРНК принимает в ней участие?
5. Какова длина и масса гена?

3. Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

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

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько разных нуклеотидов в гене?

2. Постройте иРНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих урацил, будет в ней?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько всего аминокислот молекул она содержит?

4. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько антикодонов участвует в синтезе?

5. Какова масса гена и масса белка?

4. Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

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

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько нуклеотидов в гене?

2. Постройте иРНК на данной цепочке ДНК. Сколько кодонов участвовало в синтезе?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько аминокислот она содержит?

4. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько разных типов тРНК принимает в ней участие?

5. Какова масса белка?

5. В лаборатории исследовали участок одной из цепей молекулы ДНК. Оказалось, что он состоит из 21 мономера, которые расположены в следующей последовательности:

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

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Постройте иРНК на данной цепочке ДНК. Сколько кодонов участвовало в синтезе?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько аминокислот она содержит?

4. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?

5. Сколько нуклеотидов в гене и какова его длина?

6. В лаборатории исследовали участок одной из цепей молекулы ДНК. Оказалось, что он состоит из 18 мономеров, которые расположены в следующей последовательности:



1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько разных пар нуклеотидов в гене?

2. Постройте иРНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих гуанин, будет в ней?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько аминокислот она содержит?

4. Выпишите антикодоны тРНК, участвующие в этом синтезе. Сколько типов тРНК принимает в ней участие?

5. Определите массу гена и массу белка. Во сколько раз ген тяжелее белка?

7. Некодирующий участок цепи ДНК имеет следующее строение:



1. Постройте кодирующий участок цепи ДНК. Сколько пар нуклеотидов в гене?

2. Постройте иРНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов содержащих гуанин, будет в ней?

3. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?

4. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько разных аминокислот она содержит?

5. Какова масса белка, синтезированного на основе ДНК?

8. Некодирующий участок цепи ДНК имеет следующее строение:



1. Постройте кодирующий участок цепи ДНК. Сколько разных пар нуклеотидов в гене?

2. Постройте иРНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих аденин, будет в ней?

3. Укажите антикодоны тРНК, принимающие участие в биосинтезе белка. Сколько нуклеотидов, содержащих урацил, будет в ней?

4. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?

5. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько разных аминокислот она содержит?

6. Какова масса белка, синтезированного на основе ДНК?

9. В лаборатории исследовали участок одной из цепей молекулы ДНК. Оказалось, что он состоит из 21 мономера, которые расположены в следующей последовательности:

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

1. Постройте некодирующую цепочку данной молекулы. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Постройте иРНК на данной цепочке ДНК. Сколько кодонов участвовало в синтезе?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько аминокислот она содержит?

4. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?

5. Какова длина и масса гена?

10. Кодирующий участок цепи ДНК имеет следующее строение:

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

1. Постройте некодирующий участок цепи ДНК. Сколько пар нуклеотидов в гене?

2. Постройте иРНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих гуанин, будет в ней?

3. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?

4. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько разных аминокислот она содержит?

5. Какова масса белка, синтезированного на основе ДНК?

11. Участок цепи иРНК имеет следующее строение:

3' Ц-Г-А-А-А-Г-Ц-А-У-Г-Ц-Ц-А-Г-Г-У-Ц-А-

1. Постройте кодирующий участок цепи ДНК. Сколько нуклеотидов она содержит?
2. Постройте комплементарную цепочку ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих тимин, будет в ней?
3. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?
4. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько аминокислот она содержит?
5. Какова масса гена и масса белка? Во сколько раз ген тяжелее белка?

12. Участок цепи иРНК имеет следующее строение:

3' Г-Ц-Г-А-А-А-Г-Ц-А-У-Г-Ц-Ц-А-Г-Г-У-Ц-

1. Постройте кодирующий участок цепи ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих аденин, она содержит?
2. Постройте некодирующую цепочку ДНК. Сколько всего нуклеотидов в гене?
3. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько урацилов входит в состав антикодонов?
4. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько аминокислот она содержит?
5. Определите массу гена и его длину.

3.2. Моделирование синтеза ДНК

1. Одна из цепей белка инсулина имеет следующую последовательность аминокислот:

вал-асп-глу-гис-лей-лиз-мет-...

1. Постройте участок иРНК, кодирующий данную цепь инсулина. Сколько нуклеотидов она содержит?
2. Сколько урациловых нуклеотидов входит в состав данного участка иРНК?
3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько разных типов тРНК участвует в синтезе белка?

4. Выпишите основную цепочку нуклеотидов ДНК, кодирующих данный участок инсулина. Сколько разных нуклеотидов в ней?

5. Постройте некодирующую цепочку ДНК. Определите процентный состав азотистых оснований соответствующей двухцепочечной ДНК.

2. В цепи А инсулина свиней в конце полипептидной цепи содержатся следующие аминокислоты:

цис-сер-лей-тир-глу-лей-глу-асп...

1. Постройте участок иРНК, кодирующий данную цепь инсулина. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Сколько цитозиновых нуклеотидов входит в состав данного участка иРНК?

3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?

4. Выпишите основную цепочку нуклеотидов ДНК, кодирующих данный участок инсулина. Сколько нуклеотидов тимина в ней?

5. Сколько всего пар нуклеотидов в фрагменте двухцепочечной ДНК и какова его длина?

3. В первичной структуре А-цепи молекулы инсулина овец следующее чередование аминокислот:

гли-изо-цис-цис-ала-гли-вал-вал...

1. Постройте участок иРНК, кодирующий данную цепь инсулина. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Сколько нуклеотидов гуанина входит в состав данного участка иРНК?

3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько разных типов тРНК участвует в синтезе белка?

4. Определите структуру участка ДНК, кодирующего данный участок инсулина. Сколько всего нуклеотидов в фрагменте двухцепочечной ДНК?

5. Какова масса и длина гена, кодирующего данную молекулу инсулина?

4. В цепи В инсулина свиней в начале полипептидной цепи содержатся следующие аминокислоты:

сер-цис- сер-лей-тир-ала-лей-глу...

1. Постройте участок иРНК, кодирующий данную цепь инсулина. Сколько урациловых нуклеотидов она содержит?
2. Сколько кодонов участвует в синтезе белка?
3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?
4. Выпишите основную цепочку нуклеотидов ДНК, кодирующих данный участок инсулина. Сколько адениновых нуклеотидов в ней?
5. Определите последовательность нуклеотидов в обеих цепях фрагмента ДНК. Сколько всего нуклеотидов в данном фрагменте ДНК и какова его длина?

5. В первичной структуре А-цепи молекулы инсулина овец следующее чередование аминокислот:

цис-сер-изо-тре-цис-ала-гли-арг-вал...

1. Постройте участок иРНК, кодирующий данную цепь инсулина. Сколько нуклеотидов она содержит?
2. Сколько урациловых нуклеотидов входит в состав данного участка иРНК?
3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько разных типов тРНК участвует в синтезе белка?
4. Определите структуру участка ДНК, кодирующего данный участок инсулина. Сколько всего пар нуклеотидов на соответствующем участке гена?
5. Какова длина участка ДНК, кодирующего данный участок инсулина?

6. В цепи А инсулина свиней в конце полипептидной цепи содержатся следующие аминокислоты:

арг-мет-цис-сер-лей-тир-арг-лей-тре...

1. Постройте участок иРНК, кодирующий данную цепь инсулина. Сколько нуклеотидов она содержит?
2. Сколько нуклеотидов, содержащих урацил, входит в состав данного участка иРНК?
3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?

4. Выпишите основную цепочку нуклеотидов ДНК, кодирующих данный участок инсулина. Сколько разных нуклеотидов в ней?

5. Сколько нуклеотидов в гене и какова его масса?

7. В первичной структуре цепи молекулы гемоглобина рыб следующее чередование аминокислот:

изо-сер-тре-лиз-цис-гли-арг-вал...

1. Постройте участок иРНК, кодирующий данную цепь гемоглобина. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Сколько гуаниновых нуклеотидов входит в состав данного участка иРНК?

3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько разных типов тРНК участвует в синтезе данного белка?

4. Определите последовательность нуклеотидов в обеих цепях фрагмента ДНК. Сколько всего нуклеотидов в данном фрагменте ДНК?

5. Какова длина участка молекулы ДНК и его масса?

8. В средней части полипептидной цепи молекулы рибонуклеазы поджелудочной железы следующее чередование аминокислот:

гли-мет-изо-цис-ала-гли-фен-глу...

1. Постройте участок иРНК, кодирующий данную цепь полипептида. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Сколько цитозиновых нуклеотидов входит в состав данного участка иРНК?

3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько разных типов тРНК участвует в синтезе белка?

4. Определите последовательность нуклеотидов в обеих цепях фрагмента ДНК. Сколько пар нуклеотидов в данном фрагменте ДНК?

5. Какова длина участка молекулы ДНК?

9. В первичной структуре цепи молекулы инсулина рыб следующее чередование аминокислот:

вал-изо-тре-лиз-цис-глун-арг-аспн...

1. Постройте участок иРНК, кодирующий данную цепь инсулина. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Сколько урациловых нуклеотидов входит в состав данного участка иРНК?

3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько разных типов тРНК участвует в синтезе данного белка?

4. Выпишите основную цепочку нуклеотидов ДНК, кодирующих данный участок инсулина. Сколько нуклеотидов, содержащих аденин, в ней?

5. Постройте некодирующую цепочку ДНК. Сколько всего пар нуклеотидов имеет фрагмент двухцепочечной ДНК?

10. Цитохром С для многих видов сельскохозяйственных животных (комплекс дыхательной цепи) имеет следующие аминокислоты:

аспн-про-лиз-лей-тир-изо-про-гли-тре-лиз...

1. Постройте участок иРНК, кодирующий данную цепь цитохрома С. Сколько нуклеотидов содержит иРНК?

2. Сколько урациловых нуклеотидов входит в состав данного участка иРНК?

3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?

4. Выпишите основную цепочку нуклеотидов ДНК, кодирующих данный участок инсулина. Сколько тиминового нуклеотида в ней?

5. Сколько нуклеотидов в гене, кодирующем данный фрагмент цитохрома С, и какова его масса?

11. Адренкортикотропин человека (гормон передней доли гипофиза) начинается со следующих аминокислот:

сер-тир-сер-мет-глу-гис-фен-арг-тре-гли...

1. Постройте участок иРНК, кодирующий данную цепь гормона. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Сколько адениновых нуклеотидов входит в состав данного участка иРНК?

3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько разных типов тРНК участвует в синтезе белка?

4. Определите процентный состав азотистых оснований двухцепочечной ДНК.

5. Какова длина фрагмента ДНК, кодирующего участок данного белка?

12. Молекула гемоглобина человека состоит из 600 аминокислот. У здоровых людей имеется нормальный гемоглобин А, включающий следующую последовательность аминокислот:

гис-вал-лей-лей-тре-про-глу-глу-лиз...

1. Постройте участок иРНК, кодирующий данную цепь гемоглобина. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Сколько урациловых нуклеотидов входит в состав данного участка иРНК?

3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?

4. Выпишите основную цепочку нуклеотидов ДНК, кодирующих данный участок гемоглобина. Сколько нуклеотидов, содержащих аденин, в ней?

5. Постройте неcodирующую цепочку ДНК. Сколько всего пар нуклеотидов имеет фрагмент двухцепочечной ДНК?

3.3. Количественная оценка гена и белка

1. Молекула иРНК, содержащая информацию о ферментном белке, была синтезирована на основе кодирующей цепи гена, которая состояла из 840 нуклеотидов и включала три интрона по 120, 50, 70 нуклеотидов соответственно. Определите количество аминокислот в белке, синтезированном на основе данной иРНК.

2. Молекула ферментного белка, состоящая из 120 аминокислот, была синтезирована на основе гена, кодирующая цепь которого состояла из 870 нуклеотидов и включала два интрона, различающихся по количеству нуклеотидов в два раза. Определите количество нуклеотидов в более коротком интроне.

3. Молекула структурного белка, состоящая из 150 аминокислот, была синтезирована на основе гена, кодирующая цепь которого включала два интрона по 65 нуклеотидов в каждом. Определите количество нуклеотидов в кодирующей цепи данного гена.

4. Молекула иРНК, содержащая информацию о ферментном белке, была синтезирована на основе кодирующей цепи гена, которая состояла из 880 нуклеотидов и включала три экзона по 70, 80, 180 нуклеоти-

дов соответственно. Определите количество аминокислот в белке, синтезированном на основе данной иРНК.

5. Молекула иРНК, содержащая информацию о ферментном белке, была синтезирована на основе кодирующей цепи гена, которая состояла из 790 нуклеотидов и включала три интрона по 100, 40, 50 нуклеотидов соответственно. Определите количество аминокислот в белке, синтезированном на основе данной иРНК.

6. Молекула иРНК, содержащая информацию о ферментном белке, была синтезирована на основе кодирующей цепи гена, которая состояла из 900 нуклеотидов и включала три экзона по 40, 80, 120 нуклеотидов соответственно. Определите количество аминокислот в белке, синтезированном на основе данной иРНК.

7. Определите число нуклеотидов в иРНК, синтезирующей Е-цепь инсулина, которая состоит из 34 аминокислотных остатков.

8. Сколько аминокислот кодируется участком иРНК, состоящим из 210 нуклеотидов?

9. Ген рибонуклеазы поджелудочной железы содержит в кодирующем участке ДНК 420 нуклеотидов. Укажите количество аминокислот, входящих в этот белок.

10. Молекула инсулина состоит из 51 аминокислотного участка. Сколько нуклеотидов несет участок ДНК, кодирующий данный белок?

11. Какую длину имеет участок молекулы ДНК, кодирующий участок полипептида, содержащего 20 аминокислот?

12. Белок состоит из 158 аминокислотных остатков. Какую длину имеет определяющий его ген?

13. Альфа-цепь молекулы гемоглобина содержит 141 аминокислоту. Какое количество нуклеотидов в иРНК кодирует эту полипептидную цепь?

14. Рассчитайте относительную молекулярную массу гена (двух цепей ДНК), если известно, что в одной цепи запрограммирован белок с относительной молекулярной массой 1500.

15. Исследования показали, что 27 % общего числа азотистых оснований иРНК приходится на гуанин, 15 % – на урацил, 18 % – на цитозин и 40 % – на аденин. Определите процентный состав азотистых оснований двухцепочечной ДНК, на основе которой была синтезирована указанная иРНК.

16. В ходе исследования было установлено, что 34 % общего числа нуклеотидов иРНК приходится на гуанин, 18 % – на урацил, 28 % – на цитозин и 20 % – на аденин. Определите процентный состав азотистых оснований двухцепочечной ДНК, на одной из цепей которой была синтезирована проанализированная иРНК.

3.4. Моделирование генных мутаций

1. Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

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

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих урацил, будет в ней?

2. Постройте иРНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих аденин, будет в ней?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько аминокислот содержит данный полипептид?

4. Определите, как изменится состав аминокислот, если под влиянием ионизирующей радиации выбит 12-й нуклеотид? Укажите номера измененных аминокислот.

2. Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

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

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих тимин, будет в ней?

2. Постройте иРНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих урацил, будет в ней?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько молекул изолейцина будет в ней?

4. Определите, как изменится состав аминокислот, если под влиянием ионизирующей радиации выбит 15-й нуклеотид? Укажите номера измененных аминокислот.

3. Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

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

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько всего нуклеотидов содержится в ней?

2. Постройте иРНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих урацил, будет в ней?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько молекул серина будет в ней?

4. Определите, как изменится состав аминокислот, если под влиянием ионизирующей радиации выбит 12-й и 16-й нуклеотид? Укажите номера измененных аминокислот.

4. Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

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

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько нуклеотидов в гене?

2. Постройте иРНК на данной цепочке ДНК. Сколько кодонов участвовало в синтезе?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Какова молекулярная масса полипептида?

4. Определите, как изменится состав аминокислот, если под влиянием ионизирующей радиации выбит 9-й и 16-й нуклеотид? Укажите номера измененных аминокислот.

5. В лаборатории исследовали участок одной из цепей молекулы ДНК. Оказалось, что он состоит из 18 мономеров, которые расположены в следующей последовательности:

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

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Постройте иРНК на данной цепочке ДНК. Сколько кодонов участвовало в синтезе?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько аминокислот она содержит?

4. Под влиянием ионизирующего излучения произошла вставка нуклеотидов Ц-Ц-А в положении между 12-м и 13-м нуклеотидами молекулы ДНК. Как изменится полипептидная цепочка (укажите номера аминокислот)?

6. В лаборатории исследовали участок одной из цепей молекулы ДНК. Оказалось, что он состоит из 18 мономеров, которые расположены в следующей последовательности:

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

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих тимин, будет в двухцепочечной ДНК?

2. Постройте иРНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих гуанин, будет в ней?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько разных аминокислот она содержит?

4. Под влиянием ионизирующего излучения произошла вставка нуклеотидов Ц-Г-А в положении между 6-м и 7-м нуклеотидами молекулы ДНК. Как изменится полипептидная цепочка (указать номера аминокислот)?

7. Некодирующий участок цепи ДНК имеет следующее строение:

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

1. Постройте кодирующий участок цепи ДНК. Сколько пар нуклеотидов в гене?

2. Постройте иРНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих урацил, будет в ней?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько разных аминокислот она содержит?

4. Под влиянием ионизирующего излучения произошла вставка нуклеотидов А-Г-А в положении между 3-м и 4-м нуклеотидами молекулы ДНК, то как изменится полипептидная цепочка (указать номера аминокислот)?

8. Некодирующий участок цепи ДНК имеет следующее строение:

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

1. Постройте кодирующий участок цепи ДНК. Сколько пар нуклеотидов в гене?

2. Постройте иРНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих аденин, будет в ней?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько разных аминокислот она содержит?

4. Определите, как изменится состав аминокислот, если под влиянием ионизирующей радиации выбит 6-й и 15-й нуклеотид? Укажите номера измененных аминокислот.

9. В лаборатории исследовали участок одной из цепей молекулы ДНК. Оказалось, что он состоит из 21 мономера, которые расположены в следующей последовательности:

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

1. Постройте неcodирующую цепочку данной молекулы. Сколько нуклеотидов, содержащих тимин, содержится в гене?

2. Постройте иРНК на данной цепочке ДНК. Сколько кодонов участвовало в синтезе?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько аминокислот она содержит?

4. Под влиянием ионизирующего излучения произошла вставка нуклеотидов А-А-А в положении между 12-м и 13-м нуклеотидами молекулы ДНК. Как изменится полипептидная цепочка (укажите номера аминокислот)?

10. Молекула гемоглобина у человека состоит из 600 аминокислот. У здоровых людей имеется нормальный гемоглобин А (Hb A), при серповидноклеточной анемии – S (Hb S), при другом заболевании крови – С (Hb C). Люди с разными типами гемоглобина имеют различия в аминокислотном расположении в некоторых участках цепи.

Гемоглобин А: гис-вал-лей-лей-тре-про-глу-глу-лиз-...

Гемоглобин S: гис-вал-лей-лей-тре-про-вал-глу-лиз-...

1. Укажите, в каком положении цепи аминокислот произошла замена.

2. Укажите последовательность нуклеотидов в нормальной цепи иРНК HbA (использовать первый кодон кода).

3. Укажите последовательность нуклеотидов иРНК при серповидноклеточной анемии (использовать первый кодон кода).

4. В каком участке цепи иРНК произошла замена?

5. Выпишите основные цепочки нуклеотидов ДНК, кодирующих молекулы HbA и HbS. Укажите, в каких участках произошли замены нуклеотидов в ДНК HbA и HbS.

Контрольные вопросы

1. Ген в современном понимании.
2. Нуклеиновые кислоты, их строение и функции.
3. Отличие ДНК от РНК.
4. Репликация ДНК.
5. Комплементарность азотистых оснований в цепи ДНК.
6. Связи между азотистыми основаниями.
7. Роль нуклеиновых кислот в биосинтезе белка .
8. Виды РНК и их роль в биосинтезе белка.
9. Генетический код и свойства, которыми он характеризуется.
10. Белки. Их строение и функции.
11. Синтез белка. Принцип, лежащий в основе биосинтеза белка.
12. Понятие о транскрипции и трансляции.
13. Понятие о кодоне и антикодоне?
14. Кодоны инициаторов и терминаторов синтеза белка.
15. Понятие о процессинге и сплайсинге, экзонах и интронах.
16. Механизм регуляции синтеза белка.