

Изучение нуклеиновых кислот в школьном курсе биологии и химии



Автор – учитель химии и биологии
МОУ СОШ № 26 Ногинского района
Московской области

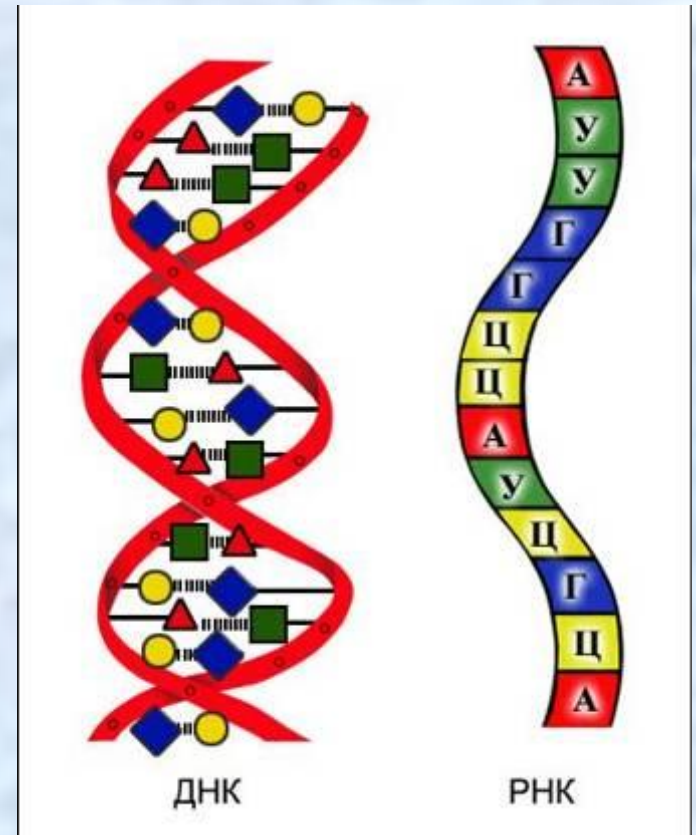
Пешкина Елена Владимировна





План изучения нуклеиновых кислот

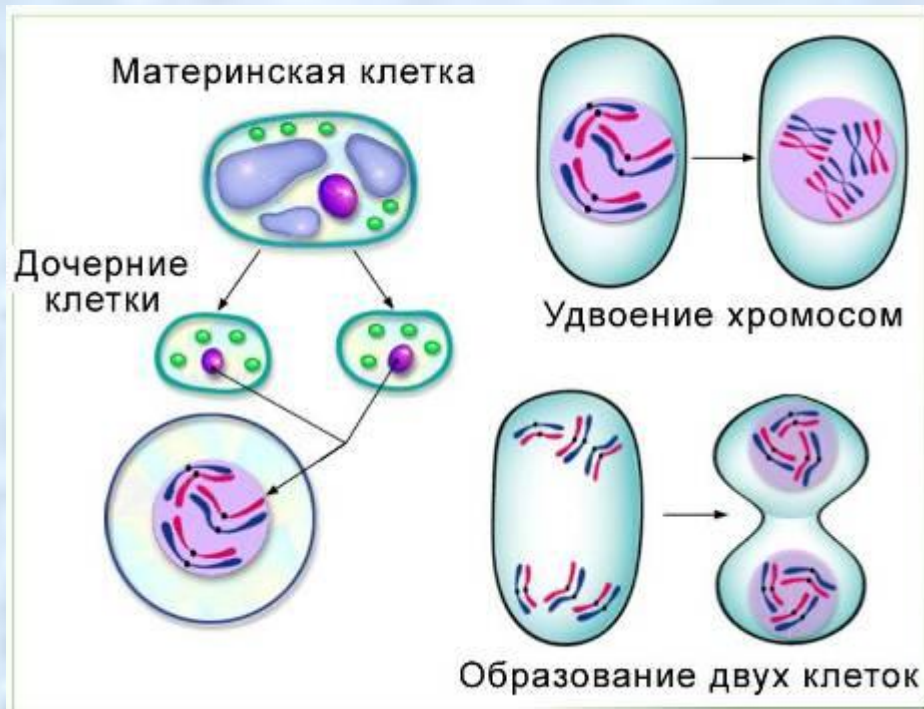
- Строение.
- История открытия и изучения.
- Виды.
- Биологическая роль.
- Итоговое тестирование.



Биологическое значение нуклеиновых кислот

Нуклеиновые кислоты обеспечивают

- хранение наследственной информации в виде генетического кода,
- передачу ее при размножении дочерним организмам,
- ее реализацию при росте и развитии организма в течение жизни в виде участия в очень важном процессе – биосинтезе белков.

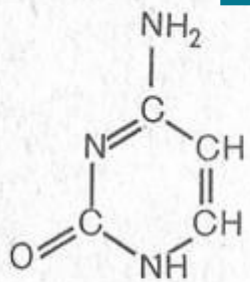


По мере изучения материала учащиеся заполняют таблицу:

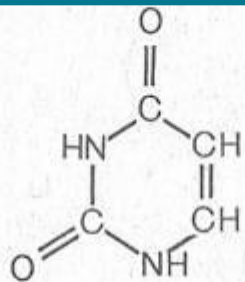
Признаки	ДНК	РНК
СХОДСТВА		
РАЗЛИЧИЯ:		
1) Сахар		
2) Азотистые основания		
3) Структура		
4) Местонахождение в клетке		
5) Биологические функции		

Химическое строение азотистых оснований и углеводов

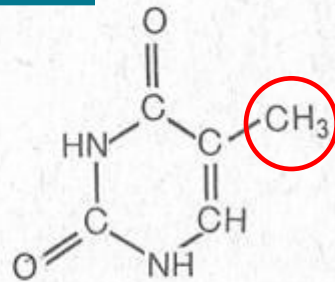
Пиримидиновые основания



Цитозин

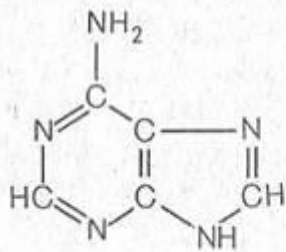


Урацил **в РНК**

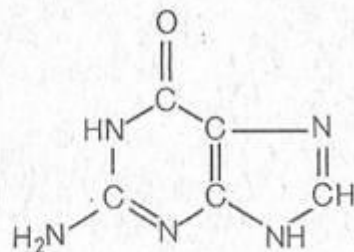


Тимин **в ДНК**

Пуриновые основания

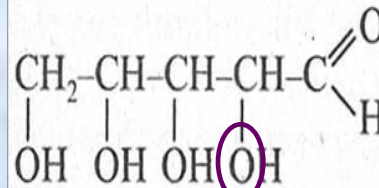


Аденин

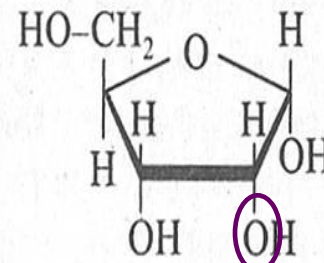


Гуанин

Пентозы (углеводы)

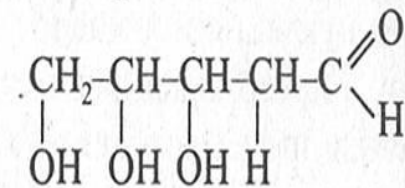


тетрагидроксиальдегид

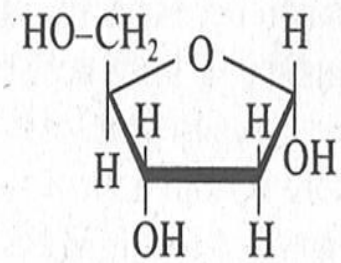


рибоза

в РНК



тригидроксиальдегид



дезоксирибоза

в ДНК

Химическое строение нуклеиновых кислот

Нуклеиновые кислоты являются биополимерами, мономерами которых – нуклеотиды.

Каждый нуклеотид состоит из 3-х частей:

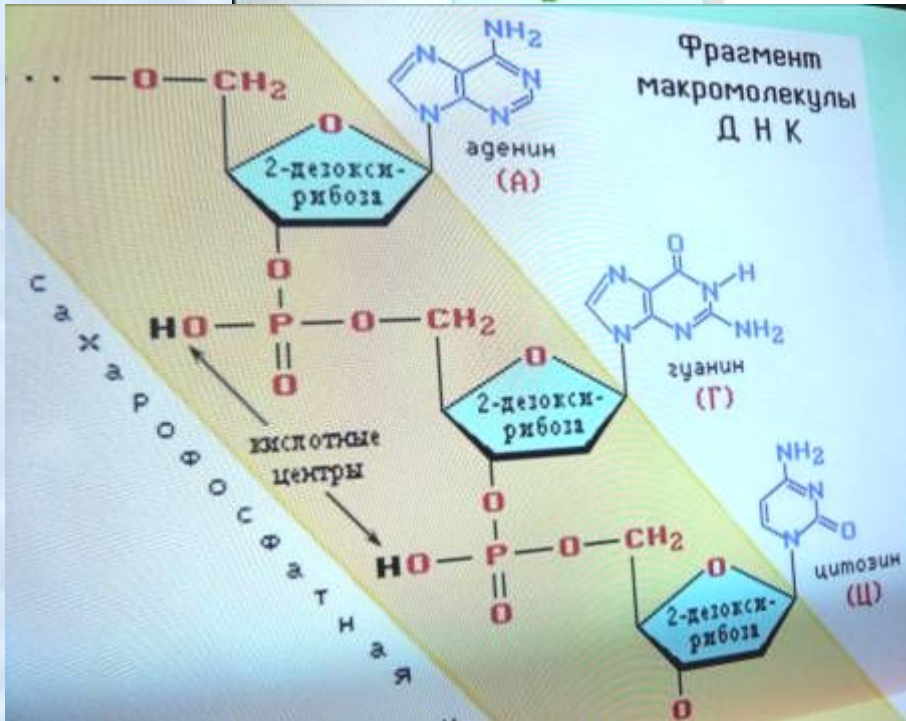
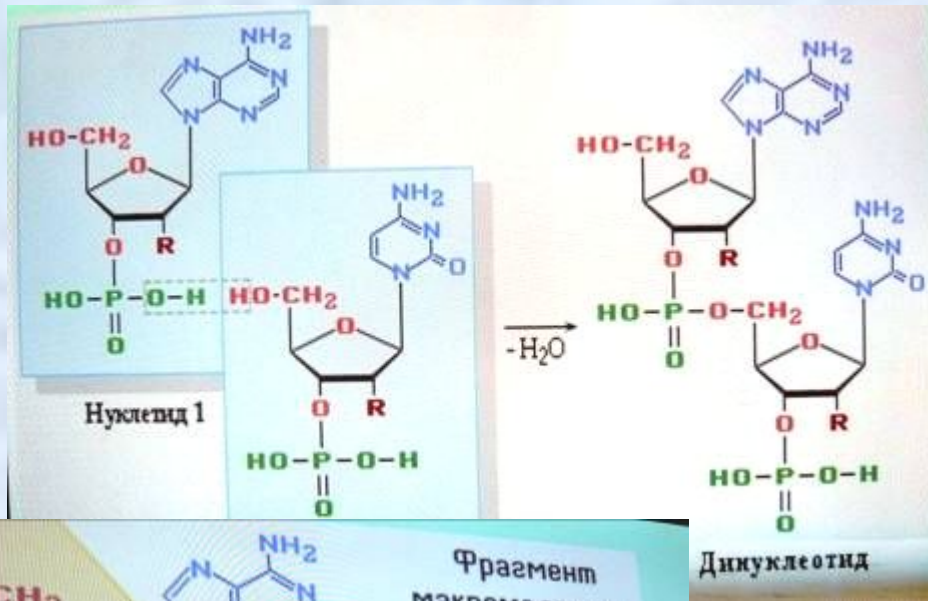
- азотистого основания,
- пентозы – моносахарида,
- остатка фосфорной кислоты.



Данное строение подтверждается продуктами ступенчатого гидролиза нуклеиновых кислот.



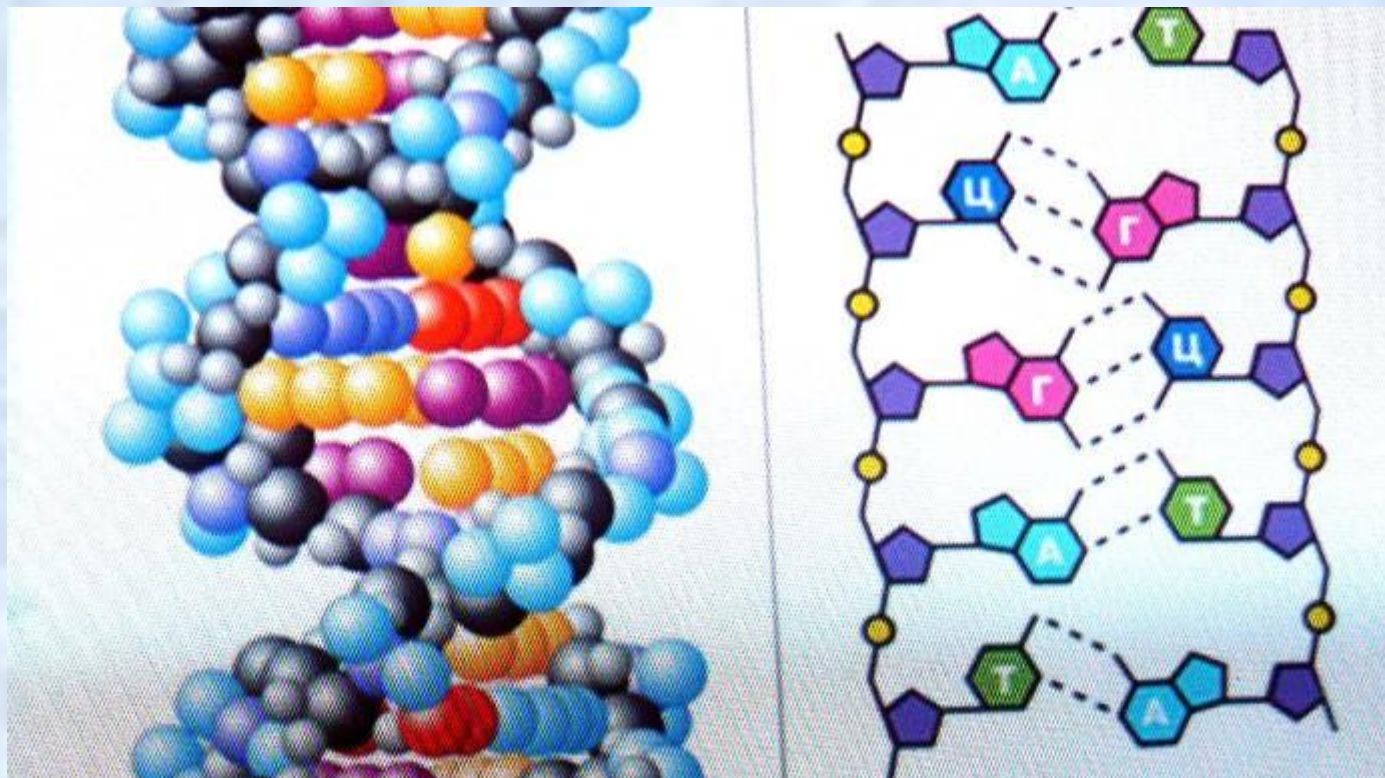
Первичная структура нуклеиновых кислот



Нуклеотиды связываются между собой в полинуклеотидную цепь сложноэфирными связями через 3-й углеродный атом одной молекулы пентозы, кислотный остаток фосфорной кислоты и 5-й углеродный атом другой молекулы пентозы. Остатки азотистых оснований направлены в одну сторону (внутрь молекулы ДНК).

Последовательность соединения нуклеотидов в полимерную цепь и является **первичной структурой** нуклеиновых кислот.

Вторичная структура нуклеиновых кислот



Молекула ДНК – спиральная, состоит из двух полинуклеотидных цепей, закрученных вокруг общей оси – **вторичная структура**. Пары оснований располагаются строго перпендикулярно оси двойной спирали, подобно перекладинам в перевитой веревочной лестнице. Эти пары имеют почти точно одинаковые размеры, поэтому в структуру двойной спирали «вписываются» любые последовательности пар оснований. Данное строение и отражает модель Уотсона-Крика.

Принцип комплементарности



Азотистые основания двух полинуклеотидных цепей ДНК соединяются между собой попарно при помощи **водородных связей** (ВС) по принципу **комплементарности** (пространственного соответствия друг другу). Пиримидиновое основание связывается с пуриновым: тимин **T** с аденином **A** (две ВС), цитозин **C** с гуанином **G** (три ВС). Таким образом, содержание **T** равно содержанию **A**, содержание **C** равно содержанию **G**. Зная последовательность нуклеотидов в одной цепи ДНК, можно расшифровать строение (первичную структуру) второй цепи.

Для лучшего запоминания принципа комплементарности можно воспользоваться **мнемоническим приемом**: запомни словосочетания

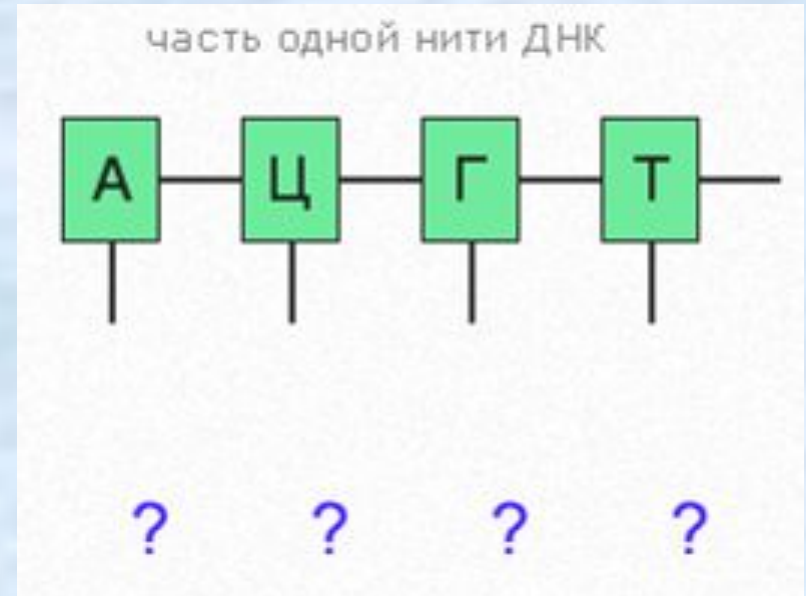
Тигр – **А**льбинос и **Ц**апля – **Г**олубая



Задания на закрепление

1. Содержание адениновых нуклеотидов А в молекуле ДНК равно 20%. Определите содержание остальных (каких?) нуклеотидов.

2. Постройте участок второй цепочки ДНК, следуя принципу комплементарности.

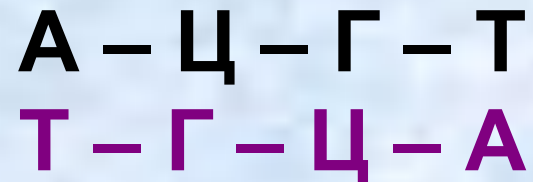


Проверь себя – правильные ответы

1. Содержание нуклеотидов в ДНК:

- **А** – 20%
- **Т** – 20% (равно А)
- **Г** – $(100 - 2 \times 20) : 2 = 30\%$
- **Ц** – 30% (равно Г)

2. Структура участка двух цепей ДНК:



Вехи истории



- ДНК открыта в 1868 г швейцарским врачом *И. Ф. Мишером* в клеточных ядрах лейкоцитов, отсюда и название – **нуклеиновая** кислота (лат. «*nucleus*» - ядро).
- В 20-30-х годах ХХ в. определили, что ДНК – полимер (**полинуклеотид**), в эукариотических клетках она сосредоточена в хромосомах.A microscopic image showing several purple and pink chromosomes, which are condensed structures of DNA and proteins, against a dark background.
- Предполагали, что ДНК играет структурную роль.
- В 1944 г. группа американских бактериологов из Рокфеллеровского института во главе с *О. Эвери* показала, что способность пневмококков вызывать болезнь передается от одних к другим при обмене ДНК (плазмидами). Таким образом, было доказано, что именно **ДНК является носителем наследственной информации**. Теории, объясняющей данный факт, еще не было.

УОТСОН Джеймс Дьюи **(1928 - н.в.)**



Американский биофизик, биохимик, молекулярный биолог, предложил гипотезу о том, что ДНК имеет форму двойной спирали, выяснил молекулярную структуру нуклеиновых кислот и принцип передачи наследственной информации. Лауреат Нобелевской премии 1962 года по физиологии и медицине (вместе с Фрэнсис Харри Комптоном Криком и Морисом Уилкинсом).

КРИК Френсис Харри Комптон (1916 - н.в.)



Английский физик, биофизик, специалист в области молекулярной биологии, выяснил молекулярную структуру нуклеиновых кислот; открыв основные типы РНК, предложил теорию передачи генетического кода и показал, как происходит копирование молекул ДНК при делении клеток. Ученый является членом Лондонского королевского общества (1959), в 1962 году стал лауреатом Нобелевской премии по физиологии и медицине (вместе с Джеймсом Дьюи Уотсоном и Морисом Уилкинсом).

Модель ДНК Уотсона и Крика – 1953 г.

ДНК – двойная спираль, в которой 2 полинуклеотидные цепи удерживаются водородными связями между комплементарными основаниями.

Данная модель была основана на следующих фактах:

- данные химического анализа (ДНК – полинуклеотид);
- работа **Эрвина Чаргаффа** о равном соотношении в ДНК аденина и тимина, цитозина и гуанина;
- рентгенограмма ДНК, полученная **Розалиндой Франклин и Морисом Уилкинсом**.

Именно модель Уотсона-Крика позволила объяснить, каким образом при делении клетки в каждую дочернюю клетку попадает идентичная информация, содержащаяся в материнской клетке. Это происходит в результате удвоения молекулы ДНК, то есть в результате репликации.



Рентгенограмма ДНК

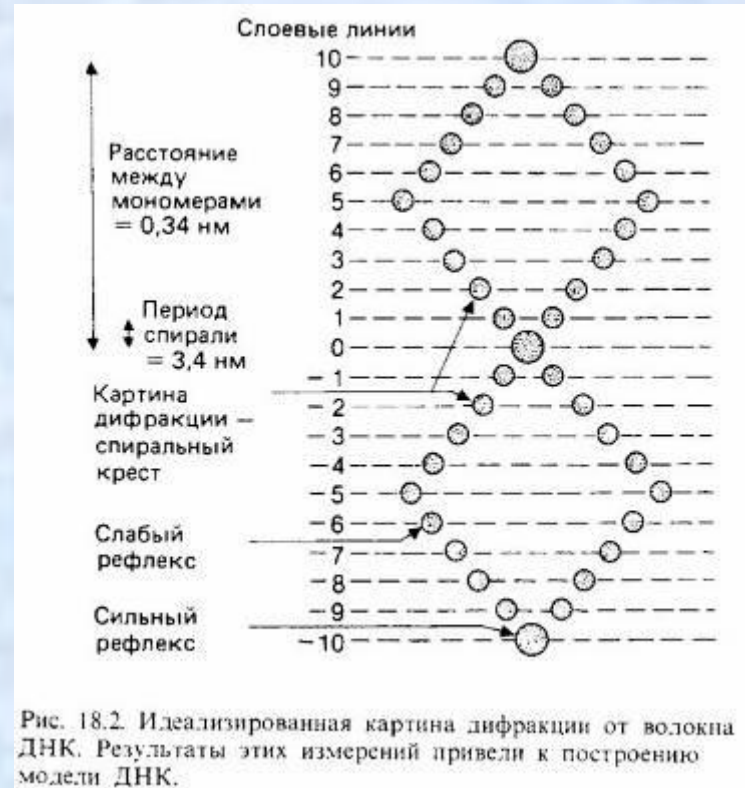
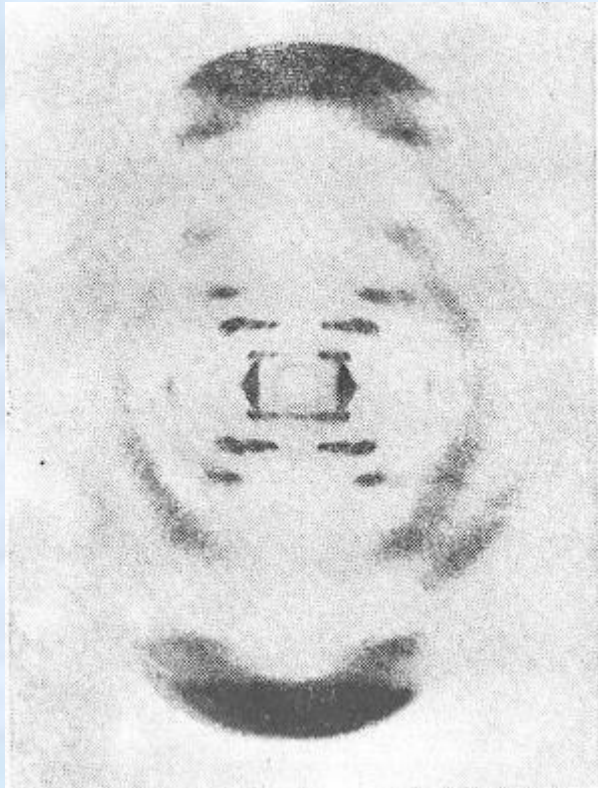
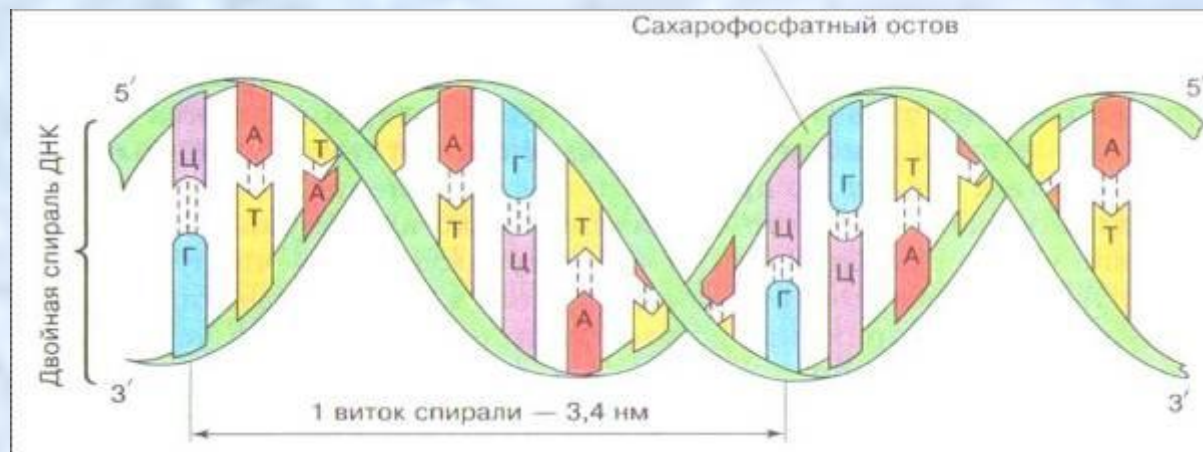


Рис. 18.2. Идеализированная картина дифракции от волокна ДНК. Результаты этих измерений привели к построению модели ДНК.

Рентгенограмма дала очень важную информацию для построения двойной спирали. Идеализированная дифракционная картина имеет вид креста из рефлексов (пятен), образующегося из-за регулярности структуры ДНК. Расстояние между слоевыми линиями отвечает периоду 3,4 нм, т.е. шагу двойной спирали, а сильный рефлекс на 10-й слоевой линии – периоду 0,34 нм, т.е. расстоянию между парами оснований.

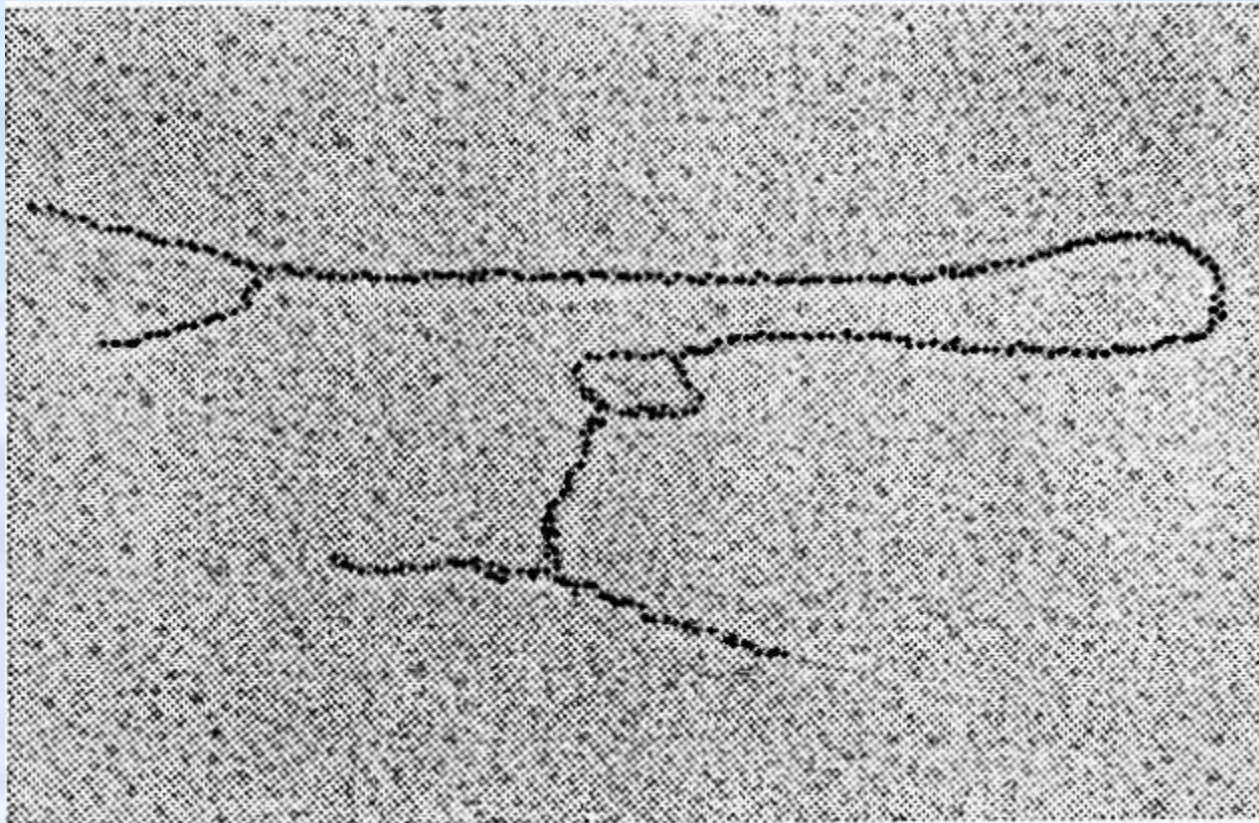
Параметры ДНК



- Диаметр – **2 нм**
- Расстояние между соседними парами оснований – **0,34 нм**
- Полный оборот – **через 10 пар нуклеотидов**
- Длина: простейшие вирусы – несколько **тысяч** звеньев, бактерии – несколько **миллионов** звеньев, высшие организмы – **миллиарды** звеньев.

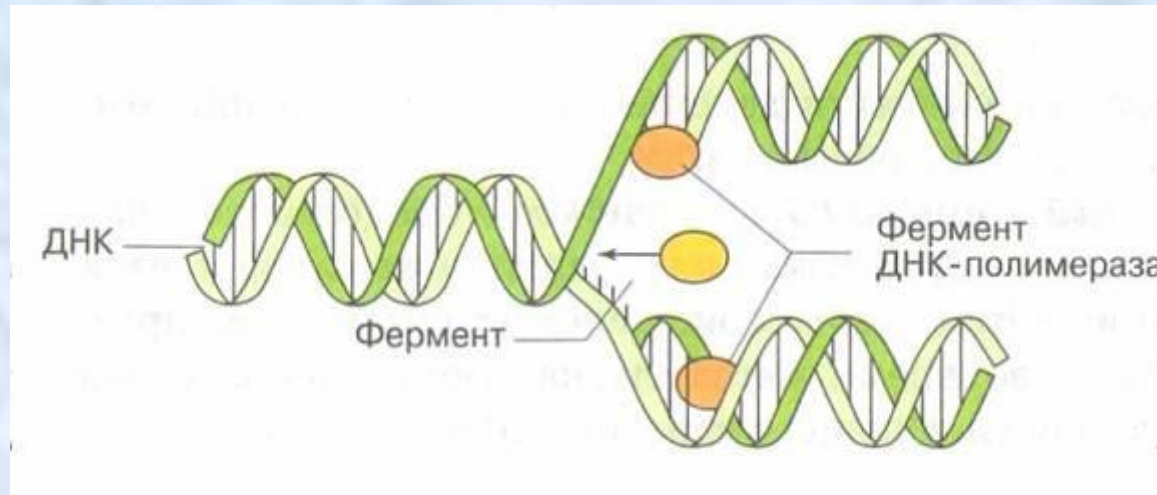
Если все молекулы ДНК **одной клетки** человека вытянуть в одну линию, то получится нить длиной около **2 метров!**

Молекула ДНК несет на себе отрицательный заряд, причем величина заряда пропорциональна длине цепочки. Это следствие обычной электролитической диссоциации фосфатных остатков. Каждому отрицательному заряду фосфатной группы соответствует положительный заряд катиона. Обычно это ион Na^+ , а не H^+ , поэтому хотя ДНК и называют кислотой, на самом деле она всегда – **соль**.



Так выглядит ДНК кишечной палочки (*ColE1*) под электронным микроскопом, после того, как ее состояние зафиксировали при температуре 72°C. Видны три раскрытых участка – два на концах и один в середине. Разрыв водородных связей между комплементарными основаниями вызван воздействием высокой температуры. Данная фотография служит доказательством справедливости модели Уотсона-Крика – ДНК действительно двойная спираль.

Репликация ДНК



Удвоение молекулы ДНК называют **репликацией** или **редупликацией**. Во время репликации часть молекулы «материнской» ДНК расплетается на две нити с помощью специального фермента, причем это достигается разрывом водородных связей между комплементарными азотистыми основаниями: аденином — тиминном и гуанином — цитозинном. Далее к каждому нуклеотиду разошедшихся нитей ДНК фермент ДНК-полимераза подстраивает комплементарный ему нуклеотид. Таким образом, образуются две двуцепочечные молекулы ДНК, в состав каждой из которых входят одна цепочка «материнской» молекулы и одна новосинтезированная («дочерняя») цепочка. Эти две молекулы ДНК абсолютно идентичны.

Виды нуклеиновых кислот



Упаковка ДНК эукариотической клетки

Ядерная ДНК представлена **хроматином** – комплексом со специальными белками – **гистонами**, которые необходимы для правильной укладки ДНК. Перед делением клетки ДНК плотно скручивается, образуя **хромосомы**.

В промежутках между делениями (в интерфазе) нити хроматина раскручены, так как только в таком состоянии могут функционировать гены – участки ДНК, которые кодируют структуру какого-либо белка.

Часть молекул ДНК участвуют в синтезе р-РНК. Участки таких молекул ДНК образуют петли, которые сближаются и формируют **ядрышки**. В них происходит синтез частей рибосом.

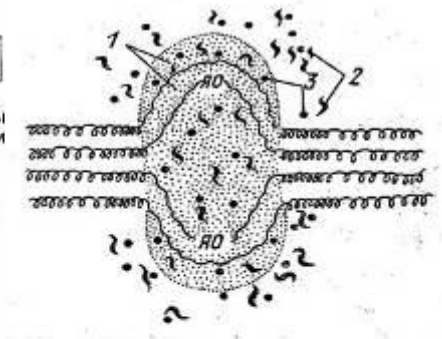
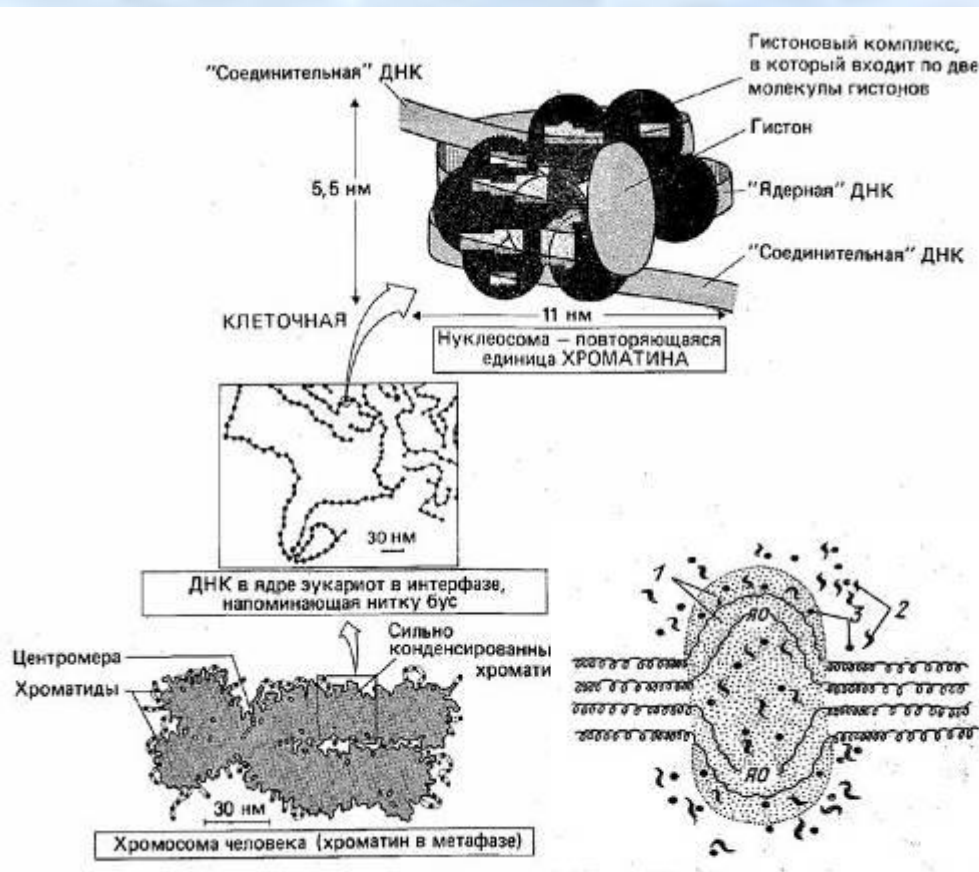
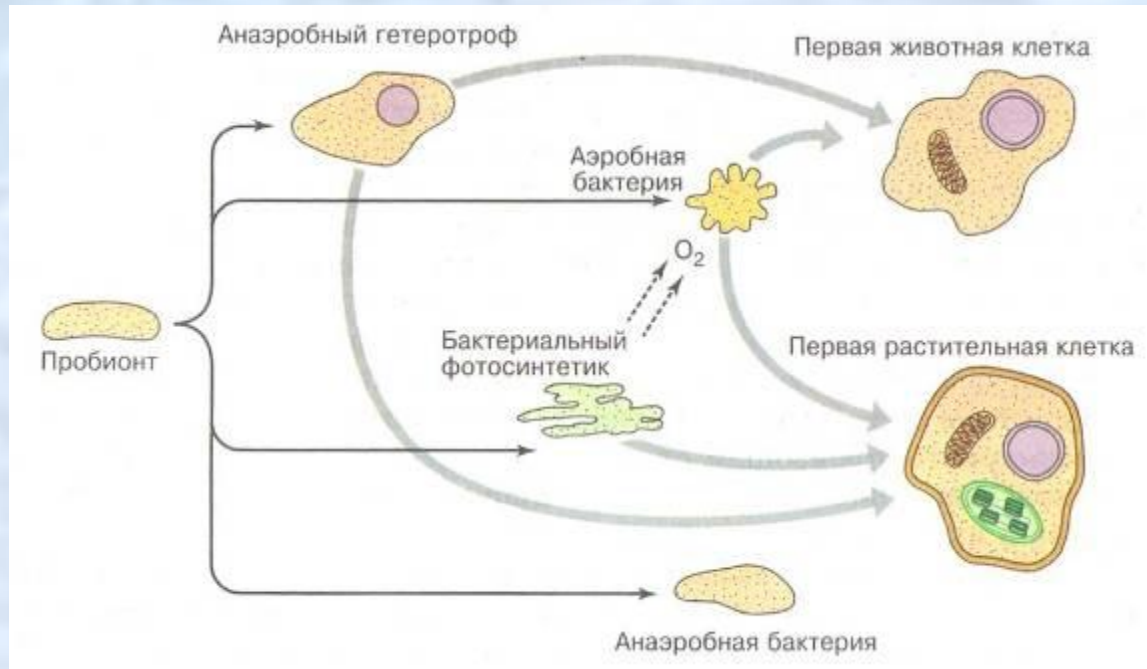


Рис. 35. Схема строения ядрышка. ЯО — ген ядрышковый организатор, одной из функций которого является передача информации о структуре рРНК: 1 — белки, 2 — предшественники рибосом, 3 — рибосомы

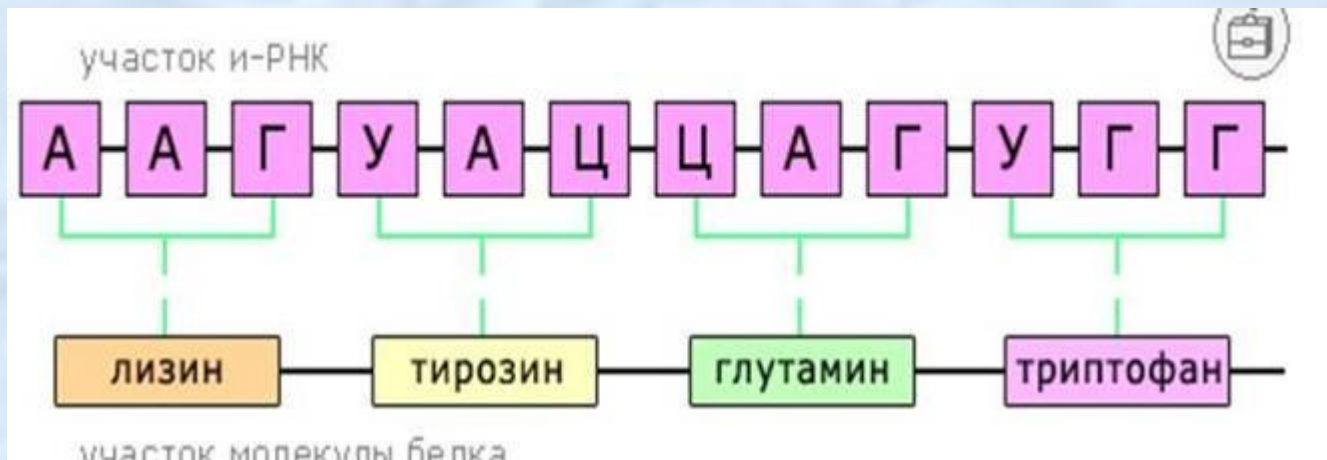
Происхождение эукариотической клетки



Наличие собственных РНК и кольцевых ДНК в **митохондриях** и **хлоропластах** свидетельствует о **симбиотическом** происхождении эукариотической клетки. Согласно этой гипотезе, митохондрии и пластиды были когда-то свободноживущими прокариотическими клетками. Органеллами они стали в процессе симбиоза на заре эволюции жизни. По своему строению нуклеиновые кислоты митохондрий сходны с нуклеиновыми кислотами пурпурных бактерий, РНК и ДНК хлоропластов ближе к таковым у цианобактерий.

Биологическая роль и-РНК

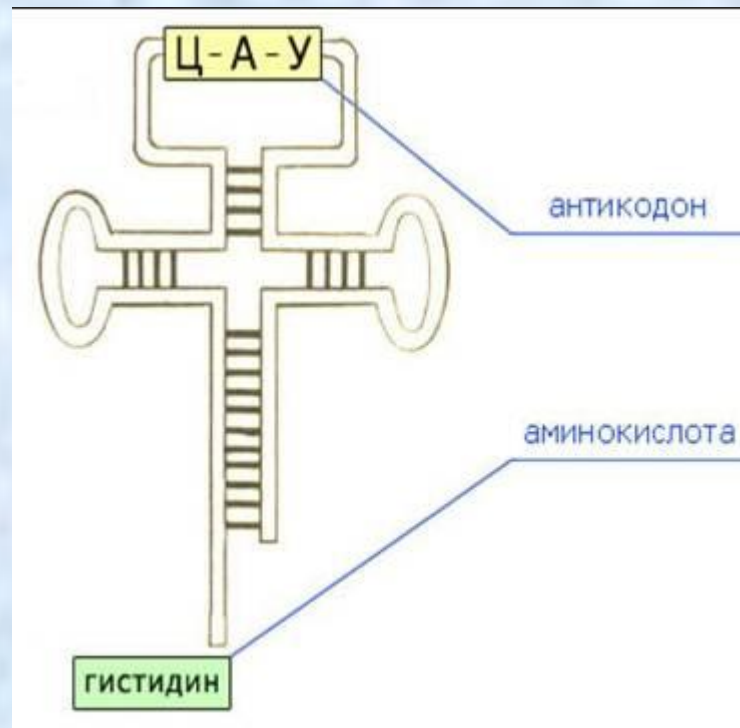
и-РНК, являясь копией с определенного участка молекулы ДНК, содержит информацию о первичной структуре одного белка. Последовательность из трех нуклеотидов (**триплет** или **кодон**) в молекуле и-РНК (первооснова – ДНК!) кодирует определенный вид аминокислоты. Эту информацию сравнительно небольшая молекула и-РНК переносит из ядра, проходя через поры в ядерной оболочке, к рибосоме – месту синтеза белка. Поэтому и-РНК иногда называют «матричной», подчеркивая ее роль в данном процессе. **Генетический код** был расшифрован в 1965-1967 г.г., за что *Х. Г. Корану* была присуждена Нобелевская премия.



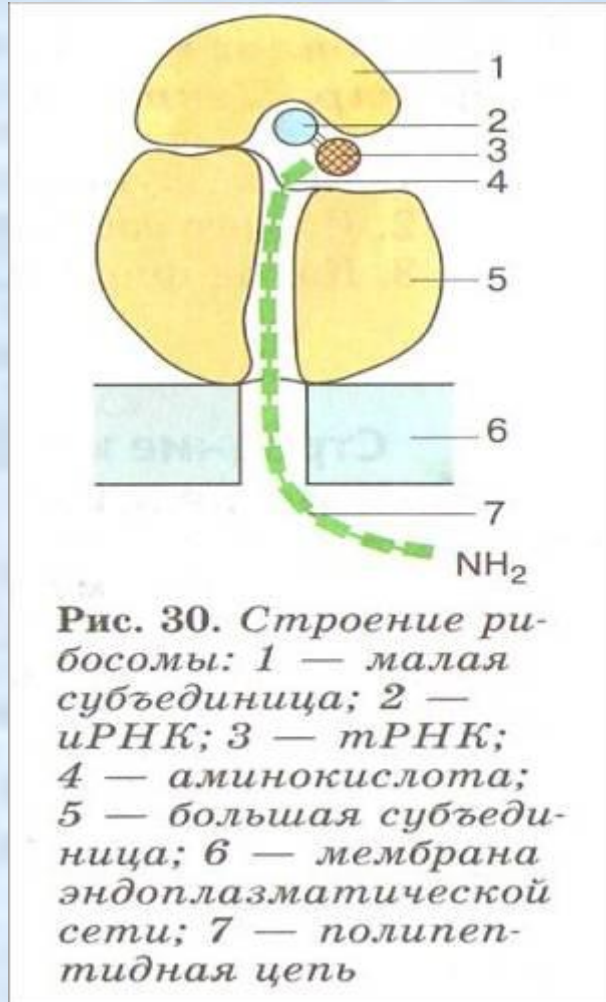
Транспортные РНК

РНК, доставляющие аминокислоты к рибосоме в процессе синтеза белка, называются *транспортными*. Эти небольшие молекулы, форма которых напоминает лист клевера, несут на своей вершине последовательность из трех нуклеотидов – **антикодоны**. С их помощью т-РНК будут присоединяться к кодонам и-РНК по принципу комплементарности.

Противоположный конец молекулы т-РНК присоединяет **аминокислоту**, причем только определенный вид, который соответствует его антикодону (см. генетический код).



Рибосомальные РНК



Рибосомальные РНК синтезируются в основном в ядрышке и составляют примерно 85-90% всех РНК клетки. В комплексе с белками они входят в состав рибосом и осуществляют синтез пептидных связей между аминокислотными звеньями при биосинтезе белка. Образно говоря, **рибосома** — это молекулярная вычислительная машина, переводящая тексты с нуклеотидного языка ДНК и РНК на аминокислотный язык белков.

Строение нуклеиновых кислот и их биологическая роль

The diagram is divided into two main columns: **ДНК** (DNA) on the left and **РНК** (RNA) on the right. Each column shows the chemical components and a 3D model of the molecule.

ДНК (DNA): Components include Цитозин (Cytosine), Гуанин (Guanine), Тимин (Thymine), Аденин (Adenine), Фосфат (Phosphate), and Дезоксирибоза (Deoxyribose). The 3D model shows a double helix structure.

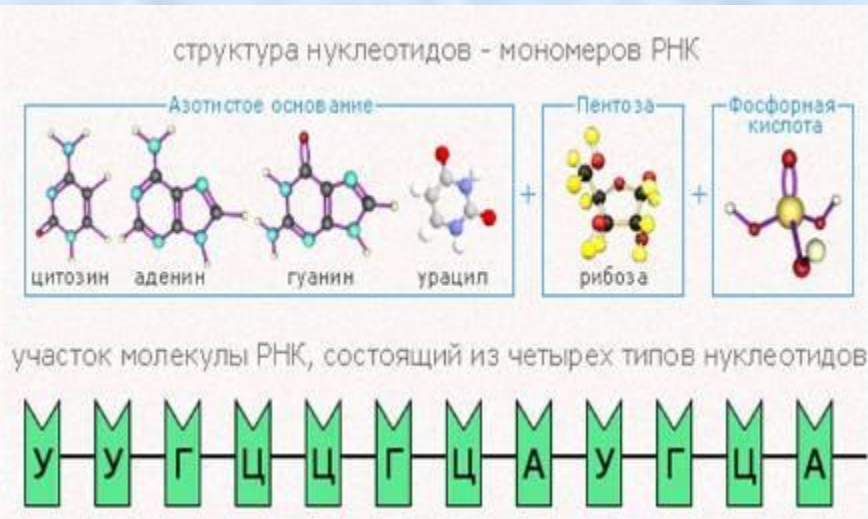
РНК (RNA): Components include Цитозин (Cytosine), Гуанин (Guanine), Урацил (Uracil), Аденин (Adenine), Фосфат (Phosphate), and Рибоза (Ribose). The 3D model shows a single-stranded structure.

Биологические роли:

- Хранение наследственной информации** (Storage of hereditary information): Shown as a DNA double helix.
- Передача наследственной информации из поколения в поколение** (Transmission of hereditary information from generation to generation): Shown as DNA being passed between cells.
- Передача наследственной информации на РНК** (Transmission of hereditary information to RNA): Shown as a DNA strand being transcribed into an RNA strand.
- Транспортная РНК** (Transfer RNA): Перенос аминокислот к месту синтеза белка (Transport of amino acids to the site of protein synthesis).
- Рибосомальная РНК** (Ribosomal RNA): Структурная составляющая рибосомы (Structural component of the ribosome).
- Информационная РНК** (Messenger RNA): Перенос информации к месту синтеза белка (Transport of information to the site of protein synthesis).

Рибосома (Ribosome) is also labeled in the bottom right section.

Состав и структура РНК. I этап биосинтеза белка



С помощью специального белка РНК-полимеразы молекула информационной РНК строится по принципу комплементарности по участку одной нити ДНК в процессе **транскрипции** (первого этапа синтеза белка). Сформированная цепочка и-РНК представляет точную копию второй (нематричной) цепочки ДНК, только вместо тимина **Т** включен урацил **У**.

Мнемоника: вместо **Т**игра – **А**льбиноса есть **У**тка – **А**льбинос!

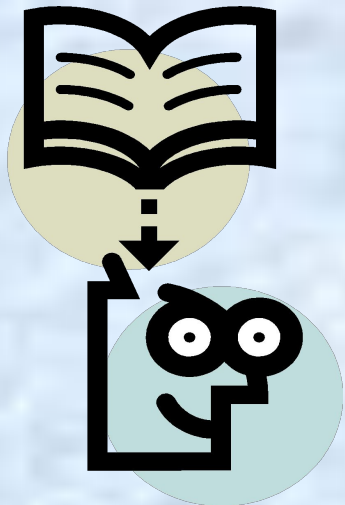
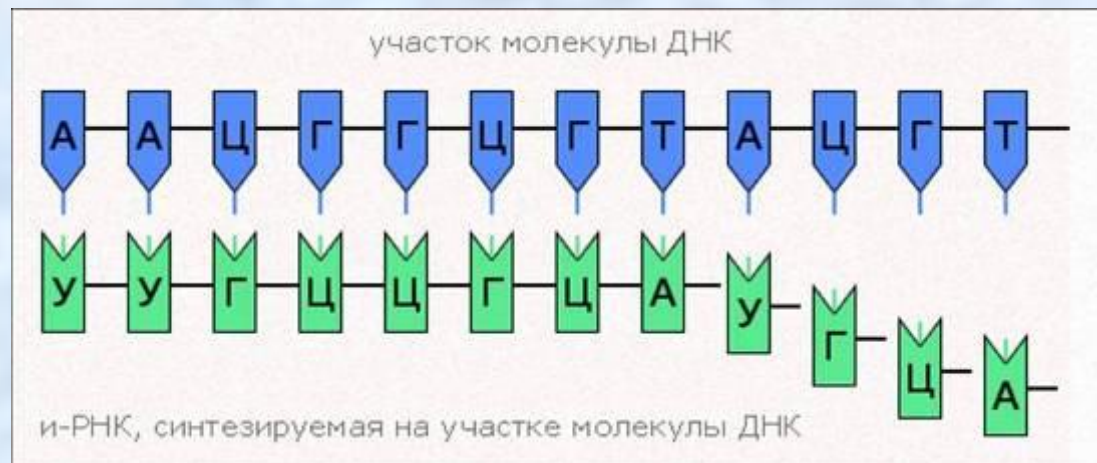


Задание на закрепление

Следуя принципу комплементарности, построй участок молекулы иРНК по участку одной цепи ДНК. Как называется данный процесс?



Проверь себя:



Биосинтез белка



Трансляция – это перевод последовательности нуклеотидов молекулы и-РНК (матричной) в последовательность аминокислот молекулы белка.

и-РНК взаимодействует с рибосомой, которая начинает двигаться по и-РНК, задерживаясь на каждом ее участке, который включает в себя два кодона (т.е. 6 нуклеотидов). Время задержки составляет всего 0,2 с. За это время молекула т-РНК, антикодон которой комплементарен кодону, находящемуся в рибосоме, успевает распознать его. Та аминокислота, которая была связана с этой т-РНК, отделяется от нее и присоединяется к растущей цепочке белка.

Проверка правильности заполнения таблицы

Признаки	ДНК	РНК
СХОДСТВА	Полинуклеотиды, мономеры которых имеют общий план строения.	
РАЗЛИЧИЯ: 1) Сахар	дезоксирибоза	рибоза
2) Азотистые основания	аденин - <u>тимин</u> , цитозин - гуанин	аденин – <u>урацил</u> , цитозин – гуанин
3) Структура	двойная спираль	одноцепочечная молекула
4) Местонахождение в клетке	ядро, митохондрии и хлоропласты	цитоплазма, рибосомы
5) Биологические функции	хранение наследственной информации и передача ее из поколения в поколение	участие в матричном биосинтезе белка на рибосоме, т.е. реализация наследственной информации



Итоговое тестирование

1. Молекулы ДНК представляют собой материальную основу наследственности, так как в них закодирована информация о структуре молекул
а – полисахаридов б – белков в – липидов г – аминокислот
2. В состав нуклеиновых кислот НЕ входят
а – азотистые основания б – остатки пентоз в – остатки фосфорной кислоты г – аминокислоты
3. Связь, возникающая между азотистыми основаниями двух комплементарных цепей ДНК, -
а – ионная б – пептидная в – водородная г – сложноэфирная
4. Комплементарными основаниями НЕ является пара
а – тимин - аденин б – цитозин - гуанин в – цитозин - аденин
г – урацил - аденин
5. В одном из генов ДНК 100 нуклеотидов с тимином, что составляет 10% от общего количества. Сколько нуклеотидов с гуанином?
а – 200 б – 400 в – 1000 г – 1800
6. Молекулы РНК, в отличие от ДНК, содержат азотистое основание
а – урацил б – аденин в – гуанин г – цитозин



Итоговое тестирование

7. Благодаря репликации ДНК

а – формируется приспособленность организма к среде обитания

б – у особей вида возникают модификации

в – появляются новые комбинации генов

г – наследственная информация в полном объеме передается от материнской клетки к дочерним во время митоза

8. Молекулы и-РНК

а – служат матрицей для синтеза т-РНК

б – служат матрицей для синтеза белка

в – доставляют аминокислоты к рибосоме

г – хранят наследственную информацию клетки

9. Кодовому триплету ААТ в молекуле ДНК соответствует триплет в молекуле и-РНК

а – УУА б – ТТА в – ГГЦ г – ЦЦА

10. Белок состоит из 50 аминокислотных звеньев. Число нуклеотидов в гене, в котором зашифрована первичная структура этого белка, равно

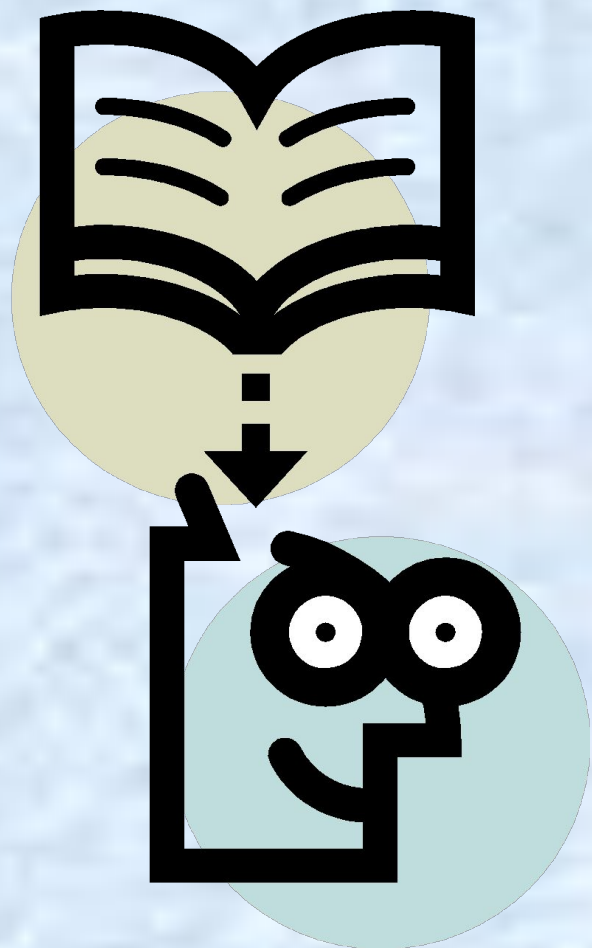
а – 50 б – 100 в – 150 г – 250



Итоговое тестирование

11. В рибосоме при биосинтезе белка располагаются два триплета и-РНК, к которым в соответствии с принципом комплементарности присоединяются антикодоны
а – т-РНК б – р-РНК в – ДНК г – белка
12. Какая последовательность правильно отражает путь реализации генетической информации?
а) ген – ДНК – признак – белок б) признак – белок – и-РНК – ген – ДНК
в) и-РНК – ген – белок – признак г) ген – и-РНК – белок – признак
13. Собственные ДНК и РНК в эукариотической клетке содержат
а – рибосомы б – лизосомы в – вакуоли г – митохондрии
14. В состав хромосом входят
а – РНК и липиды б – белки и ДНК в – АТФ и т-РНК г – АТФ и глюкоза
15. Ученые, которые предположили и доказали, что молекула ДНК – двойная спираль, это
а – И. Ф. Мишер и О. Эвери б – М. Ниренберг и Дж. Маттеи
в – Дж. Д. Уотсон и Ф. Крик г – Р. Франклин и М. Уилкинс

Проверь себя – правильные ответы



1. Б

2. Г

3. В

4. В

5. Б

6. А

7. Г

8. Б

9. А

10. В

11. А

12. Г

13. Г

14. Б

15. В

Использованные источники информации

1. **Каменский А. А., Криксунов Е. А., Пасечник В. В.** - Учебник Общая биология 10-11 классы – М.: Дрофа, 2006
2. **Мамонтов С. Г., Захаров В. Б.** – Общая биология: учебное пособие – М.: Высшая школа, 1986
3. **Бабий Т. М., Беликова С. Н.** – Нуклеиновые кислоты и АТФ // «Я иду на урок» // М.: «Первое сентября», 2003
4. **ЕГЭ 2008. Биология** // Учебно-тренировочные материалы для подготовки учащихся./ Г. С. Калинова, А. Н. Мягкова, В. З. Резникова. – М.: Интеллект-Центр, 2007
5. **Франк-Каменецкий М. Д.** – Самая главная молекула. – М.: Библиотечка «Квант», вып. 25, 1983
6. **Э. Рис, М. Стернберг.** – От клеток к атомам. – М.: «Мир», 1988
7. **Воротынцева Л. В.** – Статья № 556195 Урок биологии «Нуклеиновые кислоты» // Фестиваль педагогических идей «Открытый урок» 2008/2009 – ИД «Первое сентября»