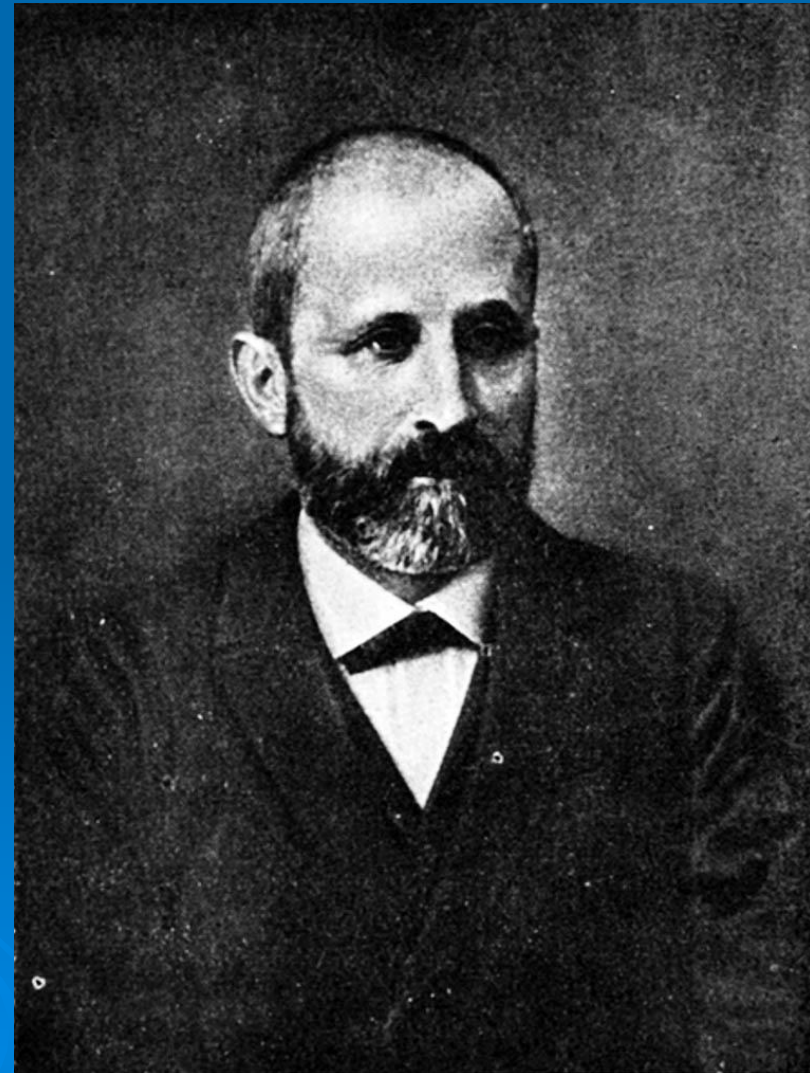


# НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

# Фридрих Мишер

- Открытие нуклеиновых кислот связано с работой **Фридриха Мишера**, который в **1869 г.** обнаружил в ядрах клеток фосфорсодержащее вещество, не разрушающееся протеолитическими ферментами. Он назвал это вещество **«нуклеин»**, а позднее свободный от белка остаток «нуклеина» был назван им **«нуклеиновой кислотой»**
- В конце 19 века **Альбрехт Коссель** путем гидролиза выделил мономеры нуклеиновых кислот: **аденин и гуанин**, а чуть позже – **тимин и цитозин**



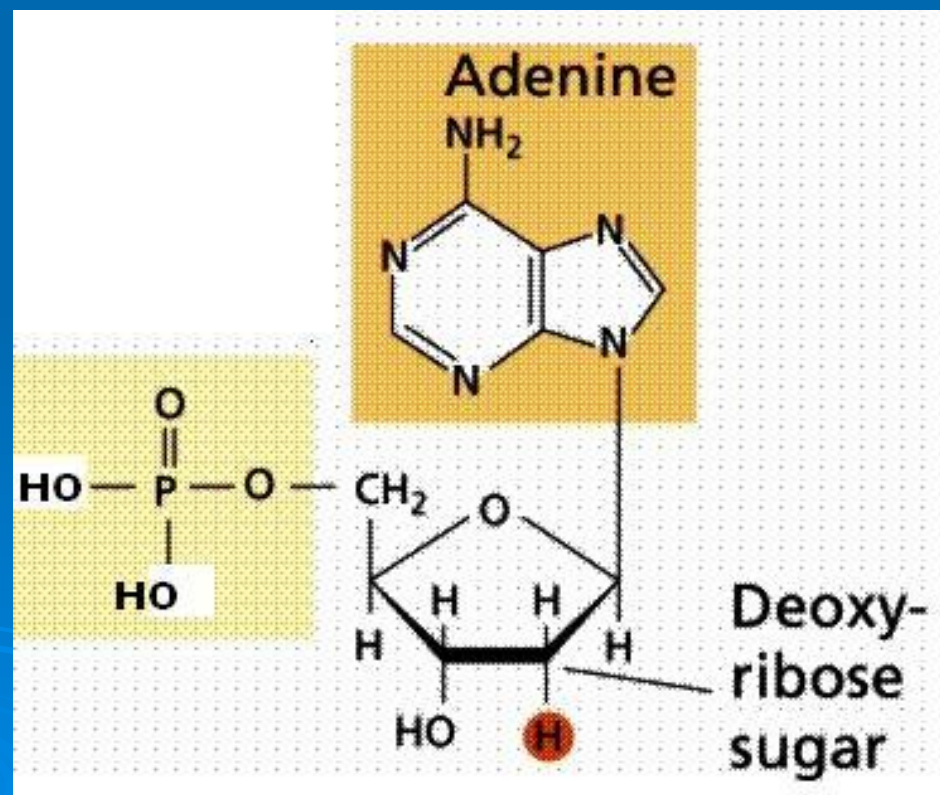
В начале 20 века **Петр Левен** (США) установил, что в состав НК входят углеводы, азотистые основания и остаток фосфорной кислоты, которые соединены вместе в виде нуклеотида.

Каждый нуклеотид состоит из трех компонентов:

- азотистого основания (А, Г, Т, Ц – ДНК; А, Г, У, Ц – РНК)
- углевода (дезоксирибоза или рибоза)
- остатка фосфорной кислоты.
- Различие в названиях нуклеиновых кислот объясняется тем, что молекула ДНК содержит углевод **дезоксирибозу**, а молекула РНК – **рибозу**.



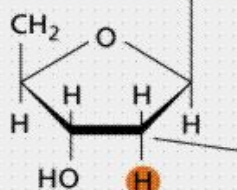
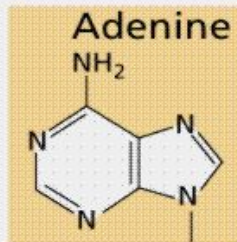
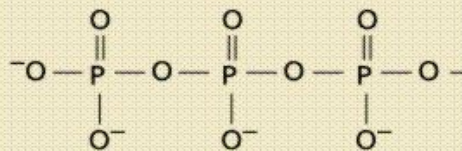
Строение нуклеотида ДНК



# Нуклеотиды

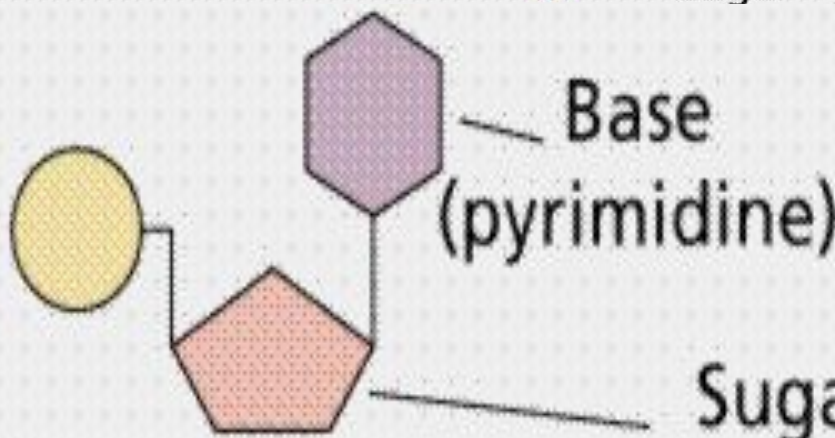
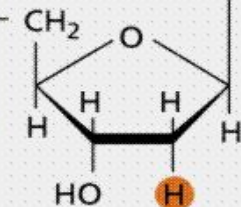
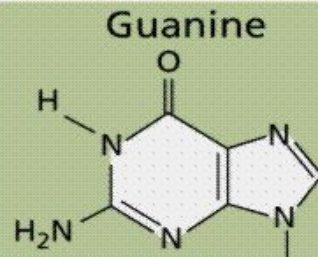
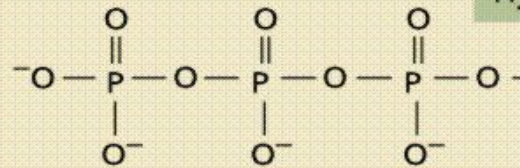
Deoxy-ATP  
(deoxyadenosine triphosphate)

Phosphate groups

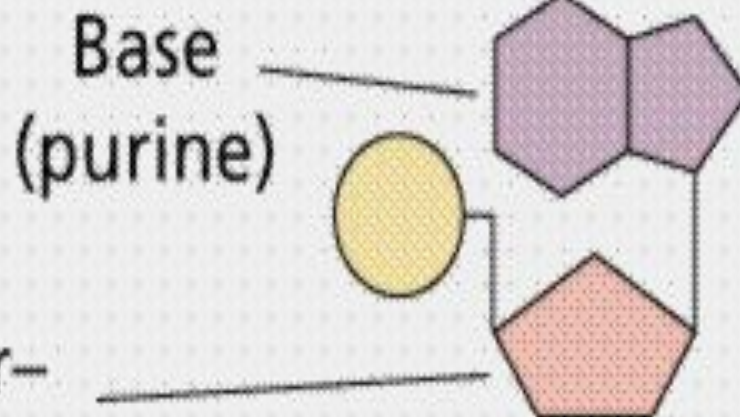


Deoxy-ribose sugar

Deoxy-GTP  
(deoxyguanosine triphosphate)



(a) Nucleotide



(b) Nucleotide

# 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.**

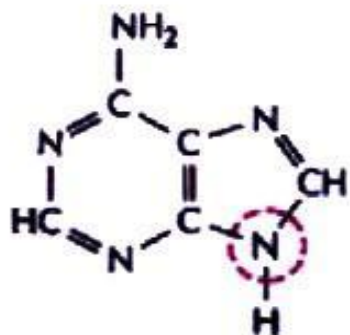


Данное строение подтверждается продуктами ступенчатого гидролиза нуклеиновых кислот.

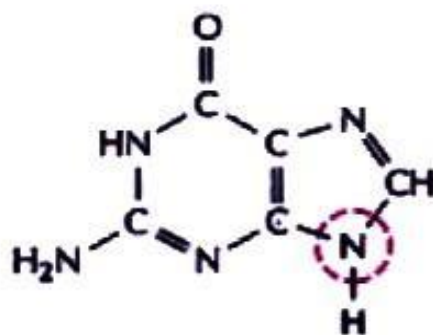


Петр Левин установил, что НК являются полимерами, мономерами которых являются «нуклеотиды», соединенные между собой в цепь фосфодиэфирными связями 3' - 5'.

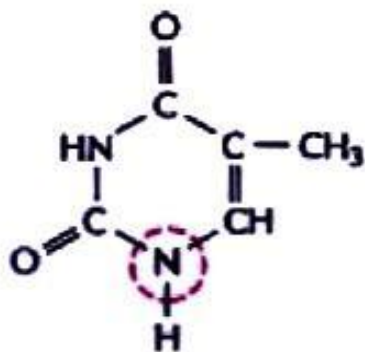
К пуриновым основаниям нуклеотидов относятся: аденин и гуанин, а к пиримидиновым – тимин, урацил (РНК) и цитозин.



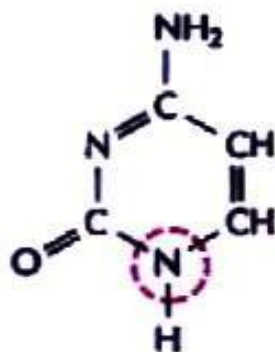
аденин



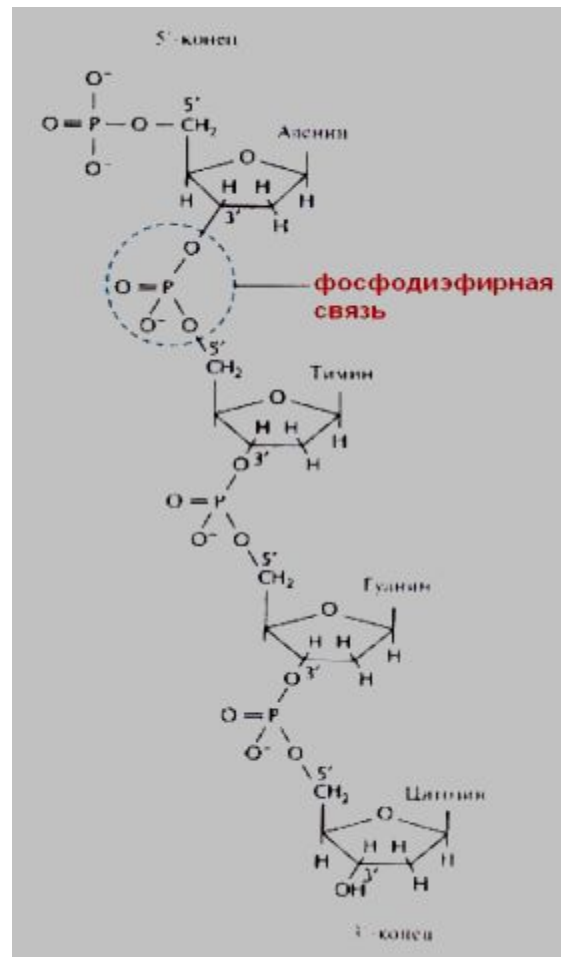
гуанин



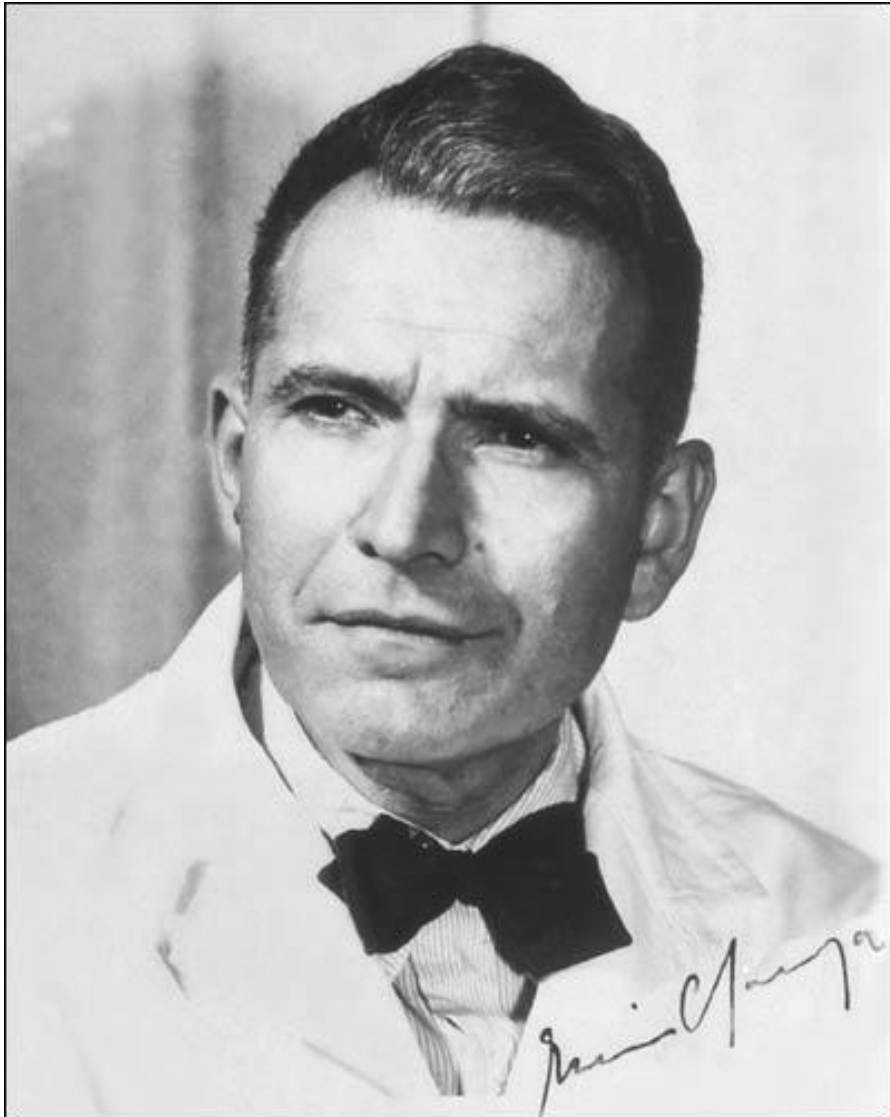
ТИМИН



ЦИТОЗИН

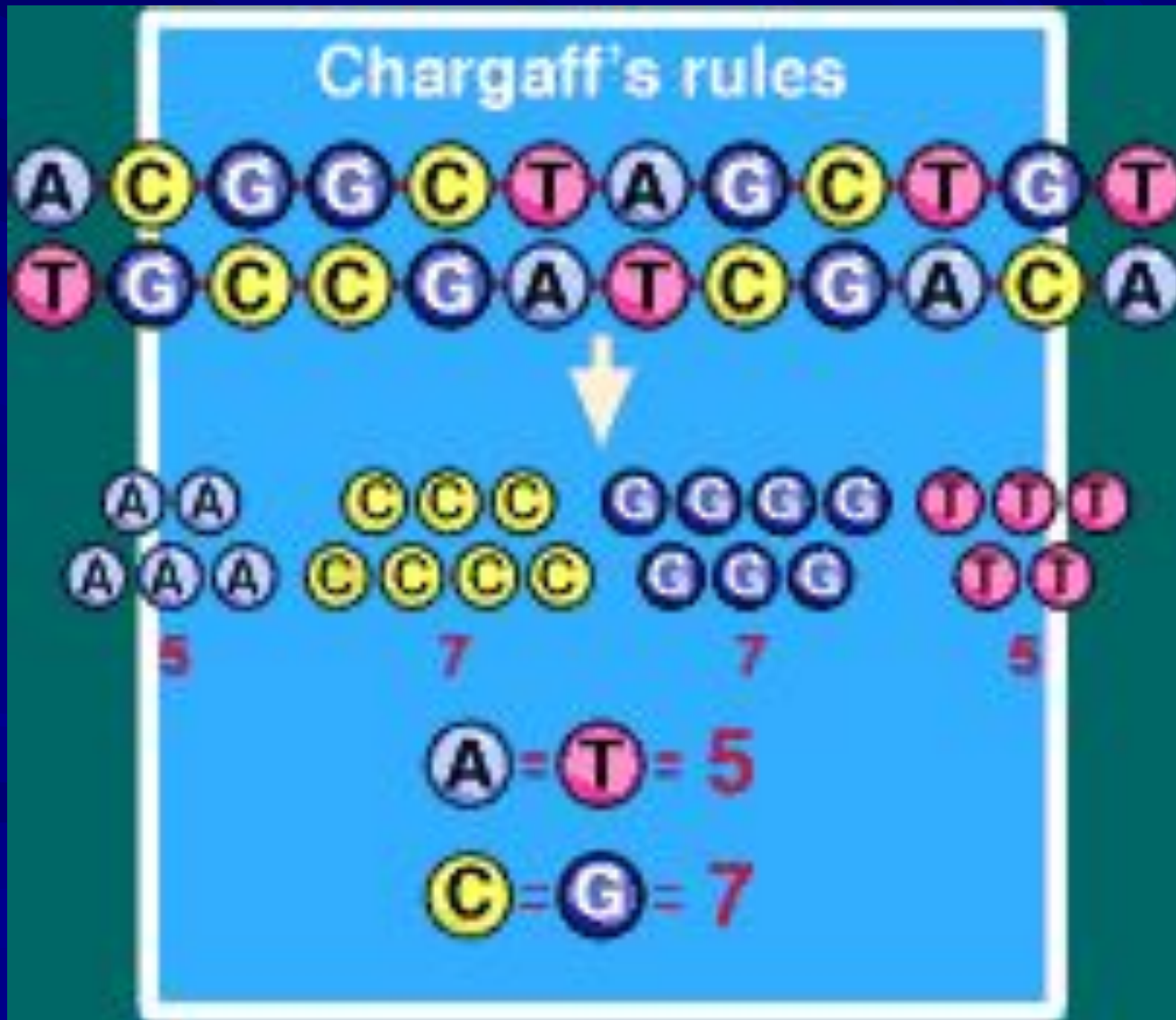


# Эрвин Чаргафф



- Эрвин Чаргафф в 1947-50 гг. установил соотношение азотистых оснований в ДНК (правило Чаргаффа):
  1. Число молекул А = Т, а Ц = Г.
  2. Количество пуринов = количеству пиримидинов.
  3. количество оснований с 6-аминогруппой = количеству оснований с 6-кетогруппами.
- Однако объяснить эту странность он не мог.
-

# Правила Чаргаффа



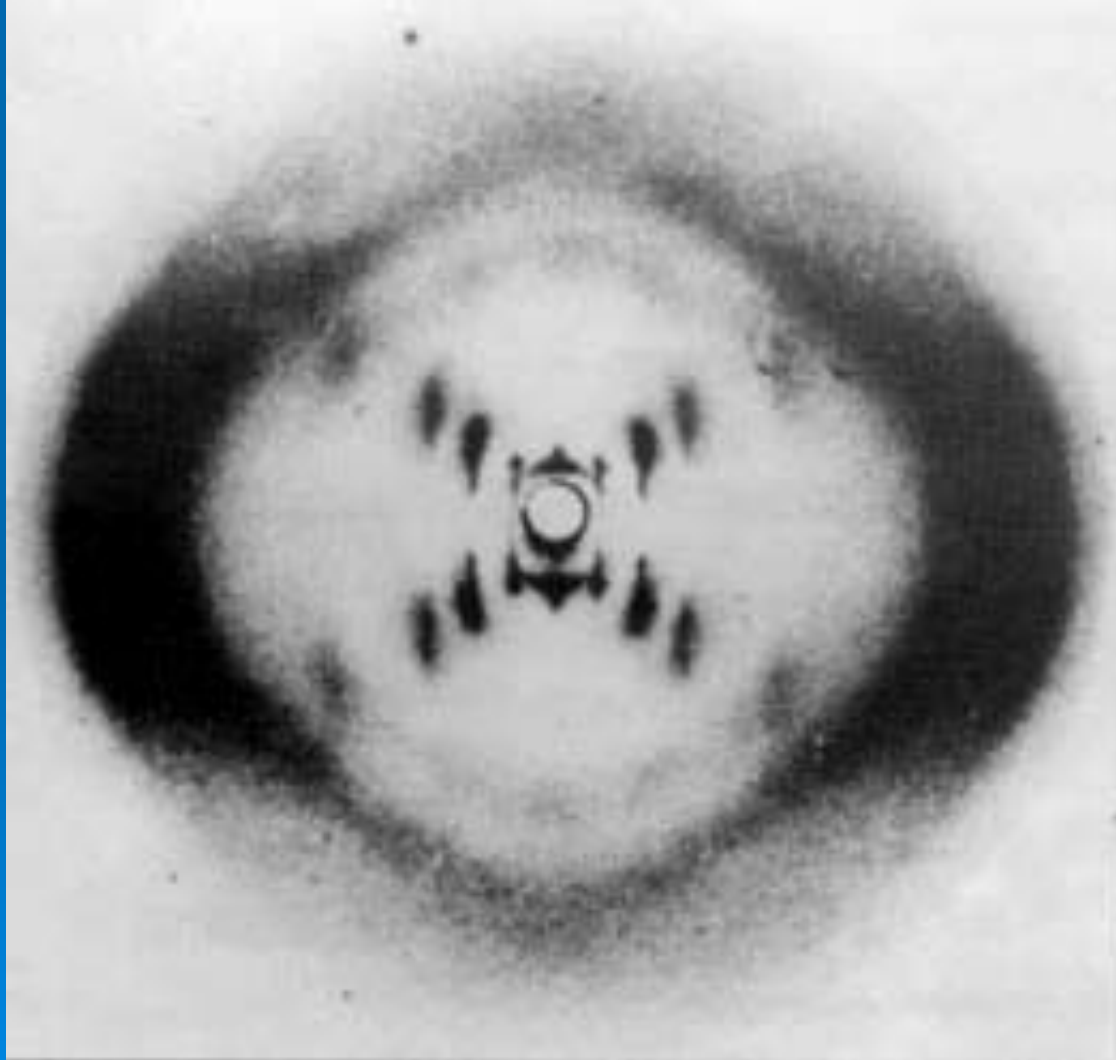


# Розалинда Франклин



- **Создание модели ДНК было подготовлено работами английских биофизика Мориса Уилкинса и биохимика Розалинды Франклин, которые получили высококачественные рентгенограммы ДНК, позволившие увидеть четкий крестообразный рисунок – знак двойной спирали. Они установили, что нуклеотиды располагаются друг от друга на расстоянии 0,34 нм и на один виток приходится 10 нуклеотидов, а диаметр ДНК равен 2 нм.**

# Рентгеновский снимок двойной спирали ДНК



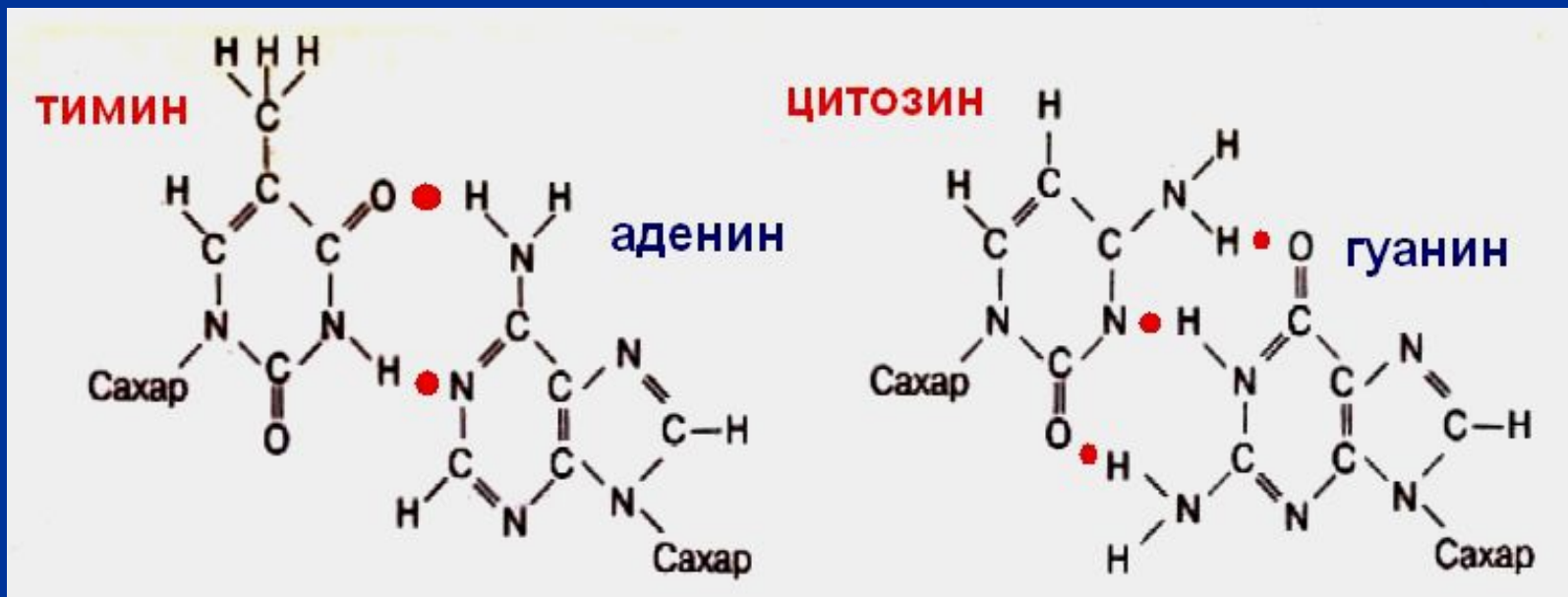
# Джеймс Уотсон (п) и Френсис Крик (л) у построенной ими модели ДНК



Модель ДНК создана в **1953г.** американским биологом **Джеймсом Уотсоном** и английским физиком **Френсисом Криком.**

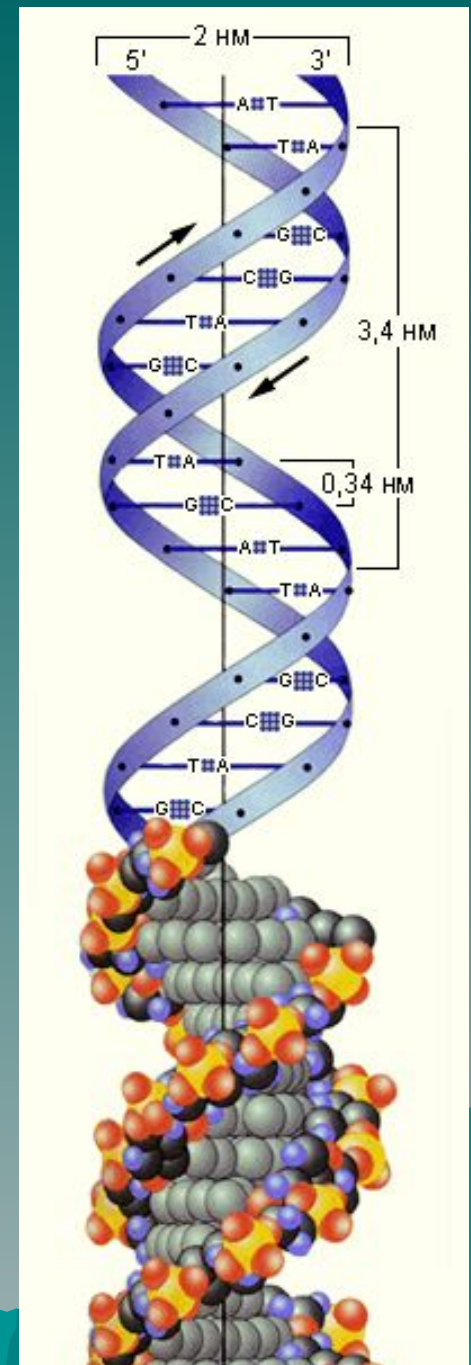
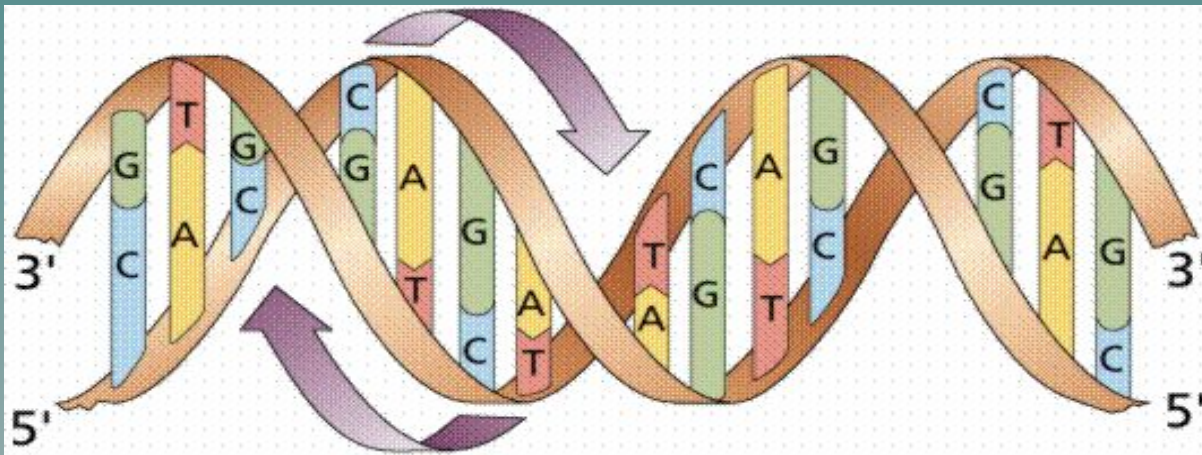
Изучив все данные о структуре ДНК, они пришли к выводу, что углеводно-фосфатная часть нуклеотидов находится на периферии, а азотистые основания – в середине и между основаниями разных цепей образуются водородные связи.

При образовании двойной спирали ДНК азотистые основания одной цепи располагаются в строго определенном порядке против азотистых оснований другой. При этом обнаруживается важная закономерность: против **аденина** одной цепи всегда располагается **тимин** другой цепи, против **гуанина** – **цитозин**, и наоборот. **Пары нуклеотидов аденин и тимин, а также гуанин и цитозин строго соответствуют друг другу и являются комплементарными друг другу.** Между аденином и тиминем всегда возникает **две**, а между гуанином и цитозином – **три водородные связи**.

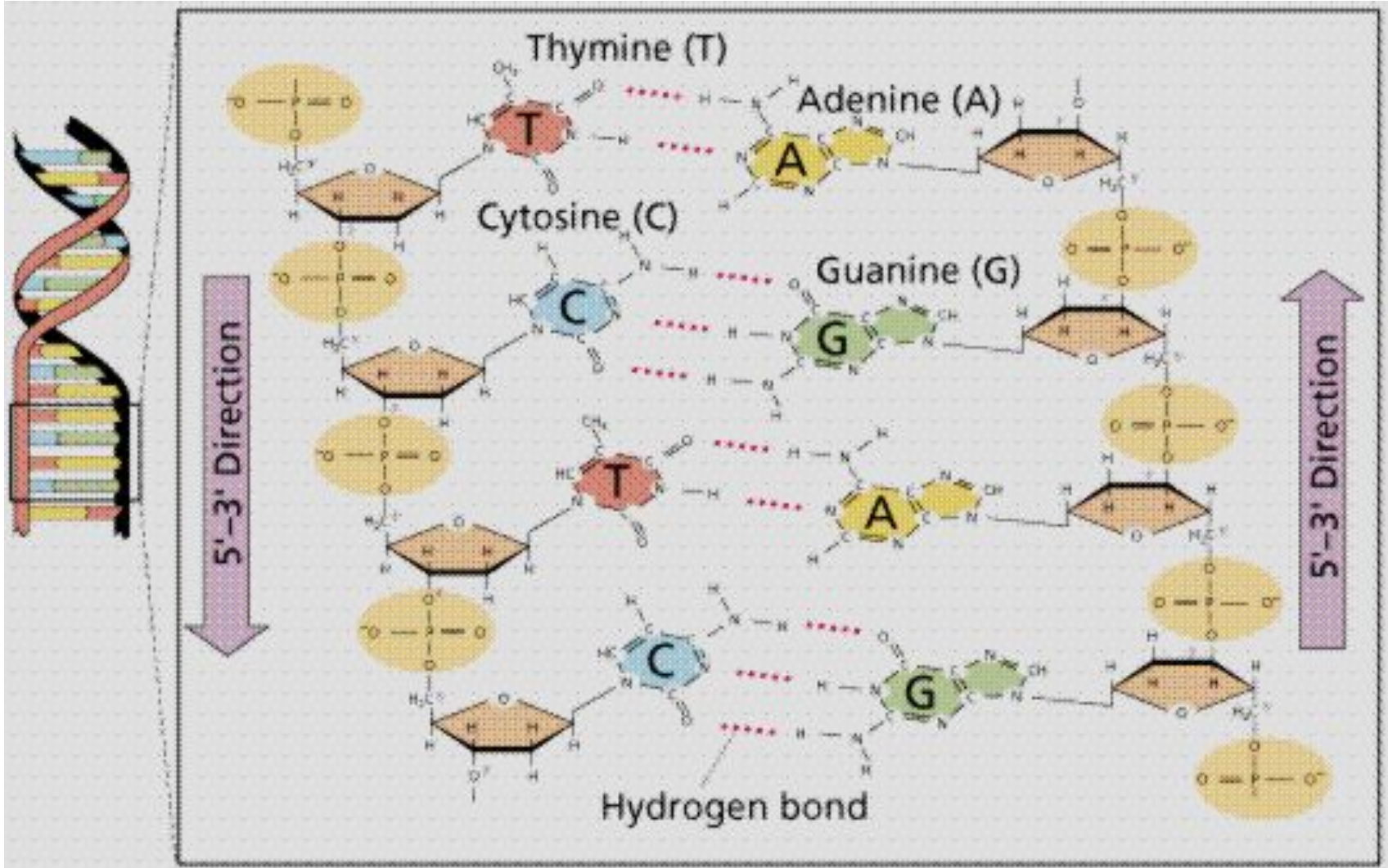


У всякого организма число **адениловых** нуклеотидов равно числу **тимидиловых**, а число **гуаниловых** – числу **цитидиловых**. **A = T**      **G = C**

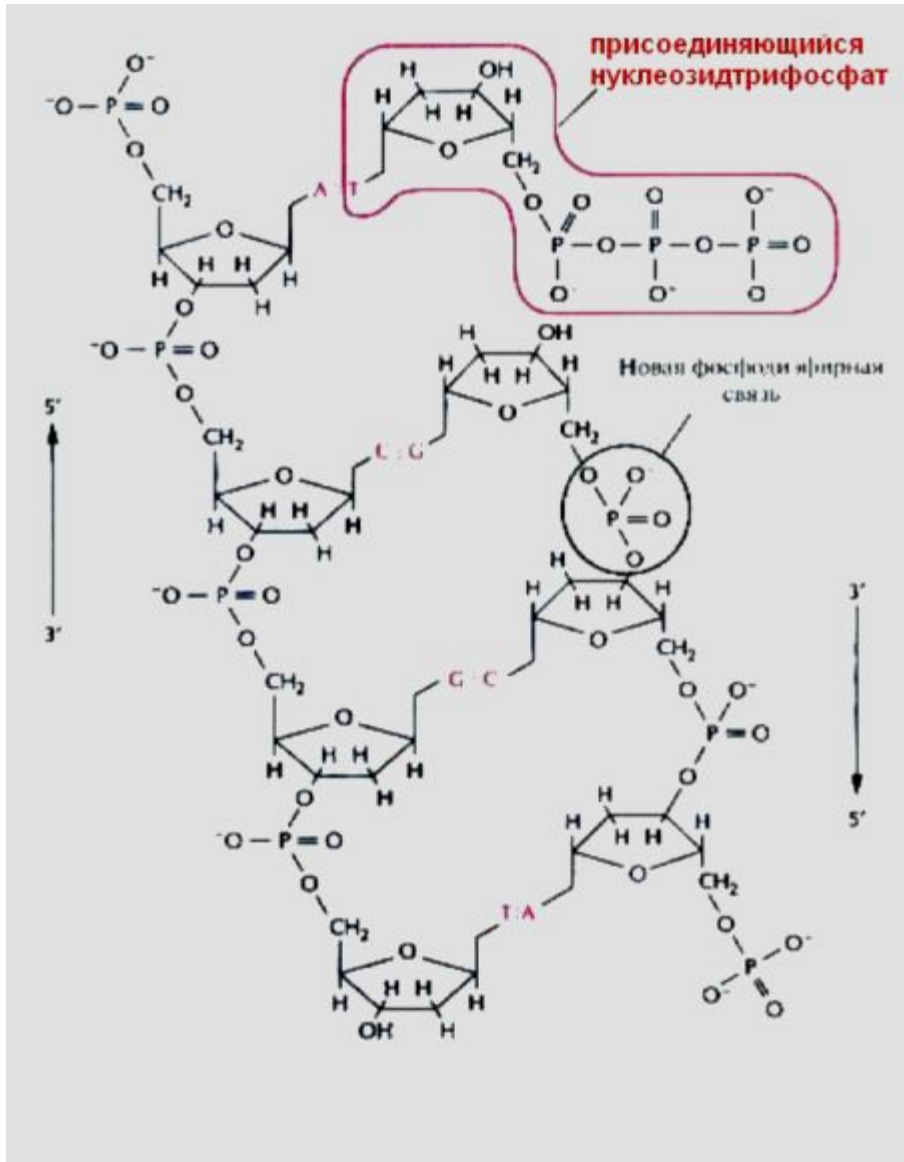
- Молекула ДНК имеет сложное строение. Она состоит из **двух спирально закрученных нитей**, которые по всей длине соединены друг с другом водородными связями.
- Каждая цепь закручена в спираль вправо, и обе цепи свиты вместе, образуя двойную спираль. Шаг спирали составляет **3,4 нм (по 10 пар оснований в витке)**, а диаметр витка – 2 нм. Фосфатные группировки находятся снаружи спирали, а азотистые основания – внутри.



# Двойная цепь



# ОБРАЗОВАНИЕ ДВОЙНОЙ СПИРАЛИ

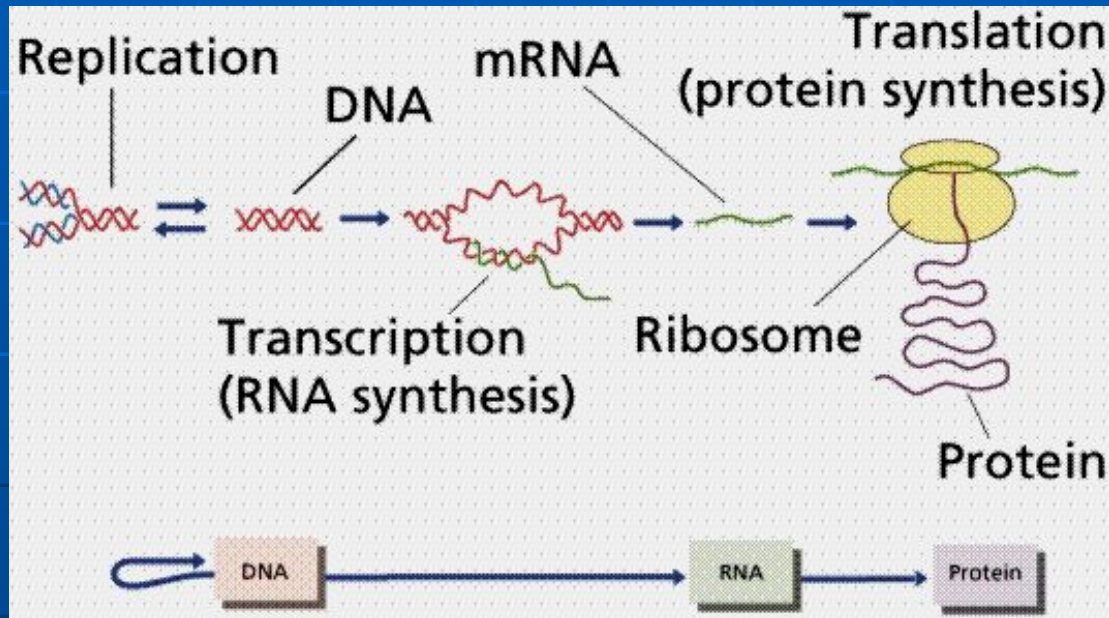


- Цепи, будучи полярными, являются **антипараллельными: 5' - 3' и 3' - 5'**. Синтез второй цепи происходит за счет присоединения комплементарных нуклеозидтрифосфатов. Энергия, полученная от отщепления двух остатков фосфорной кислоты, идет на образования диэфирной и водородной связей.

# ЦЕНТРАЛЬНАЯ ДОГМА БИОЛОГИИ

Ген – матрица для синтеза и-РНК, а и-РНК матрица для синтеза белка.

Матричный характер реакций самоудвоения молекул ДНК, синтеза и-РНК, белка – основа передачи наследственной информации от гена к признаку, которая определяется молекулами белка. Многообразие белков, их специфичность, многофункциональность – основа формирования различных признаков у организма, реализации заложенных в генах наследственной информации.



Наследственная информация передается путем репликации (самоудвоения) молекулы ДНК. В основе действия гена в процессе развития организма лежит его способность через посредство РНК определять синтез белков.



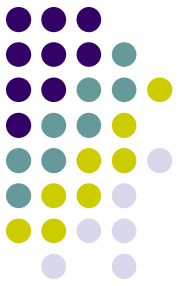
# Георгий Гамов



- Постановка проблемы генетического кода и теоретическое рассмотрение некоторых возможных его вариантов принадлежит Георгию Гамову (США). В 1954 г. он предположил, что 20 аминокислот могут быть закодированы **триплетами (кодонами)**- 3 нуклеотидами из 4 возможных. Всего таких кодов может быть  $(4 \times 4 \times 4) = 64$ , поэтому одну аминокислоту могут кодировать несколько кодонов.



# Маршалл Ниренберг и Генрих Маттеи



- **Окончательную расшифровку генетического кода (соответствие между кодоном и аминокислотой) осуществили американские биохимики М. Ниренберг и Г. Маттеи. В 1961 г. они установили, что 20 аминокислот кодируют 61 триплет, а 3 т.н. «стоп-кодона» определяют окончание синтеза полипептидной цепи. Кодон АУГ определяет начало синтеза полипептидной цепи.**

## Генетический код

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У (А)	Ц (Г)	А (Т)	Г (Ц)	
У (А)	Фен Фен Лей Лей	Сер Сер Сер Сер	Тир Тир — —	Цис Цис — Три	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
Ц (Г)	Лей Лей Лей Лей	Про Про Про Про	Гис Гис Гли Гли	Арг Арг Арг Арг	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
А (Т)	Иле Иле Иле Мет	Тре Тре Тре Тре	Асп Асп Лиз Лиз	Сер Сер Арг Арг	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
Г (Ц)	Вал Вал Вал Вал	Ала Ала Ала Ала	Асп Асп Глу Глу	Гли Гли Гли Гли	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)

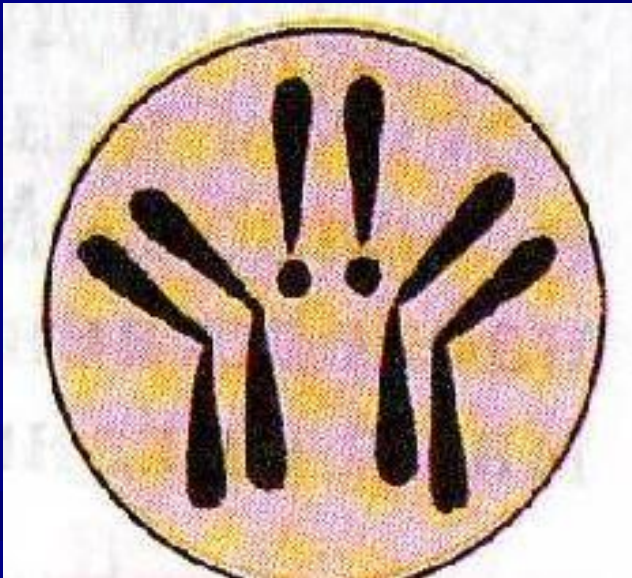
Для расшифровки генетического кода первую букву триплета находят в левом вертикальном столбце, вторую букву – в верхней горизонтальной строке, а третью букву в правом вертикальном столбце. На пересечении линий, идущих от всех трех нуклеотидов, и находится искомая аминокислота.

# Наследственная структура ДНК

## ДНК

↓  
**ген** (участок мол. ДНК, содержащий информацию о строении одного белка)

↓  
**Триплет (кодон)** – три нуклеотида кодируют одну аминокислоту (АУГ – метионин, ГЦУ – аланин и т.д.)



Набор хромосом в клетках дрозофилы

Поскольку в соматических клетках организма содержится двойной (диплоидный) набор гомологичных хромосом по одному от каждой родительской особи, следовательно, и генов, определяющих развитие каждого признака в клетке, по два. Они располагаются в строго определенных участках гомологичных хромосом – **локусах**.

**Гены, ответственные за развитие какого-то признака и лежащие в одних и тех же локусах гомологичных хромосом, называются аллельными или аллелью.**

# РНК (рибонуклеиновая кислота)

Молекула РНК в отличие от ДНК представляет собой одиночную цепочку нуклеотидов, которая значительно короче, чем ДНК. Однако общая масса в клетке больше, чем ДНК. Молекулы РНК имеются в ядре и в цитоплазме.

Известны три основных типа РНК: **информационные – иРНК**; **рибосомные – рРНК**; **транспортные – тРНК**, которые различаются формой, размерами и функциями молекул. Главная их функция – участие в биосинтезе белка.

Молекула РНК, как и молекула ДНК, состоит из четырех типов нуклеотидов, три из которых содержат такие же азотистые основания, как и нуклеотиды ДНК (А, Г, Ц). Однако **в состав РНК вместо азотистого основания тимина входит другое азотистое основание – урацил (У)**. Таким образом, в состав нуклеотидов молекулы РНК входят азотистые основания: А, Г, Ц, У. Кроме того, вместо углевода дезоксирибозы в состав РНК входит рибоза.

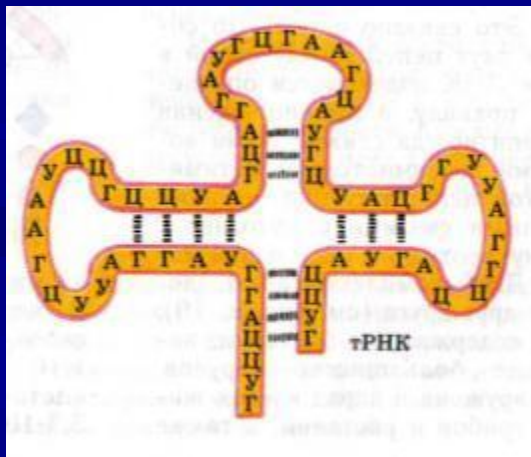
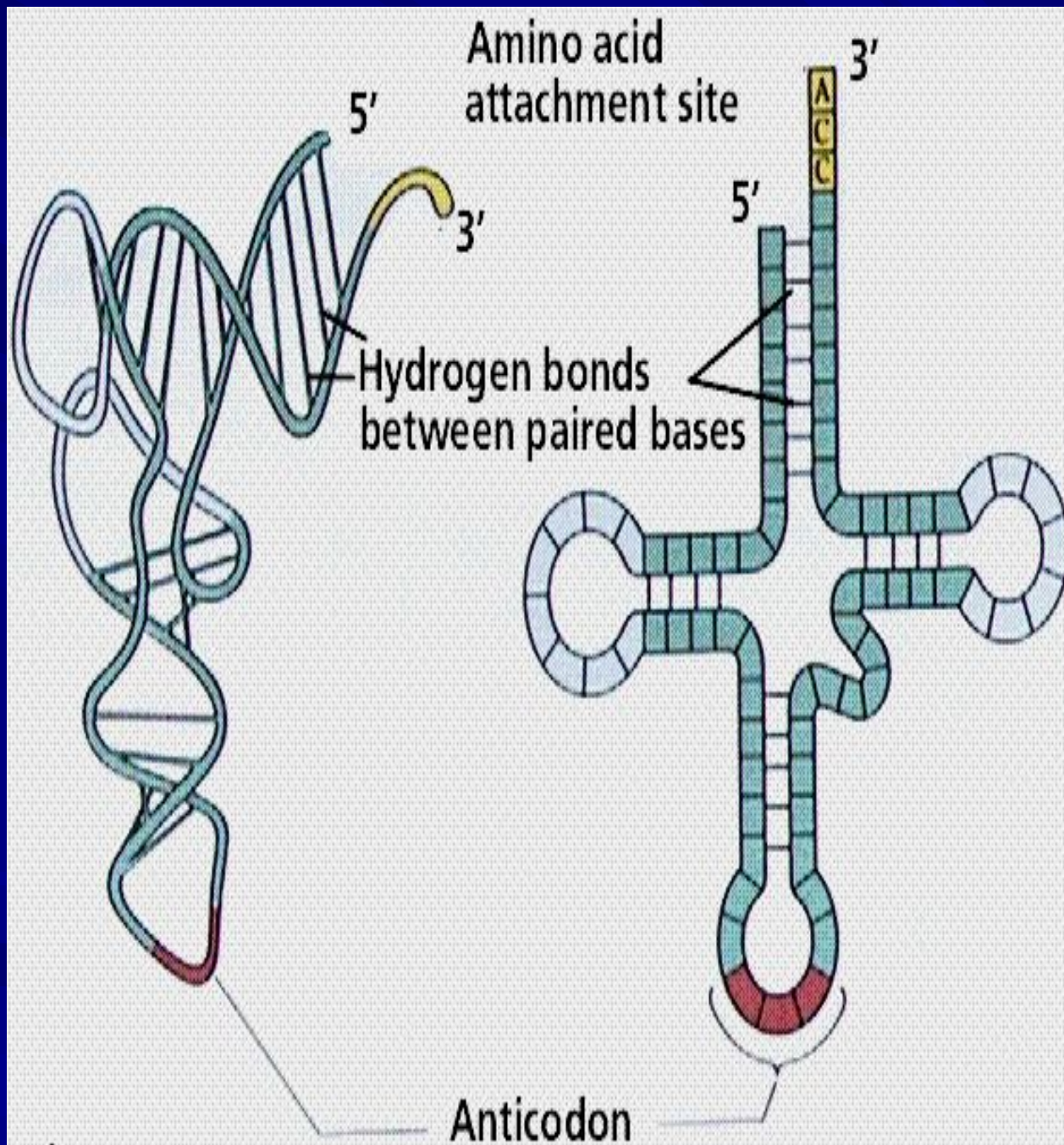


Схема строения нуклеотидов РНК



Две модели тРНК

# Виды РНК

- **Информационная РНК, матричная (и-РНК)** несёт информацию о первичной структуре белка из ядра в цитоплазму, состоит из 300-30000 нуклеотидов, занимает 5% от общего количества РНК в клетке
- **Транспортная РНК (т-РНК)** переносит аминокислоты к рибосомам при биосинтезе белка, состоит из 76-85 нуклеотидов, занимает 10% в клетке
- **Рибосомная РНК (р-РНК)** определяет структуру рибосом, состоит из 3000-5000 нуклеотидов, занимает большую часть РНК в клетке - 80-85%
- **Митохондриальная РНК (м-РНК)**

# Сравнительная характеристика ДНК и РНК

Признаки	ДНК	РНК
Местонахождение	Ядро, митохондрии, хлоропласты	Ядрышко, рибосомы, цитоплазма, митохондрии, пластиды
Строение	Двойная правозакрученная спираль	Одинарная цепочка
Углевод мономера	Дезоксирибоза	Рибоза
Типы нуклеотидов	Аденин (А), Гуанин (Г), Тимин (Т), Цитозин (Ц).	Аденин (А), Гуанин (Г), Урацил (У), Цитозин (Ц)
Свойства	Способна к самоудвоению, стабильна	Лабильна, не способна к самоудвоению
Функция	Химическая основа гена, синтез ДНК и РНК	Информационная (и РНК), Рибосомная (р РНК), Транспортная (т РНК)



## АТФ ( аденозинтрифосфорная кислота)

В клетках всех организмов имеются молекулы АТФ.

АТФ – универсальное химическое энергетическое вещество

Молекула АТФ – это нуклеотид, состоящий из азотистого основания-аденина, углевода – рибозы и трех остатков молекул фосфорной кислоты. Каждая молекула АТФ содержит две макроэргические связи. При разрыве макроэргической связи и отщеплении с помощью ферментов одной молекулы фосфорной кислоты, освобождается **40 кДж**, а АТФ при этом превращается в АДФ – аденозиндифосфорную кислоту. При отщеплении еще одной молекулы фосфорной кислоты освобождается еще **40 кДж**; образуется АМФ – аденозинмонофосфорная кислота. Эти реакции обратимы, то есть АМФ может превращаться в АДФ, а АДФ – в АТФ.

