



**Красноярский государственный медицинский
университет им. проф. В.Ф.Войно-Ясенецкого**

**Кафедра биохимии с курсами медицинской,
фармацевтической и токсикологической химии**

**Тема лекции:
Нуклеиновые кислоты. Белки**

**Ассистент кафедры,
Семенчуков Алексей Алексеевич**

2024

Нуклеиновые кислоты



Нуклеиновые кислоты – это биологические полимеры, состоящие из нуклеотидов, соединенных ***3'-5'- фосфодиэфирной связью***.

Существует 2 вида нуклеиновых кислот:

- Дезоксирибонуклеиновая кислота (**ДНК**)
- Рибонуклеиновая кислота (**РНК**)

Функция ДНК:

- ✓ хранение и передача наследственной информации (о чём?) в процессе жизнедеятельности клетки.

Функция РНК:

- мРНК – участие в реализации наследственной информации (транскрипция + трансляция)
- тРНК – транспорт аминокислот в процессе трансляции
- рРНК – формирование структуры рибосомы, участие в процессе трансляции

Нуклеиновые кислоты состоят из нуклеотидов!

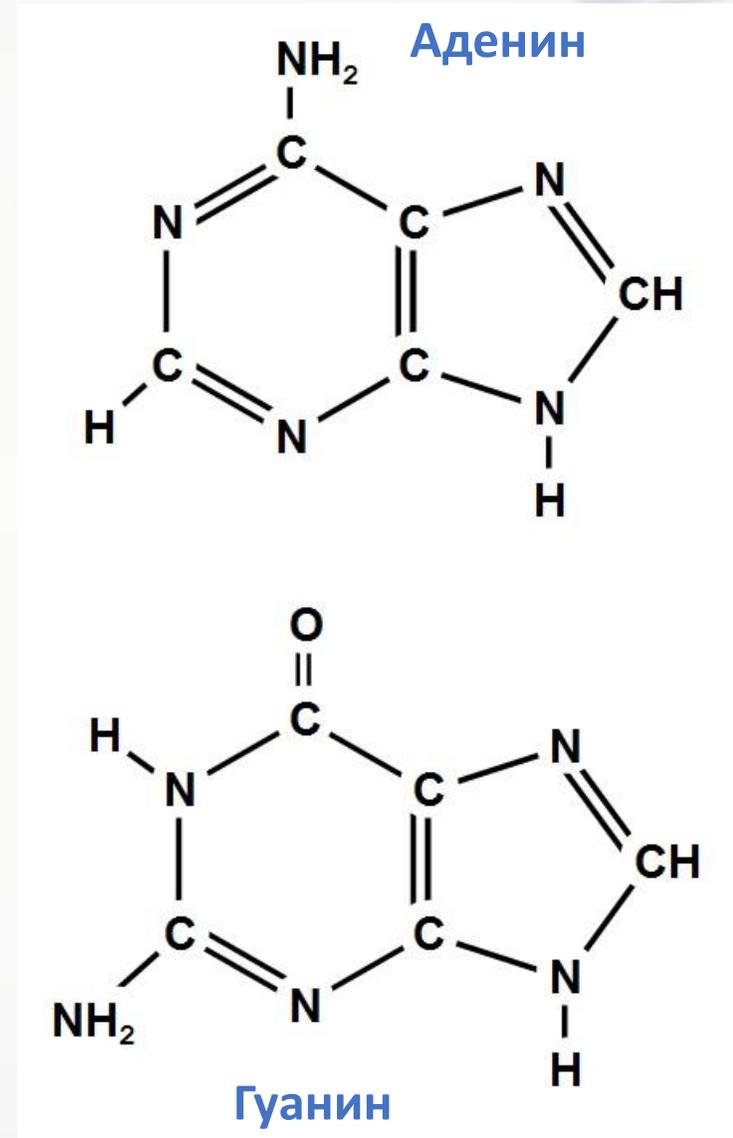
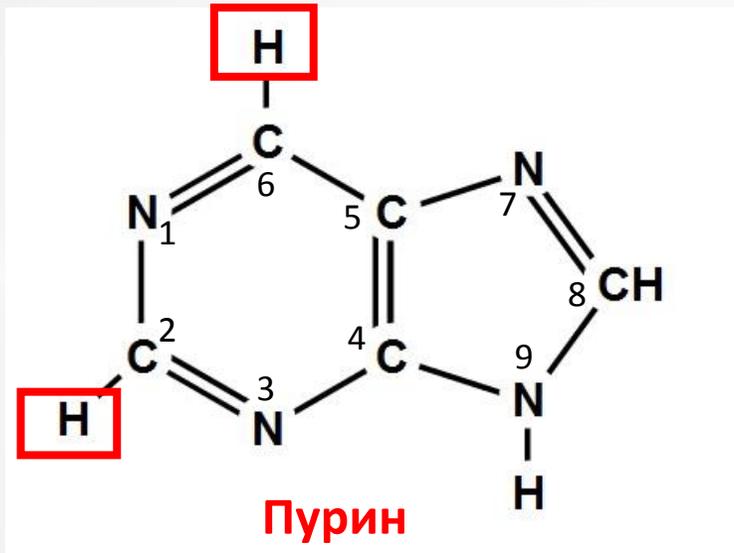
Состав нуклеотидов:

- Азотистые основания
- Рибоза *или* дезоксирибоза (пентозы, т. н. «сахара»)
- Фосфорная кислота

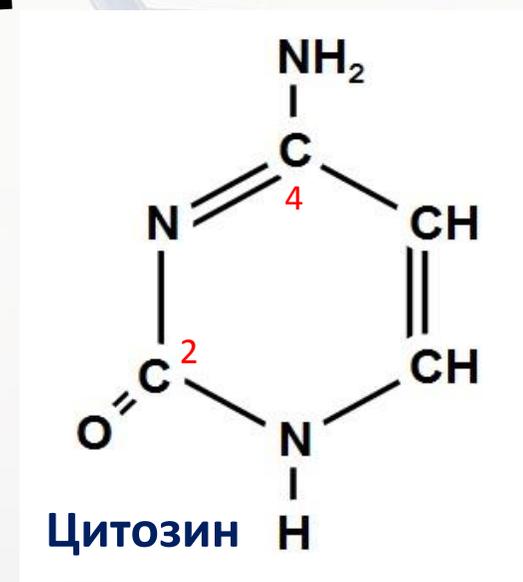
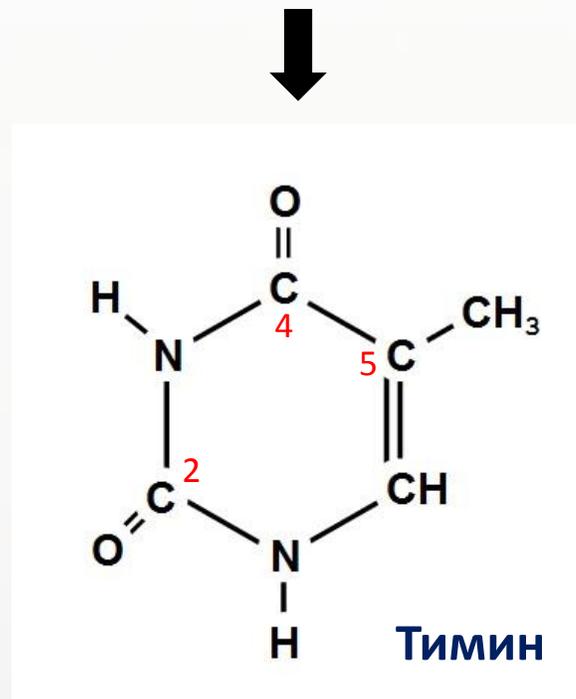
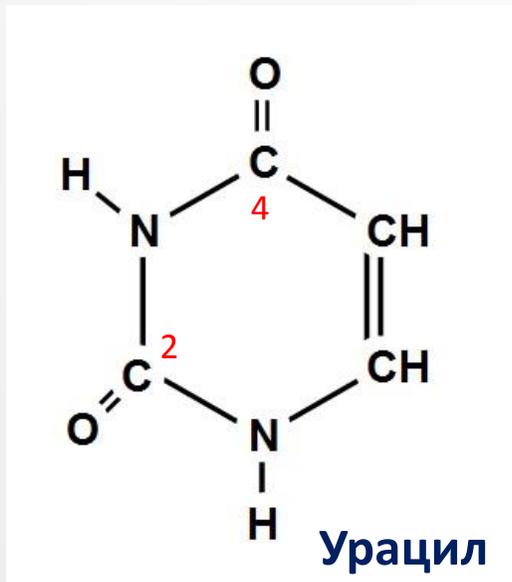
Азотистые основания бывают 2-ух видов:

1. Пуриновые
2. Пиримидиновые

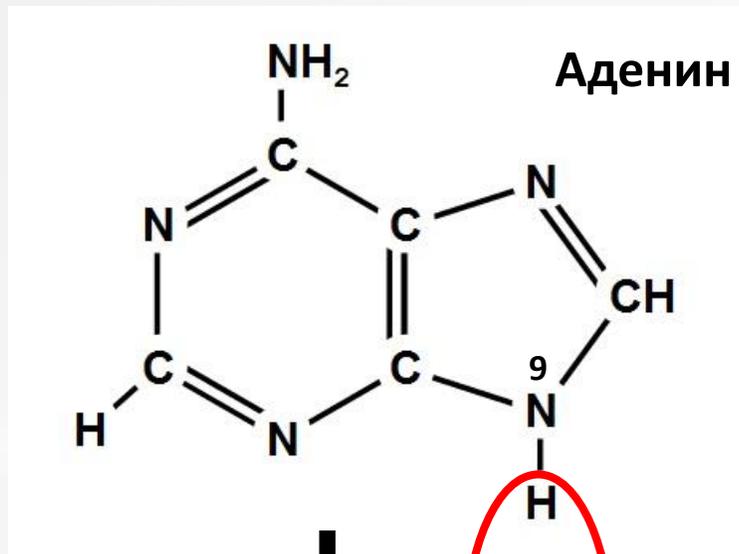
Пуриновые азотистые основания



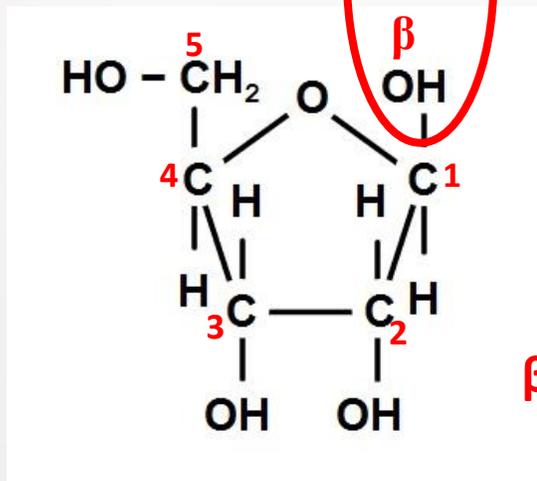
Пиримидиновые азотистые основания



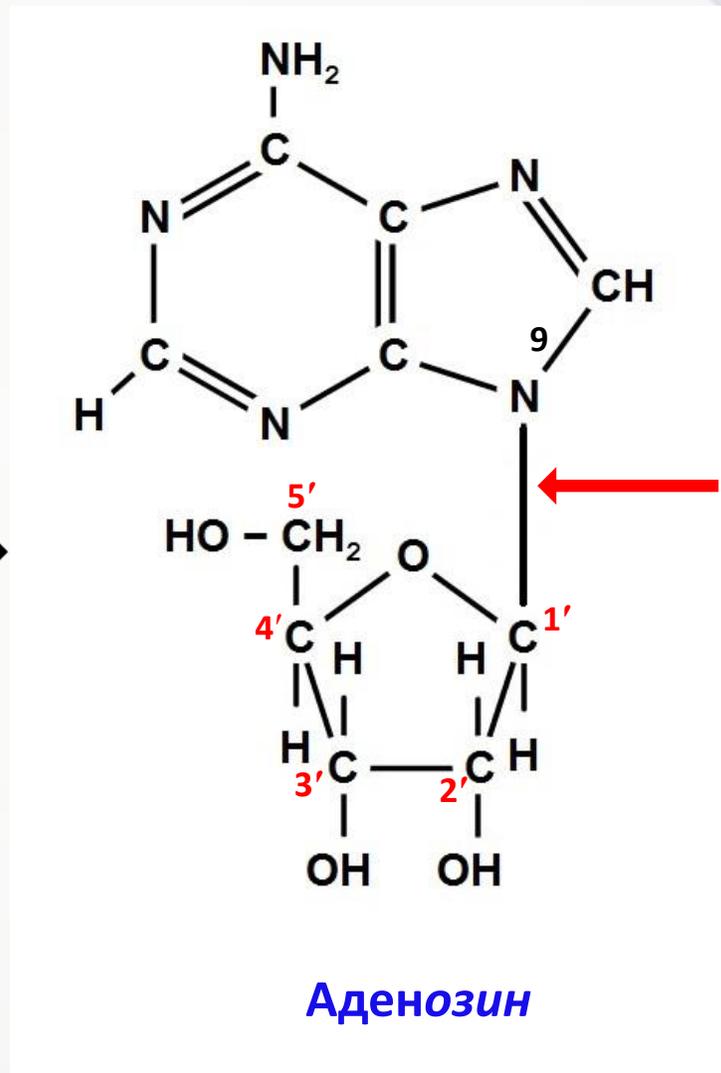
Нуклеозиды – продукты конденсации азотистых оснований и рибозы или дезоксирибозы.



+

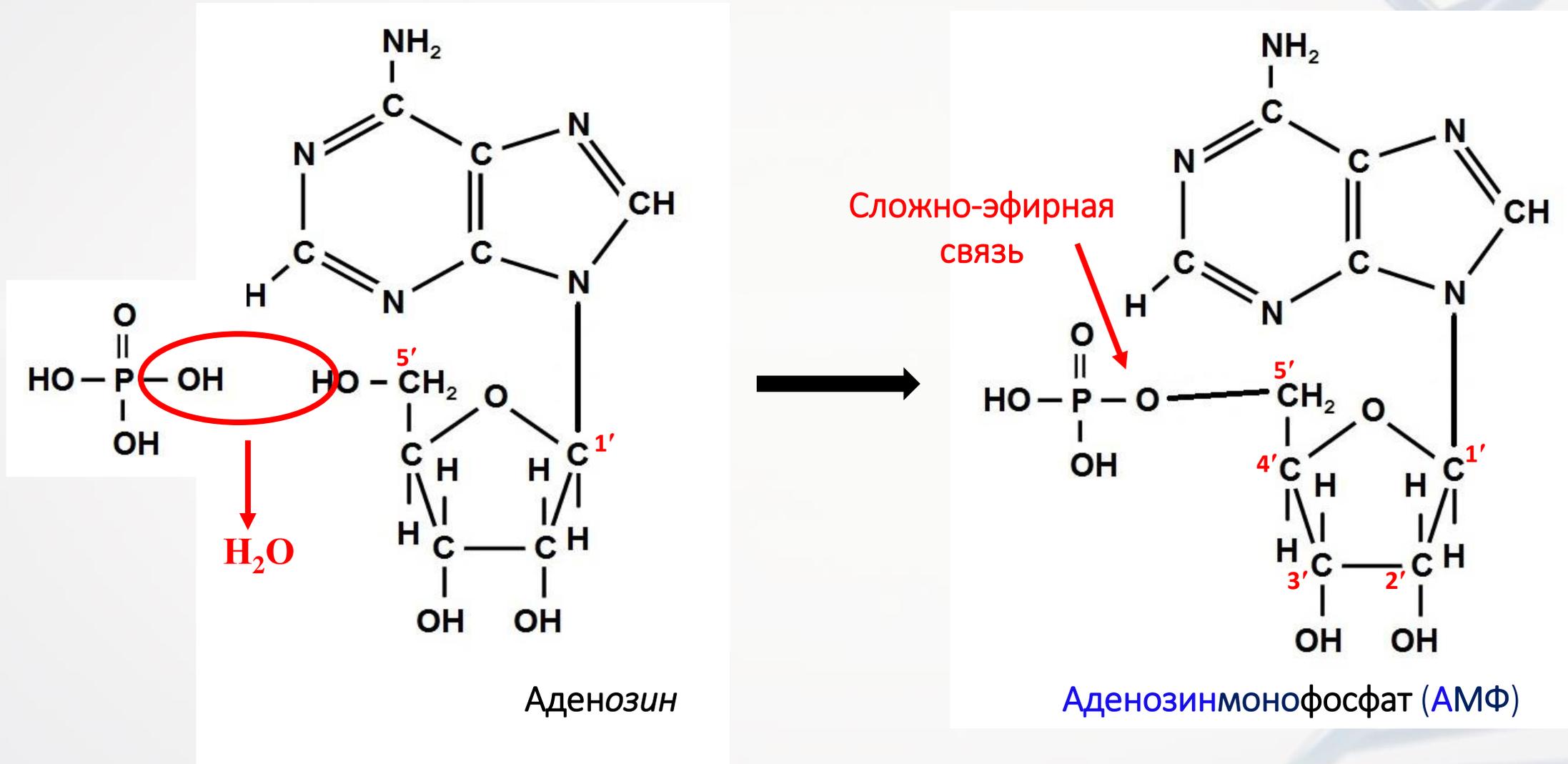


→ H₂O



β-N-гликозидная
связь

Нуклеотиды – продукты конденсации нуклеозидов и фосфорной кислоты, т. е. это эфиры нуклеозидов и фосфорной кислоты (**нуклеозидфосфаты**).



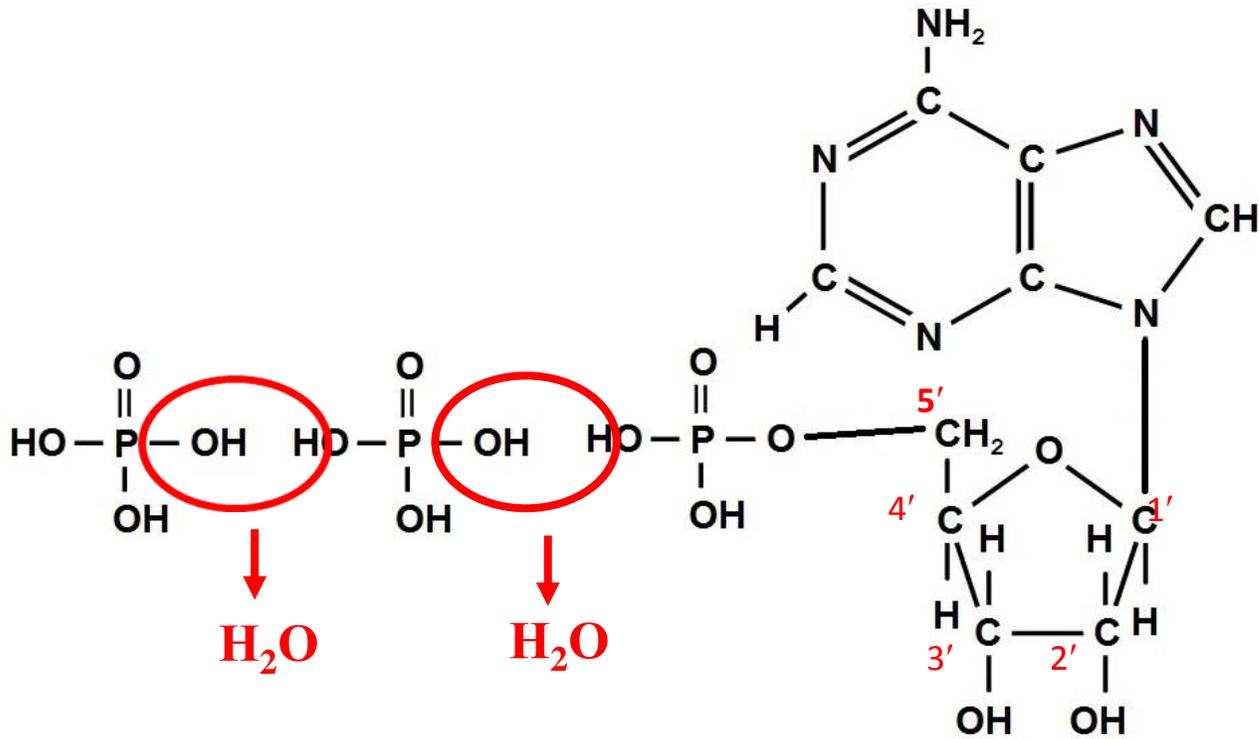
Номенклатура

| Азотистое основание | Нуклеозид | Нуклеотид |
|---------------------|------------------|------------------------------------|
| Аденин | Аден озин | Аденозинмонофосфат (аденилат, АМФ) |
| Гуанин | Гуан озин | Гуанозинмонофосфат (гуанилат, ГМФ) |
| Цитозин | Цити идин | Цитидинмонофосфат (цитидилат, ЦМФ) |
| Урацил | Ури дин | Уридинмонофосфат (уридилат, УМФ) |
| Тимин | Тими дин | Тимидинмонофосфат (тимидилат, ТМФ) |

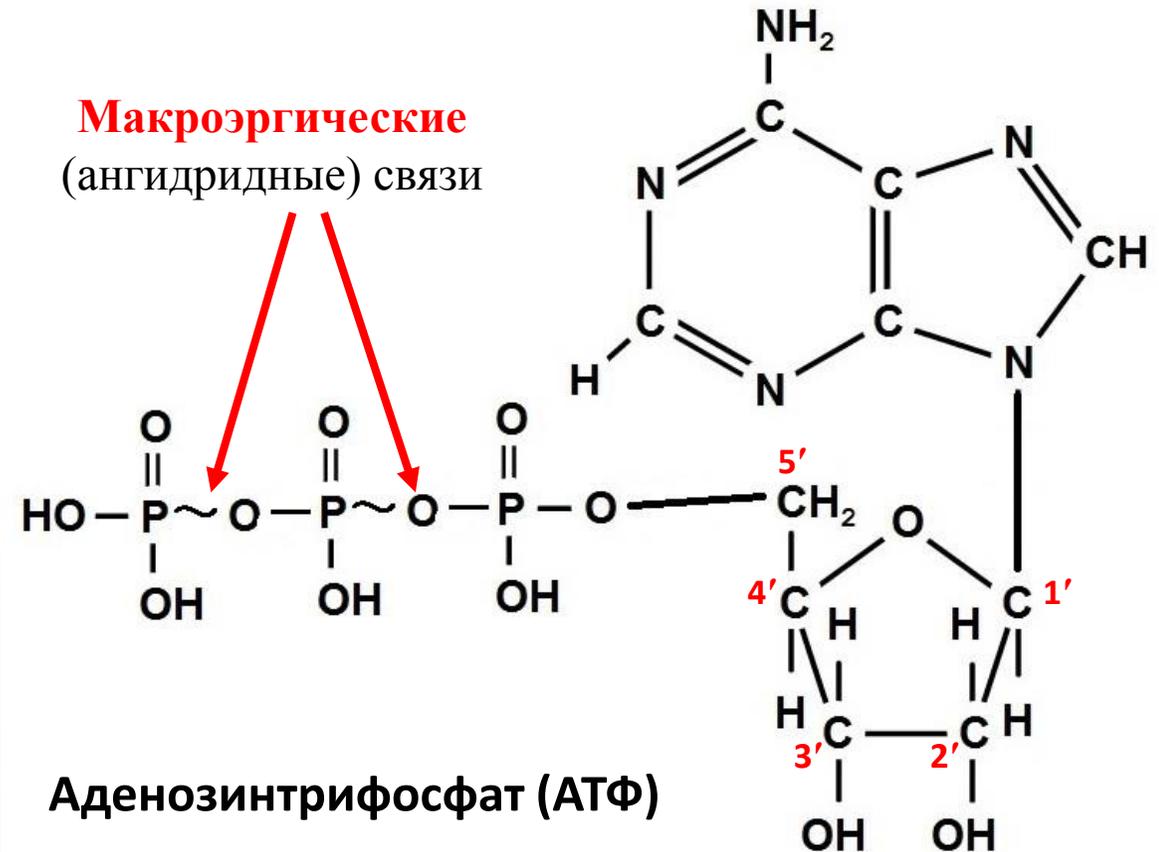
Названия нуклеозидов строят на основе тривиальных названий нуклеиновых оснований, добавляя окончание **-идин** для производных пиримидина и **-озин** для производных пурина. *Если в состав нуклеозида и нуклеотида входит дезоксирибоза, то добавляется приставка "*дезокси*". Например, дезоксиаденозинмонофосфат (дАМФ или англ. dAMP).

☺ **Исключение** составляет название "**тимидин**" (а не *дезокситимидин*), используемое для дезоксирибозида *тимина*, входящего в состав ДНК. В тех редких случаях, когда **тимин** встречается в РНК, соответствующий нуклеозид называется *риботимидином*.

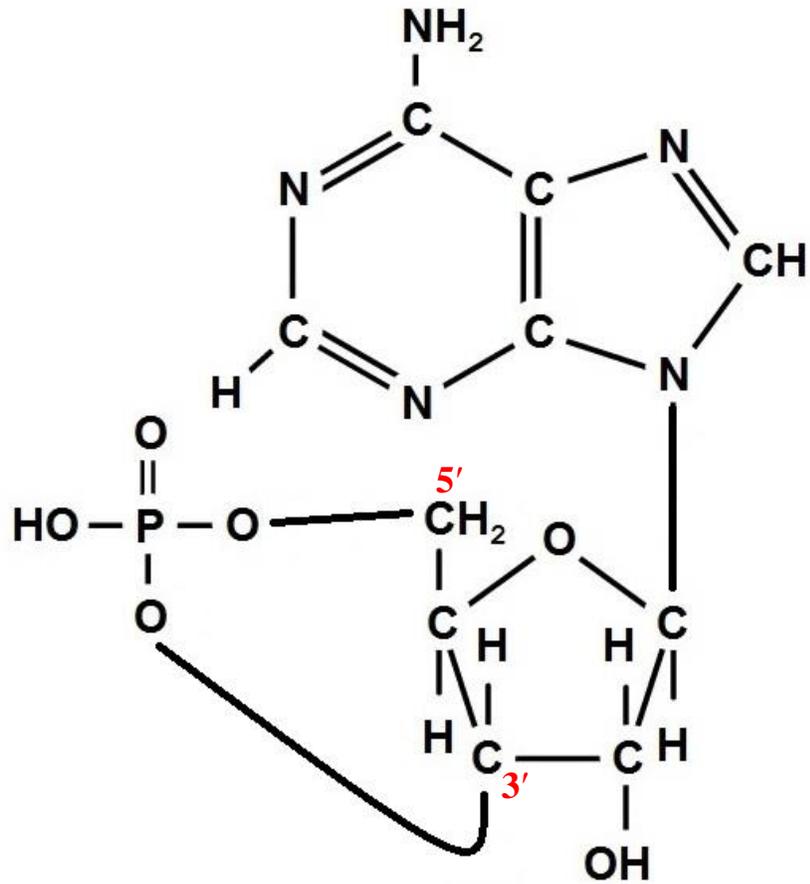
Производные нуклеотидов



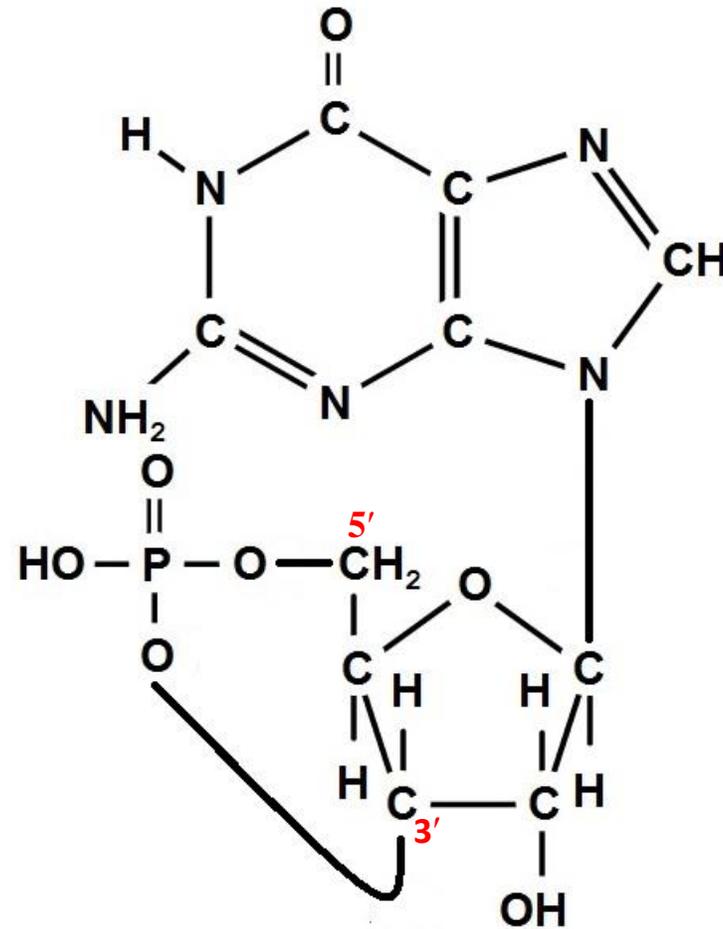
Макроэррги – соединения, содержащие богатую энергией макроэргическую связь.
Например: АТФ, ГТФ, УТФ, ЦТФ



Производные нуклеотидов



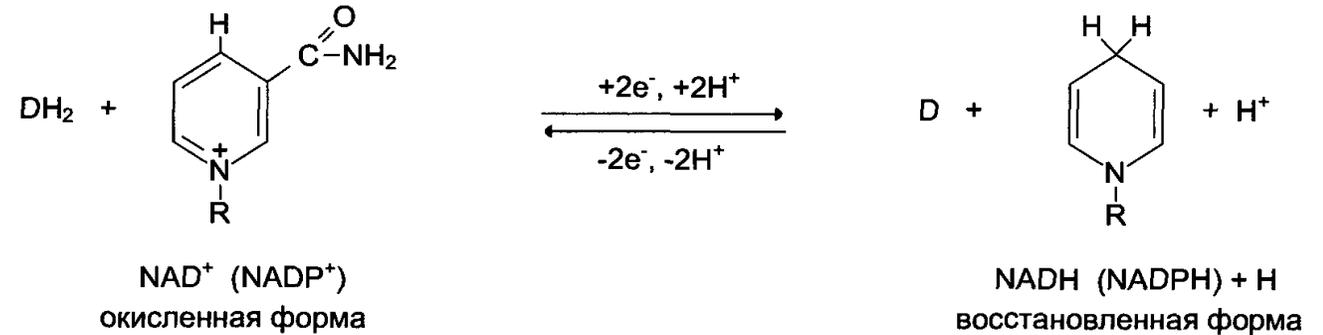
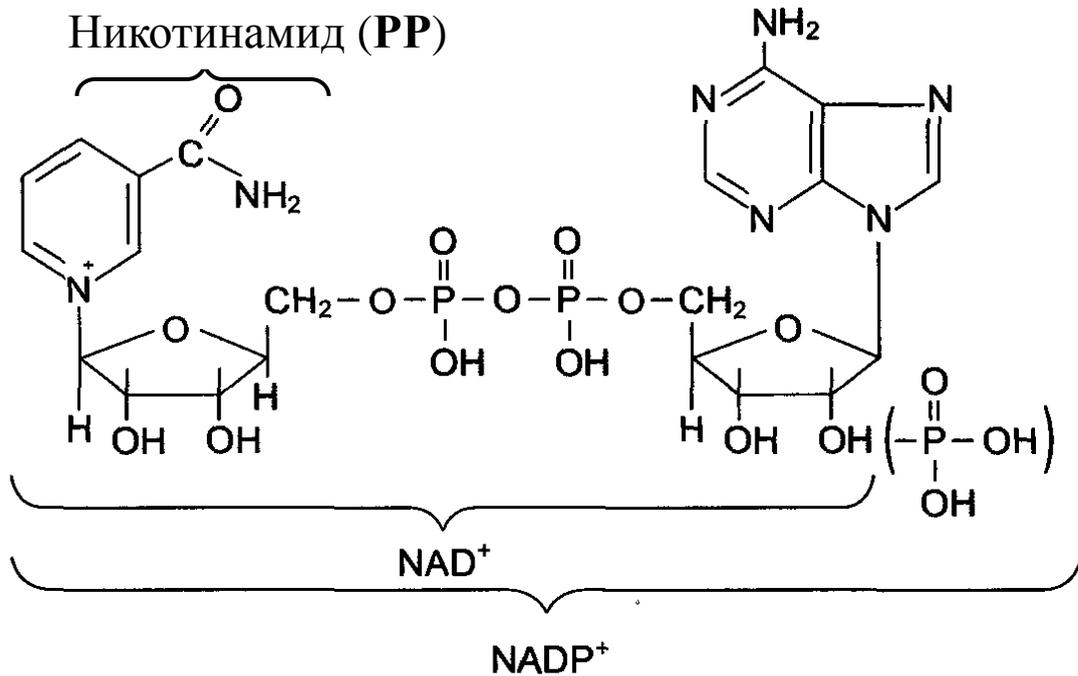
Циклический АМФ (цАМФ)



Циклический ГМФ (цГМФ)

Циклические нуклеотиды (циклофосфаты) – соединения, содержащие **3'-5'-фосфодиэфирную** связь внутри молекулы. **Функция:** *вторичные посредники* в передаче гормонального сигнала внутрь клетки.

Производные нуклеотидов

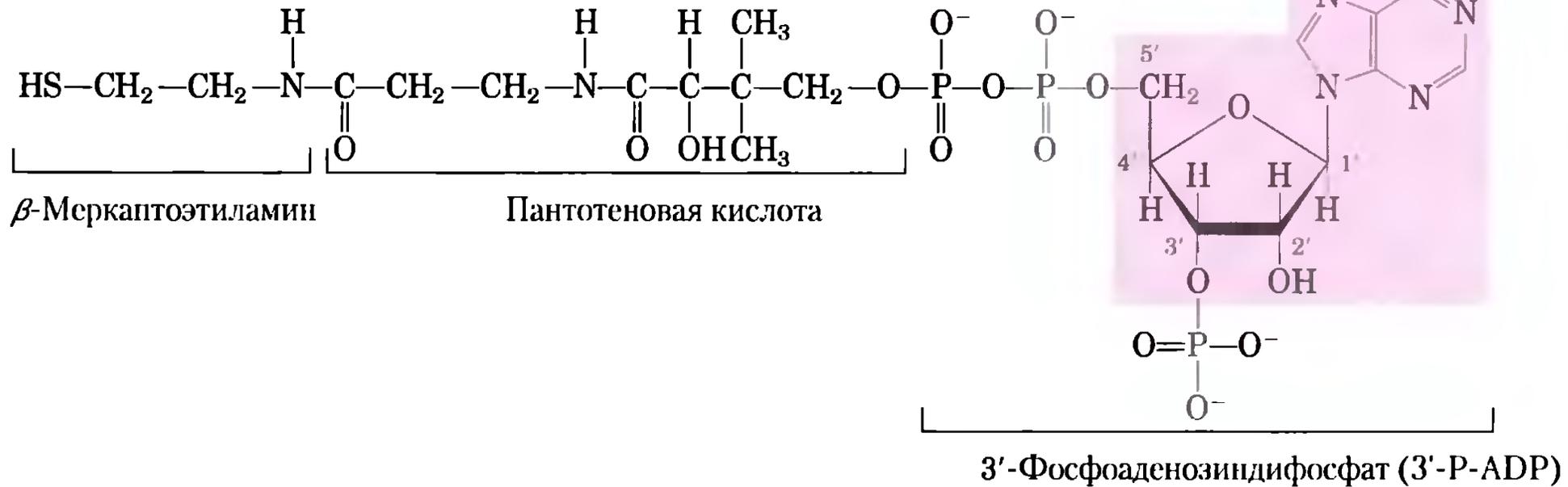


Никотиновые коферменты – коферменты участвующие в ОВР в организме в качестве окислителя (НАД^+ , НАДФ^+) или восстановителя ($\text{НАДН} + \text{H}^+$, $\text{НАДФН} + \text{H}^+$).

Содержат в своем составе **никотинамид** – вит. PP (B_3).

Никотинамидадениндинуклеотид (фосфат)
(НАД⁺, НАДФ⁺)

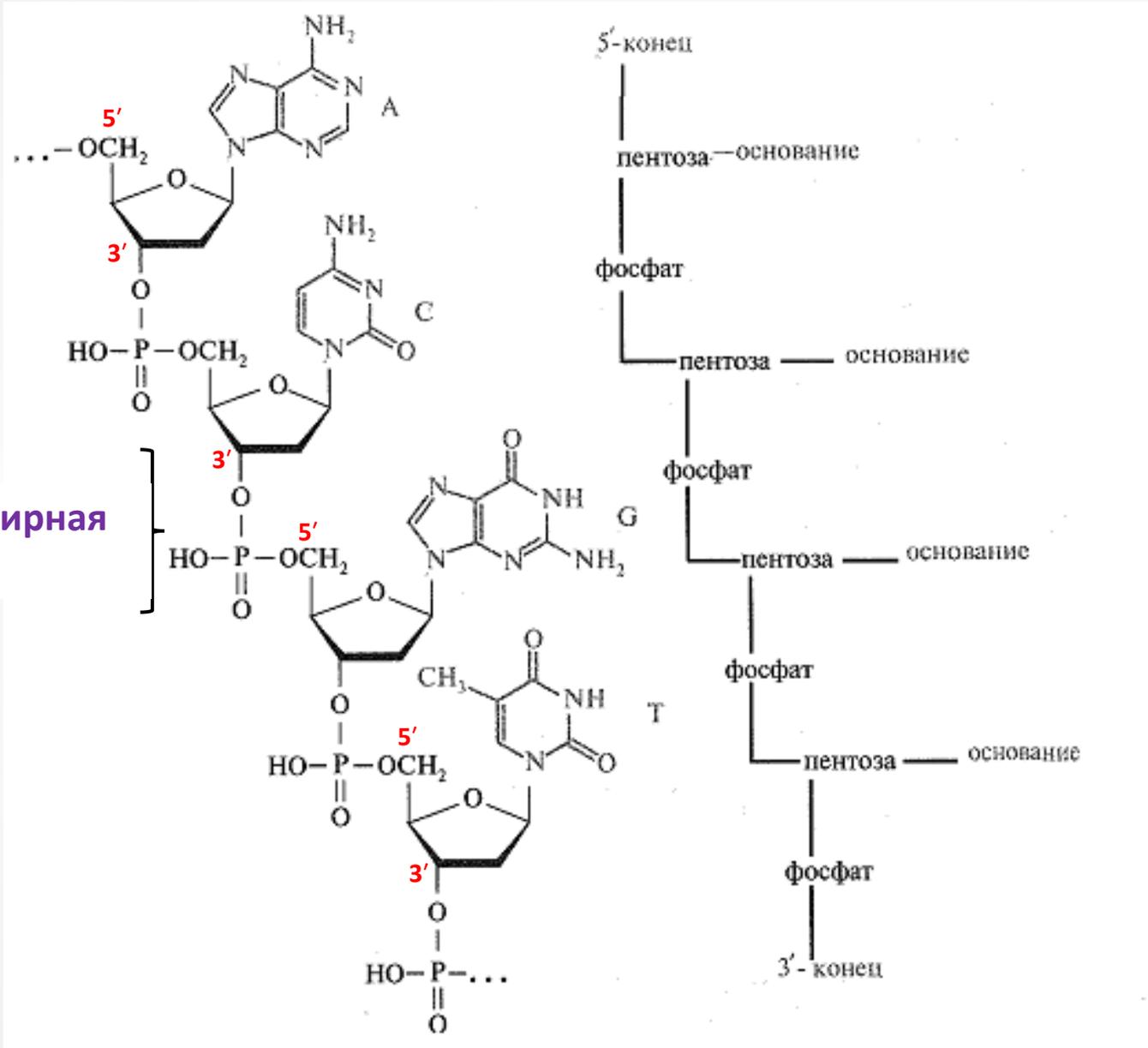
Производные нуклеотидов



Кофермент А

Кофермент А – кофермент, участвующий в переносе остатков карбоновых кислот. Содержит в своем составе *пантотеновую кислоту* (**витамин В₅**).

Первичная структура ДНК



Вторичная структура ДНК



Francis Harry
Compton Crick



James Dewey
Watson



Maurice Hugh
Frederick Wilkins

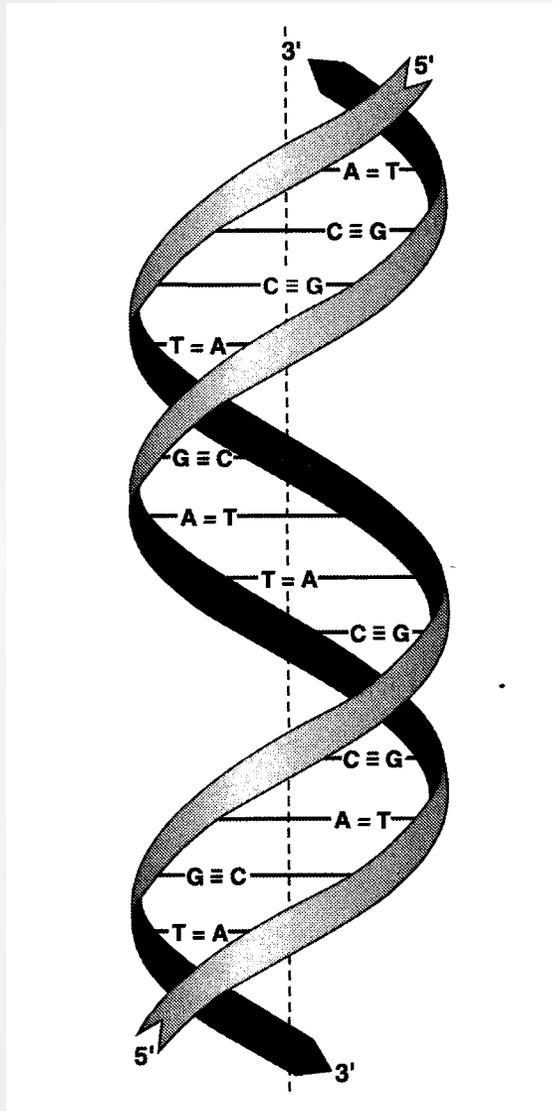
Фрэнсис Крик, Джеймс Уотсон и Морис Уилкинс

1953 г. – Открытие вторичной структуры ДНК.

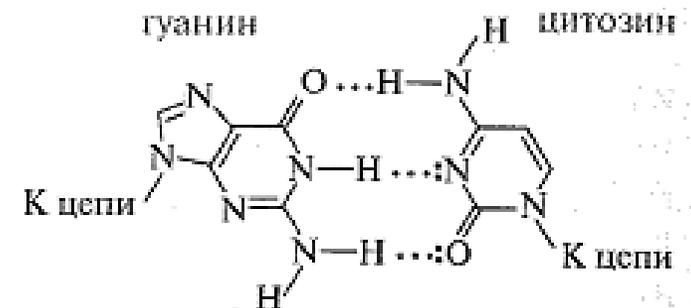
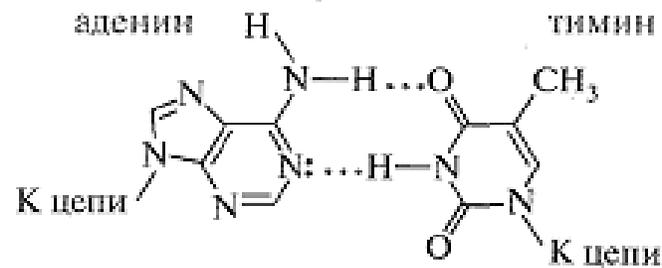
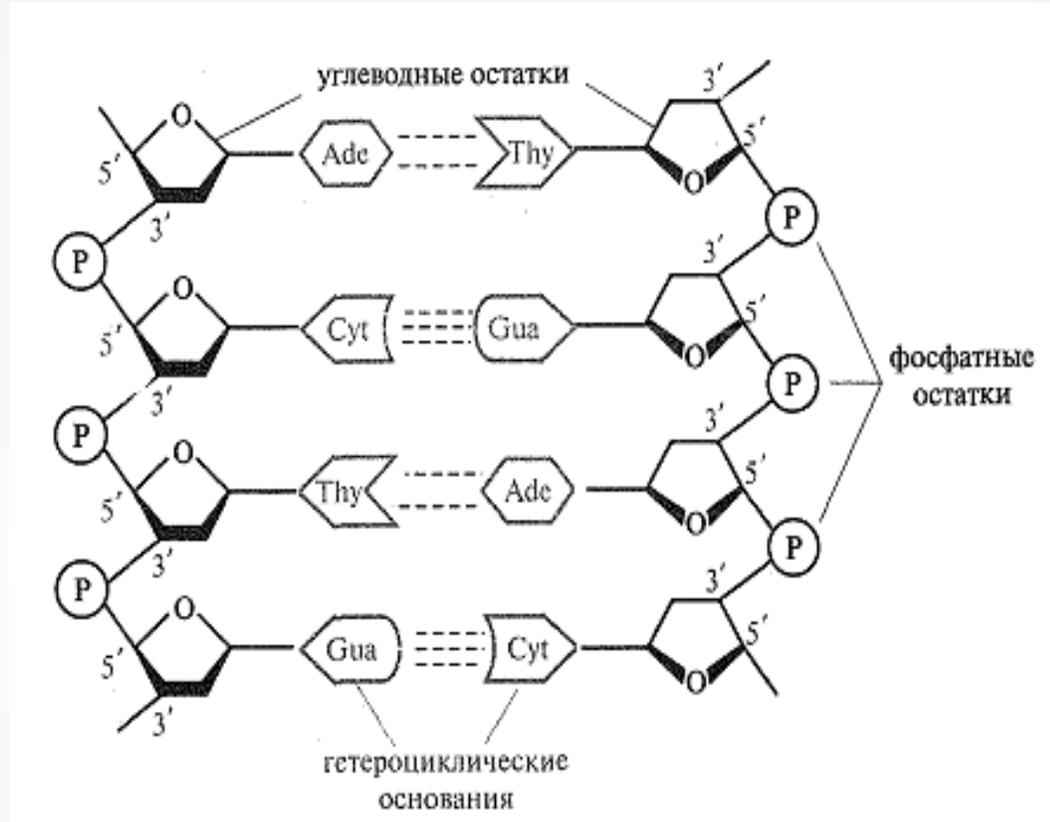
1962 г. – Нобелевская премия по физиологии и медицине «за открытия, касающиеся молекулярной структуры нуклеиновых кислот и их значения для передачи информации в живых системах».



Вторичная структура ДНК



Двойная спираль ДНК



Комплементарные пары оснований: **аденин-тимин, гуанин-цитозин.**

Третичная структура ДНК

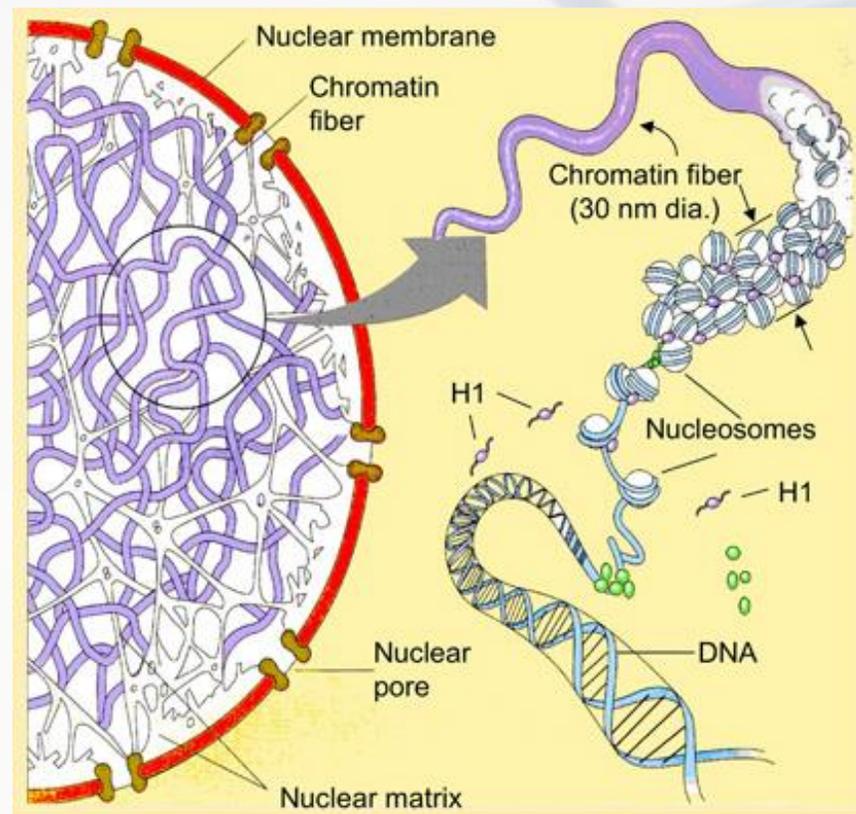
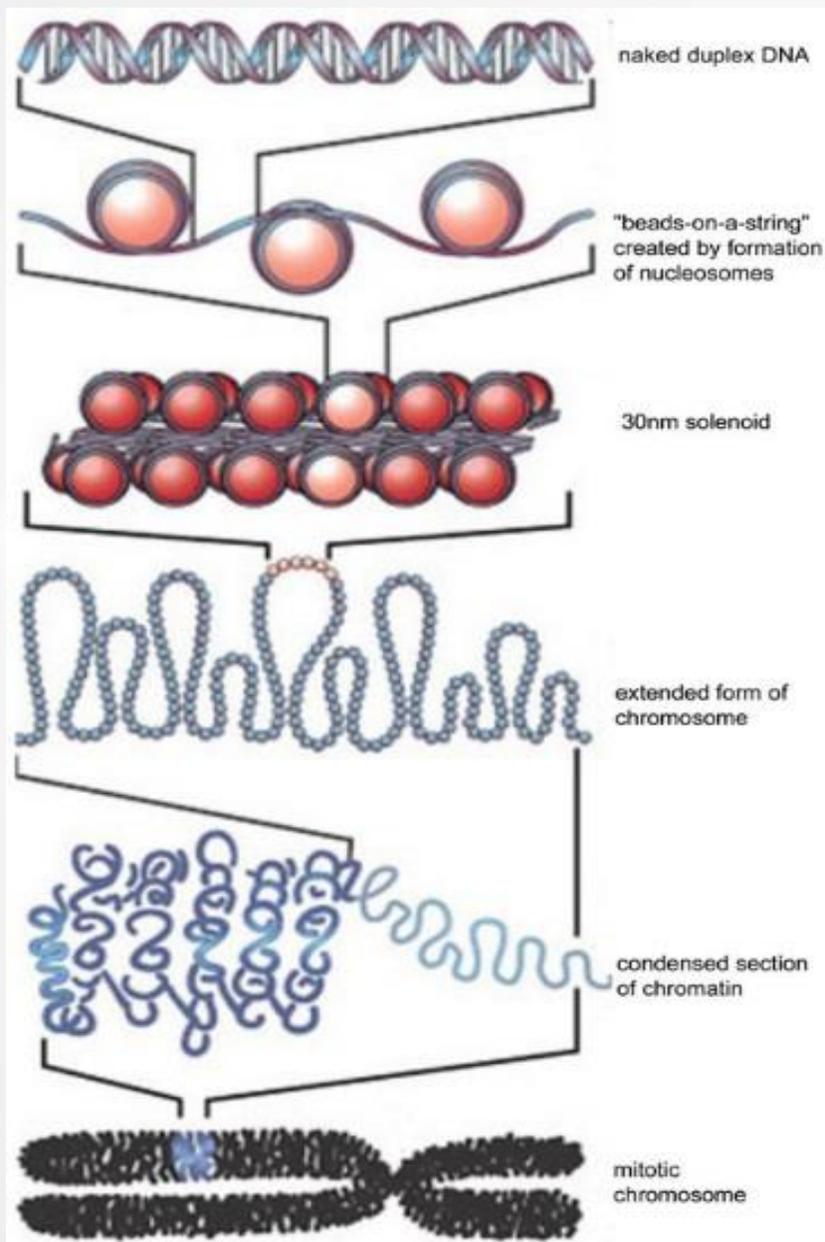
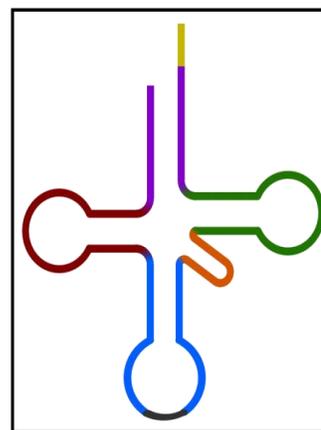
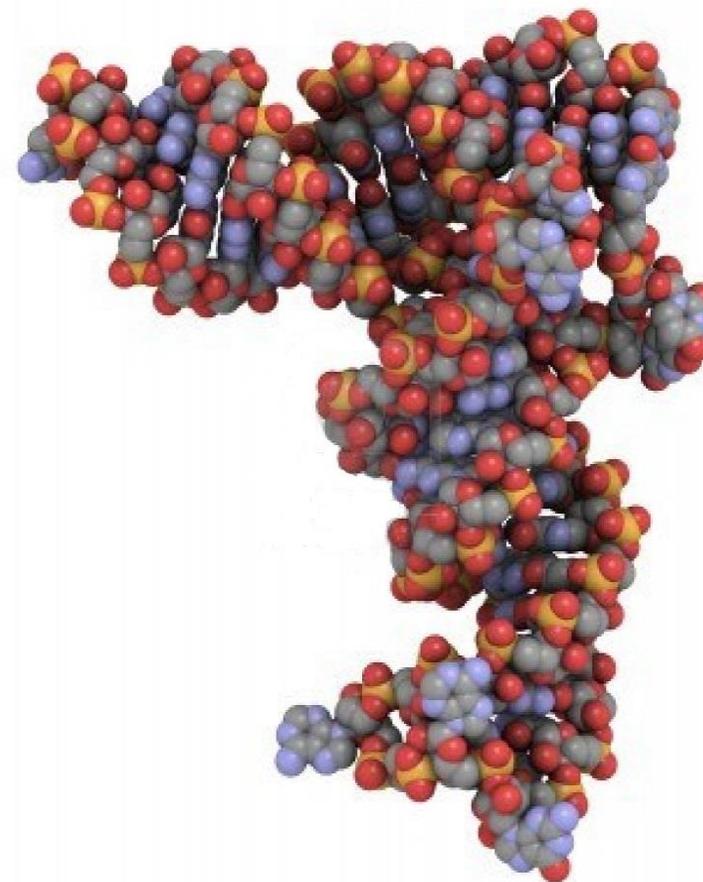
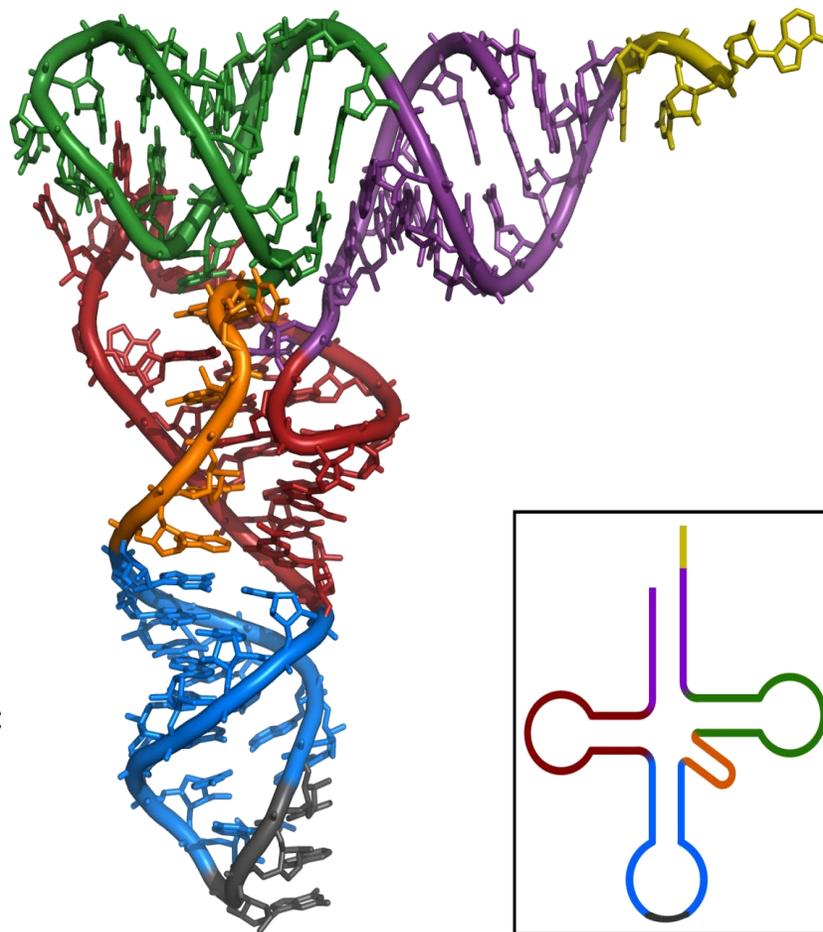
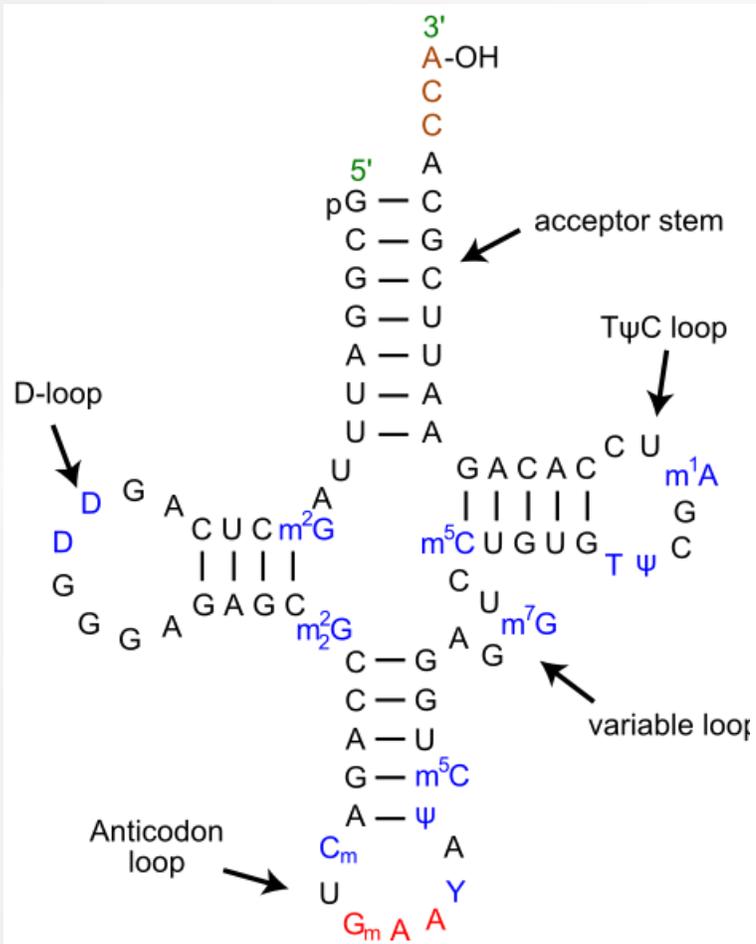


Fig. 1. Modifications of the histone components of nucleosomes help regulate DNA accessibility by promoting folding or unfolding of chromatin fibers, and by recruiting chromatin remodeling complexes and other factors to specific genomic loci.

В процессе компактизации и суперспирализации ДНК образует эу- и гетерохроматин.

Вторичная и третичная структура РНК



Вторичная структура тРНК

Третичная структура тРНК

Белки



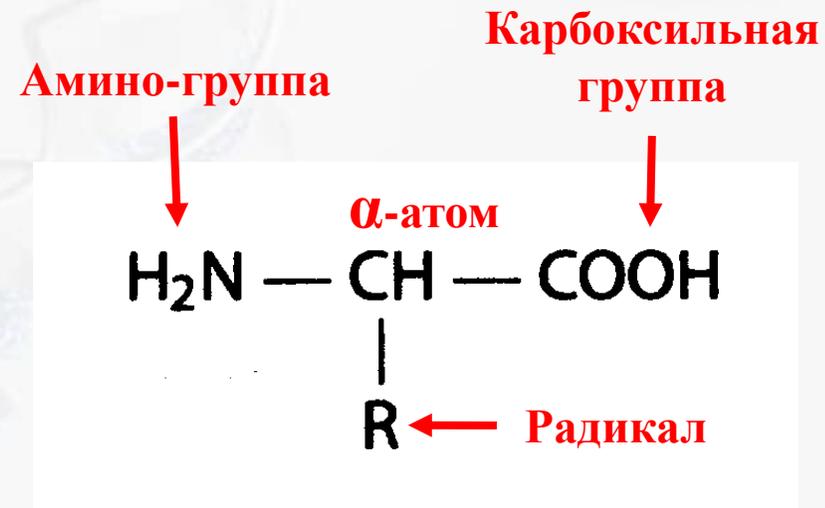
Белки – биологические полимеры, состоящие из аминокислот, соединенных пептидной связью.

Аминокислоты – органические соединения, аминокислоты – производные карбоновых кислот.

α -Аминокислоты – гетерофункциональные соединения, молекулы которых содержат одновременно аминогруппу и карбоксильную группу у одного и того же атома углерода.

По растворимости радикала **R**, все α -аминокислоты разделяют на:

- неполярные (гидрофобные)
- полярные (гидрофильные):
 - полярные незаряженные
 - полярные заряженные



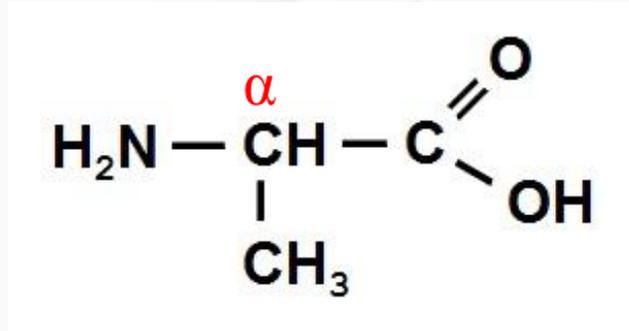
Общая формула α -аминокислот: все аминокислоты отличаются структурой радикала **R**.



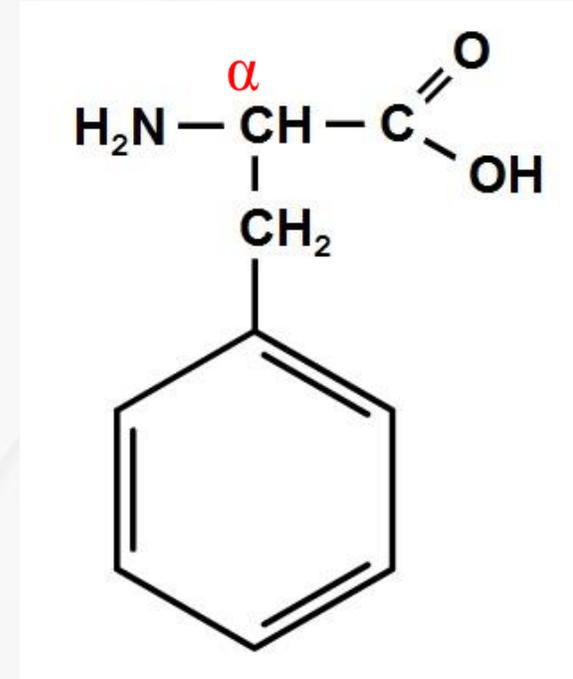
Неполярные аминокислоты – аминокислоты содержащие неполярный (гидрофобный) радикал.

К неполярным аминокислотам относятся:

- Аланин
- Валин
- Изолейцин
- Лейцин
- Метионин
- Пролин – *иминокислота*
- Триптофан
- Фенилаланин



Аланин
содержит алифатический
радикал

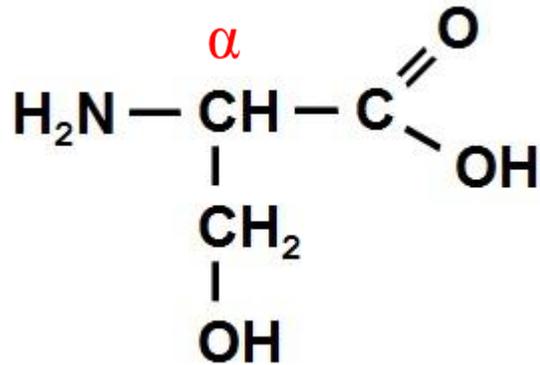


Фенилаланин
содержит ароматический
радикал

Полярные незаряженные аминокислоты – аминокислоты содержащие полярный (гидрофильный) радикал, не несущий заряда.

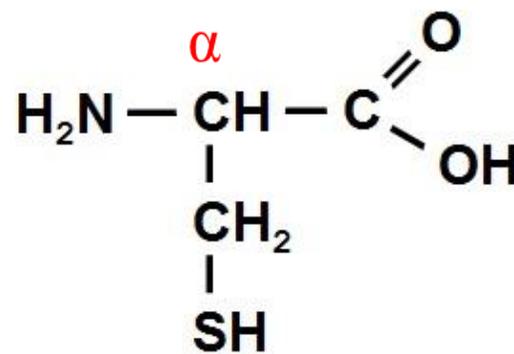
К полярным незаряженным аминокислотам относятся:

- Аспарагин
- Глутамин
- Глицин
- Серин
- Тирозин
- Треонин
- Цистеин



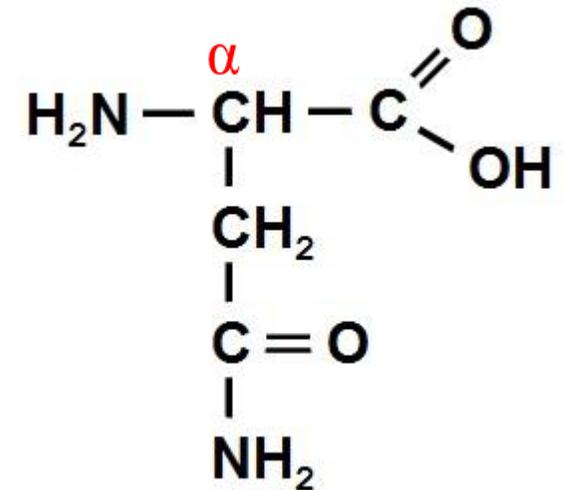
Серин

содержит гидроксильную группу в составе радикала



Цистеин

сульфгидрильная (меркапто-) SH-группа в составе радикала



Аспарагин

амидная группа в составе радикала

Полярные заряженные аминокислоты

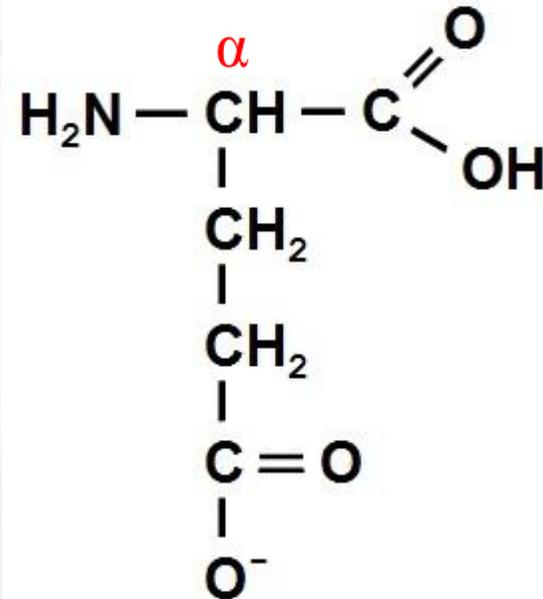
– аминокислоты содержащие *полярный (гидрофильный) радикал*, несущий отрицательный *или* положительный заряд.

К полярным отрицательно заряженным аминокислотам относятся:

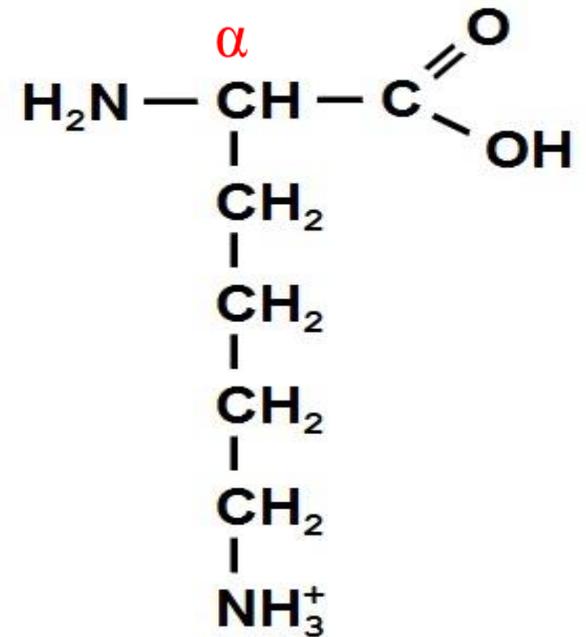
- Глутаминовая кислота
- Аспарагиновая кислота

К полярным положительно заряженным аминокислотам относятся:

- Лизин
- Аргинин
- Гистидин

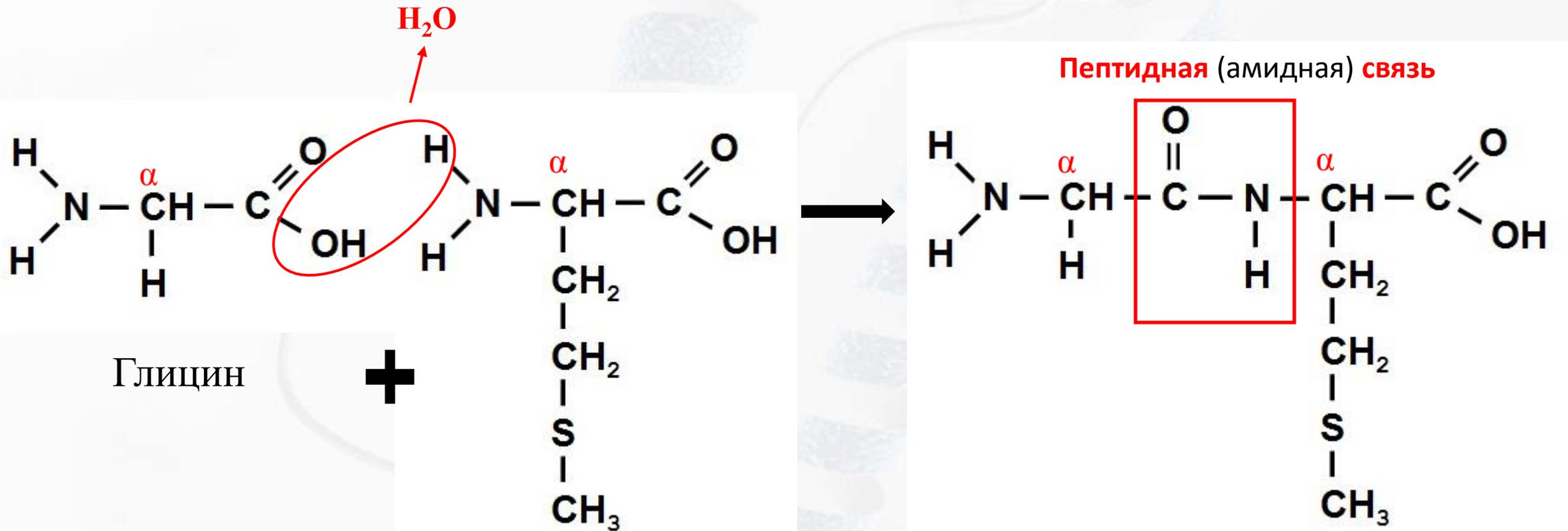


Глутаминовая кислота
содержит *карбоксильную группу* в составе радикала



Лизин
содержит *аминогруппу* в составе радикала

Олигопептиды – соединения, состоящие из последовательности аминокислот (от 2 до 20), связанных пептидной связью.



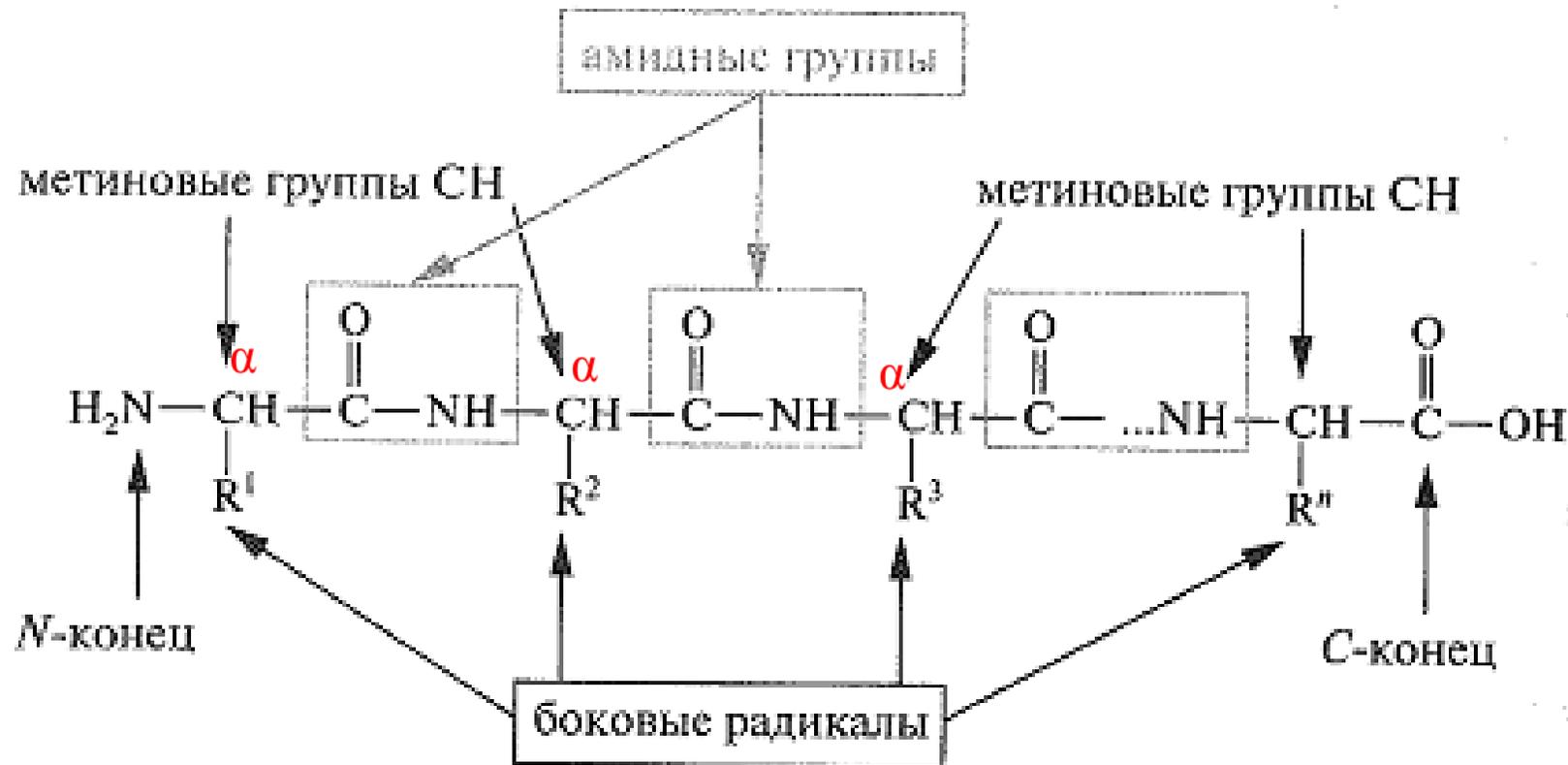
Глицин

+

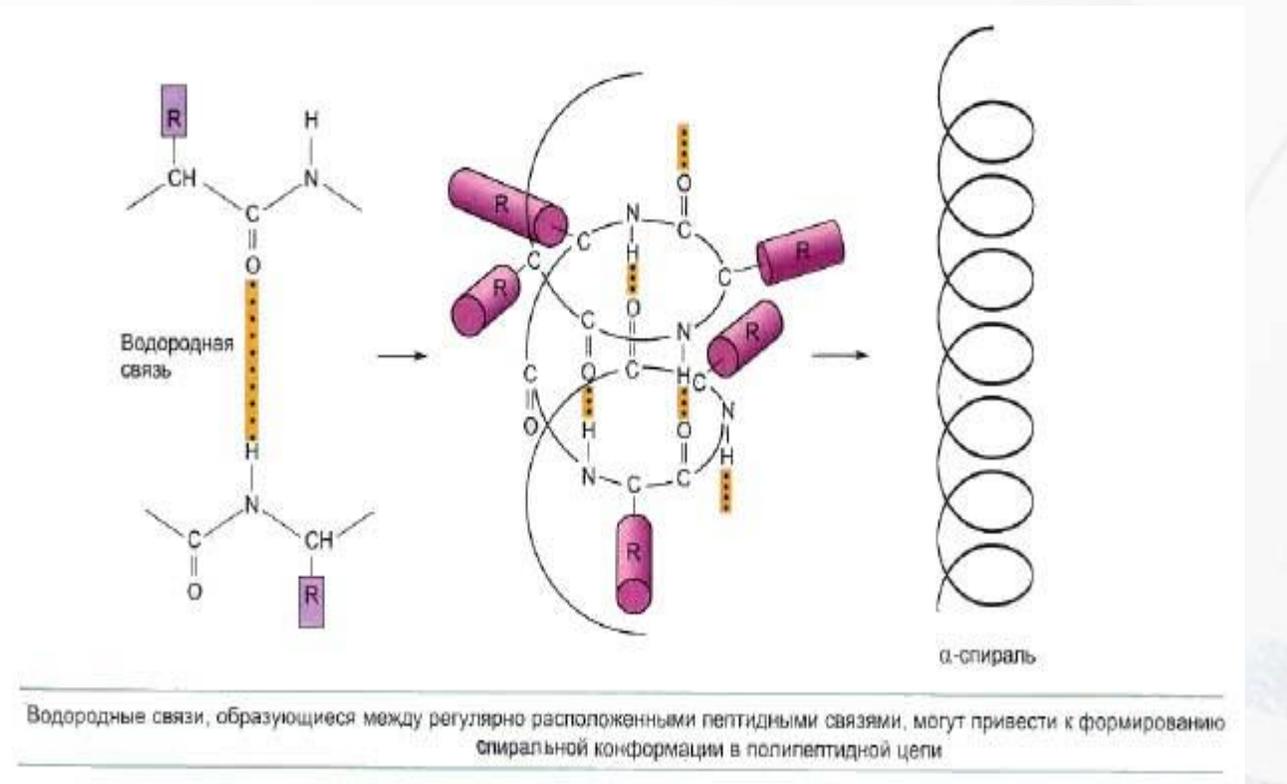
Метионин

Дипептид Гли-Мет:
глицилметионин

Первичная структура белка – полипептидная цепь, состоящая из последовательности аминокислот (>50), соединенных **пептидной/амидной** связью.

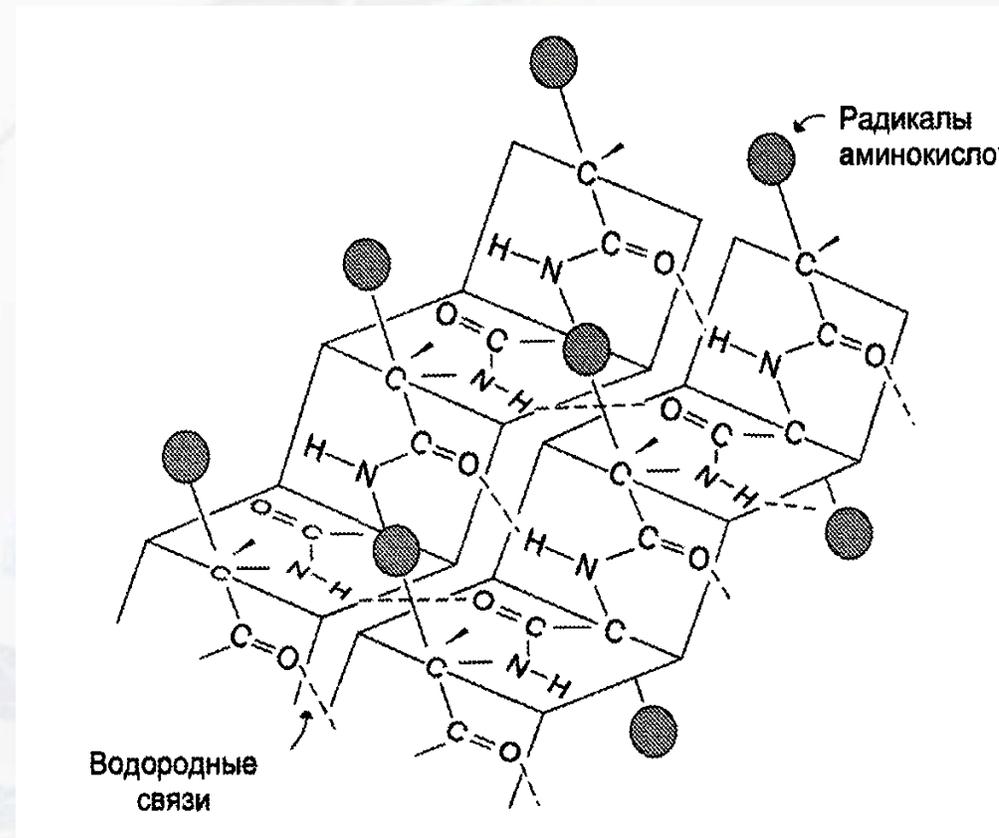


Вторичная структура белка – особая форма укладки первичной структуры белка в пространстве.



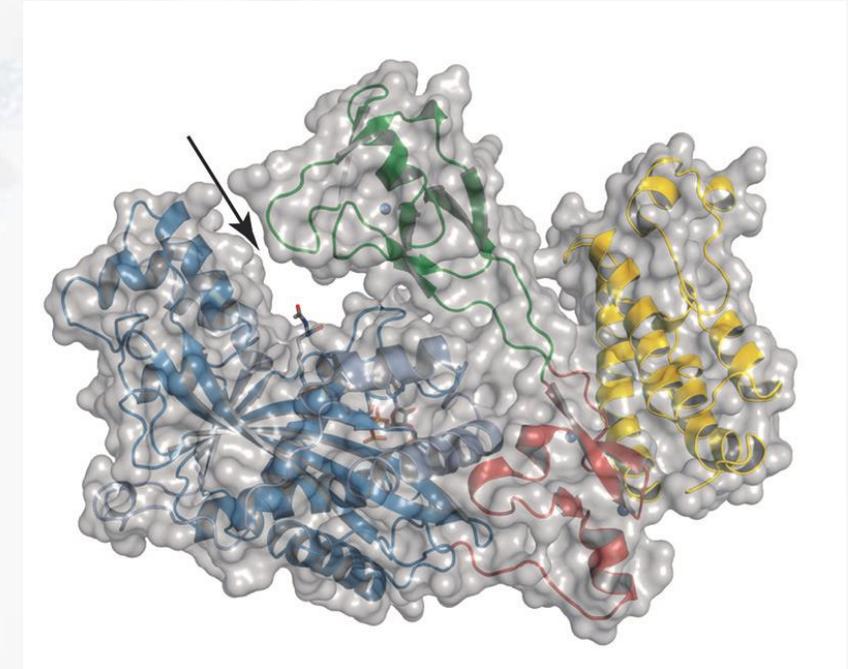
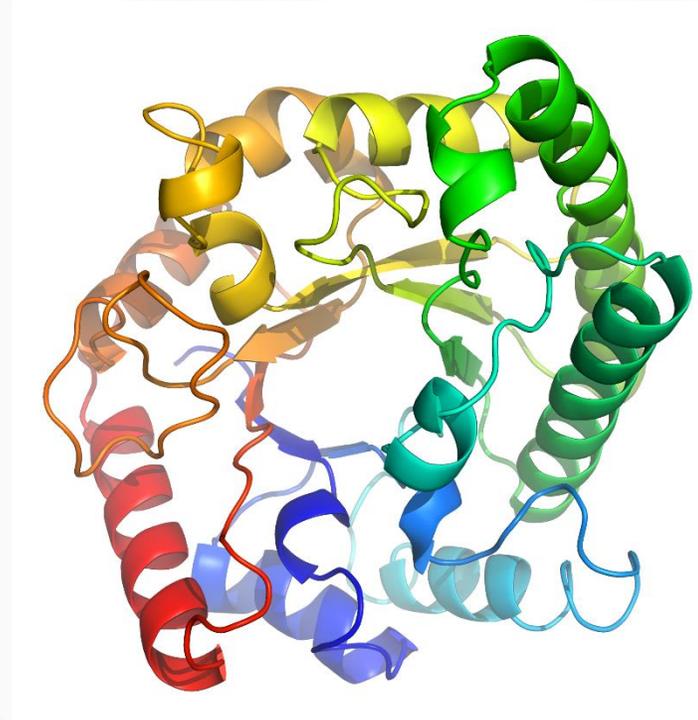
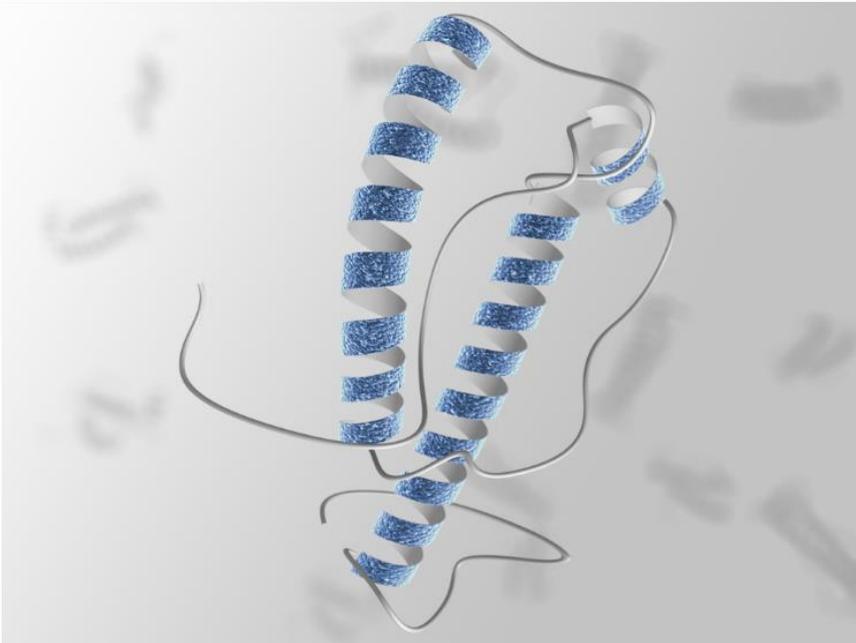
α-спираль белка

Связи стабилизирующие вторичную структуру белка – водородные. Образуются между карбонильной группой пептидной связи одного участка белка и аминогруппой пептидной связи другого участка белка.



β-складчатый слой

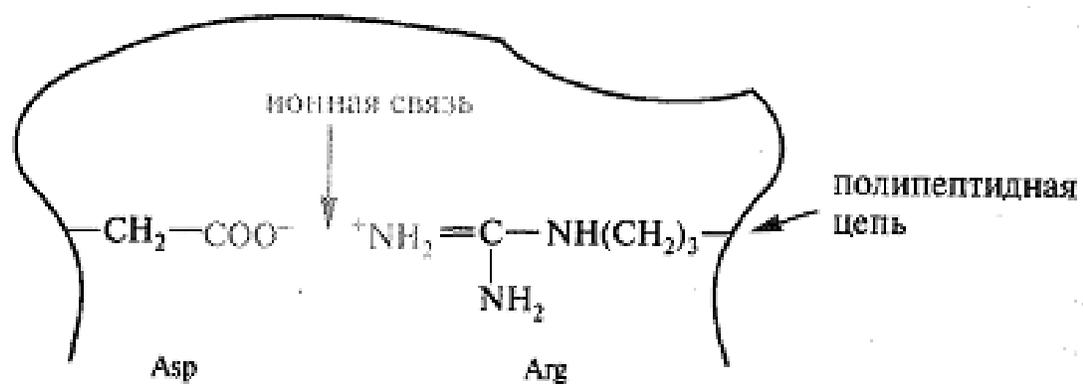
Третичная структура белка – форма укладки совокупности вторичных структур белка в пространстве.



Примеры третичной структуры разных белков

Связи, участвующие в образовании третичной структуры белка: ионные, водородные, гидрофобные, дисульфидные. Все связи образуются между радикалами аминокислот.

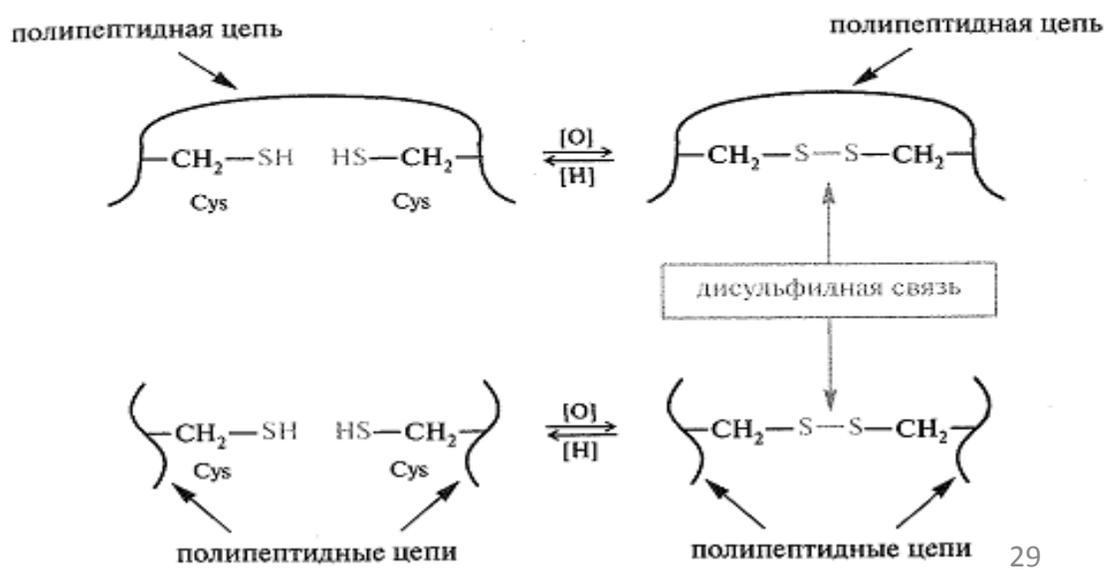
Ионное взаимодействие между ионогенными боковыми радикалами



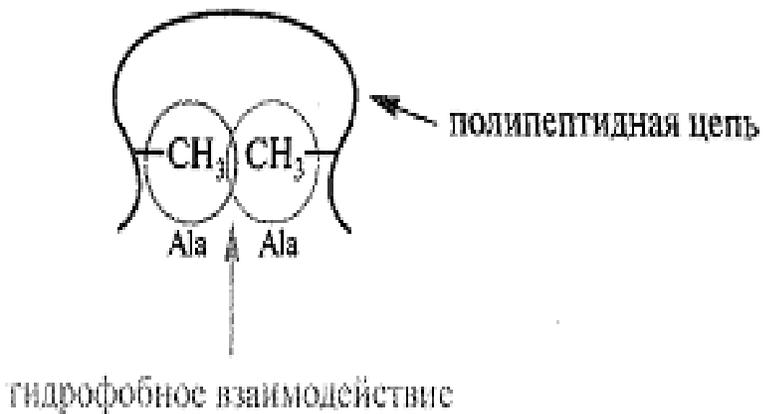
Водородные связи между функциональными группами боковых радикалов



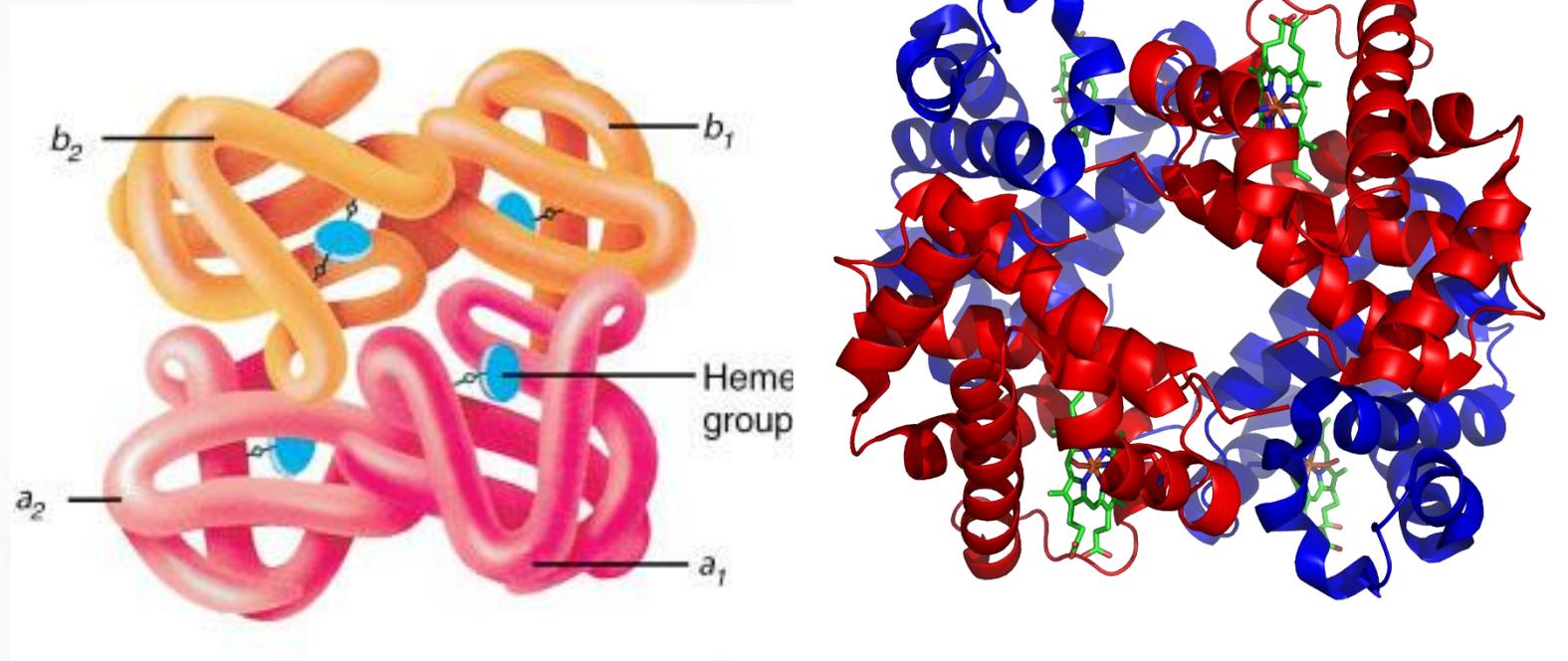
Дисульфидные связи



Гидрофобное взаимодействие между неполярными радикалами



Четвертичная структура белка – конфигурация белка состоящая из отдельных полипептидных цепей (каждая из которых имеет третичную структуру), связанных вместе в единую структуру.



Четвертичная структура гемоглобина

Связи, участвующие в образовании четвертичной структуры белка: ионные, водородные.

Классификация белков

В зависимости от молекулярной массы различают **пептиды** и **белки**. Пептиды имеют меньшую молекулярную массу, чем белки (от 10 тыс. до нескольких миллионов).

По химической структуре все белки делят на:

I. Простые (состоят только из аминокислот) – протеины.

II. Сложные – протеиды:

- гликопротеиды
- липопротеиды
- нуклеопротеиды
- металлопротеиды
- фосфопротеиды
- хромопротеиды

По форме все белки делят на:

I. Глобулярные (большинство)

II. Фибриллярные (коллаген, кератин и т. д.)

Биологические функции белков

1. *Структурная* (коллаген, эластин, кератин, фиброин, фибриноген, интегральные белки мембран клеток).
2. *Энергетическая* (запасные белки: яичный альбумин, казеин, глиадин, зеин и др.).
3. *Ферментативная* (ферменты-белки: трипсин, рибонуклеаза, ДНК- и РНК-полимеразы и др.).
4. *Транспортная* (гемоглобин, миоглобин, цитохром С, мембранная АТФаза и др.).
5. *Гормоны* (инсулин, соматотропный гормон, липотропин и др.).
6. *Регуляторная* (гистоны, репрессоры, факторы инициации и др.).
7. *Рецепторная* (рецепторы-белки: родопсин, холинорецептор).
8. *Сократительная* (двигательные белки: актин, миозин, спектрин, динеин и др.).
9. *Защитная* (интерферон, иммуноглобулины, комплемент).
10. *Токсины; антибиотики* (ботулинический, дифтерийный токсины, рицин; неокарциностатин и др.).

Литература:

1. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - 2012. - 416 с.
2. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера: учебник. В 3 т. Т.1. Основы биохимии. Строение и катализ / Д. Нельсон, М. Кокс ; ред. А. А. Богданов, С. Н. Кочетков ; пер. с англ. Т. П. Мосолова, Е. М. Молочкина, В. В. Белов. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 694 с. : ил. - (Лучший зарубежный учебник)

