

**Х И М И Я**

Э.А. Фактор

# ОСНОВЫ ХИМИИ

Санкт-Петербург 2007

И. М. Зубина, Э. А. Фактор

# ОСНОВЫ ХИМИИ

Санкт-Петербург 2009

Высшее профессиональное образование

Н. И. Волков  
М. А. Мелихова

# ХИМИЯ

Учебное пособие

Физическая культура и спорт

2

ACADEMA

# Основные разделы химии

- **Общая химия и неорганическая химия**
- **Физическая и коллоидная химия**
- **Аналитическая химия**
- **Органическая химия**
- **Биоорганическая химия**

# Химический состав организма

**Вода – 60-65 %**  
( $\approx 2/3$  от массы тела)

**Органические соединения - 30-32 %**  
( $\approx 1/3$  от массы тела)

**Минеральные вещества  $\approx 4$  % от массы  
тела**

# Органические соединения

1. Белки
2. Нуклеиновые кислоты
3. Углеводы
4. Липиды

# Структурная (строительная, пластическая) функция

- Эта функция заключается в том, белки являются универсальным строительным материалом, из которого строятся все структурные образования организма, прежде всего все клетки и все внутриклеточные органоиды;
- Белки также входят в состав внеклеточного вещества;
- Поэтому белков в организме много и на их долю в среднем приходится  $1/6$  часть от массы тела человека.

# Каталитическая функция

- В организме имеются особые белки, являющиеся катализаторами химических реакций. Такие белки получили название **ферменты** или **ЭНЗИМЫ**;
- С помощью ферментов с большими скоростями в организме протекают все химические реакции, составляющие обмен веществ.

# Сократительная функция

- В основе всех форм движения и, в первую очередь, мышечного сокращения и расслабления лежит взаимодействие белков;
- Благодаря сократительной функции животные в отличие от растений могут произвольно перемещаться в пространстве.

# Регуляторная функция

- Белки обладают амфотерностью и могут взаимодействовать как с кислотами, так и с основаниями. Поэтому белки являются важнейшими буферами организма, поддерживающие кислотность на необходимом уровне;
- Белки также участвуют в регуляции осмотического давления и распределении воды между кровью и различными органами;
- Некоторые белки, являясь гормонами, непосредственно участвуют в регуляции обмена веществ.

# Транспортная функция

- **Белковые молекулы имеют большой размер, хорошо растворимы в воде и, перемещаясь по водным пространствам организма, могут переносить различные нерастворимые в воде соединения;**
- **Гемоглобин участвует в транспорте молекулярного кислорода от легких к различным органам;**
- **Белки плазмы крови альбумины обеспечивают перенос жиров и жирных кислот.**

# Защитная функция

- **Белки выполняют защитную функцию, участвуя в обеспечении иммунитета;**
- **К защитной функции относится участие белков в свертывании крови. В этом случае благодаря образованию тромба организм защищается от потери большого количества крови.**

# Энергетическая функция

- **Окисление белков, как и всех других органических соединений, сопровождается выделением энергии;**
- **Однако роль белков как источников энергии невелика;**
- **В обычных условиях белки обеспечивают около 10% суточной потребности организма в энергии.**

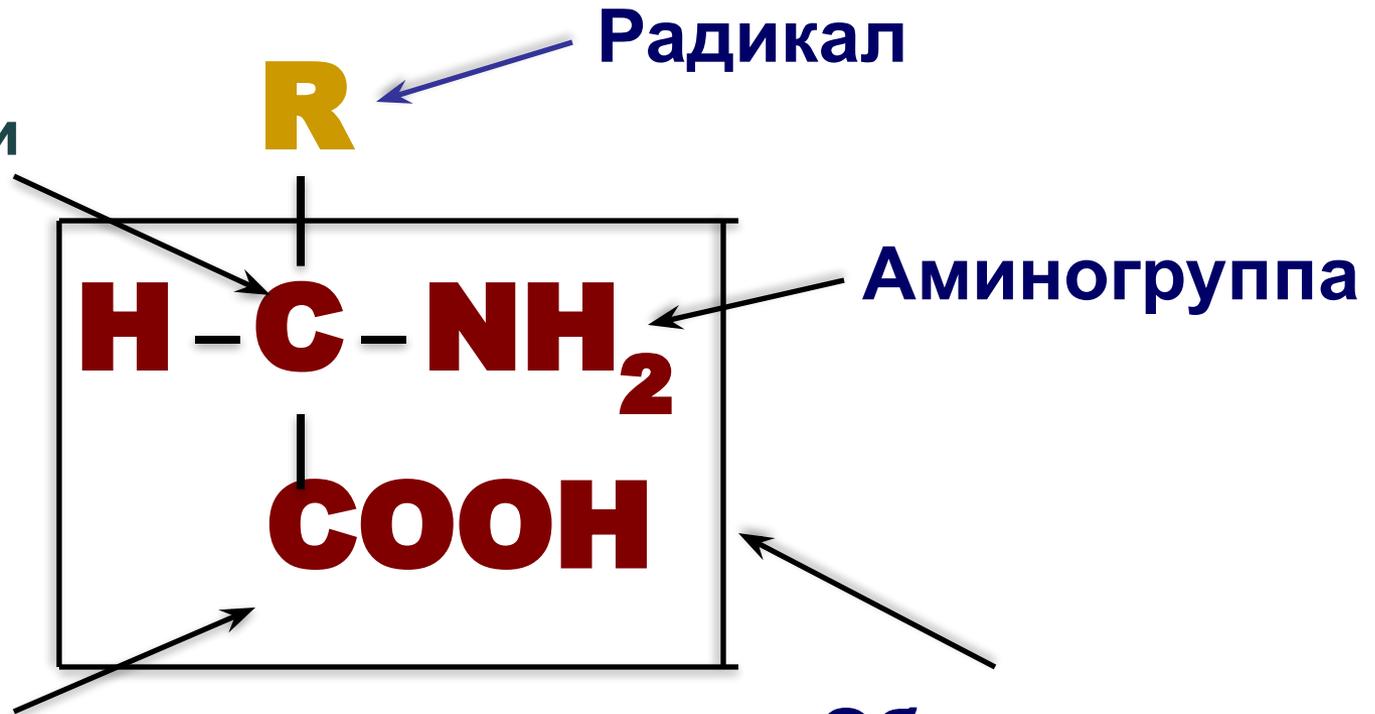
Исходя из важнейшей биологической роли белков в организме, их еще называют **протеинами**

(от греч. *proteus* – первый, главный)

- **Белки - высокомолекулярные азотсодержащие соединения, состоящие из аминокислот;**
- **В одну молекулу белков входят десятки, сотни, тысячи и даже десятки тысяч аминокислот;**
- **Во все белки, независимо от их происхождения, входят только 20 разновидностей аминокислот**

# Общая формула α-аминокислот

Атом  
углерода в  
α-положении

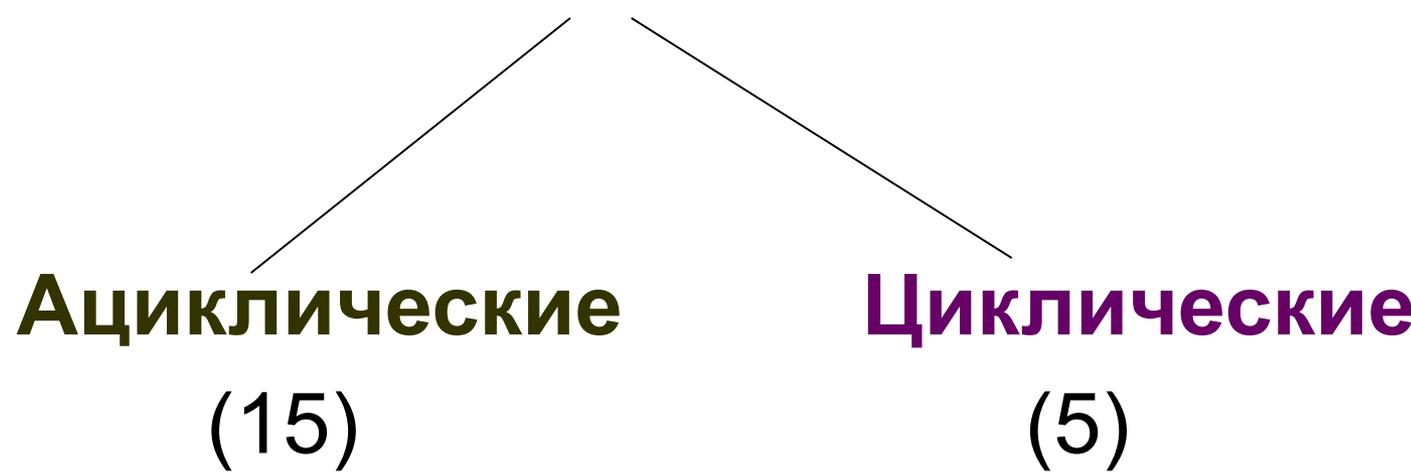


Карбоксильная  
группа

Общая часть  
молекулы

# Классификация аминокислот

## Аминокислоты



```
graph TD; A[Аминокислоты] --> B[Ациклические (15)]; A --> C[Циклические (5)];
```

**Ациклические**

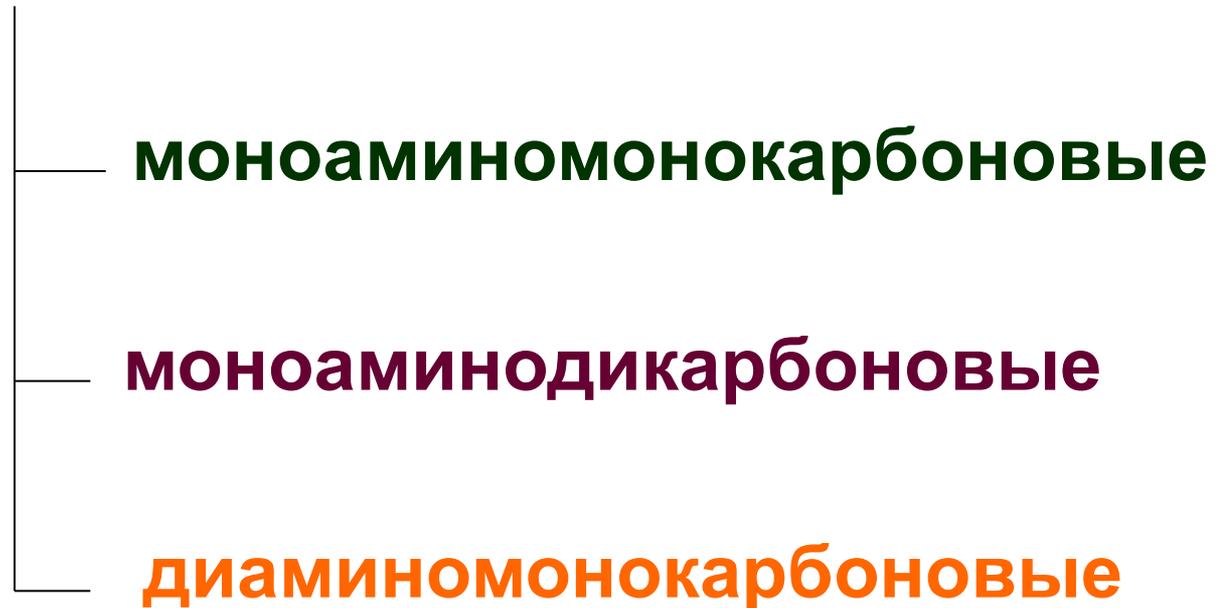
(15)

**Циклические**

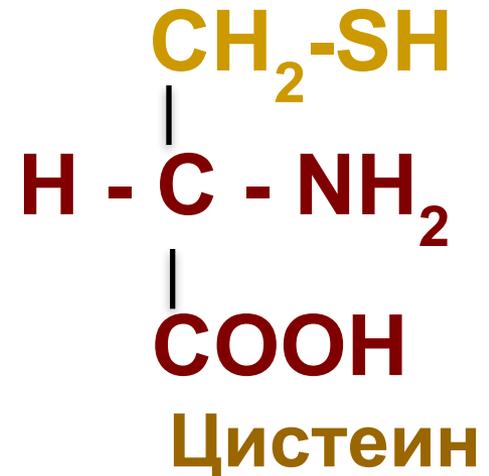
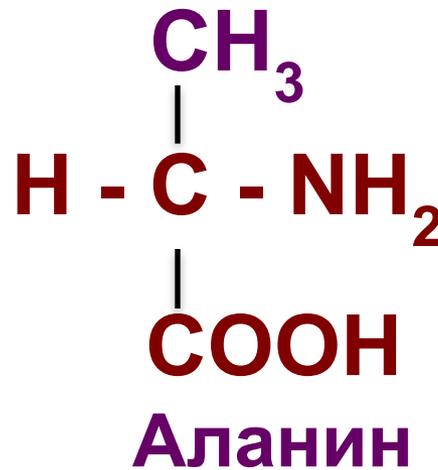
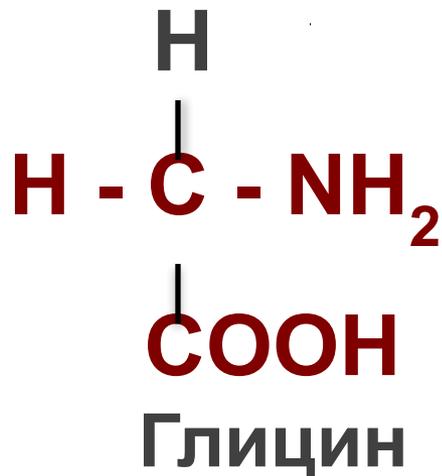
(5)

# Классификация ациклических аминокислот

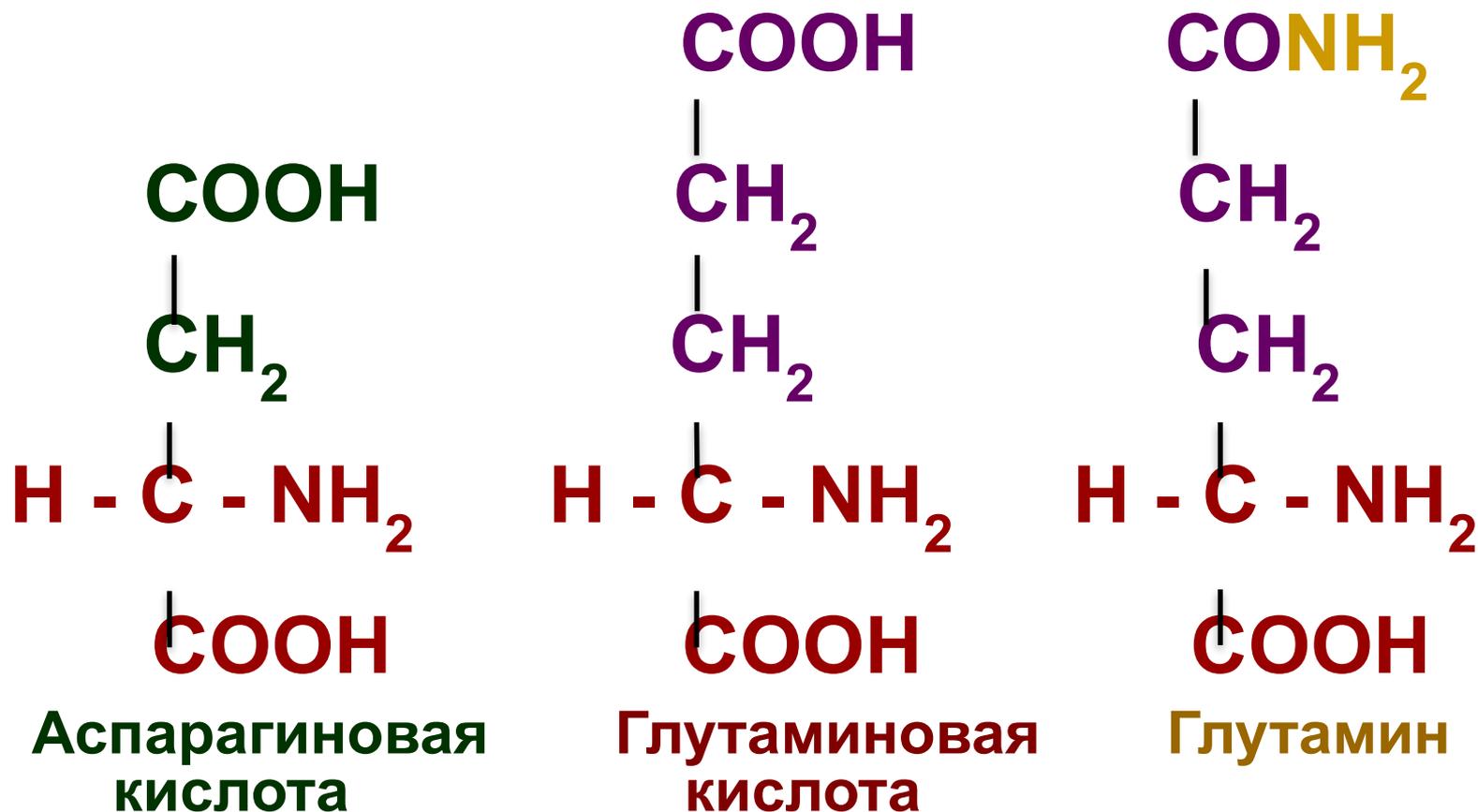
## Ациклические аминокислоты



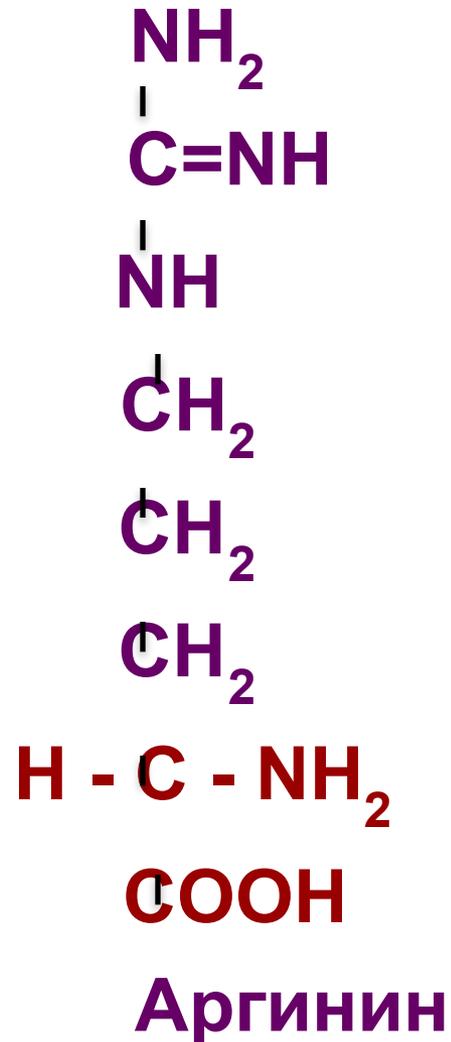
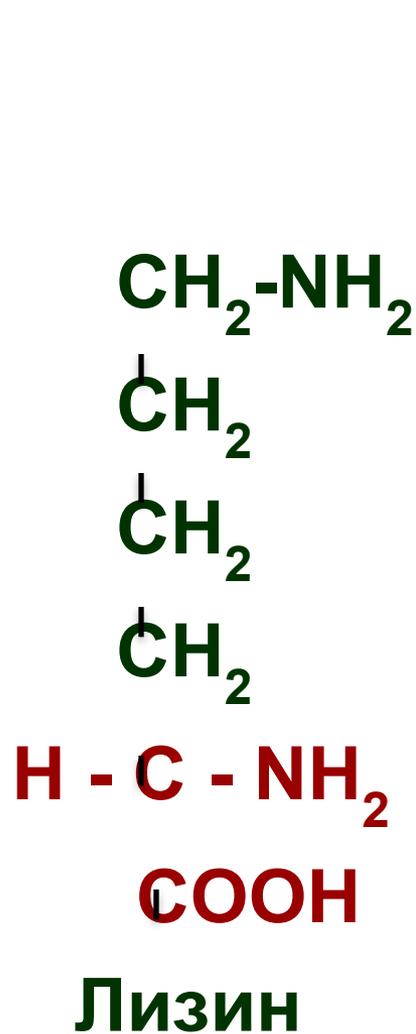
# Моноаминомонокарбоновые кислоты



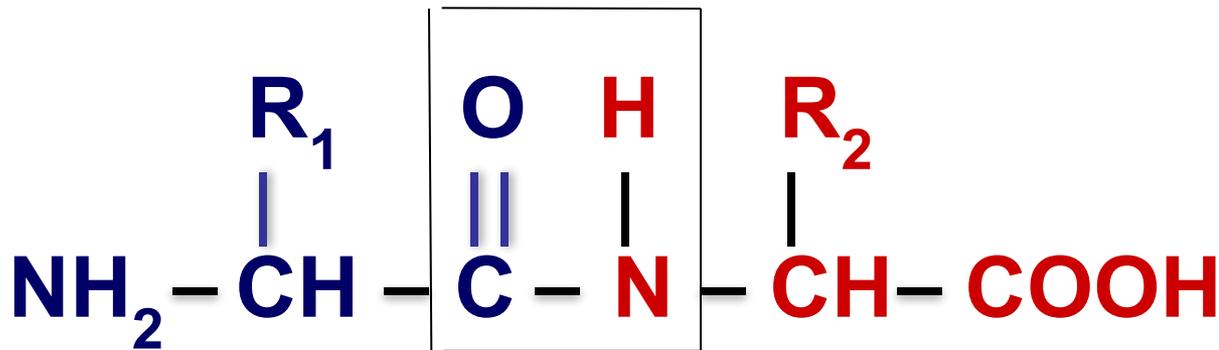
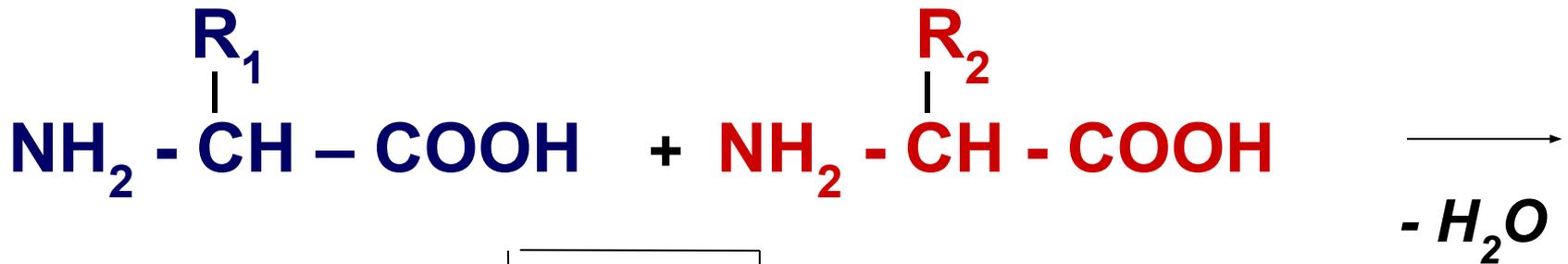
# Моноаминодикарбоновые кислоты



# Диаминомонокарбоновые кислоты

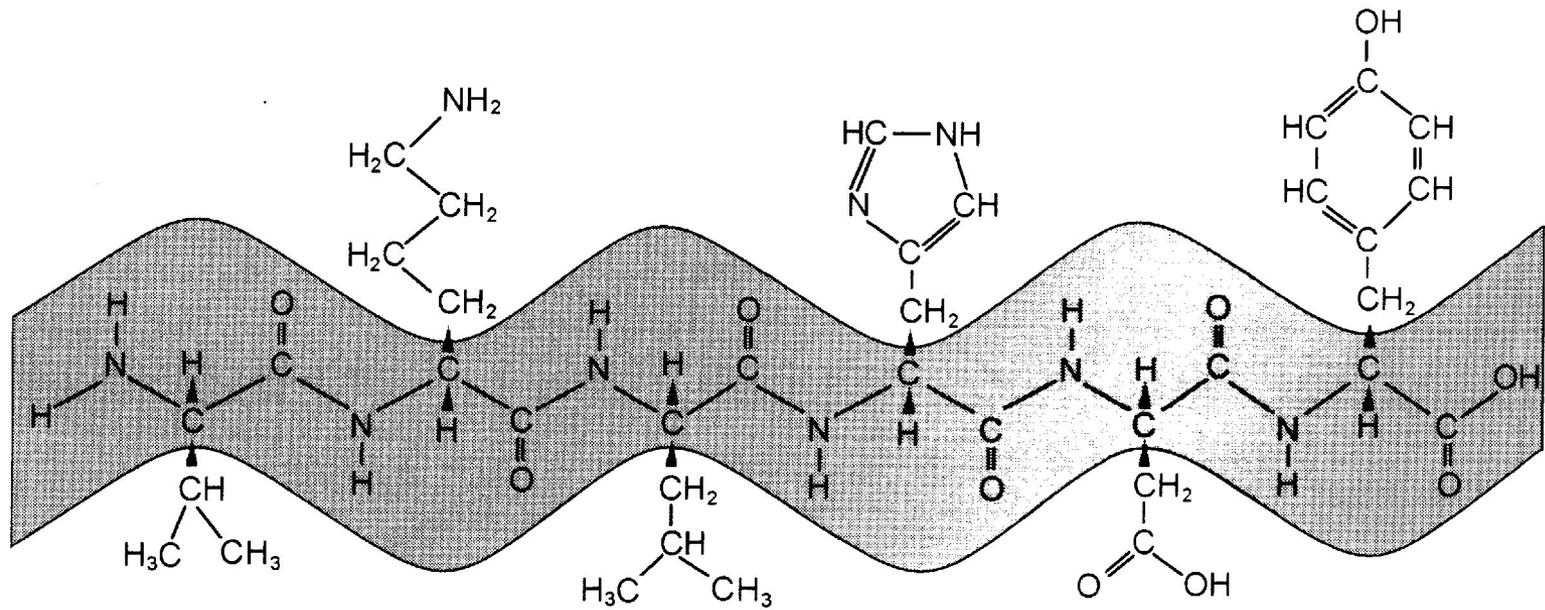


# Образование пептидной связи



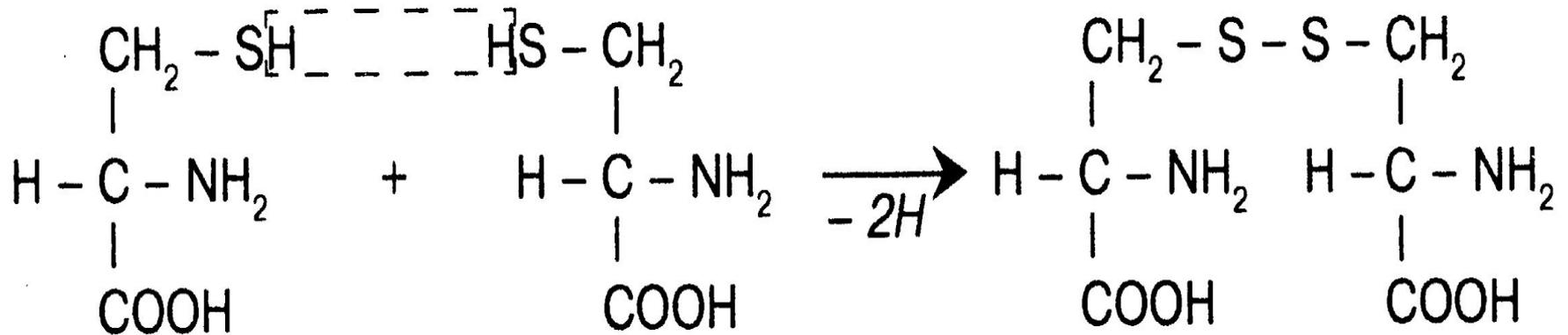
Пептидная  
связь

# Схема строения полипептида





# Образование дисульфидной связи

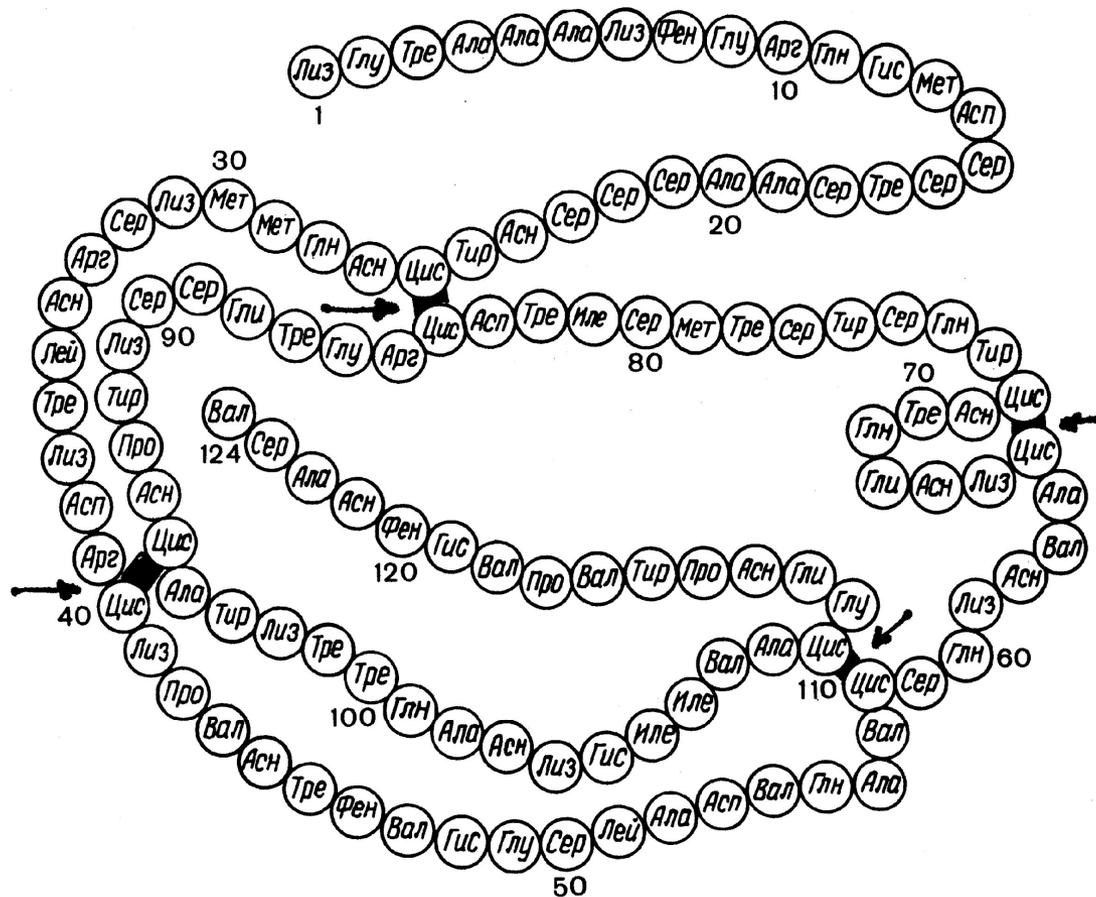


Цистеин

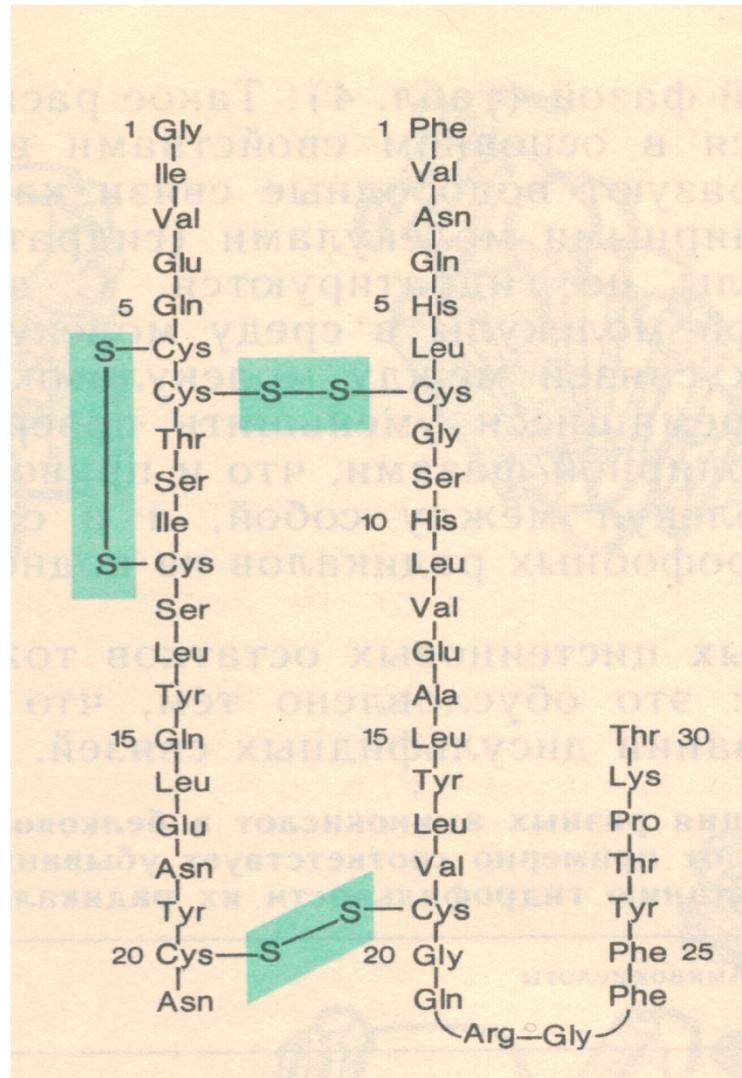
Цистеин

- По сравнению с пептидной связью дисульфидная менее прочная;
- Количество дисульфидных связей в молекулах белков намного меньше, чем пептидных.

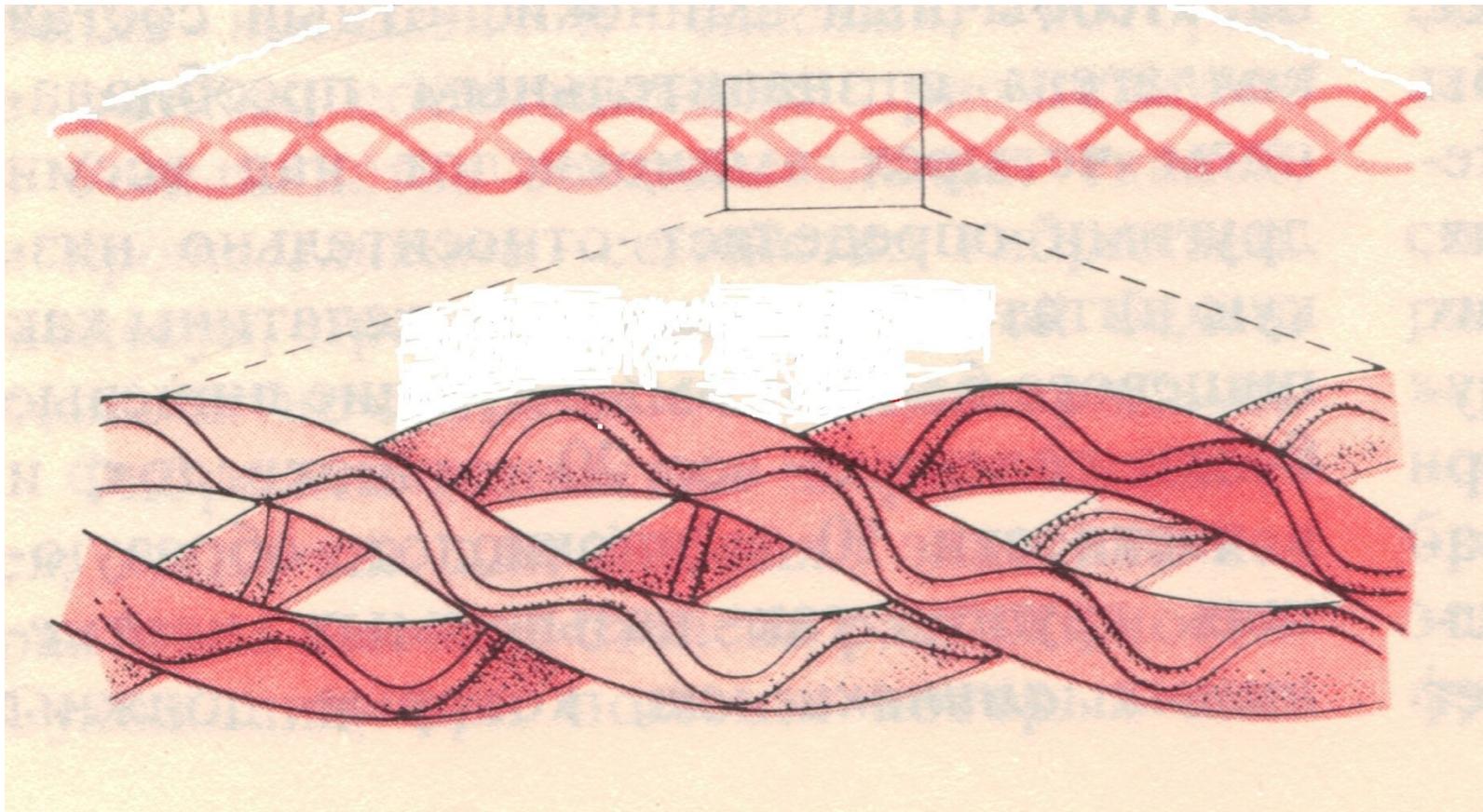
# Дисульфидные связи в молекуле белка-фермента РНК-азы



# Дисульфидные связи в молекуле инсулина



# Участок молекулы коллагена



# Молекулярная масса белков

**Инсулин - 6000 Да**

(гормон поджелудочной железы)

**Миоглобин – 17000 Да**

(белок мышц)

**Гемоглобин – 68000 Да**

(белок крови)

**Миозин – 500000 Да**

(сократительный белок мышц)

**Глутаматдегидрогеназа – 1000000 Да**

(фермент печени)

# Пространственная форма белковых молекул

- Молекулы белков представляют собой объемные трехмерные образования и имеют сложную пространственную форму;
- В молекуле белка условно выделяют четыре уровня её пространственной организации:

Первичная структура

Вторичная структура

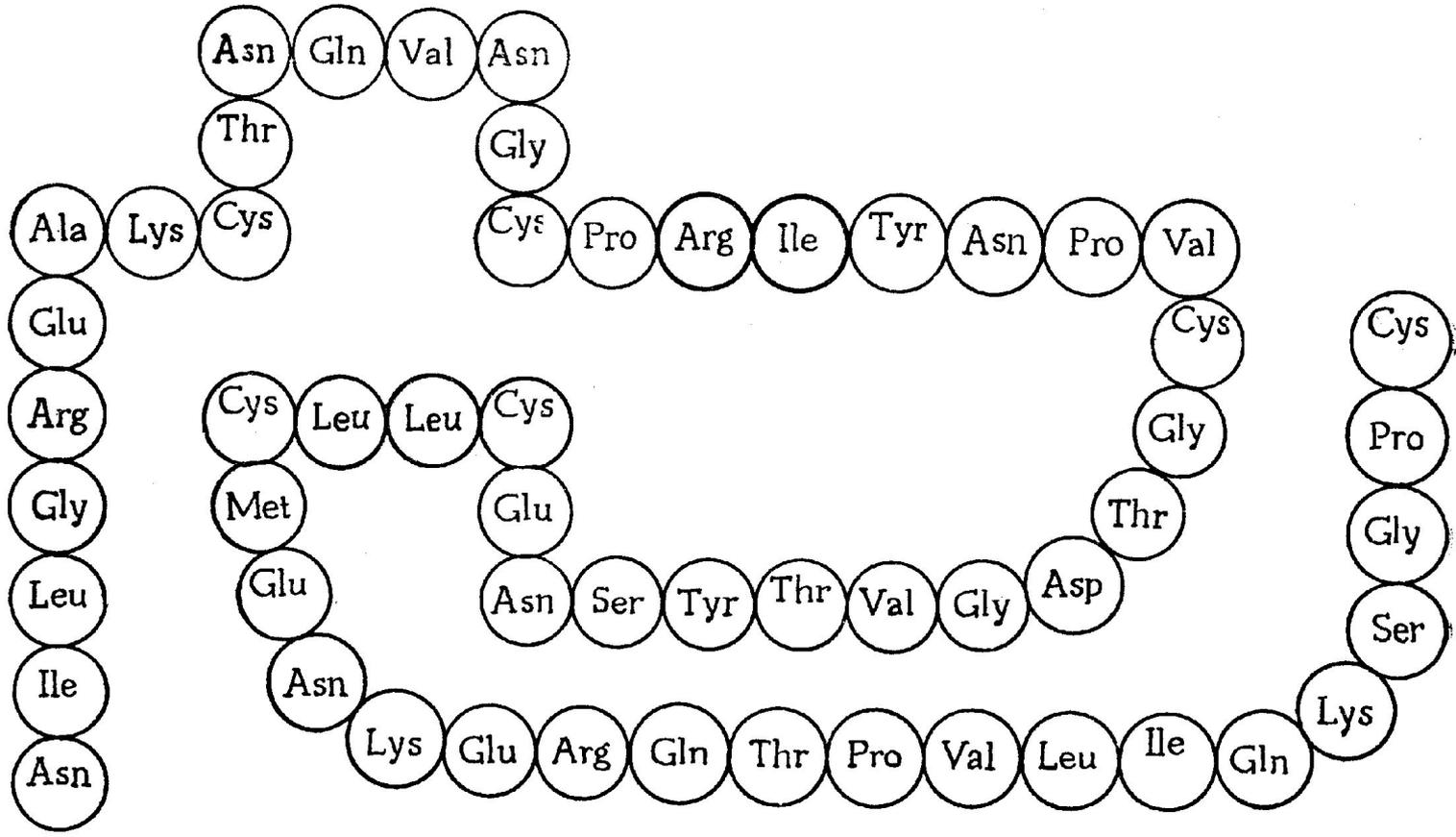
Третичная структура

Четвертичная структура

# Первичная структура

- **Первичная структура представляет собой последовательность расположения аминокислот в полипептидных цепях;**
- **Фиксируется первичная структура прочными пептидными связями;**
- **Каждый индивидуальный белок имеет уникальную первичную структуру.**

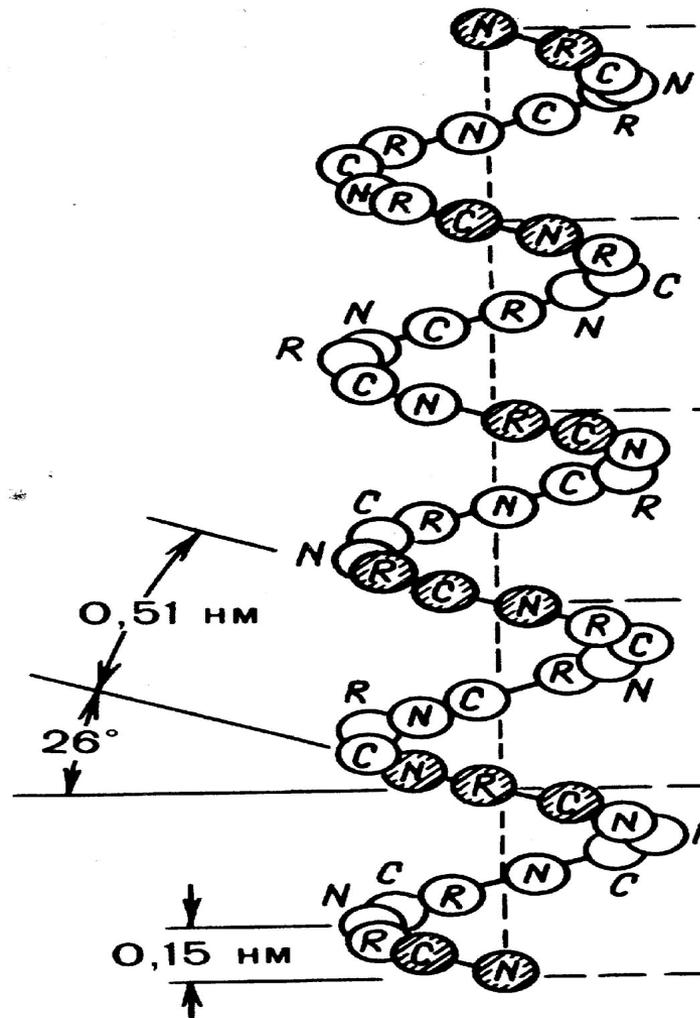
# Первичная структура белка трипсина



# Вторичная структура

- Вторичная структура характеризует пространственную форму полипептидных цепей;
- Часто полипептидные цепи в белковых молекулах закручиваются в спираль;
- Фиксируется вторичная структура дисульфидными и различными нековалентными (*непрочными*) связями.

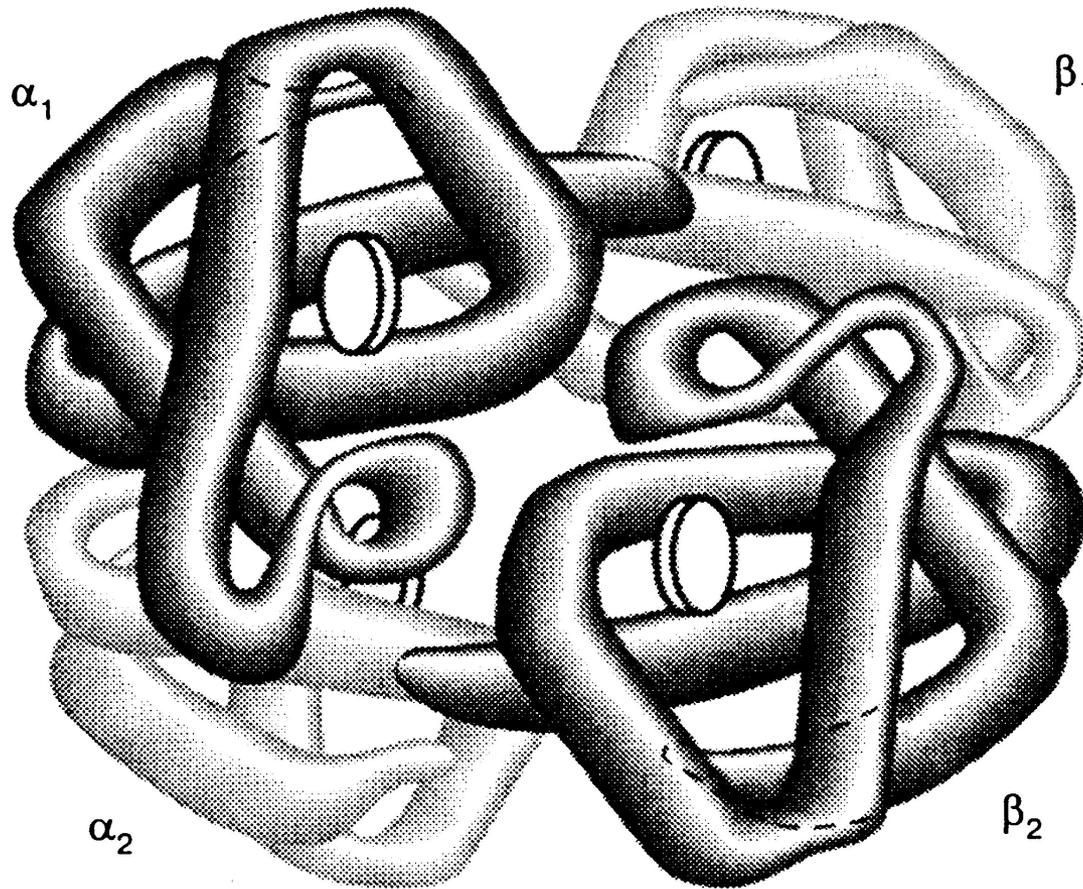
# Полипептидная цепь в форме $\alpha$ -спирали



# Третичная структура

- Третичная структура отражает пространственную форму вторичной структуры. Например, вторичная структура в форме спирали может принять форму глобулы (шара);
- Стабилизуется третичная структура слабыми связями: дисульфидными и нековалентными, вследствие чего является очень неустойчивой и легко изменяет свою форму.

# Третичная структура в форме глобулы белка гемоглобина



# Конформация белка

- **Пространственная форма всей белковой молекулы, являющаяся совокупностью первичной, вторичной и третичной структур обозначается термином «конформация».**
- **Конформация белка характеризуется нестабильностью и поэтому возможно ее изменение.**
- **Конформация, имея которую, белок обладает биологической активностью, называется нативной.**

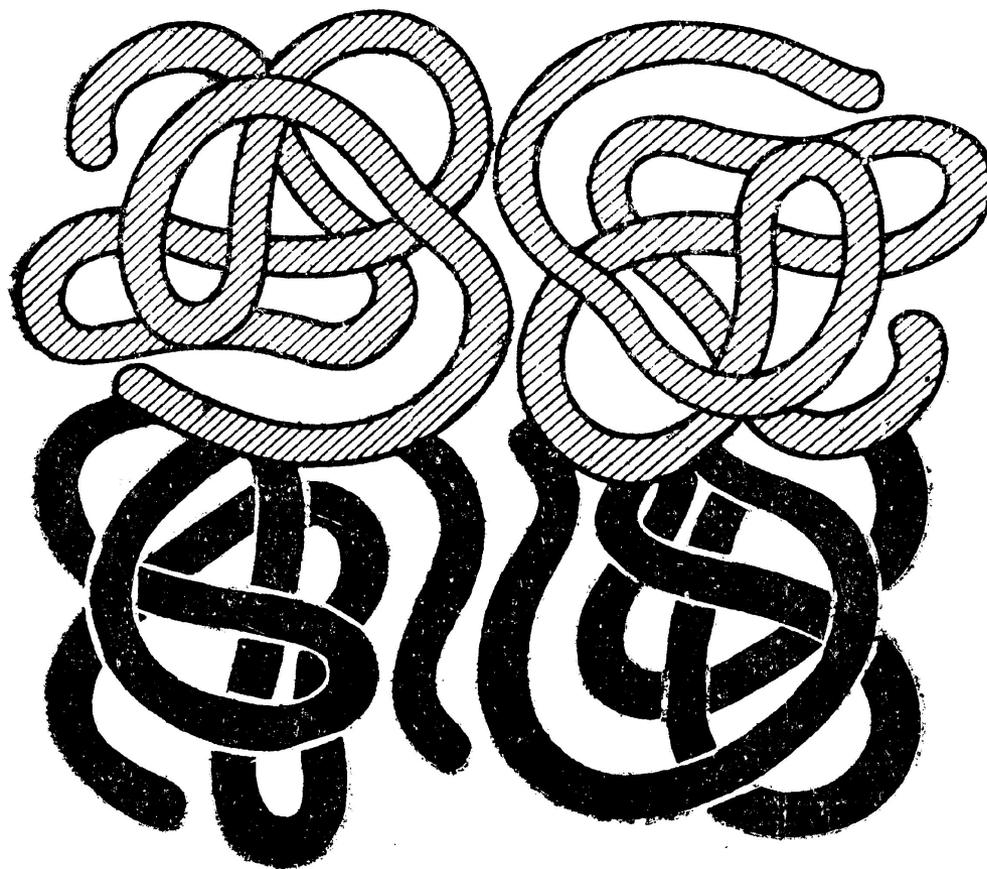
# Четвертичная структура

- Четвертичной структурой обладают только некоторые белки;
- Четвертичная структура – сложное надмолекулярное образование, состоящее из нескольких белков, имеющих свою собственную первичную, вторичную и третичную структур;
- Каждый белок, входящий в состав четвертичной структуры, называется субъединицей;

- **Субъединицы объединяются в четвертичную структуру только за счет слабых нековалентных связей, и поэтому четвертичная структура неустойчива.**

- **Объединение субъединиц в четвертичную структуру приводит к возникновению нового биологического свойства, отсутствующего у отдельных субъединиц;**
- **Образование (ассоциация) и распад (диссоциация) четвертичной структуры приводит к изменению биологических функций белков в организме.**

# Схема строения белковой молекулы, обладающей четвертичной структурой



- Из всех структур белковой молекулы кодируется только первичная;
- За счет информации, заключенной в молекуле ДНК, синтезируются полипептиды (первичная структура);
- Высшие структуры (*вторичная, третичная, четвертичная*) возникают самопроизвольно в соответствии со строением полипептидов.

# Классификация белков

(по химическому составу)

## БЕЛКИ



### Простые белки (протеины)

1. Альбумины
2. Глобулины
3. Гистоны
4. Белки опорных тканей

### Сложные белки (протеиды)

1. Фосфопротеиды
2. Нуклеопротеиды
3. Гликопротеиды
4. Липопротеиды
5. Хромопротеиды

# Классификация белков (по форме молекул)

## БЕЛКИ

```
graph TD; A[БЕЛКИ] --> B[Глобулярные]; A --> C[Фибриллярные]; B --> B1[1. Альбумины]; B --> B2[2. Глобулины]; B --> B3[3. Гемоглобин]; C --> C1[1. Коллаген]; C --> C2[2. Кератины];
```

### Глобулярные

1. Альбумины
2. Глобулины
3. Гемоглобин

### Фибриллярные

1. Коллаген
2. Кератины

## Тест 1

**Содержание белков в организме взрослого человека составляет:**

- а) 8-10 %**
- б) 15-17 %**
- в) 28-30 %**
- г) 35-40 %**

## Тест 2

**Обязательным химическим элементом, входящим в состав белков, является:**

- а) азот**
- б) кальций**
- в) селен**
- г) хлор**

## **Тест 3**

**Во все белки входят:**

- а) 10 разновидностей аминокислот**
- б) 20 разновидностей аминокислот**
- в) 30 разновидностей аминокислот**
- г) 40 разновидностей аминокислот**

## Тест 4

**В состав аминокислот обязательно входят функциональные группы:**

- а) альдегидная и спиртовая**
- б) карбоксильная и альдегидная**
- в) карбоксильная и аминная**
- г) карбоксильная и спиртовая**

## Тест 5

**Главной химической связью в белках является:**

- а) водородная**
- б) дисульфидная**
- в) ионная**
- г) пептидная**

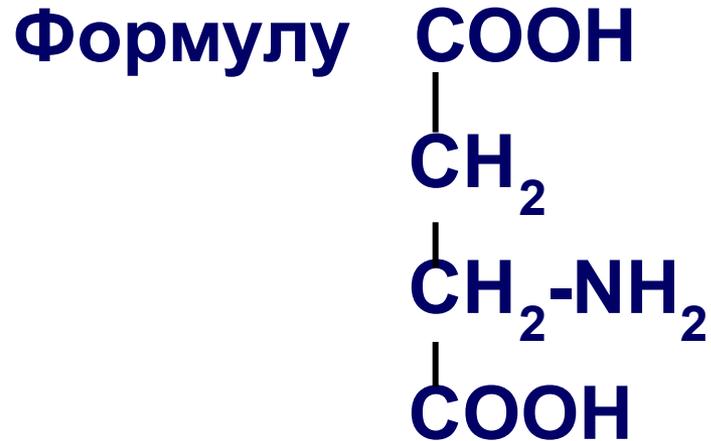
## Тест 6



имеет аминокислота:

- а) аланин
- б) глицин
- в) глутамин
- г) цистеин

## Тест 7



имеет аминокислота:

- а) аспарагиновая кислота
- б) глутамин
- в) глутаминовая кислота
- г) цистеин

## Тест 8

**В образовании дисульфидной связи участвует аминокислота:**

- а) аланин**
- б) глицин**
- в) глутамин**
- г) цистеин**

## Тест 9

**Первичная структура белковой молекулы фиксируется:**

- а) водородными связями**
- б) дисульфидными связями**
- в) ионными связями**
- г) пептидными связями**

## Тест 10

**Простые белки отличаются от сложных:**

- а) молекулярной массой**
- б) отсутствием дисульфидных связей**
- в) отсутствием простетической группы**
- г) формой молекул**

## Тест 11

**Сложные белки отличаются от простых:**

- а) изоэлектрической точкой**
- б) наличием дисульфидных связей**
- в) наличием простетической группы**
- г) формой молекул**

## Тест 12

**Пространственная форма белковой молекулы имеет название:**

- а) глобулизация**
- б) конформация**
- в) кооперация**
- г) специализация**