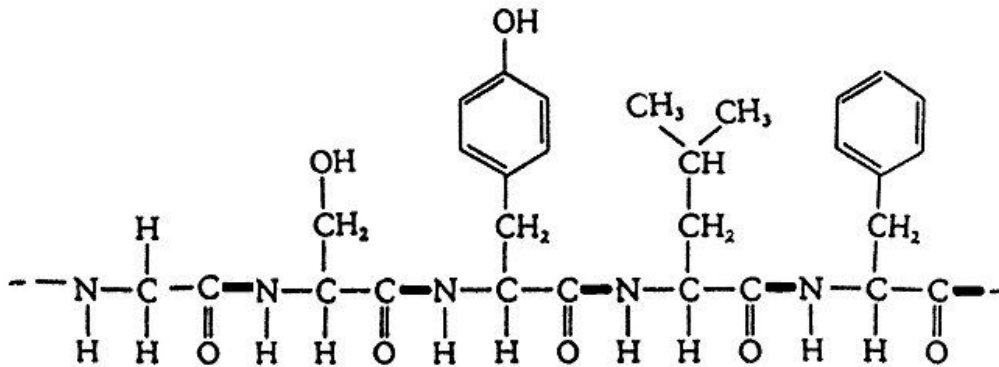


**Белки (протеины, полипептиды)** — высокомолекулярные органические вещества, состоящие из соединённых в цепочку пептидной связью  $\alpha$ -аминокислот

(*proteios*, греч. - первый)

Глицин    Серин    Тирозин    Лейцин    Фенилаланин



В живых организмах аминокислотный состав белков определяется генетическим кодом.

**$\alpha$ -Аминокислоты – мономеры для синтеза белков**

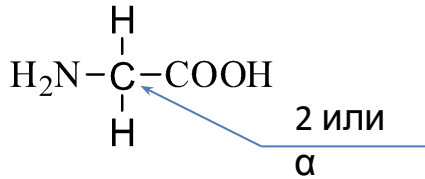
В природе обнаружено более **300** аминокислот, однако в составе белков встречается только **20** ( $\alpha$ -аминокислоты)

# Классификация

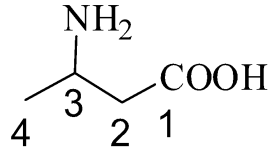
**Аминокислоты** (аминокарбоновые кислоты) — органические соединения, в молекуле которых одновременно содержатся карбоксильная и аминогруппа группы

## 1. Структурная классификация

1.1. Взаимное расположение групп COO- и NH2-

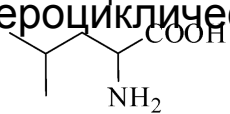


2-аминоэтановая кислота  
α-аминоуксусная кислота

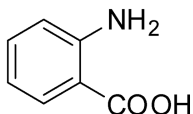


3-аминобутановая кислота  
β-аминомасляная кислота

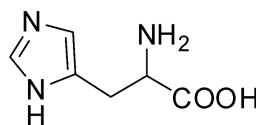
1.2. Природа радикала (R): алифатические, ароматические, гетероциклические



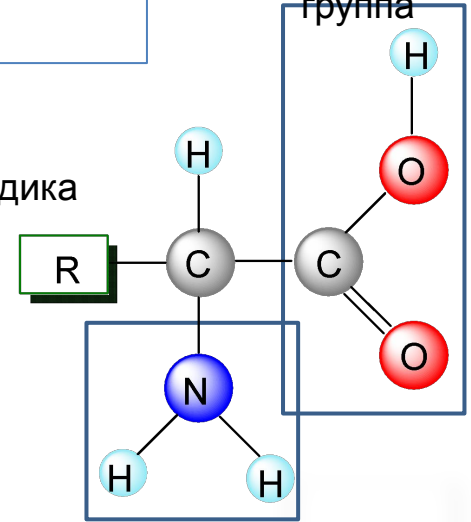
лейцин  
гистидин



антраниловая кислота

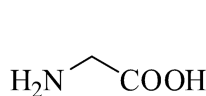


Радикал

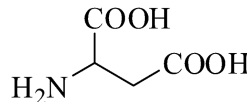


Аминогруппа

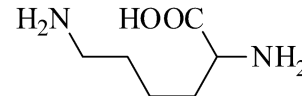
1.3. Количество групп COO- и NH2- : моноаминокарбоновые, моноаминодикарбоновые, диаминокарбоновые



глицин  
лизин



аспарагиновая кислота

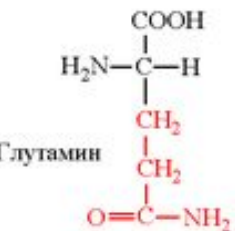
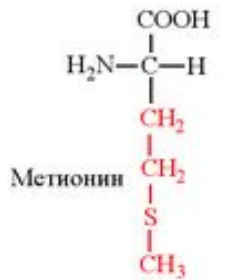
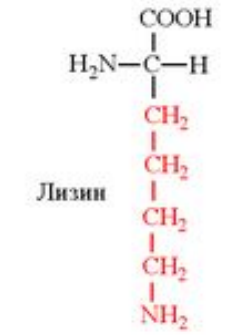
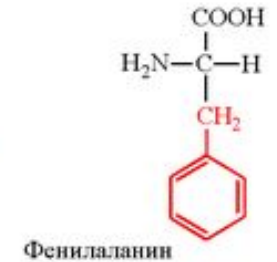
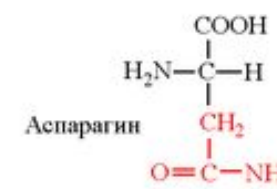
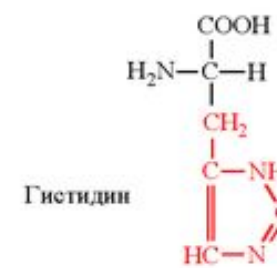
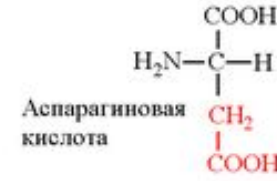
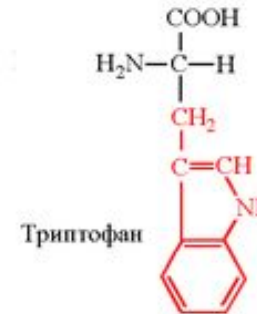
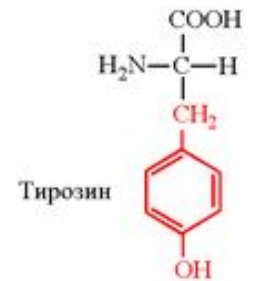
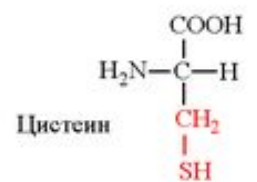
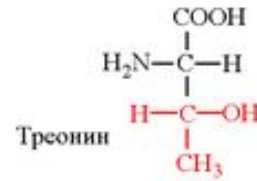
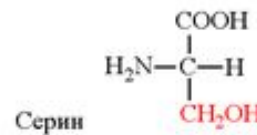
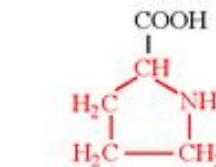
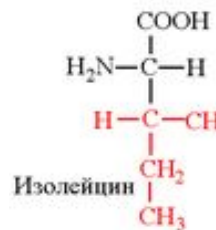
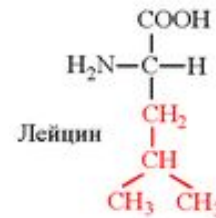
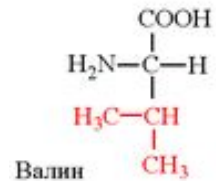
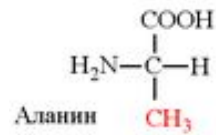


# Протеиногенные аминокислоты («рождающие протеины») - природные аминокислоты, участвующие в построении молекул пептидов и белков

## Незаменимые аминокислоты

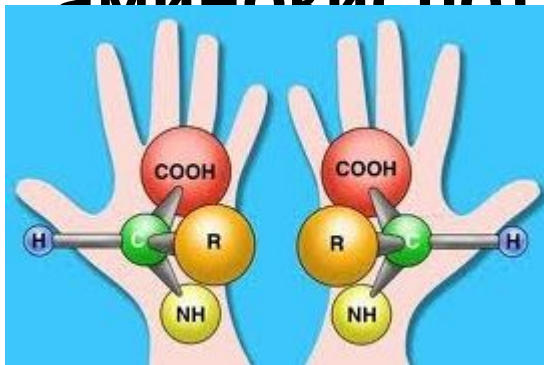
- |   |   |                 |    |  |                   |
|---|---|-----------------|----|--|-------------------|
| 1 | $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$   | Аланин (Ala)    | 6  | $\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\   \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{H}_2\text{NH}_2\text{CH}_2\text{C}-\text{CH}_2 \end{array}$ | Лизин (Lys)       |
| 2 | $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{NH}_2 \end{array}$                                       | Валин (Val)     | 7  | $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{NH}_2 \\   \quad   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{HO} \end{array}$            | Треонин (Tre)     |
| 3 | $\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{NH}_2 \\   \\ \text{H}_2\text{C} \\   \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \end{array}$ | Лейцин (Leu)    | 8  | $\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$                             | (Метионин (Met))  |
| 4 | $\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{NH}_2 \\   \\ \text{HC}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{H}_2\text{C} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$                               | Изолейцин (Ile) | 9  | $\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$  | Фенилаланин (Phe) |
| 5 | $\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\   \\ \text{HN} \\ \backslash \\ \text{C}=\text{C}-\text{NH}-\text{NH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ / \\ \text{H}_2\text{N} \end{array}$           | Аргинин (Arg)   | 10 | $\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\   \\ \text{C}_8\text{H}_6\text{N}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$                                      | Триптофан (Try)   |
|   |   |                 | 11 | $\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\   \\ \text{C}_5\text{H}_3\text{N}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$                                      | Гистидин (His)    |

- 1) Глицин,
- 2) аланин,
- 3) аспарагиновая кислота,
- 4) аспарагин,
- 5) глутаминовая кислота,
- 6) глутамин,
- 7) оксипролин,
- 8) серин,
- 9) цистин,
- 10) тирозин,
- 11) 3,5-дибромтирозин,
- 12) 3,5-диодтирозин
- 13) пролин,
- 14) оксипролин,
- 15) тироксин



# Конфигурация протеиногенных

## аминокислот



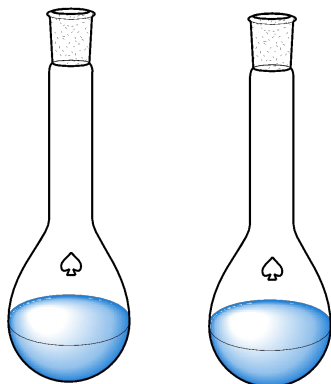
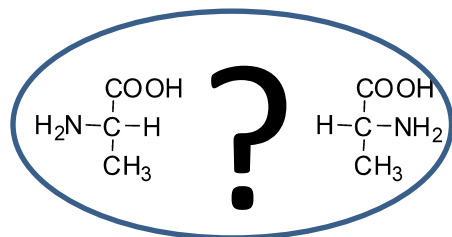
**Конфигурация** – расположение атомов, характеризующее определенный стереоизомер

R,S –  
номенклатура

L,D – номенклатура

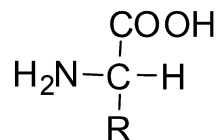
L,D – номенклатура используется для аминокислот и углеводов

R,S – номенклатура (см. Р. Моррисон, Р. Бойд. **Органическая химия, с. 87**)

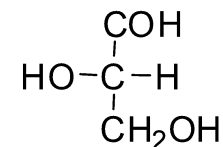


(+) –Аланин  
Аланин

(-) -

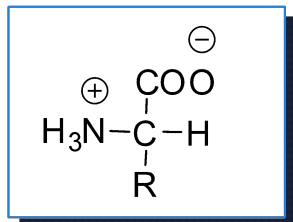


L-аминокислота  
альдегид



L-глицериновый

# Кислотно-основные свойства аминокислот

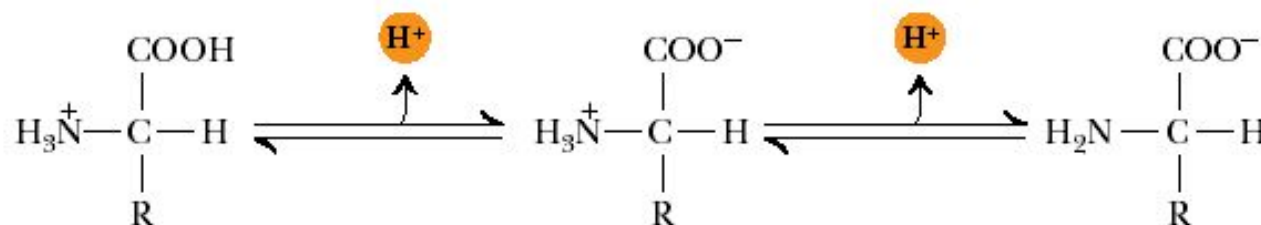
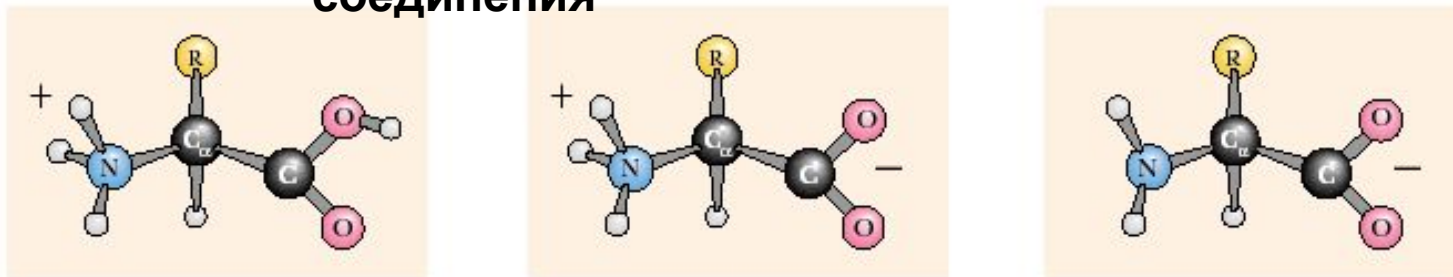


Высокие Тпл. (200-350°C);  
 растворимы в воде;  
 нерастворимы в неполярных  
 органических растворителях.

Биполярные ионы, цвиттер-ионы

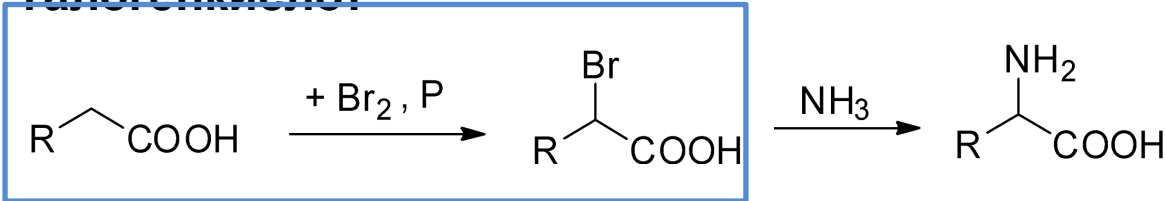
**Изоэлектрическая точка** - значение рН среды, при котором аминокислота существует преимущественно в виде цвиттер-иона

## Аминокислоты – амфотерные соединения



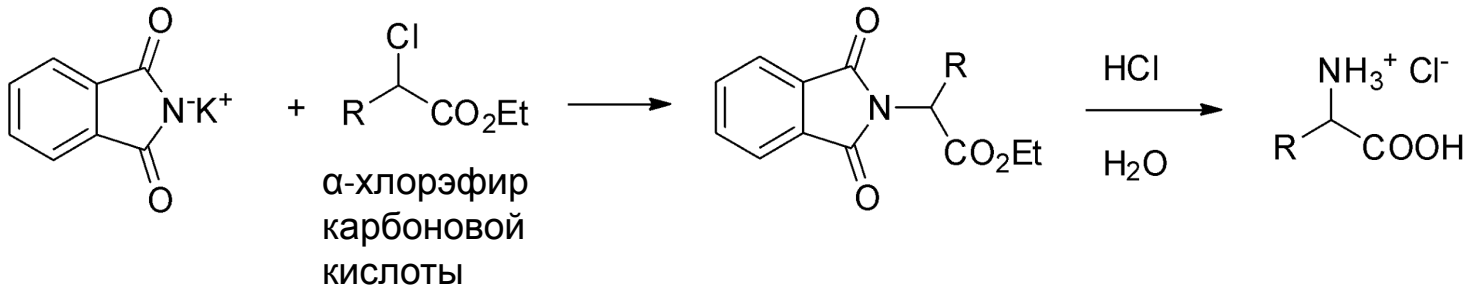
# Синтез

## 1. Аминирование $\alpha$ -аминокислот галогенкислот



Р. Геля-Фольгарда-  
Зелинского

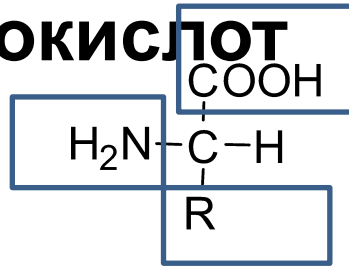
## 2. Фталимидный синтез по Габриэлю





# Реакции

## аминокислот

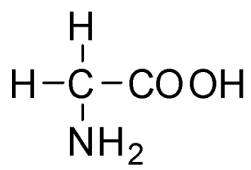


Реакции, характерные для COO- групп

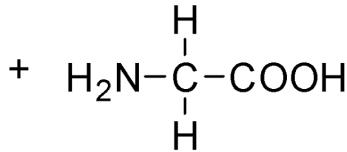
Реакции, характерные для R

Реакции, характерные для NH<sub>2</sub>- групп

## Синтез пептидов

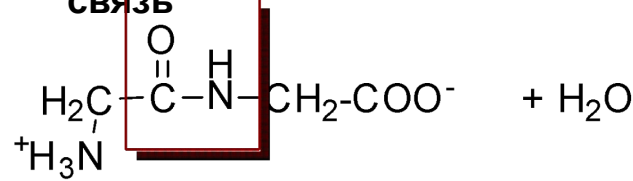


глицин  
Gly-Gly



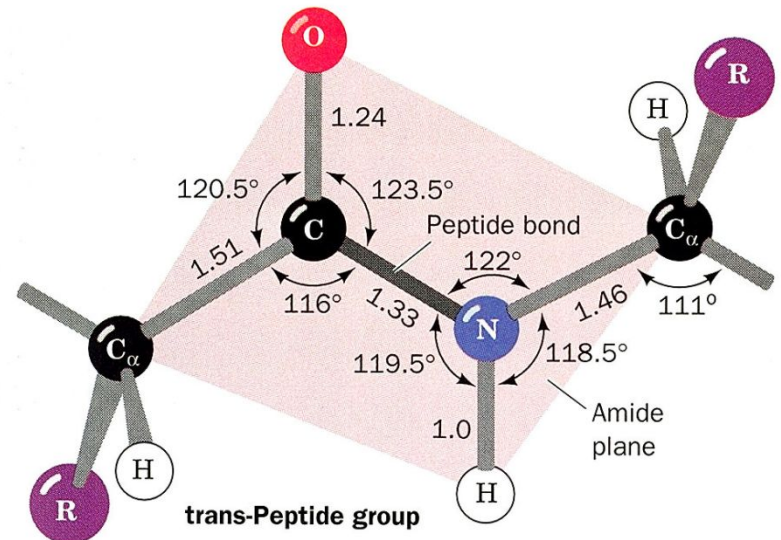
глицин

Пептидная  
связь

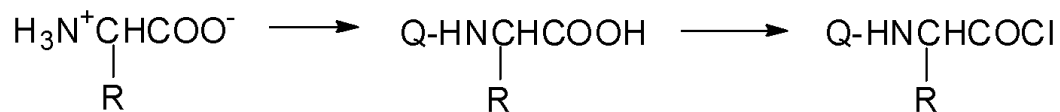


глицилглицин,

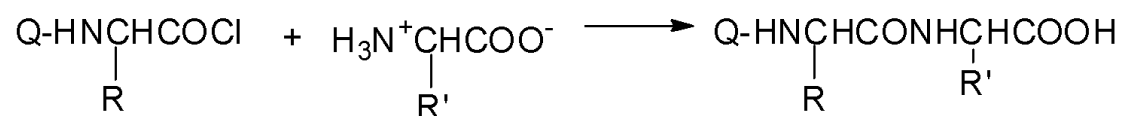
дипептид



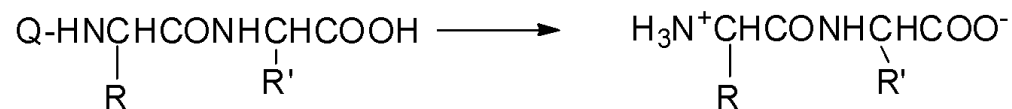
# Общая схема синтеза пептида



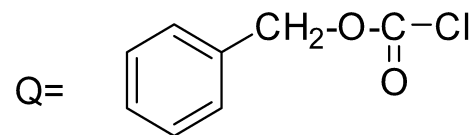
**Защита аминогруппы**



**Образование пептидной связи**



**Снятие «защиты»**

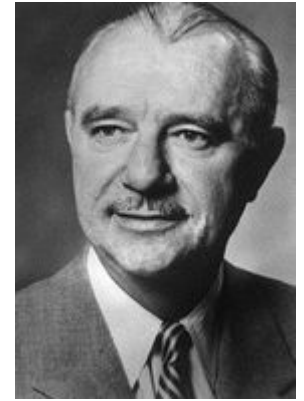
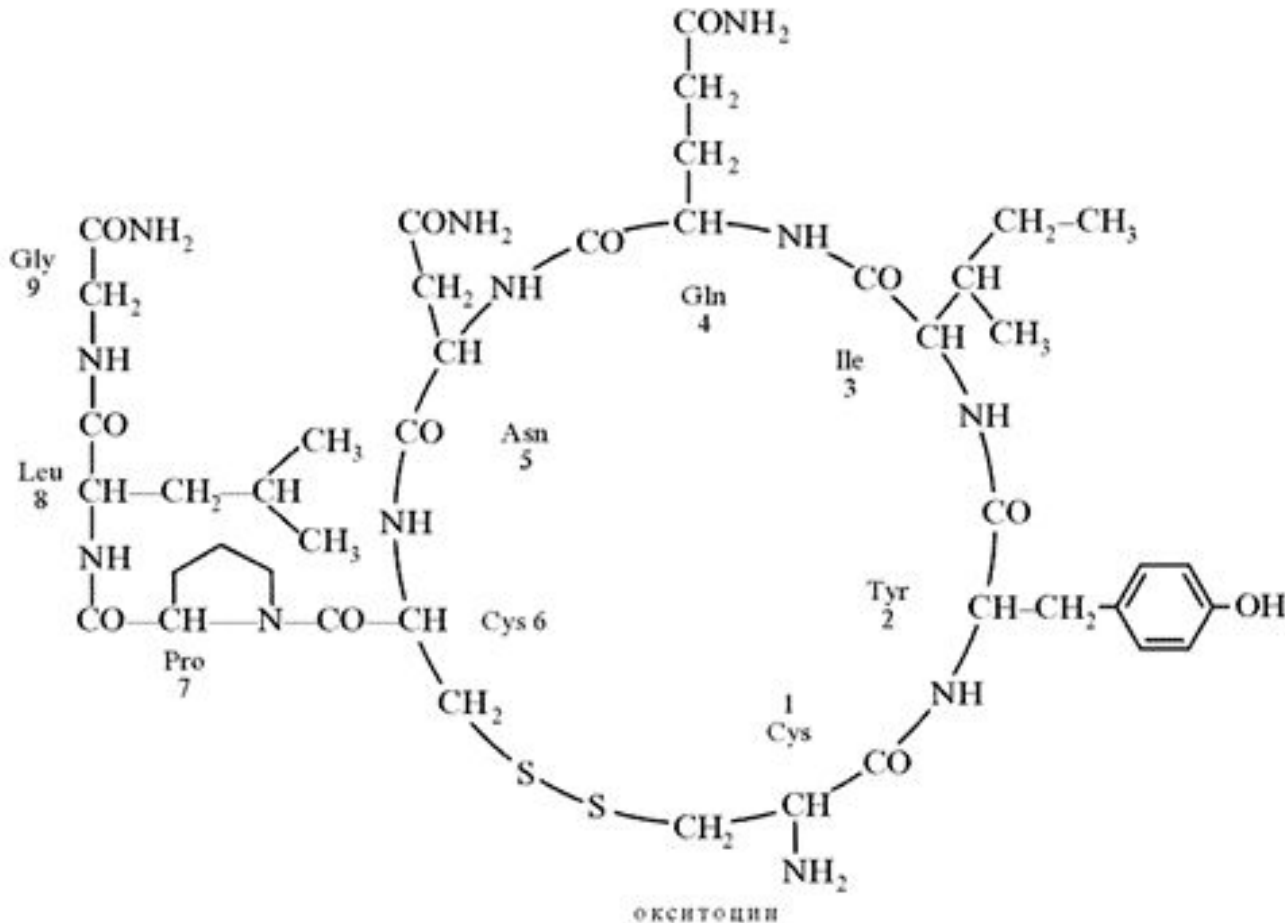
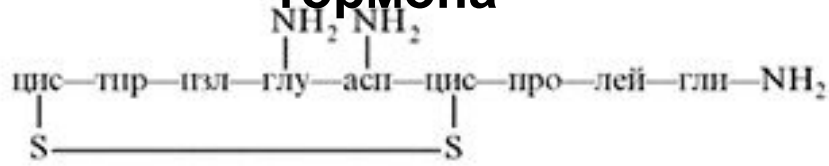


Карбобензоксихлори  
Д,  
бензилхлоркарбонат

# Нобелевская премия 1955г.

за впервые осуществленный синтез полипептидного

гормона



Винсент Дю  
Виньо

# Белк

**И**

*Первичная структура* -

последовательность аминокислот в полипептидной цепи

1



*Вторичная структура* —

локальное упорядочивание фрагмента полипептидной цепи, стабилизированное водородными связями

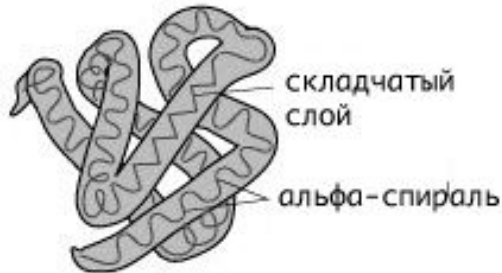
2



*Третичная структура* —

пространственное строение полипептидной цепи (ковалентные, ионные связи, гидрофильно-гидрофобные взаимодействия)

3



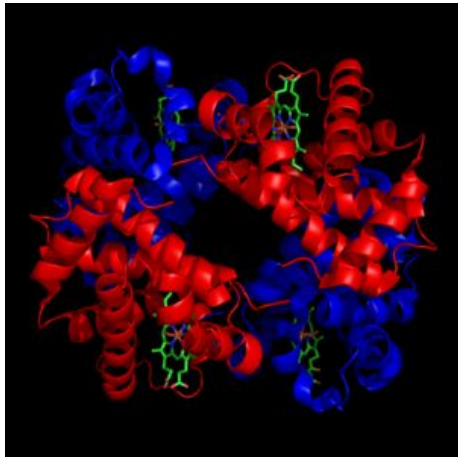
*Четвертичная структура* —

взаимное расположение нескольких полипептидных цепей в составе единого белкового комплекса

4



*Глобулярные белки* -  
полипептидные цепи  
плотно свёрнуты в  
компактные  
шарообразные  
структуры (глобулы)

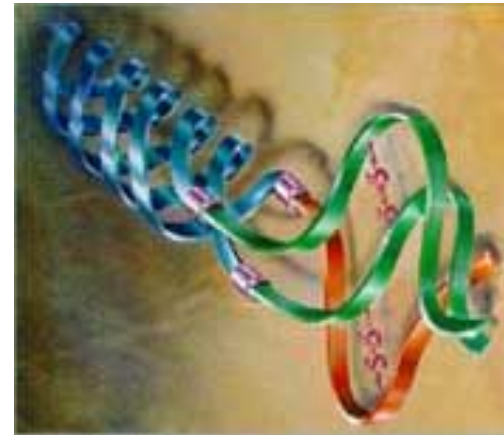


Трёхмерная  
структура  
молекулы  
гемоглобина

Растворимы в воде или водных  
растворах кислот, оснований,  
солей.

К глобулярным белкам относятся  
ферменты, иммуноглобулины,  
транспортные и регуляторные  
гормоны, антитела, альбумин яиц,  
гемоглобин, фибриноген, фибрин

*Фибриллярные белки* -  
полипептидные цепи,  
имеющие вытянутую  
нитевидную структуру



Не растворимы в воде.

К фибриллярным белкам  
относятся  
 $\alpha$ -кератины, коллаген, фиброин.