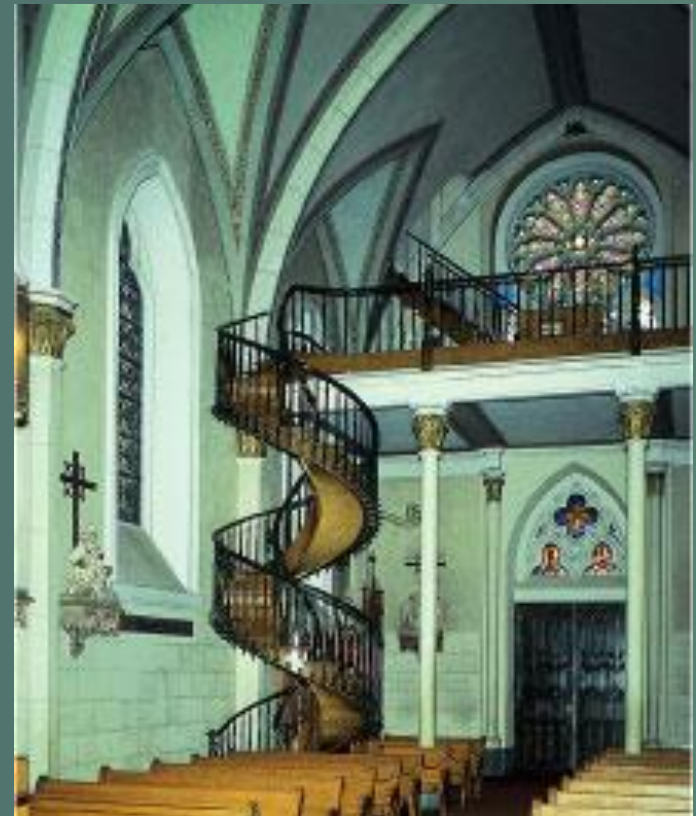


# Аминокислоты и белки

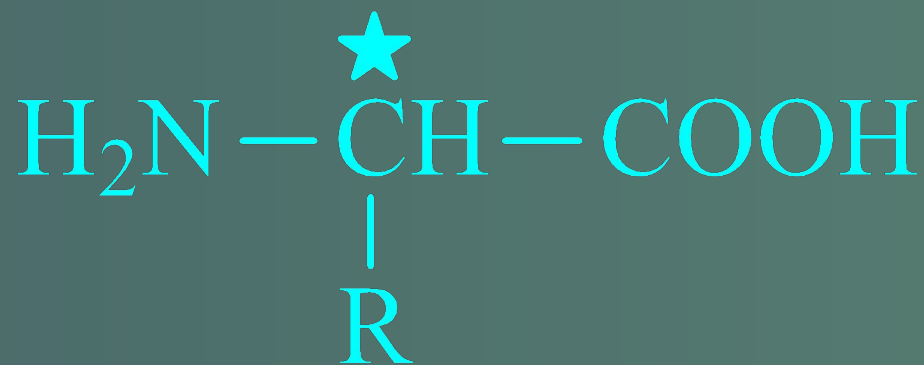
## Строение, свойства

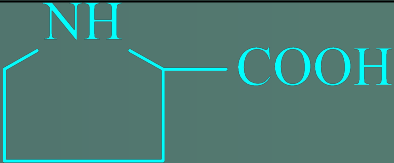
Спирали встречаются во многих областях: в архитектуре, в макромолекулах белков, нуклеиновых кислот и даже в полисахаридах (Loretto Chapel, Santa Fe, NM/© Sarbo )



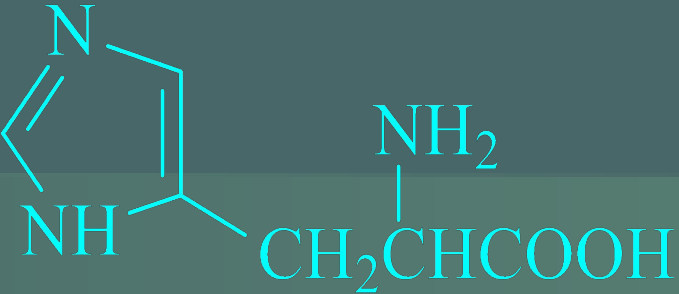
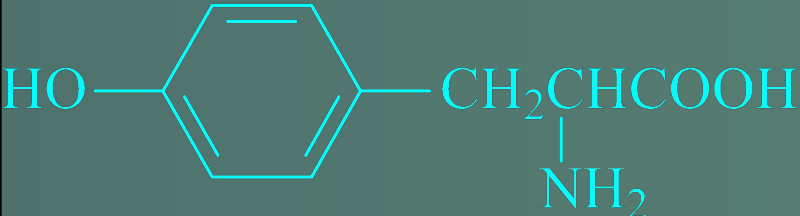
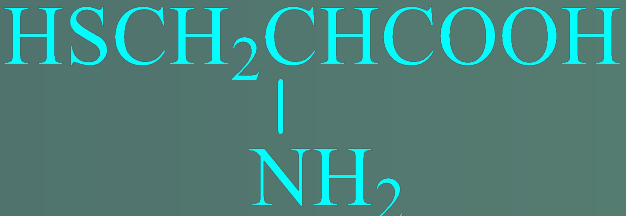
# Аминокислоты

*Соединение, которое содержит одновременно и кислотную функциональную группу, и аминогруппу, является аминокислотой*



Название	Сокращение	Структурная формула	(pI)
Глицин	gly	$\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$	5.97
Аланин	ala	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCOOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	6.02
Валин	val	$\begin{array}{c} (\text{CH}_3)_2\text{CHCHCOOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	5.97
Лейцин	leu	$\begin{array}{c} (\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CHCOOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	5.98
Пролин	pro		6.10
Фенилаланин	phe	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CHCOOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	5.88
Триптофан	try	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CHCOOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	5.88

Название	Сокращение	Структурная формула	(pI)
Аспарагин	asn	$\text{H}_2\text{N}(\text{O})\text{CCH}_2\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}\text{COOH}$	5.41
Глутаминовая кислота	glu	$\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}\text{COOH}$	3.22
Лизин	lys	$\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}\text{COOH}$	9.74
Аргинин	arg	$\begin{array}{c} \text{HN} \\ \text{H}_2\text{N} \end{array} \text{C} = \text{NH} - \text{CH}_2\text{CH}_2\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}\text{COOH}$	10.76

Название	Сокращение	Структурная формула	(pI)
Гистидин	his	 <chem>NC(Cc1c[nH]cn1)C(=O)O</chem>	7.58
Тирозин	tyr	 <chem>NC(Cc1ccc(O)cc1)C(=O)O</chem>	5.65
Цистеин	cySH	 <chem>NC(CS)C(=O)O</chem>	5.02

# Незаменимые аминокислоты

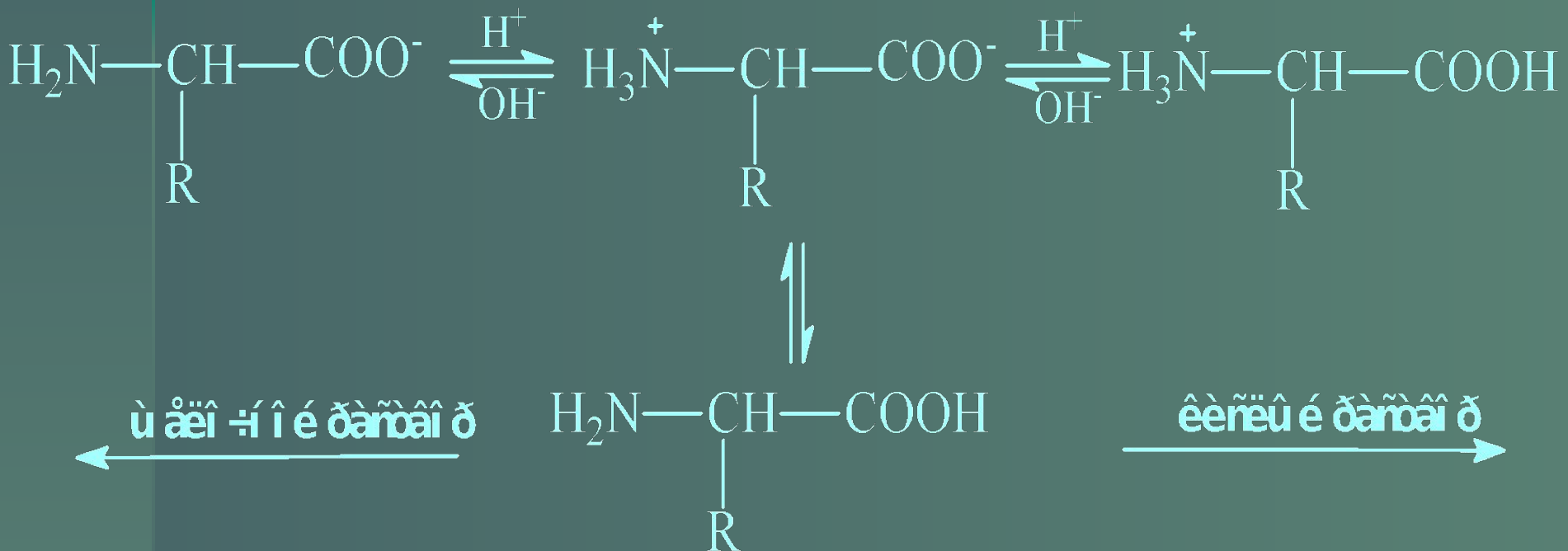
*Незаменимыми* называются аминокислоты, которые не могут быть синтезированы организмом из веществ, поступающих с пищей, в количествах, достаточных для того, чтобы удовлетворить физиологические потребности организма.

# Незаменимые аминокислоты

Следующие аминокислоты принято считать незаменимыми для организма человека:

*изолейцин, лейцин, лизин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан и валин.*

# Кислотно-основные свойства





# Кислотно-основные свойства



не ионная форма;  
идеализированная  
аминокислота



цвиттер-ион;  
аминокислота в  
твердом состоянии

# Изоэлектрическая точка (pI)

Изоэлектрической точкой называется такое значение pH, имеющее определенное значение для каждой аминокислоты, при котором содержание диполярного иона (цвиттер-иона) максимально

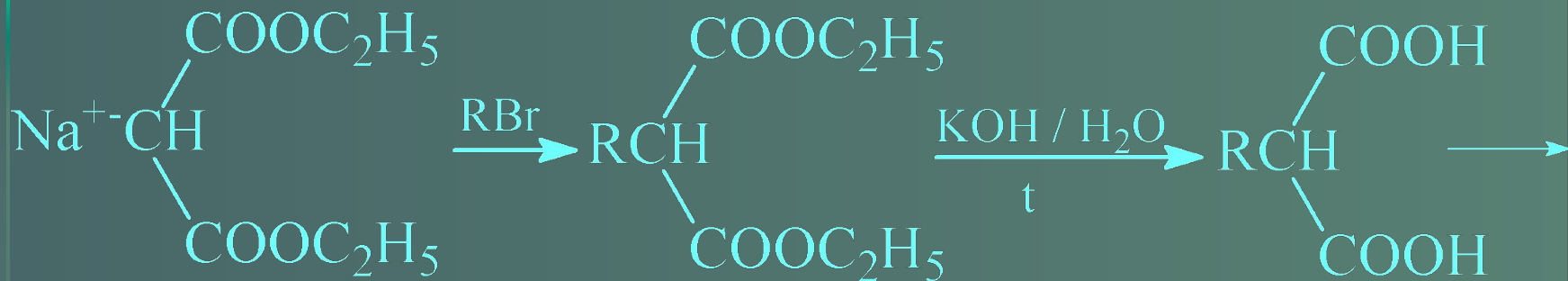
# Способы получения аминокислот

## Аминирование $\alpha$ -галогензамещенных кислот

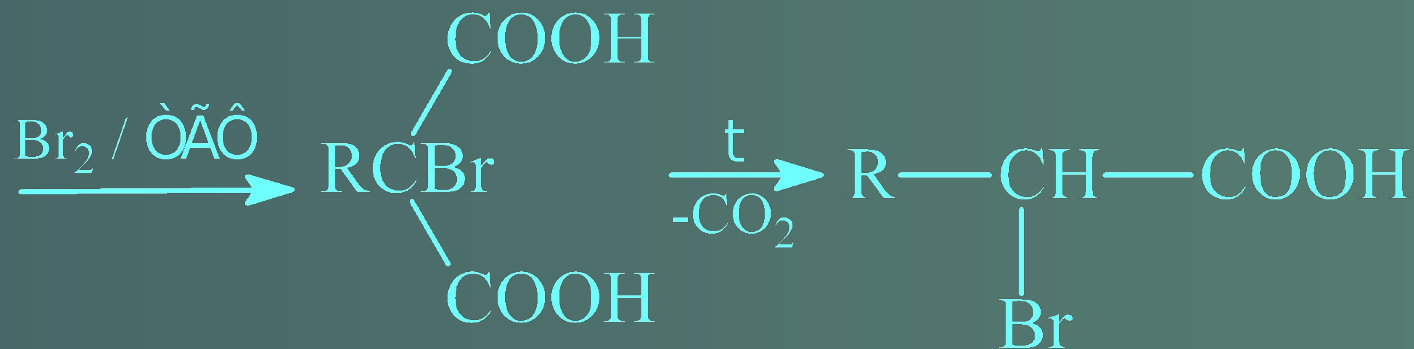


# Способы получения аминокислот

## Бромирование при помощи малоновой кислоты

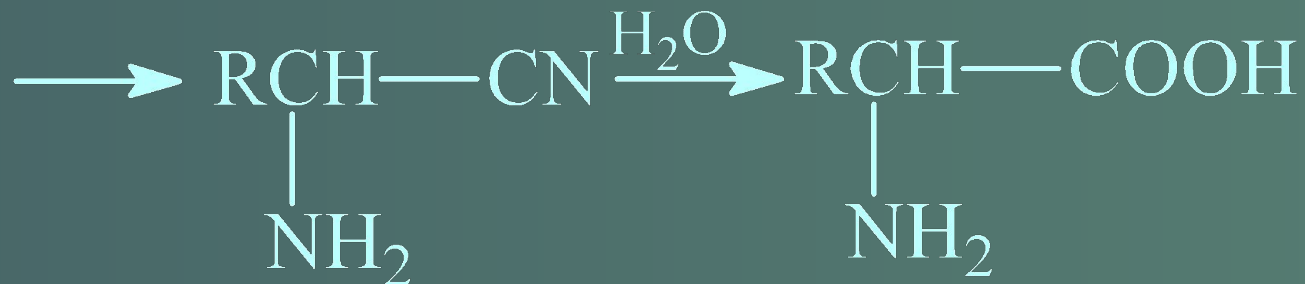
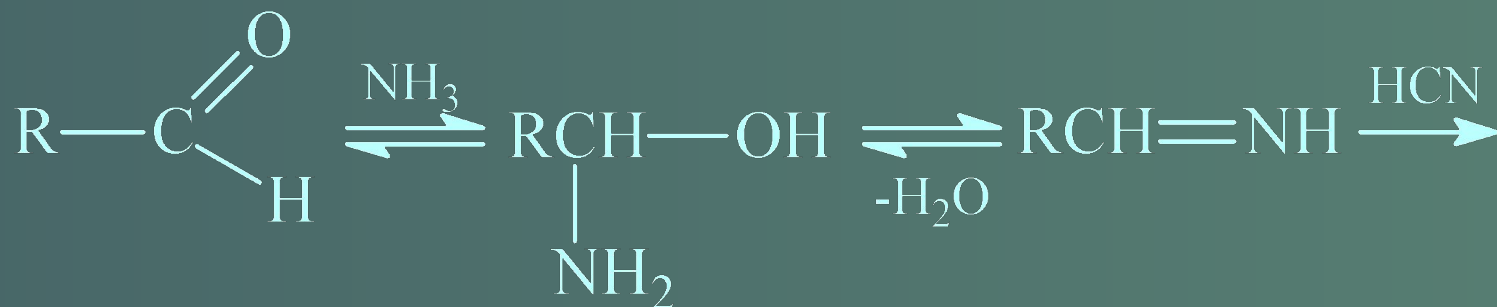


í àòðì àëï í î âû é ýô èď



# Способы получения аминокислот

## Синтез Штреккера–Зелинского



$\alpha$ -аминокислота

$\alpha$ -аминокислота

# Способы получения аминокислот

- Алкилирование N-замещенных аминомалоновых эфиров
- Аминирование эфиров  $\alpha$ -галогензамещенных кислот (с помощью фталимида калия)

# Способы получения аминокислот

## Биологический способ получения аминокислот



Корм с  
добавкой  
рацемической  
смеси  
 $\alpha$ -аминокислот

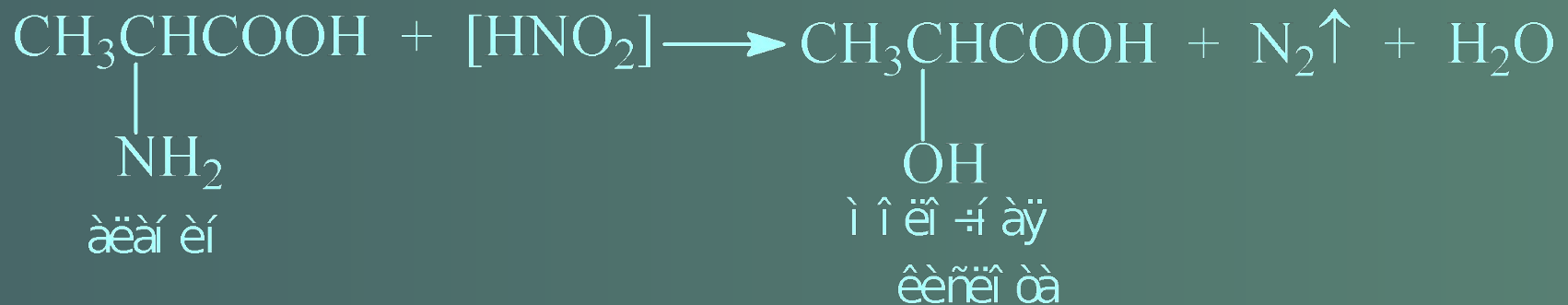
Отходы с  
оптически  
активным  
изомером  
 $\alpha$ -аминокислоты

Очистка

Оптически  
чистый изомер  
 $\alpha$ -аминокислоты

# Химические свойства аминокислот

## Реакции аминогруппы

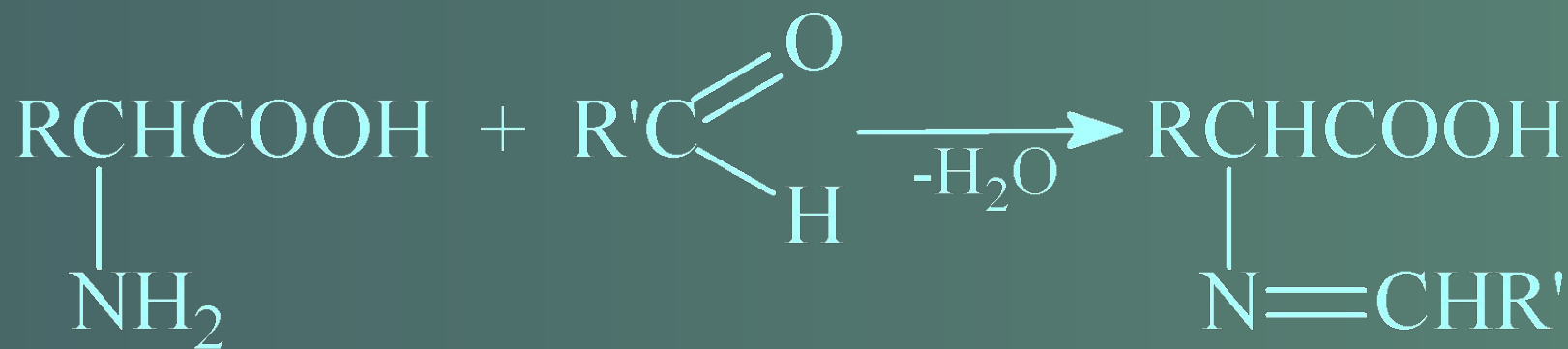


*Метод Ван-Слайка*



# Химические свойства аминокислот

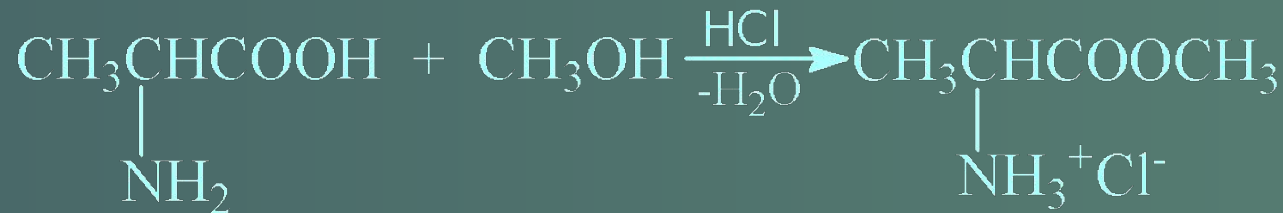
## Реакции аминогруппы



↑ ňí ↑ âáí èâ  
Ø èô ôà

# Химические свойства аминокислот

## Реакции карбоксильной группы



àëàí èí

ãèäõî öëî ðèä

ì ãòèëî âî ãî ýòèðà

àëàí èí à

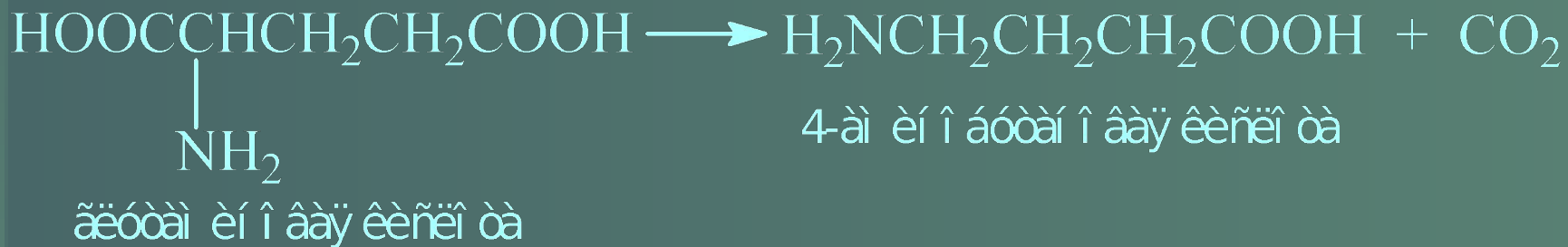
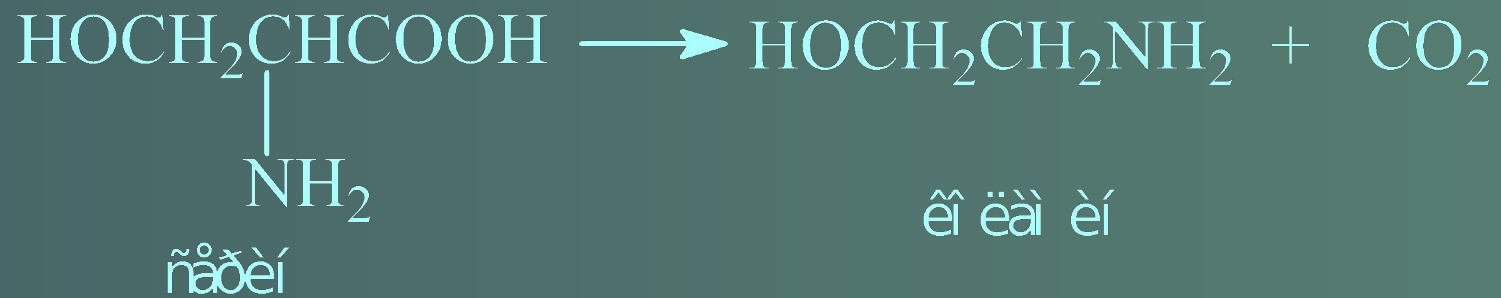


ì ãòèëî âî ãî ýòèðà

àëàí èí à

# Химические свойства аминокислот

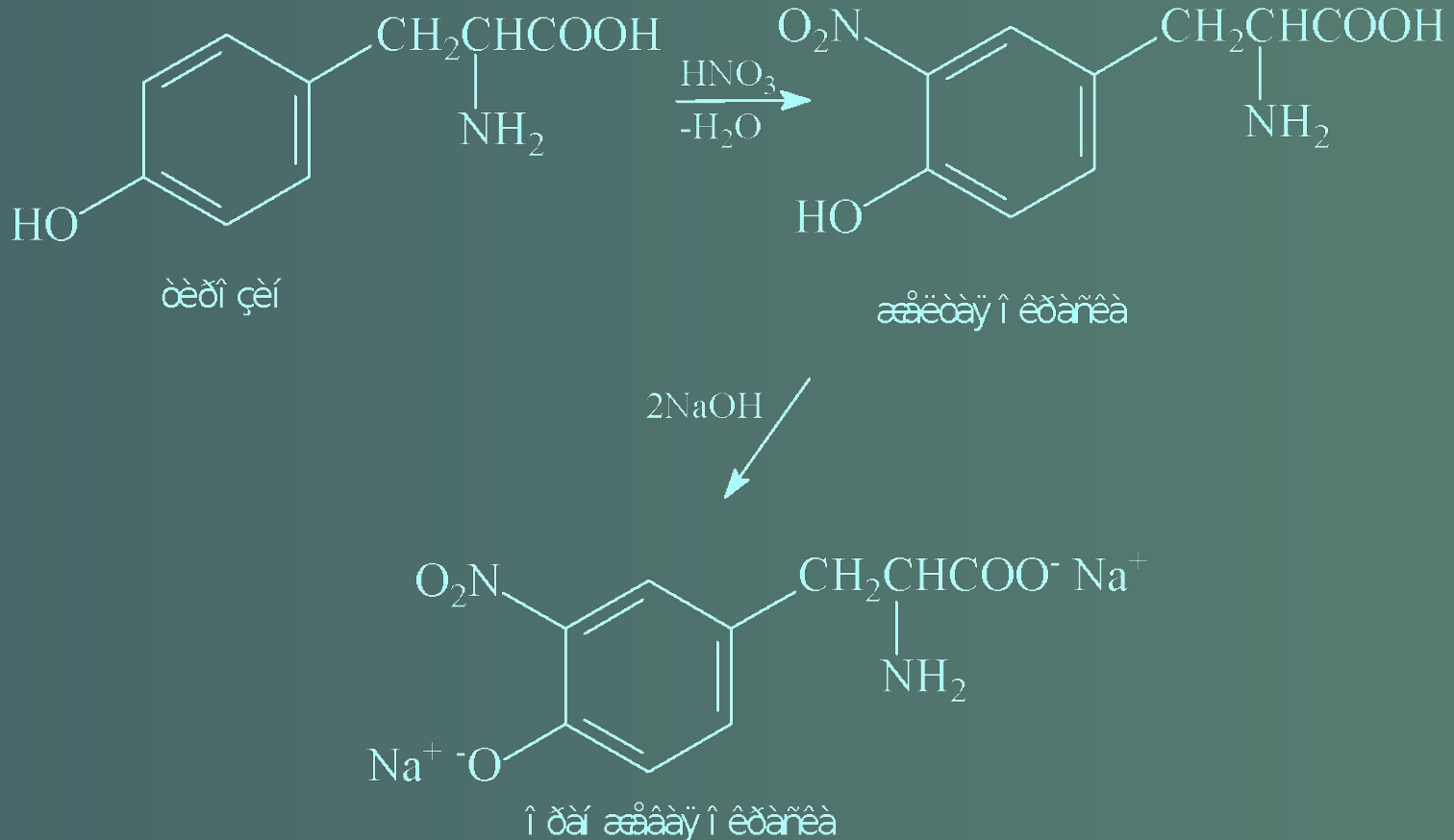
## Реакции карбоксильной группы



# Химические свойства аминокислот

## Качественные реакции

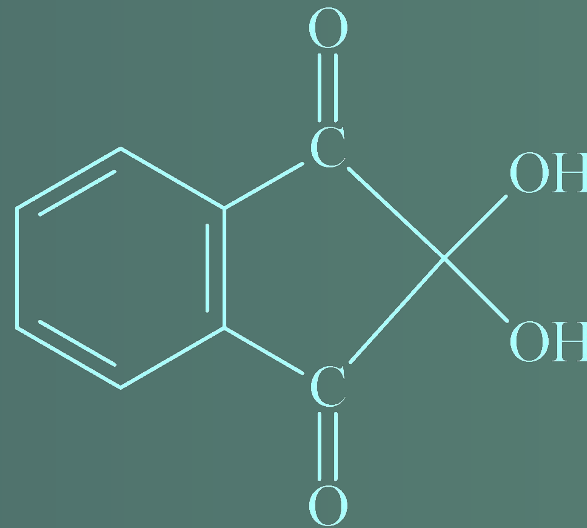
### Ксантопротеиновая реакция



# Химические свойства аминокислот

## Качественные реакции

- Биуретовая реакция  
(с гидроксидом меди (II)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  )
- Нингидринная реакция

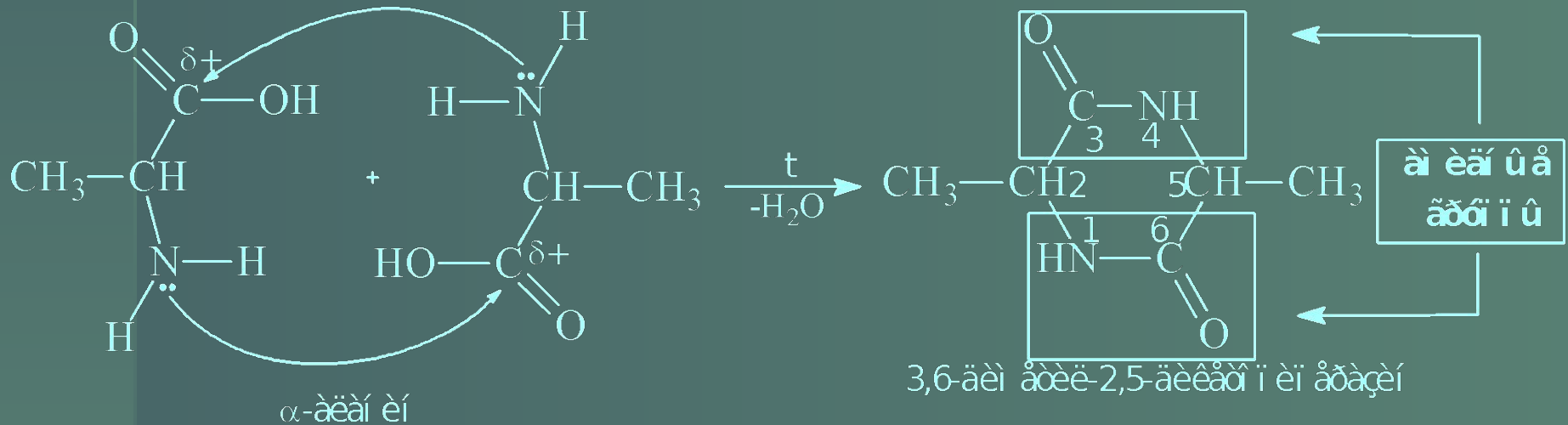


í èí ãëäðéí

# Химические свойства аминокислот

## Специфические реакции $\alpha, \beta, \gamma$ -аминокислот

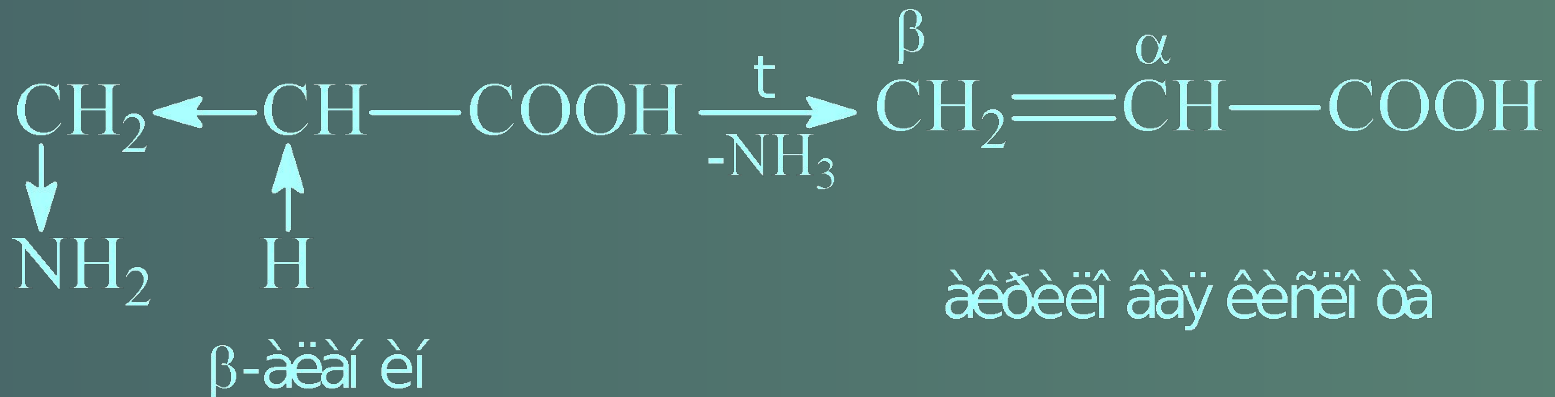
### Реакции $\alpha$ -аминокислот



# Химические свойства аминокислот

## Специфические реакции $\alpha, \beta, \gamma$ -аминокислот

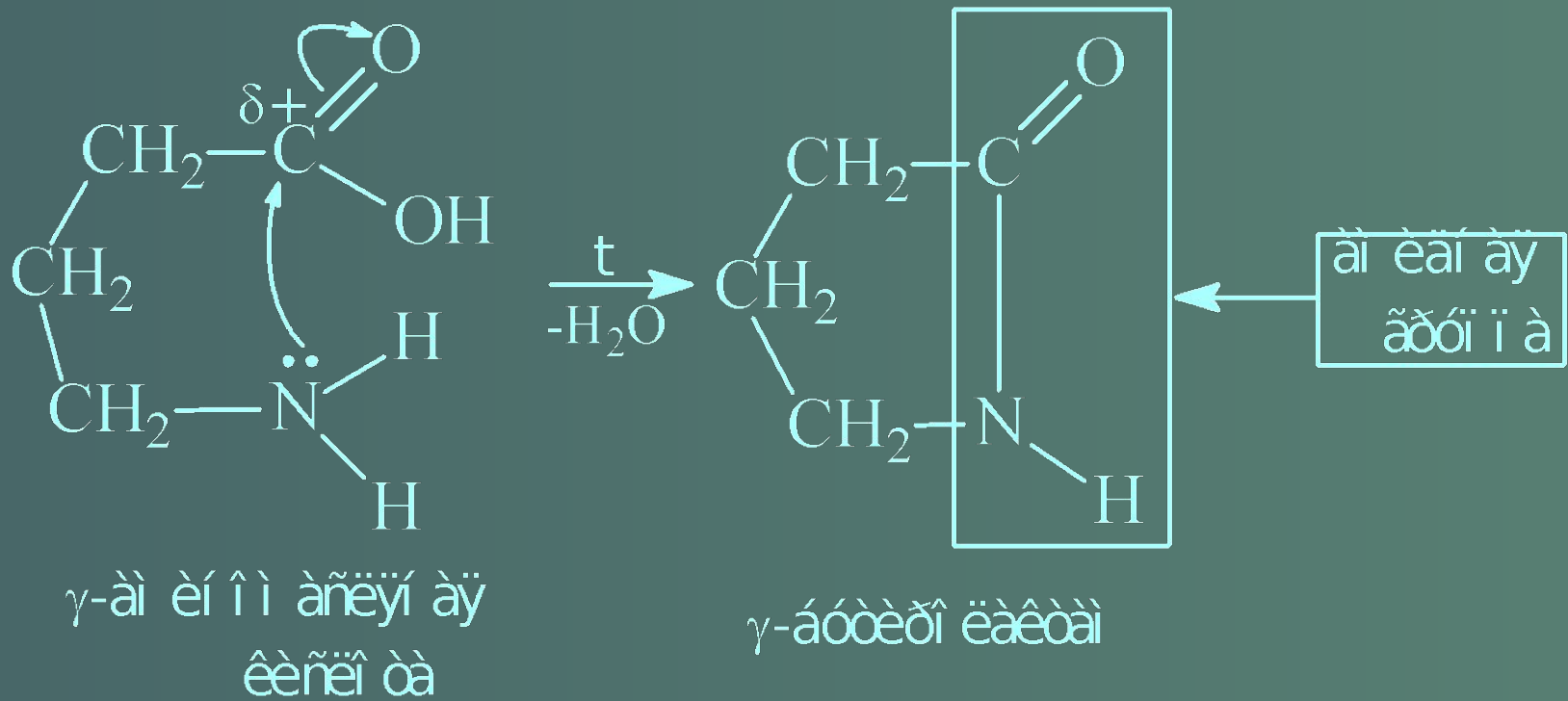
### Реакции $\beta$ -аминокислот



# Химические свойства аминокислот

## Специфические реакции $\alpha, \beta, \gamma$ -аминокислот

### Реакции $\gamma$ -аминокислот





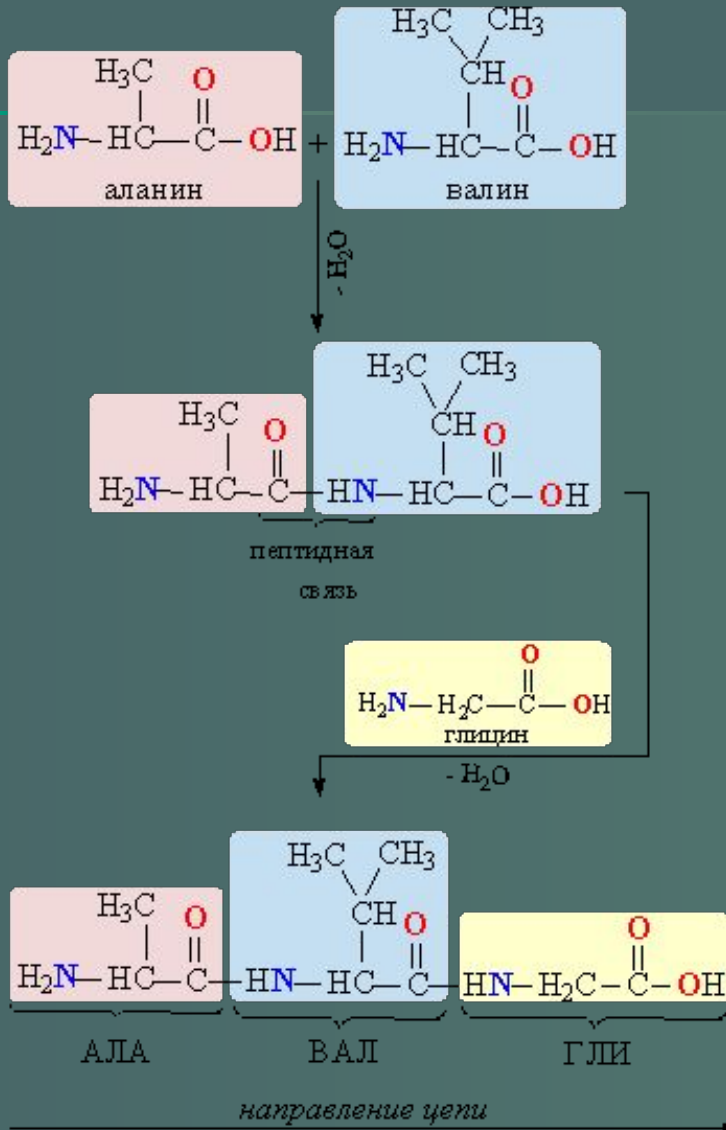
# Пептиды и белки

*Пептиды — соединения, построенные из нескольких остатков α-аминокислот, связанных амидной (пептидной) связью.*



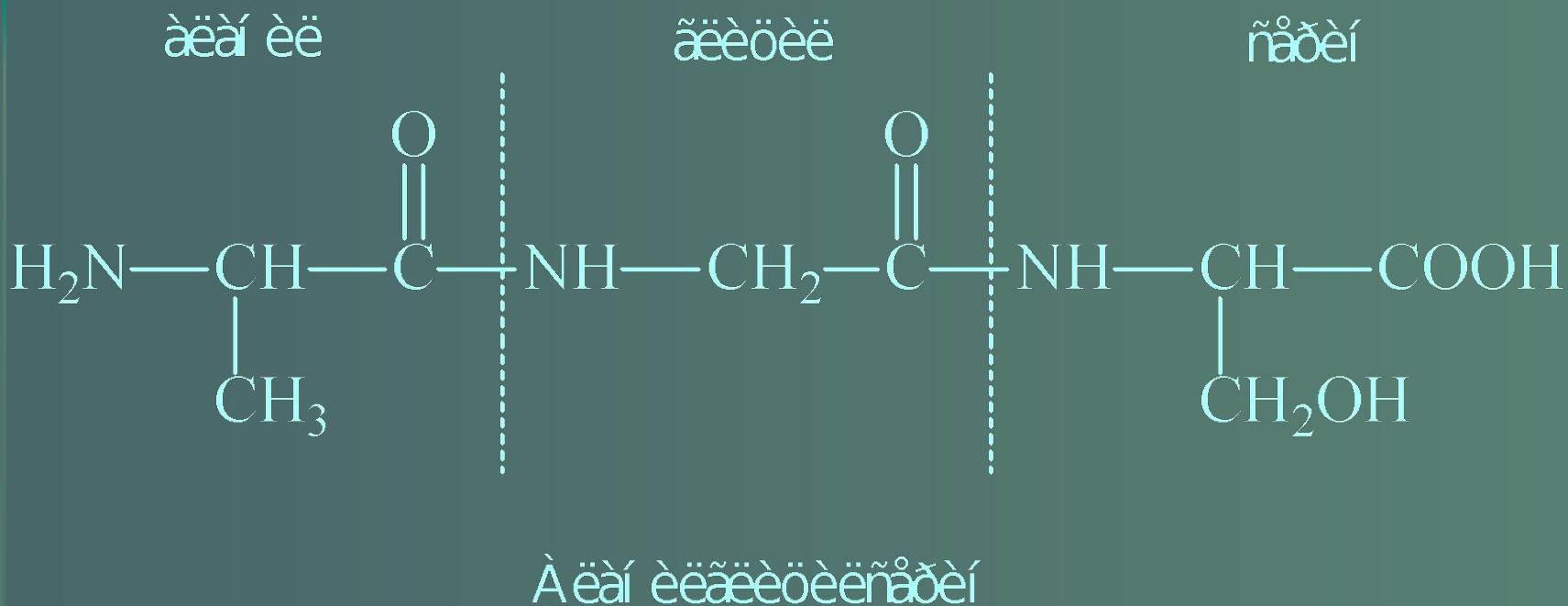


# Пептиды и белки

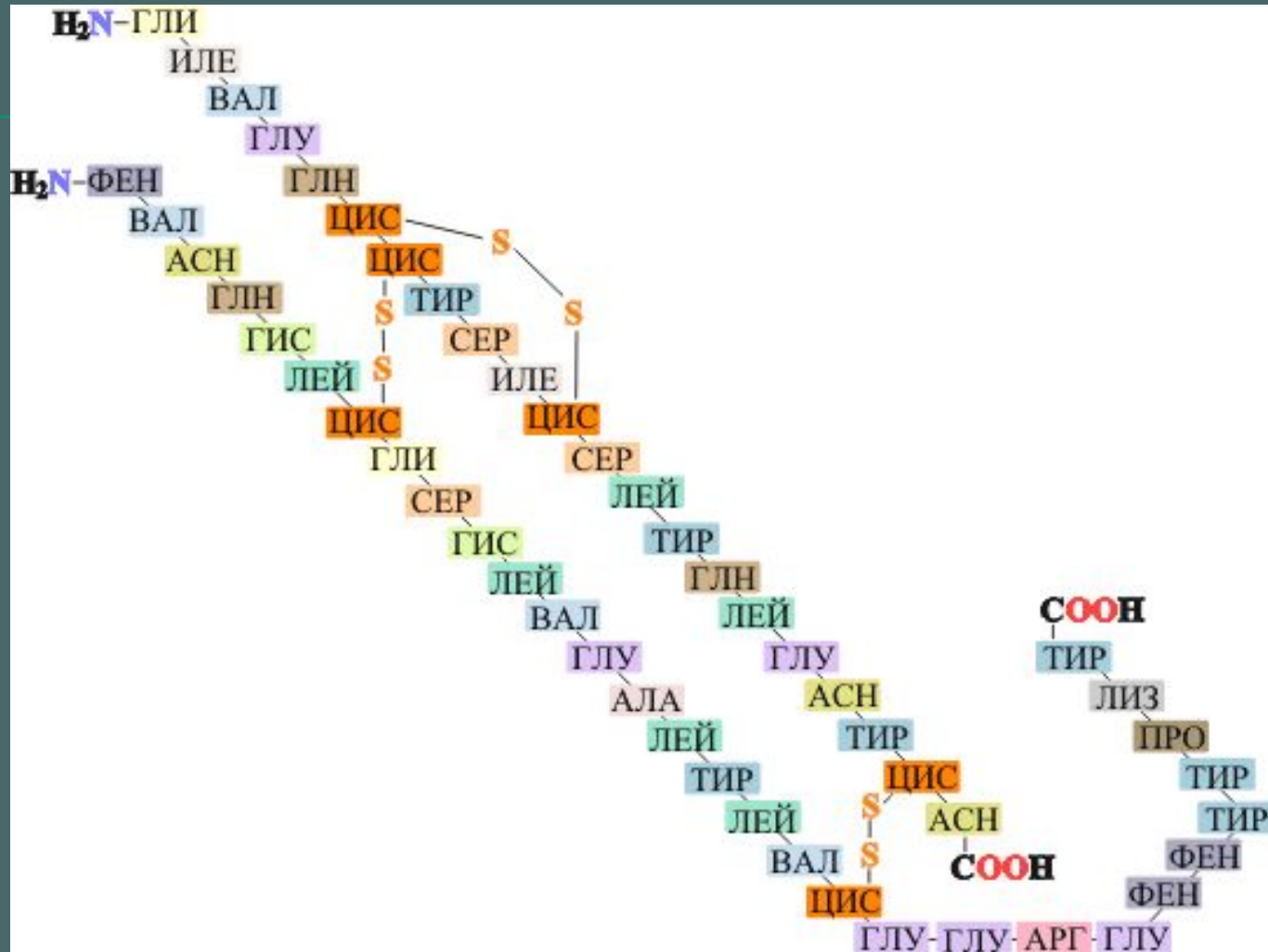


**ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ  
СОЕДИНЕНИЕ  
АМИНОКИСЛОТ**

# Пептиды и белки



# Пептиды и белки



Первичная структура белка инсулина.

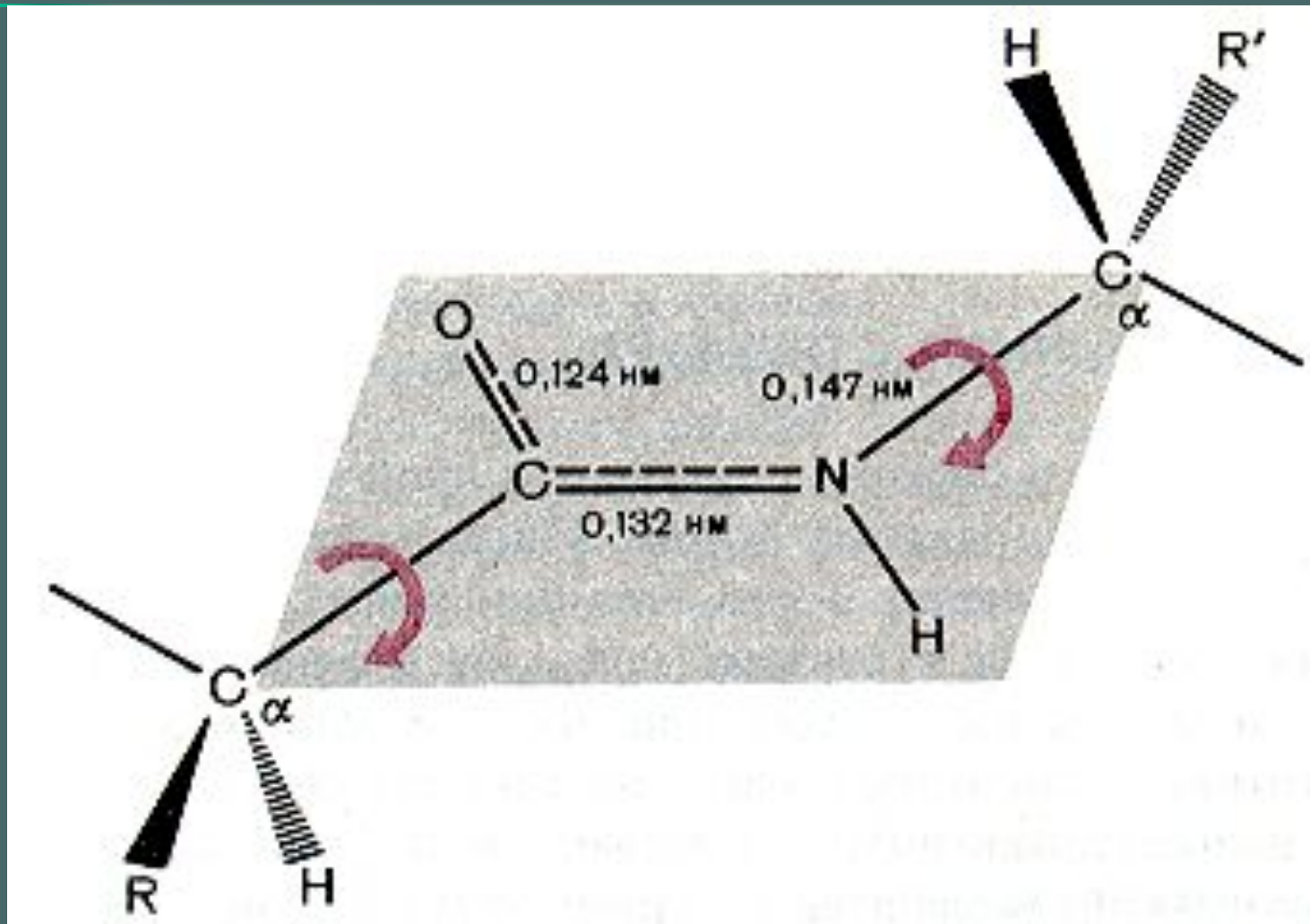
# Пептиды и белки

## *Структура белков*

*Первичная структура пептидов и белков — это последовательность аминокислотных остатков в полипептидной цепи.*

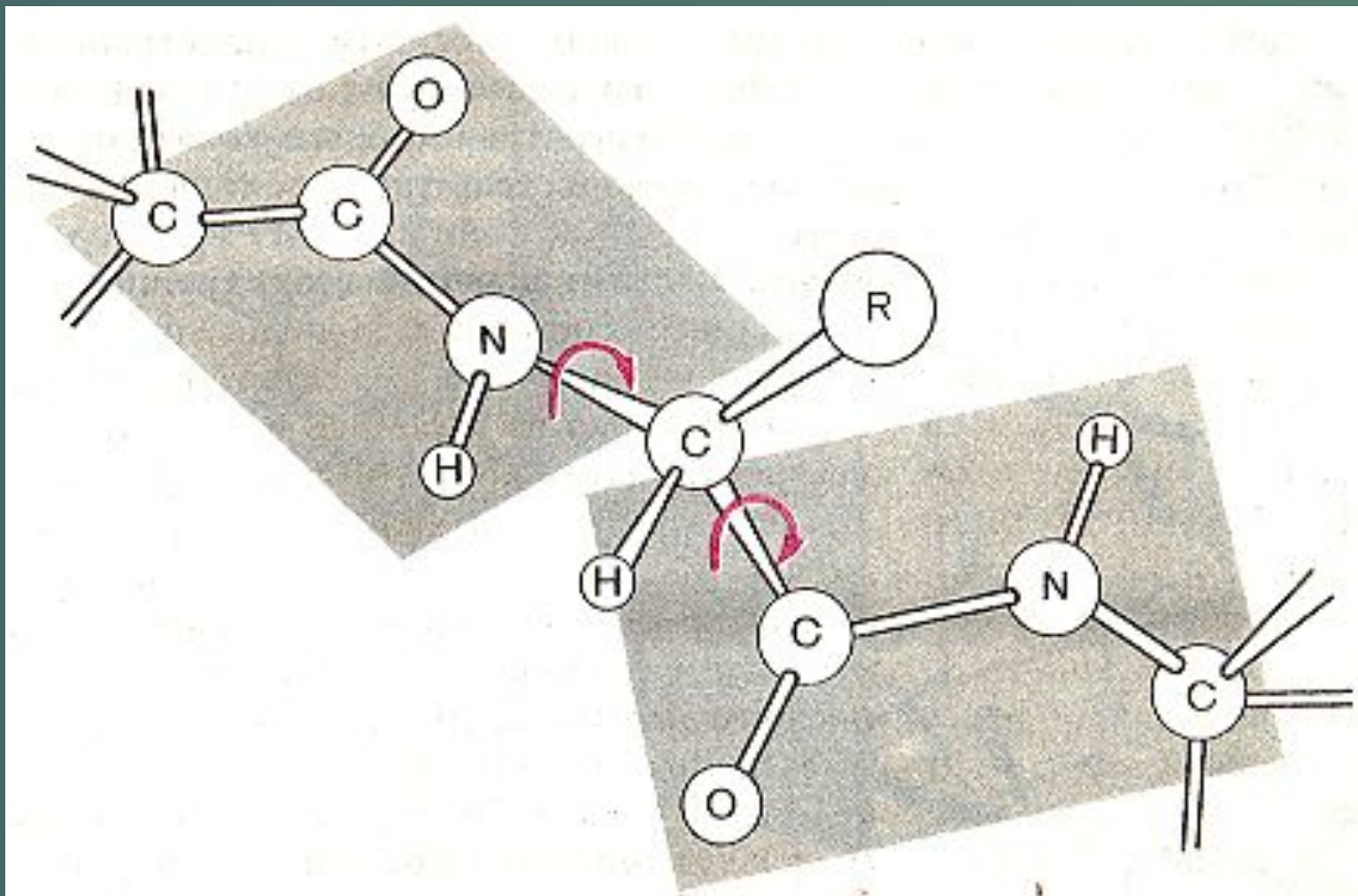
# Пептиды и белки

## *Вторичная структура белков*



# Пептиды и белки

## *Вторичная структура белков*

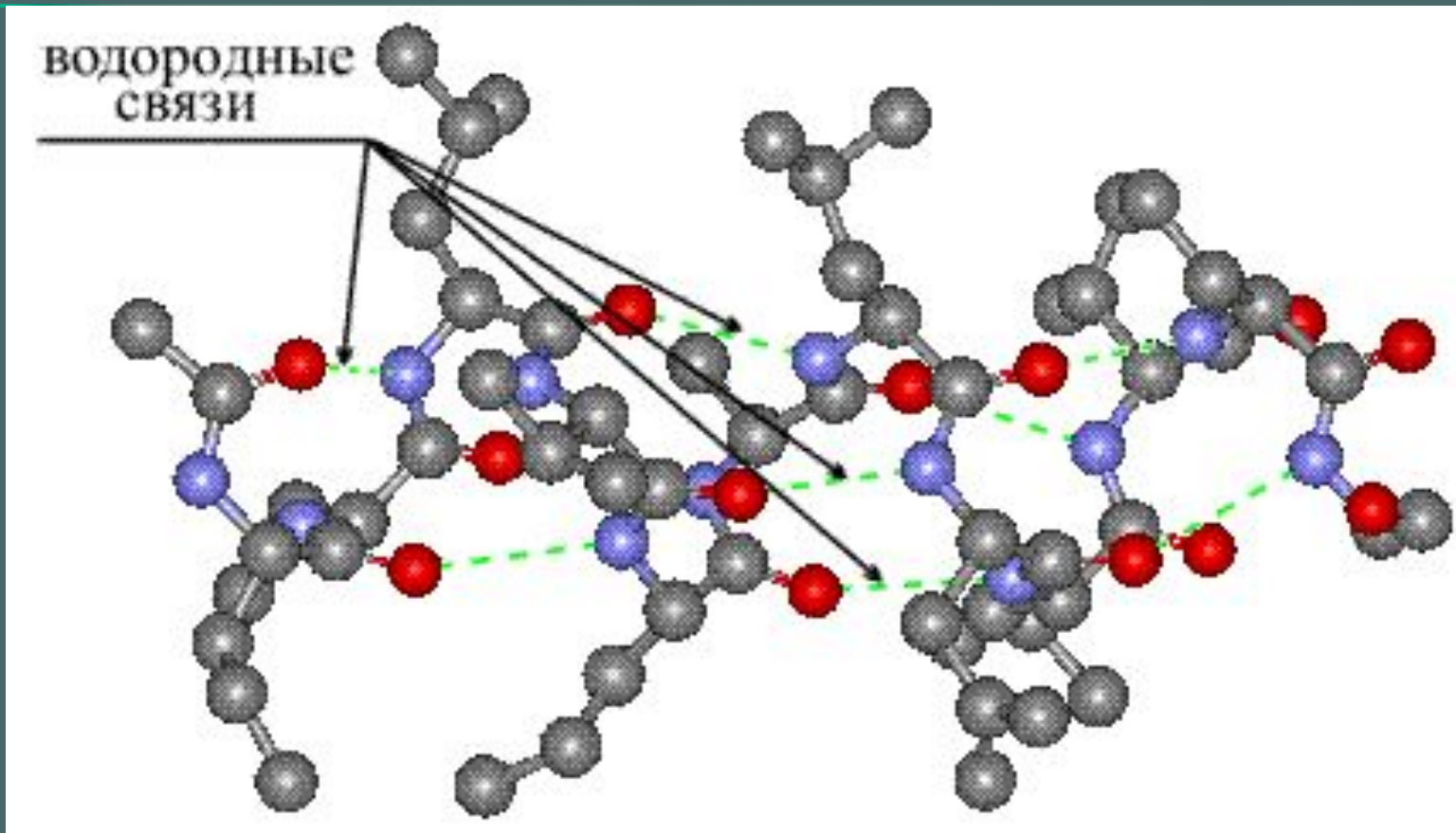






# Пептиды и белки

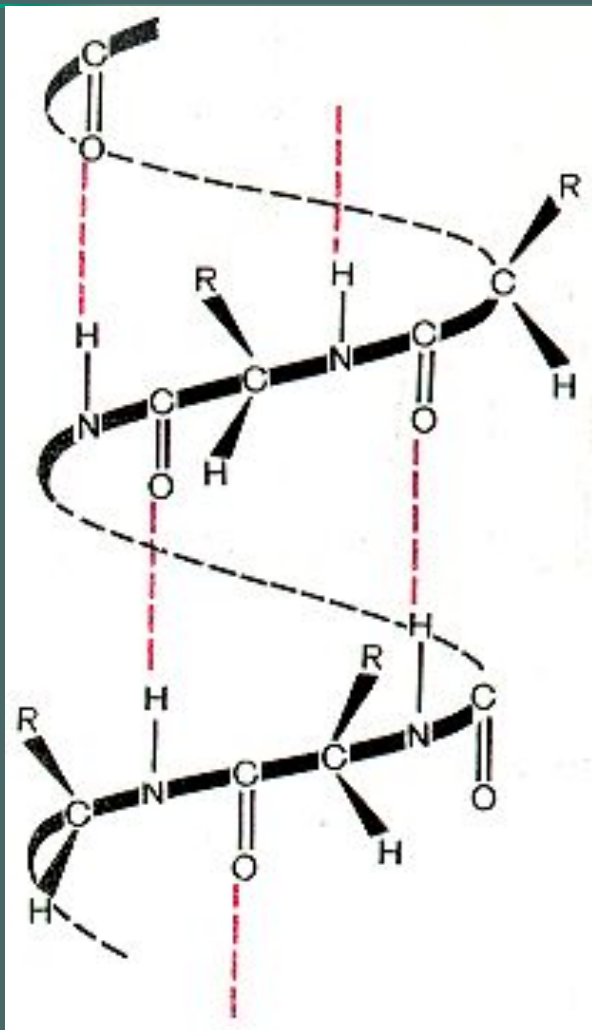
## *Вторичная структура белков*



**ОБЪЕМНАЯ МОДЕЛЬ МОЛЕКУЛЫ БЕЛКА** в форме  $\alpha$ -спирали.  
Водородные связи показаны зелеными пунктирными линиями

# Пептиды и белки

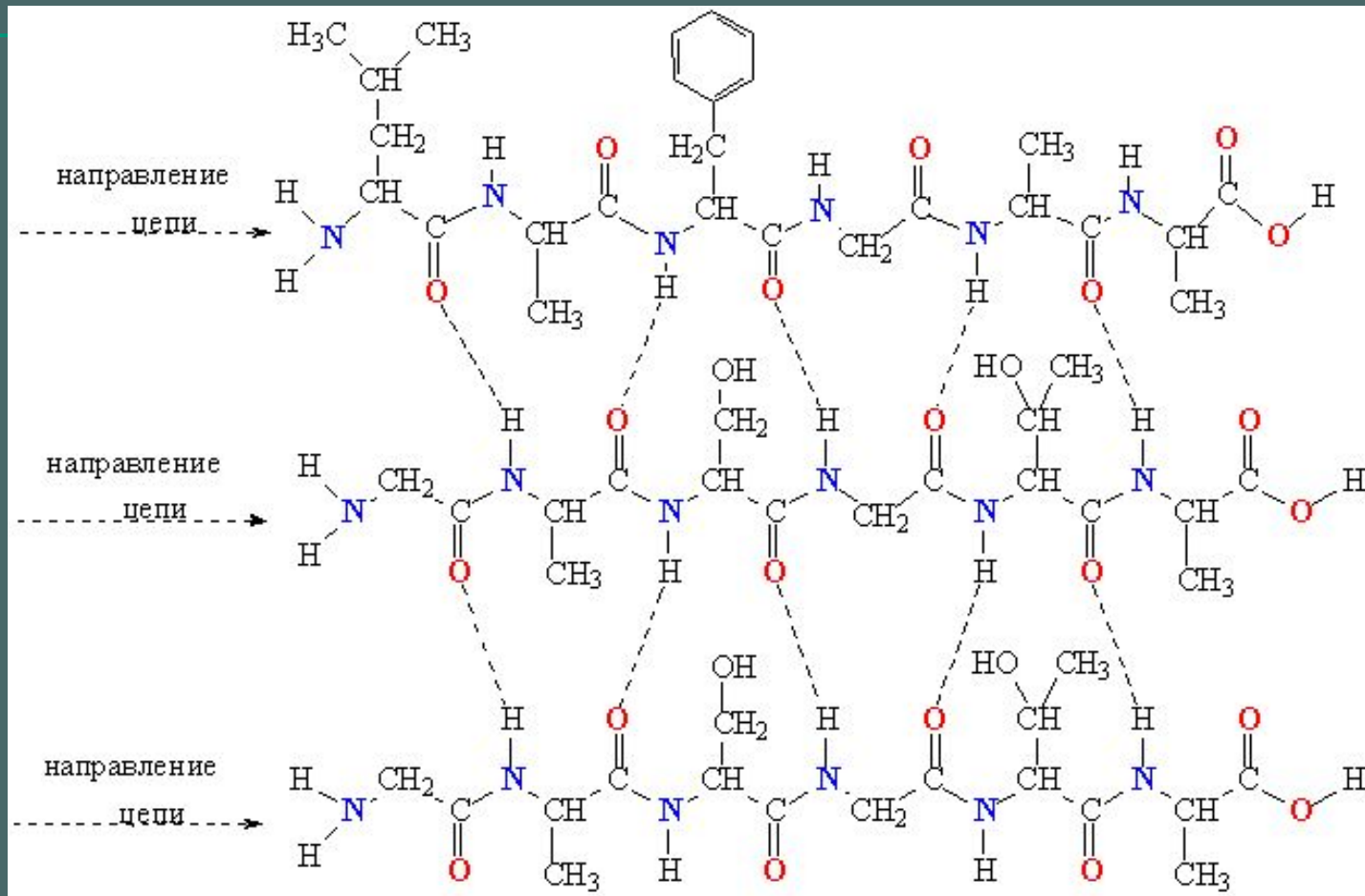
## *Вторичная структура белков*



$\alpha$ -спираль  
молекулы белка

# Пептиды и белки

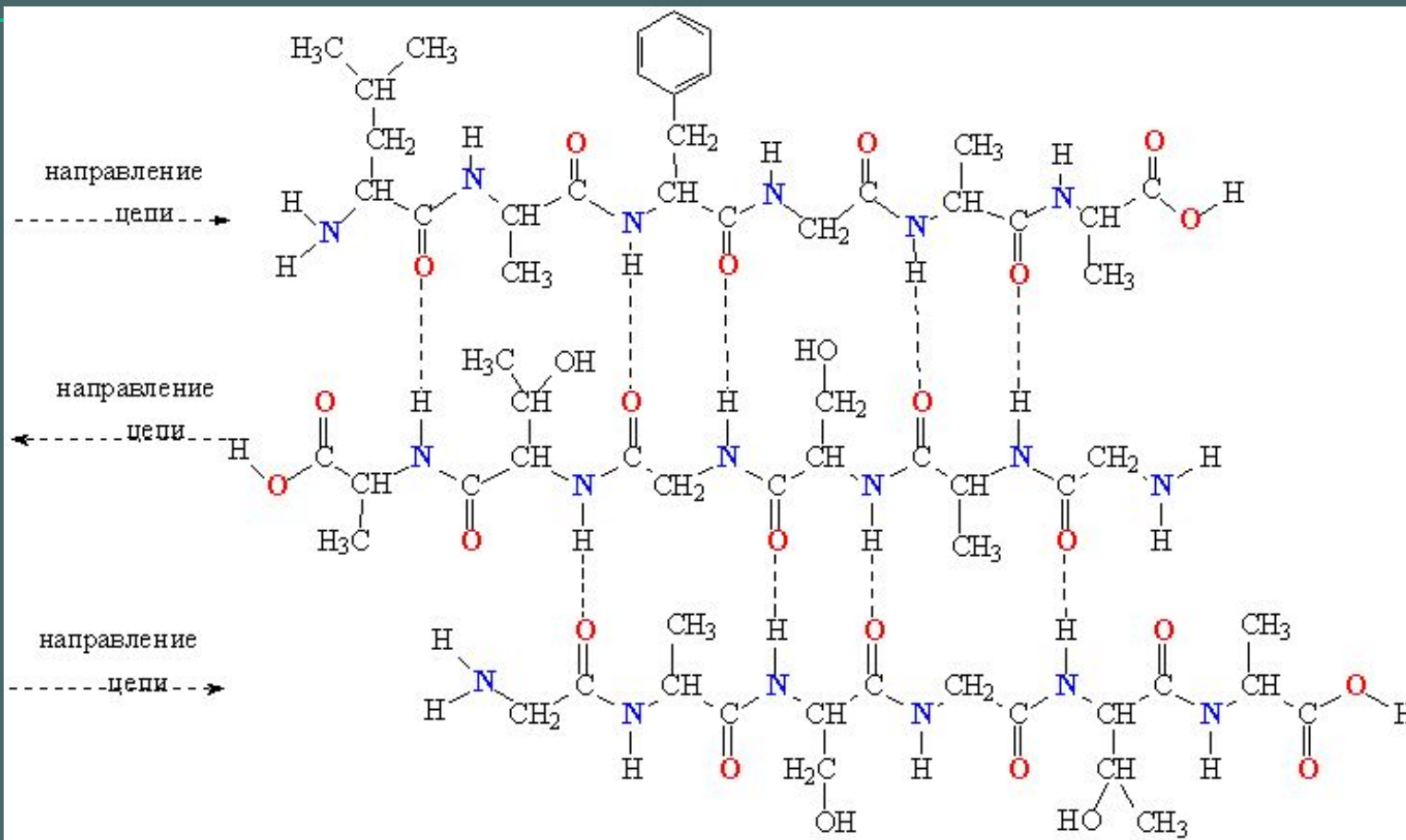
## Вторичная структура белков



**ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ  $\beta$ -СТРУКТУРА**, состоящая из трех полипептидных молекул

# Пептиды и белки

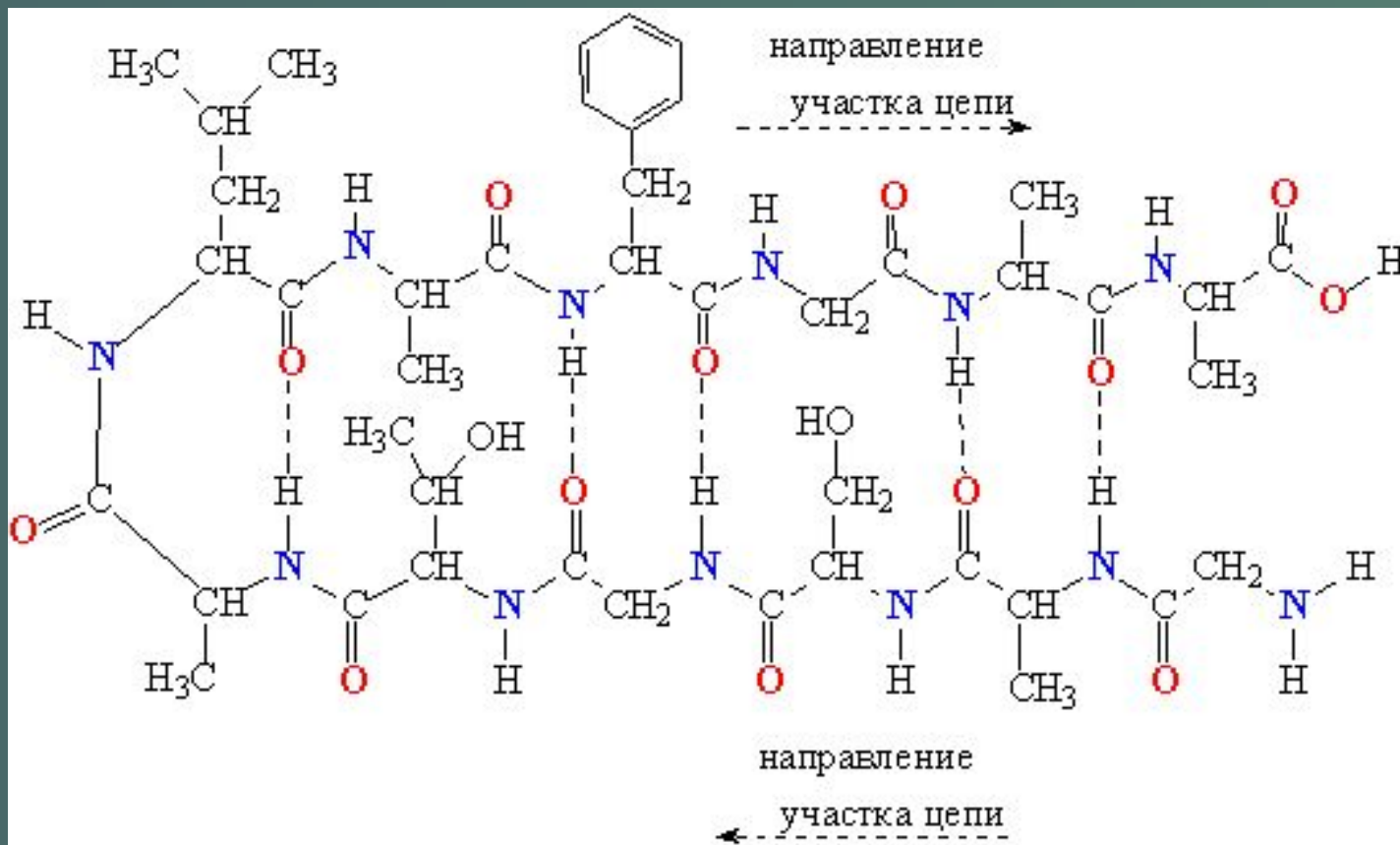
## Вторичная структура белков



**АНТИПАРАЛЛЕЛЬНАЯ  $\beta$ -СТРУКТУРА**, состоящая из трех полипептидных молекул

# Пептиды и белки

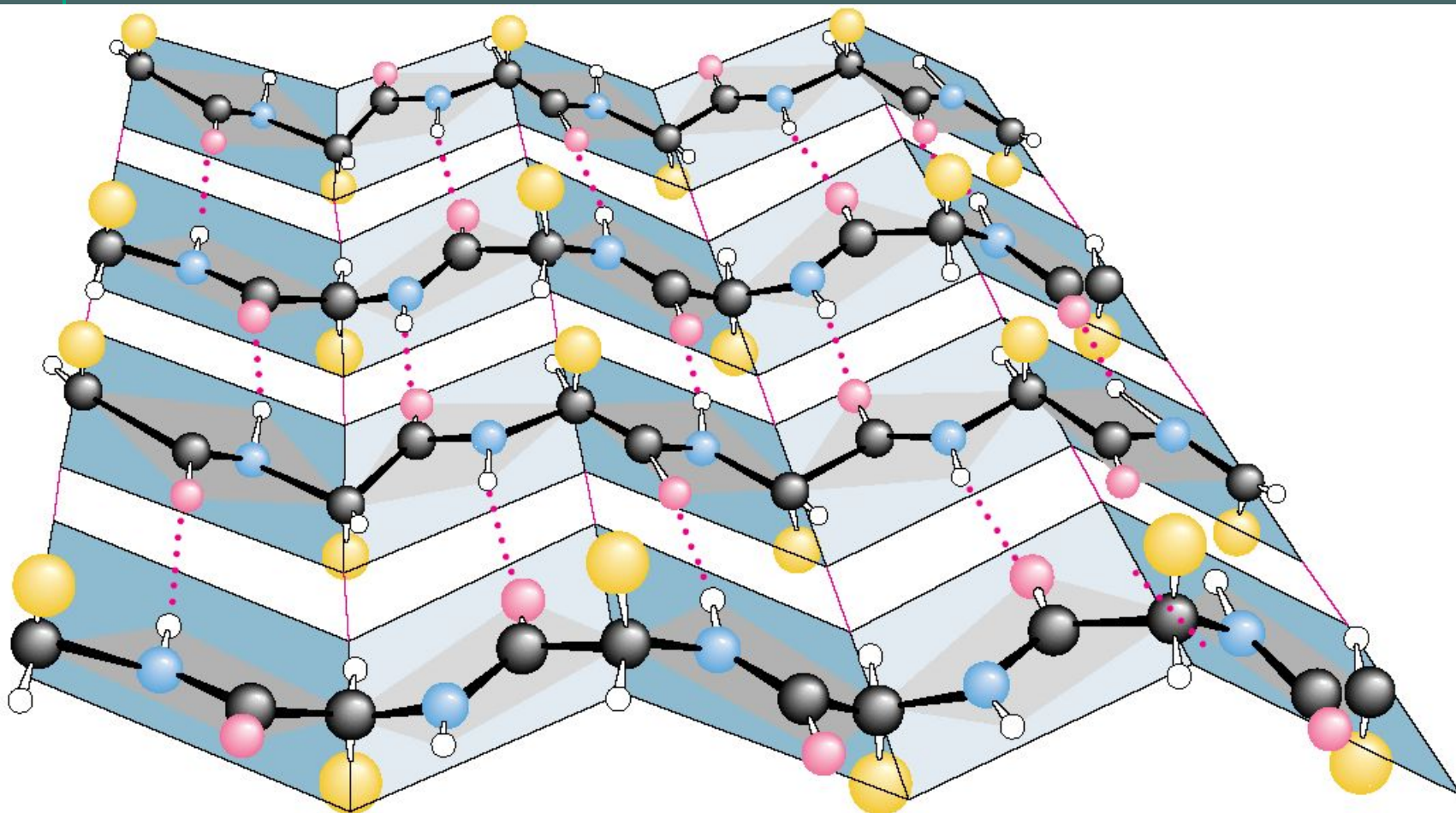
## Вторичная структура белков



**ОБРАЗОВАНИЕ  $\beta$ -СТРУКТУРЫ** внутри одной полипептидной цепи

# Пептиды и белки

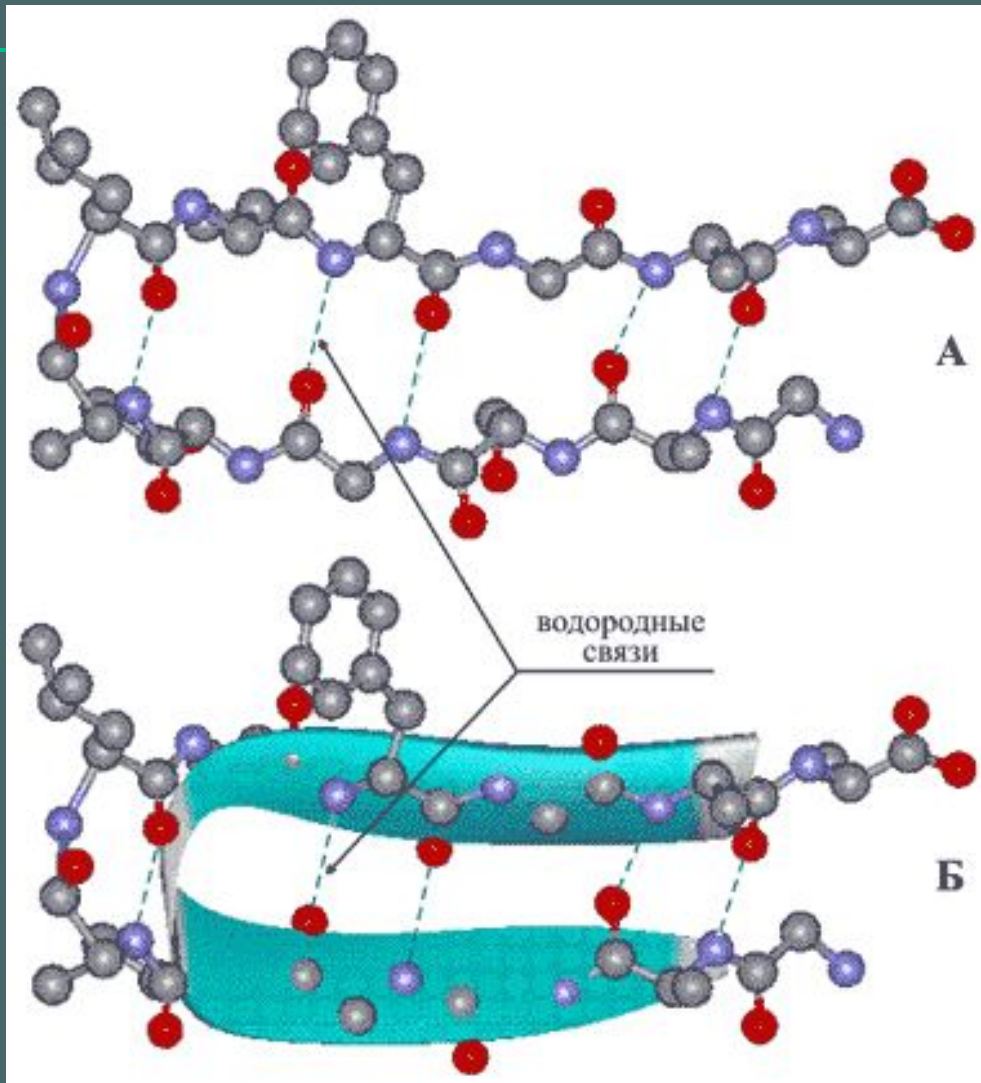
## *Вторичная структура белков*



$\beta$ -структура белка

# Пептиды и белки

## Вторичная структура белков



А – участок полипептидной цепи, соединенный водородными связями (зеленые пунктирные линии).

Б – условное изображение  $\beta$ -структуры в форме плоской ленты, проходящей через атомы полимерной цепи (атомы водорода не показаны).



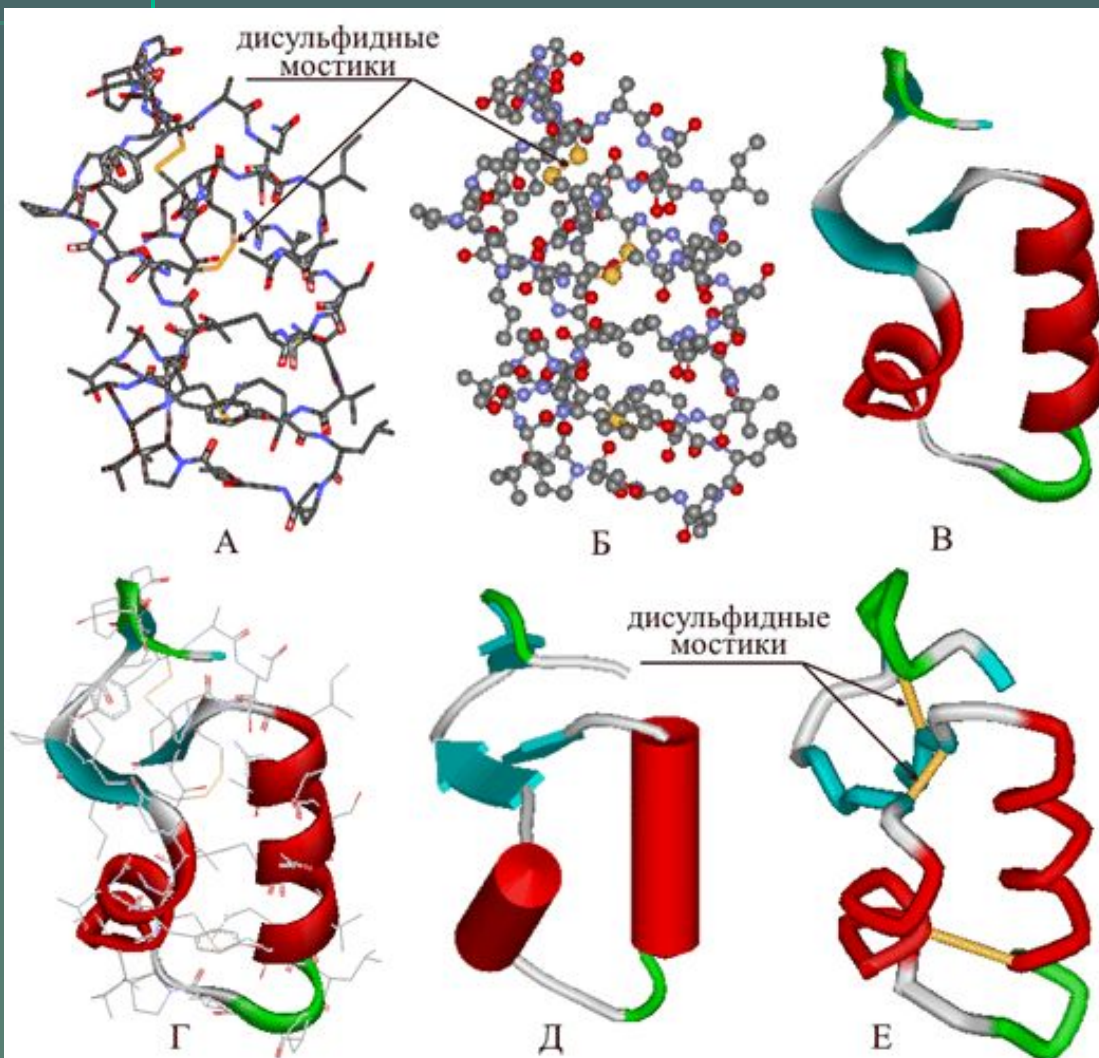
# Пептиды и белки

## *Вторичная структура белков*

*Вторичная структура белка — это более высокий уровень структурной организации, в котором закрепление конформации происходит за счет водородных связей между пептидными группами.*

# Пептиды и белки

## Третичная структура белков



### РАЗЛИЧНЫЕ ВАРИАНТЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ СТРУКТУРЫ БЕЛКА КРАМБИНА.

А– структурная формула в пространственном изображении.

Б – структура в виде объемной модели.

В – третичная структура молекулы.

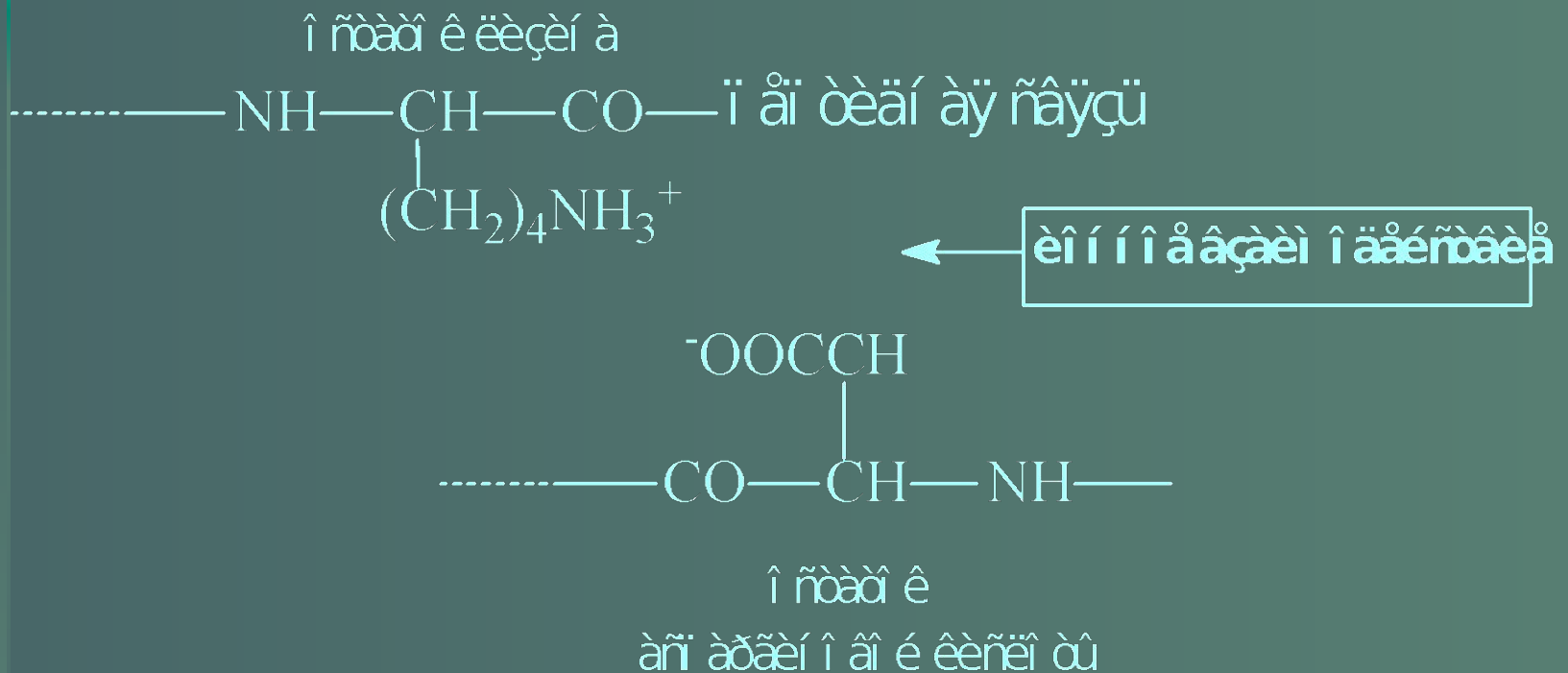
Г – сочетание вариантов А и В.

Д – упрощенное изображение третичной структуры.

Е – третичная структура с дисульфидными мостиками.

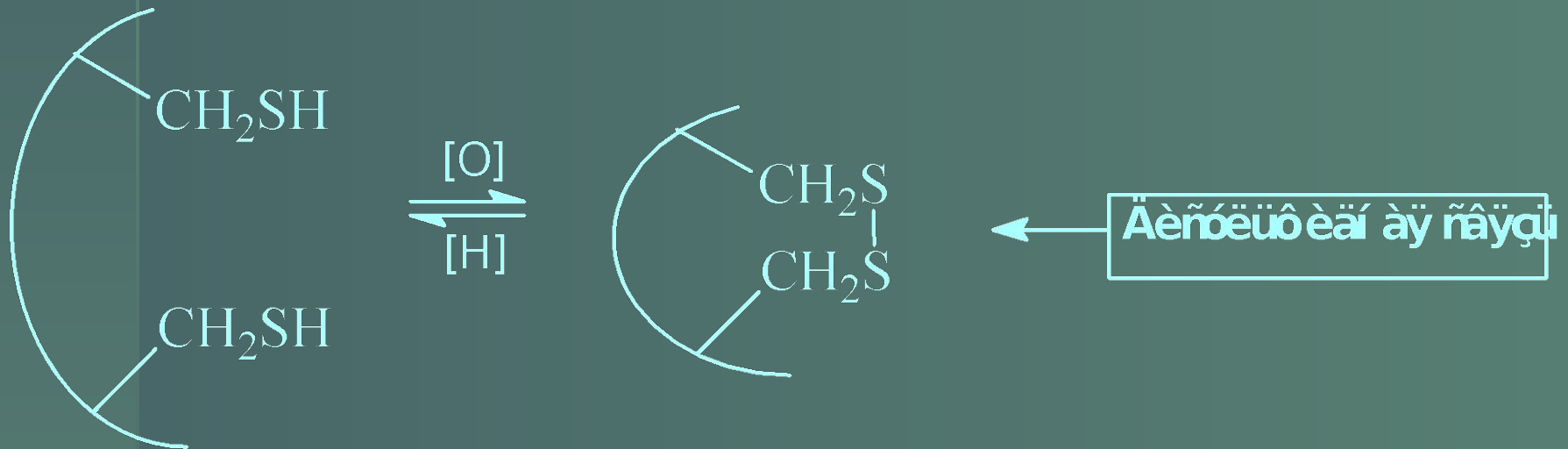
# Пептиды и белки

## Ионные взаимодействия



# Пептиды и белки

## Дисульфидные взаимодействия



# Пептиды и белки

## *Глобулярные белки*

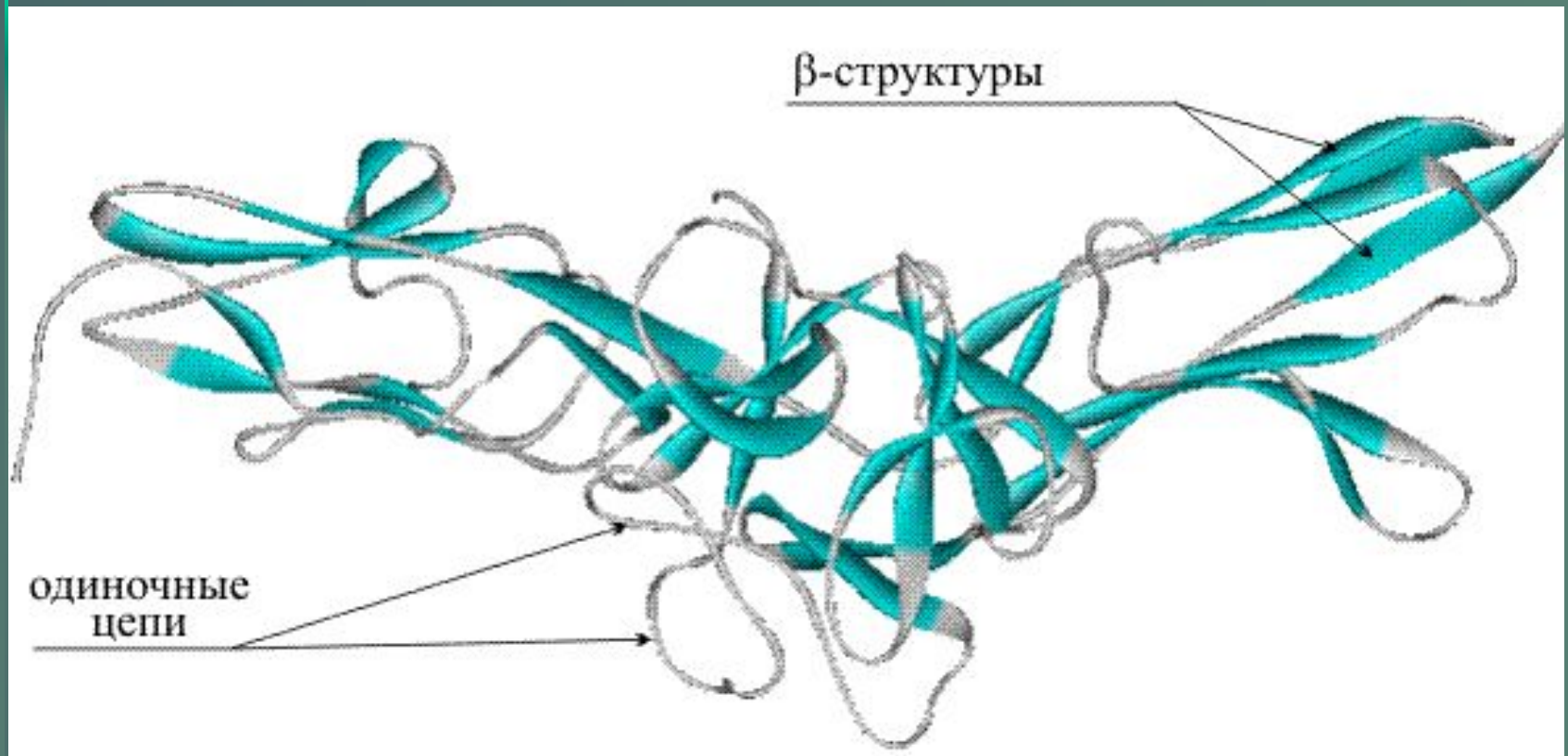


### **ГЛОБУЛЯРНАЯ СТРУКТУРА**

**АЛЬБУМИНА** (белок куриного яйца). В структуре помимо дисульфидных мостиков присутствуют свободные сульфгидридные HS-группы цистеина, которые в процессе разложения белка легко образуют сероводород – источник запаха тухлых яиц. Дисульфидные мостики намного более устойчивы и при разложении белка сероводород не образуют

# Пептиды и белки

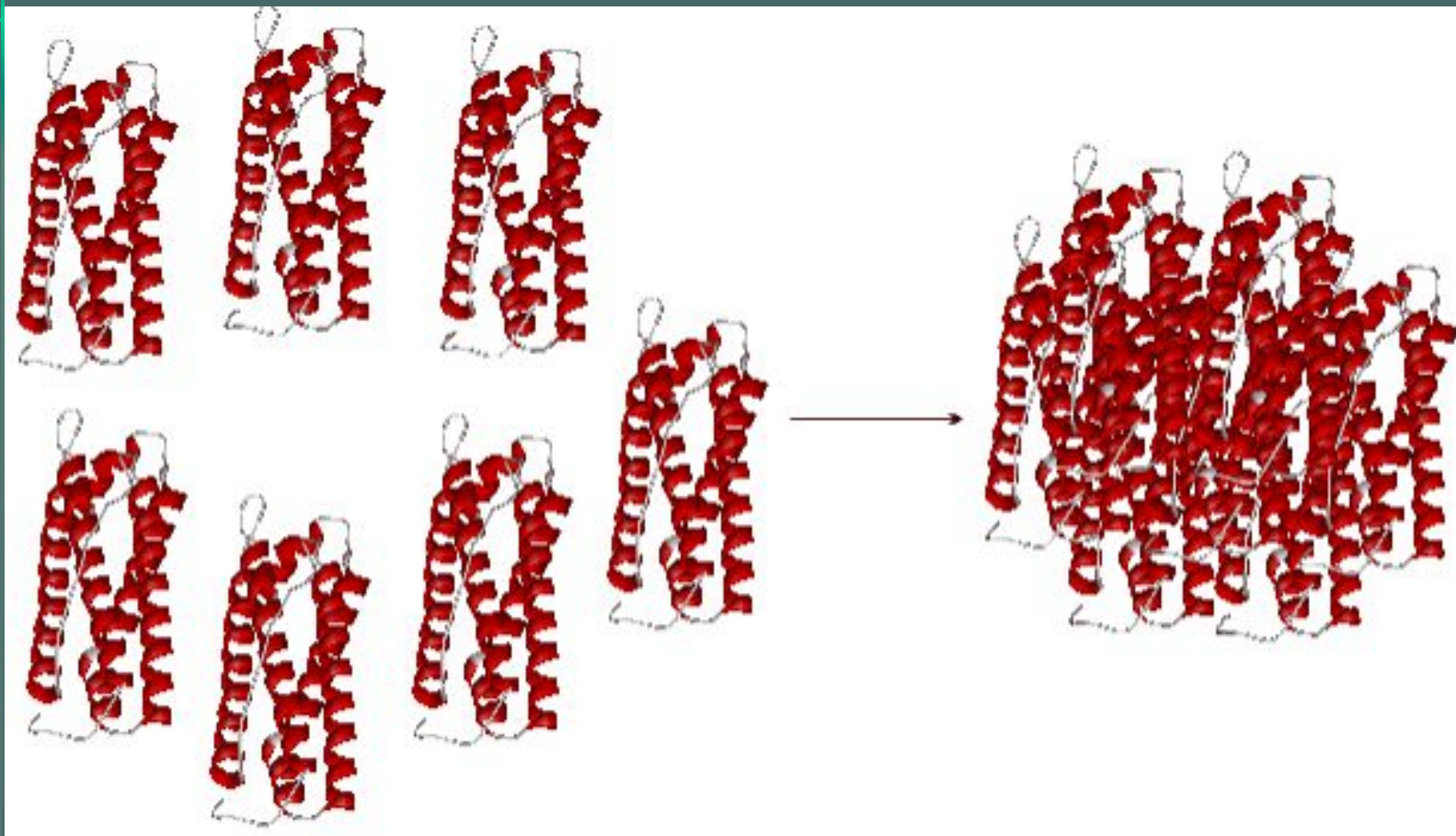
## Фибриллярные белки



**ФИБРИЛЛЯРНЫЙ БЕЛОК ФИБРОИН** – основной компонент натурального шелка и паутины

# Пептиды и белки

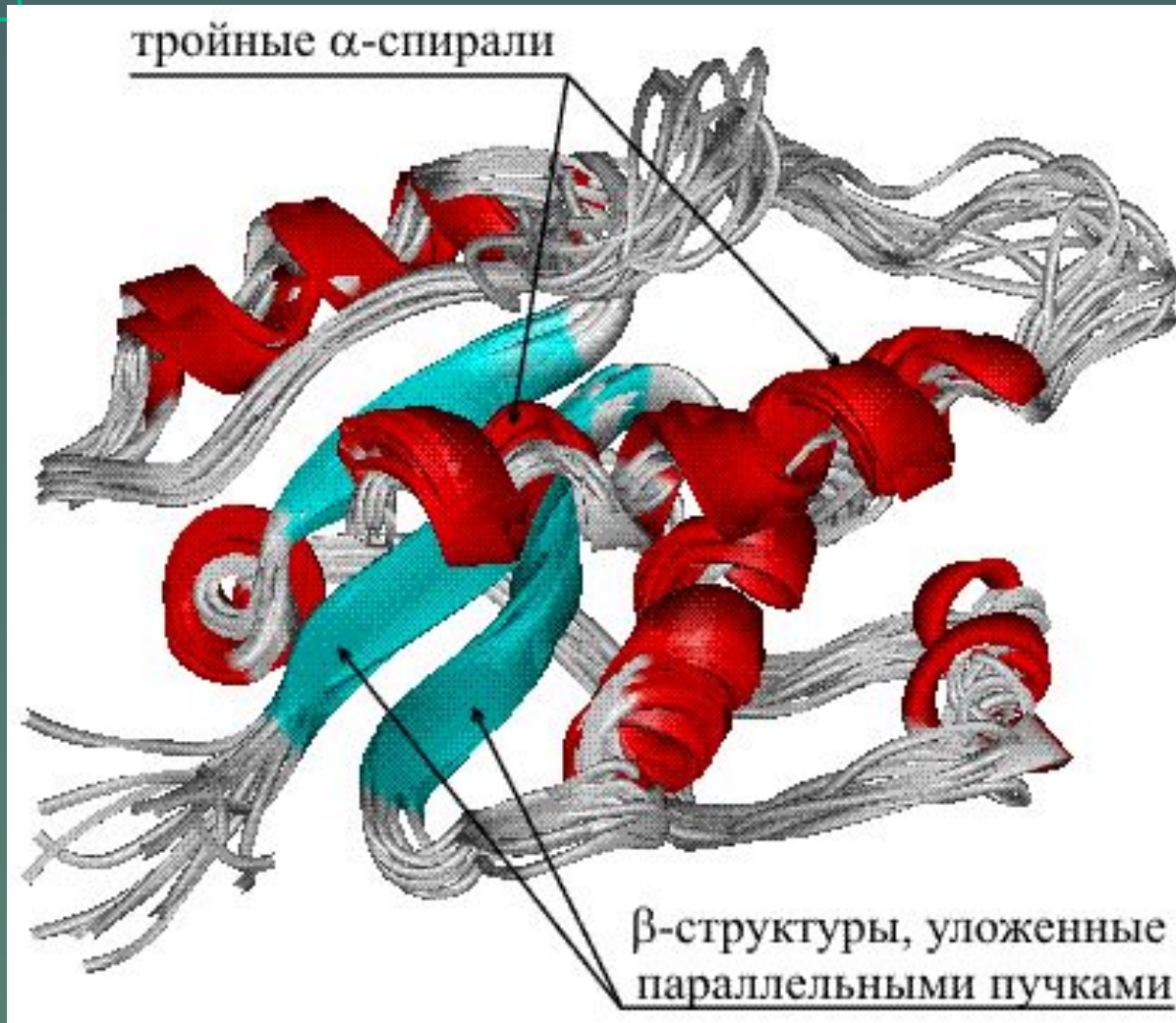
## *Четвертичная структура белков*



**ОБРАЗОВАНИЕ ЧЕТВЕРТИЧНОЙ СТРУКТУРЫ ГЛОБУЛЯРНОГО БЕЛКА** ферритина при объединении молекул в единый ансамбль

# Пептиды и белки

## Четвертичная структура белков



### НАДМОЛЕКУЛЯРНАЯ СТРУКТУРА ФИБРИЛЛЯРНОГО БЕЛКА КОЛЛАГЕНА.

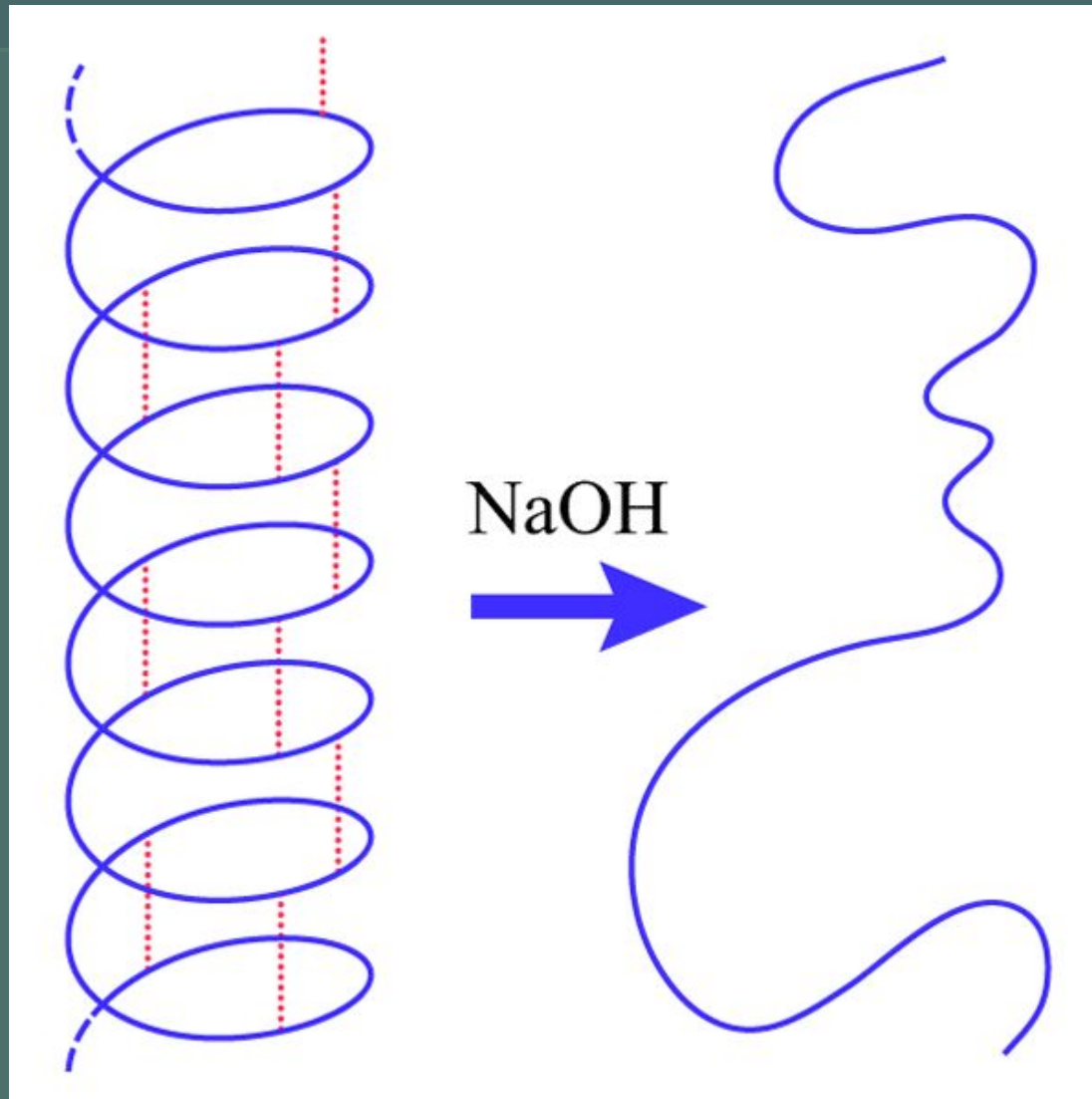
На примере коллагена можно видеть, что в образовании фибриллярных белков могут участвовать как  $\alpha$ -спирали, так и  $\beta$ -структуры. То же и для глобулярных белков, в них могут быть оба типа третичных структур



# Пептиды и белки

## Денатурация белков

*Денатурация белков — это разрушение их природной (нативной) пространственной структуры с сохранением первичной структуры*



# Пептиды и белки

