

Курский государственный медицинский университет  
Кафедра биоорганической химии

*Аминокислоты.  
Пептиды и белки*

Цель:

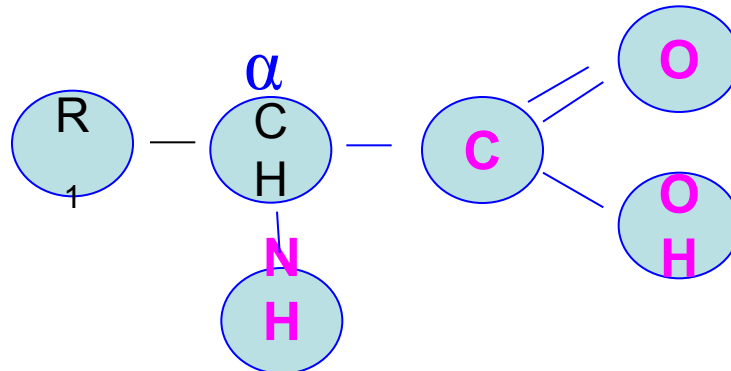
Получить представление о  
взаимосвязи химического строения и  
биологической роли аминокислот,  
пептидов и белков

# *План лекции*

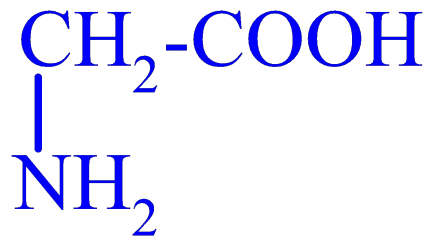
1. Медико-биологическое значение аминокислот, пептидов и белков;
2. Строение, классификация аминокислот
3. Стереоизомерия  $\alpha$ -аминокислот
4. Способы получения аминокислот
5. Общие и специфические химические свойства аминокислот
6. Химические свойства  $\alpha$ -аминокислот *in vitro*;
7. Реакции  $\alpha$ -аминокислот *in vivo*;
8. Первичная структура пептидов и белков;
9. Пространственное строение молекул белков.

# Аминокислоты

- это органические гетерофункциональные соединения, молекулы которых содержат одновременно карбоксильную группу  $-COOH$  и аминогруппу  $-NH_2$

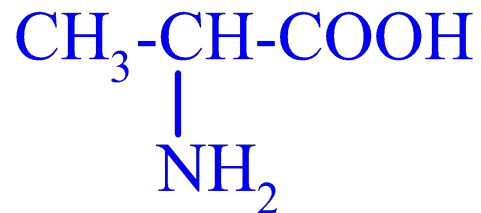


Например, глицин:



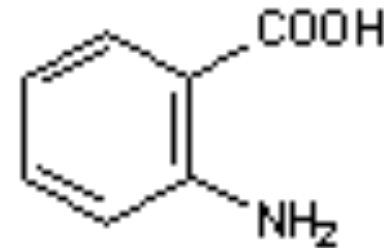
# *Классификация аминокислот в зависимости от местоположения функциональных групп в УВ-скелете молекулы*

**алифатические**



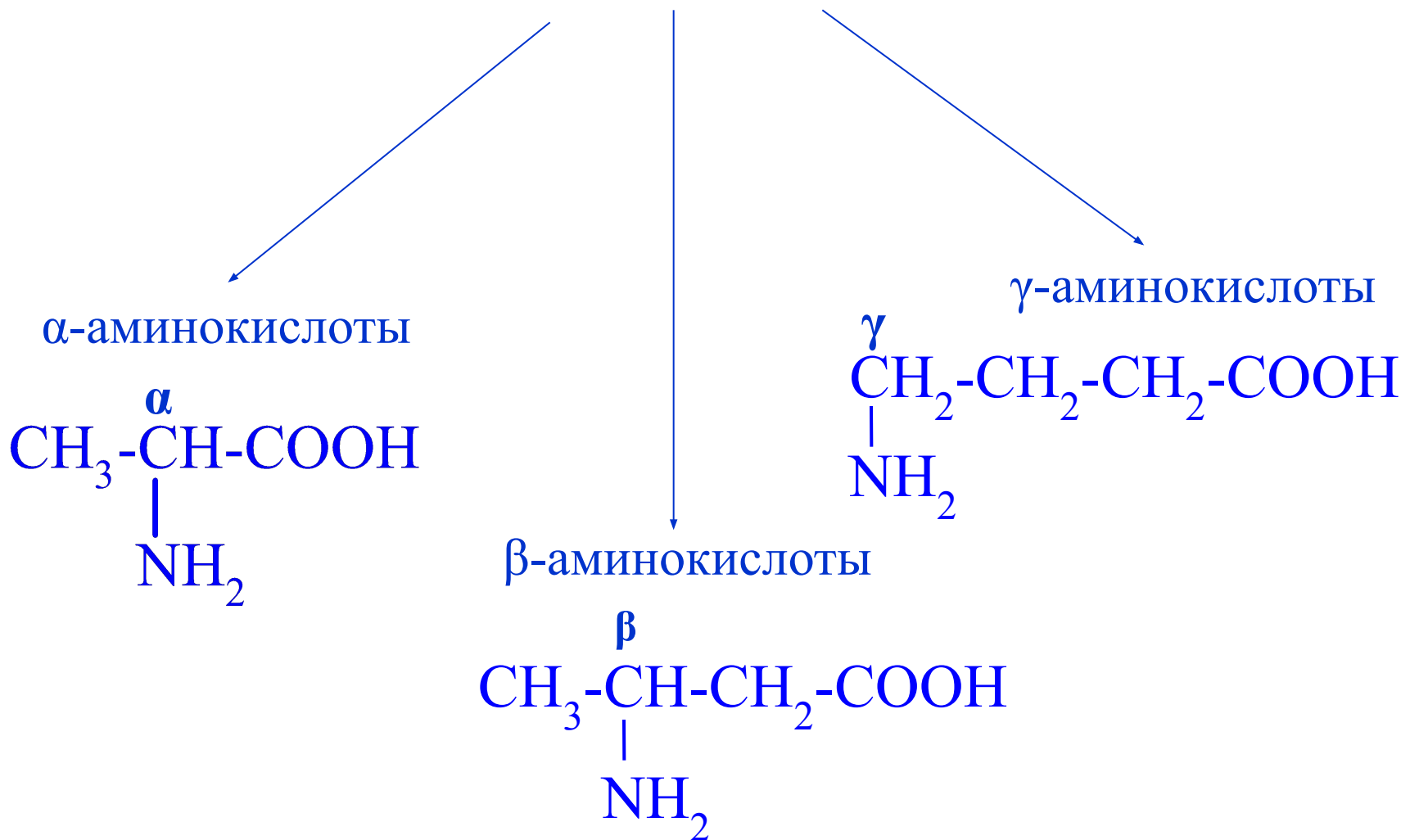
2-аминопропановая кислота  
 $\alpha(2)$ -аминопропионовая кислота  
аланин

**ароматические**



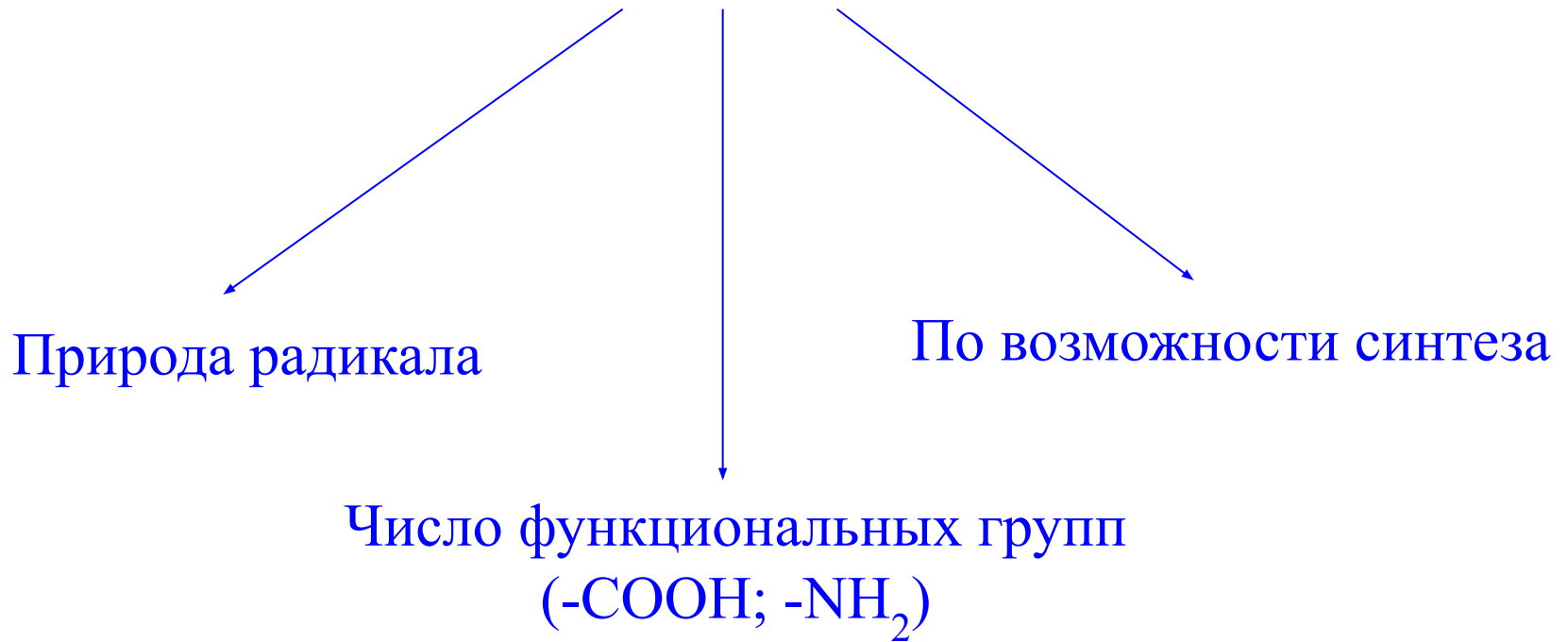
о-аминобензойная кислота  
антрониловая кислота

# Классификация аминокислот в зависимости от взаимного местоположения функциональных групп



# *Принципы классификации*

## *$\alpha$ -аминокислот*

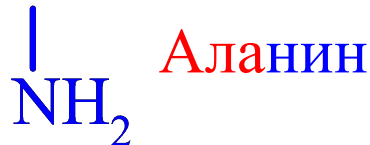


# Классификация

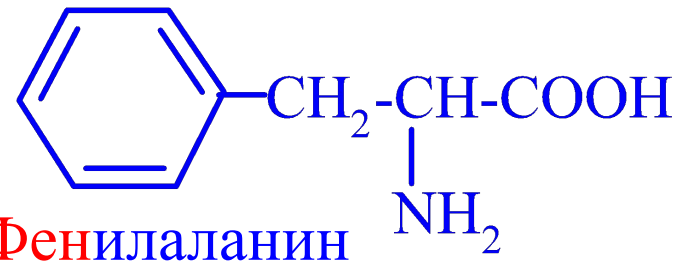
в зависимости от природы радикала R:



1 алифатические  $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH}$



2 ароматические



3 гетероциклические





# Классификация

## алифатических $\alpha$ -аминокислот

по содержанию «дополнительных» функциональных групп



*Содержащие –ОН группу*

-серин ( $\text{HO}-\text{CH}_2-$ )

-треонин ( $\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-$ )

*Серосодержащие*

-цистеин ( $\text{HS}-\text{CH}_2-$ )

-метионин

( $\text{CH}_3-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ )

# Классификация

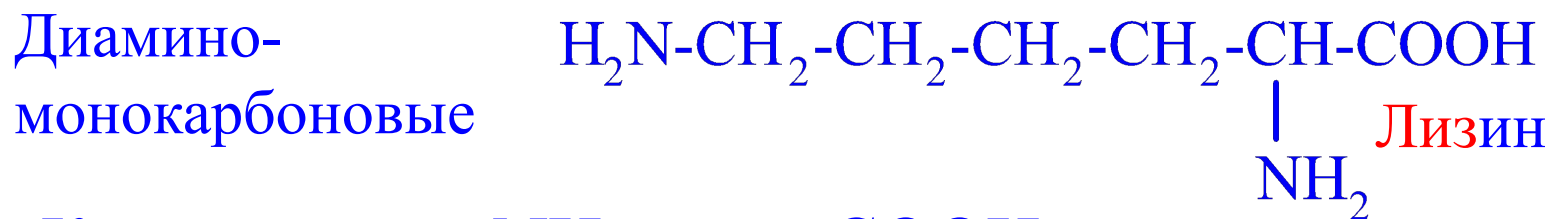
в зависимости от

числа карбоксильных и аминогрупп

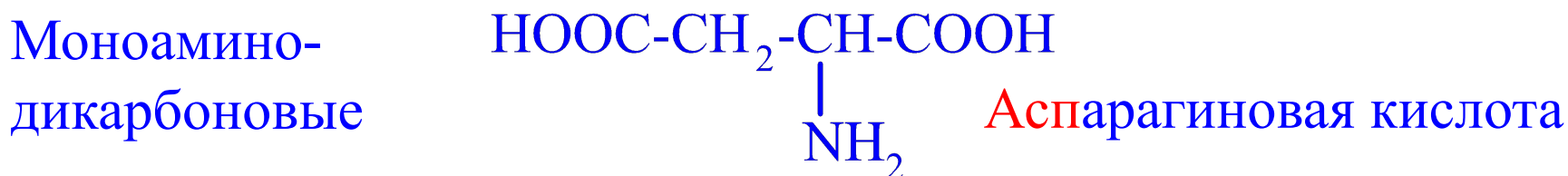
- *Нейтральные* – одна  $\text{NH}_2$  и одна  $\text{COOH}$  группы



- *Основные* – две  $\text{NH}_2$  и одна  $\text{COOH}$  группы



- *Кислые* - одна  $\text{NH}_2$  и две  $\text{COOH}$  группы



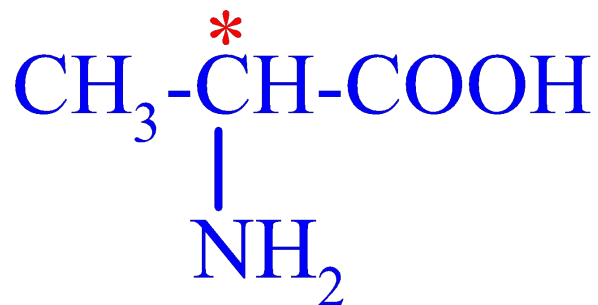
# *Классификация $\alpha$ -аминокислот по возможности синтеза*

*Заменимые  
синтезируются в  
организме*

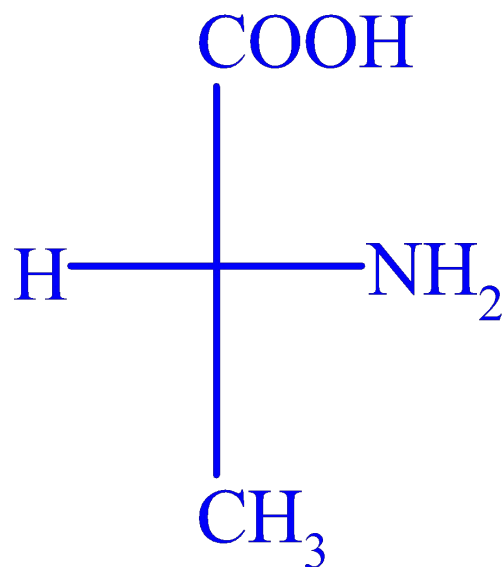
*Незаменимые  
не синтезируются в  
организме*

- валин*
- лейцин*
- изолейцин*
- лизин*
- треонин*
- метионин*
- фенилаланин*
- триптофан*

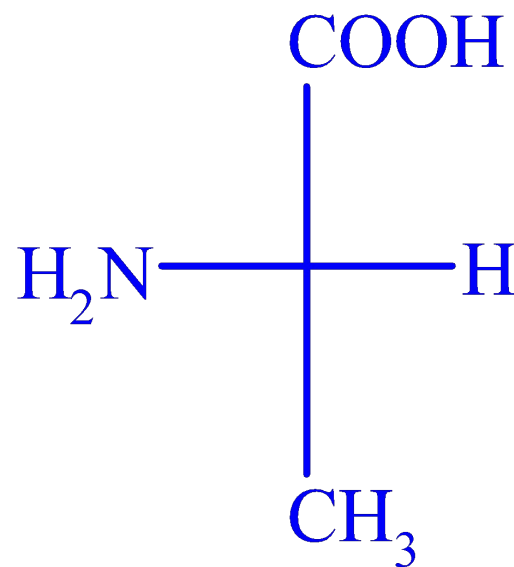
# Стереοизомерия α-аминокислот



аланин



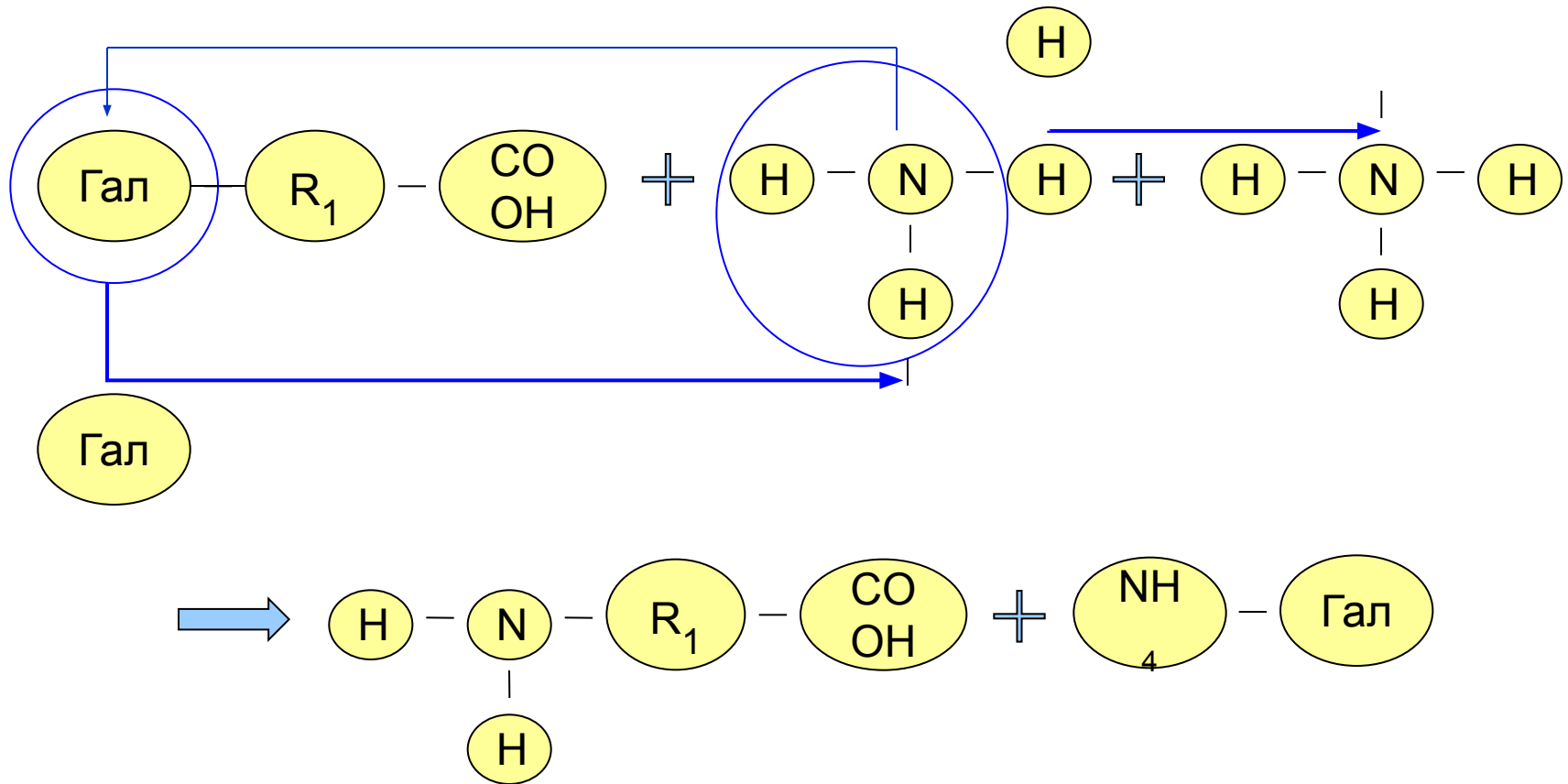
D-аланин



L-аланин

# Получение аминокислот

из галогенопроизводных карбоновых кислот под действием аммиака:



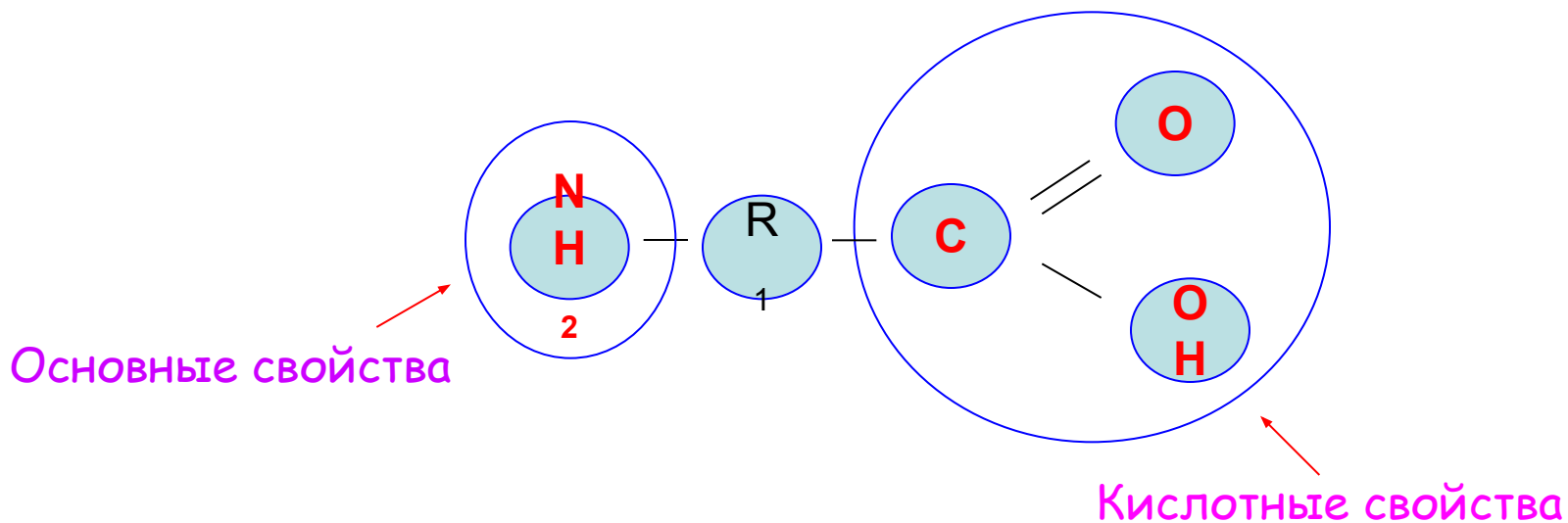
# Физические свойства

## Аминокислоты:

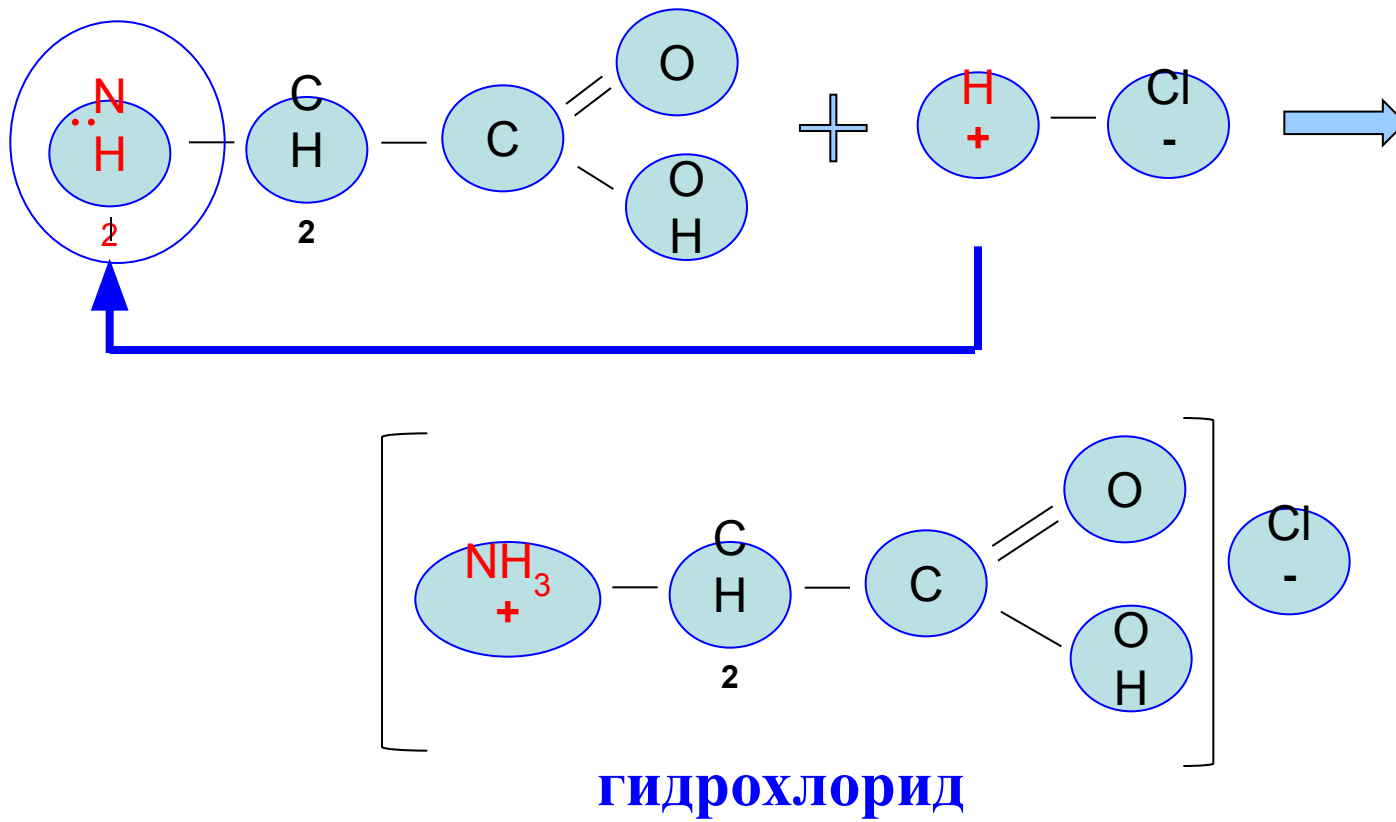
- ☑ бесцветные кристаллические вещества
- ☑ сладкие на вкус
- ☑ хорошо растворяются в воде
- ☑ имеют температуру плавления  $220^{\circ}$ - $315^{\circ}$  С.

# Химические свойства

Аминокислоты, являясь амфотерными соединениями, могут проявлять как основные, так и кислотные свойства, вступая в соответствующие реакции:

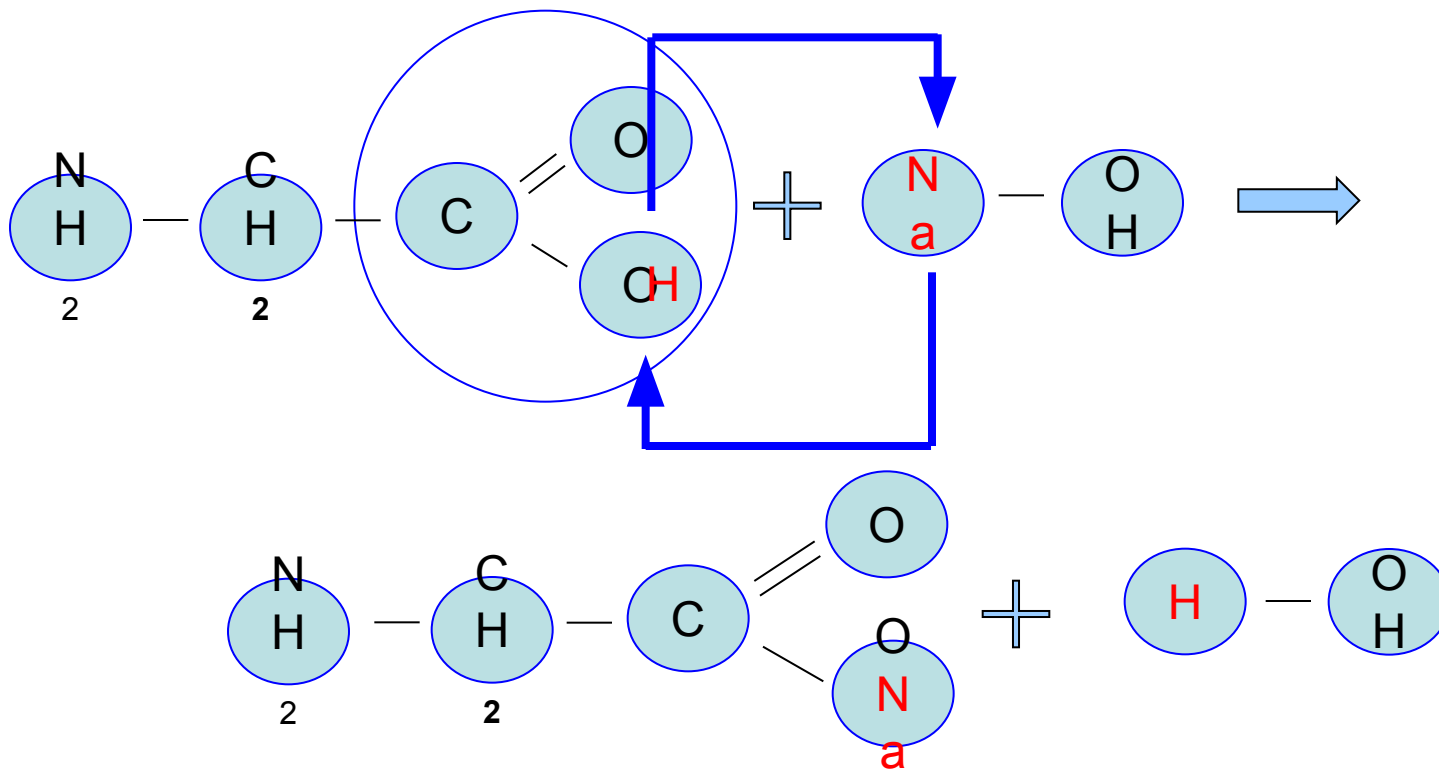


# Основные свойства

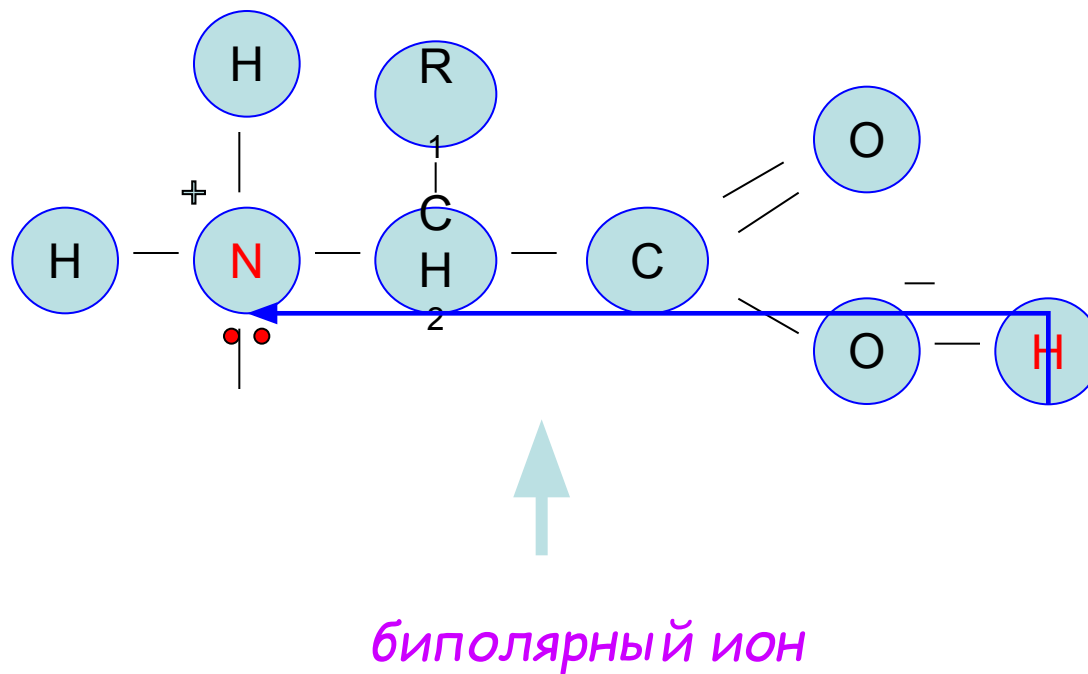




# Кислотные свойства



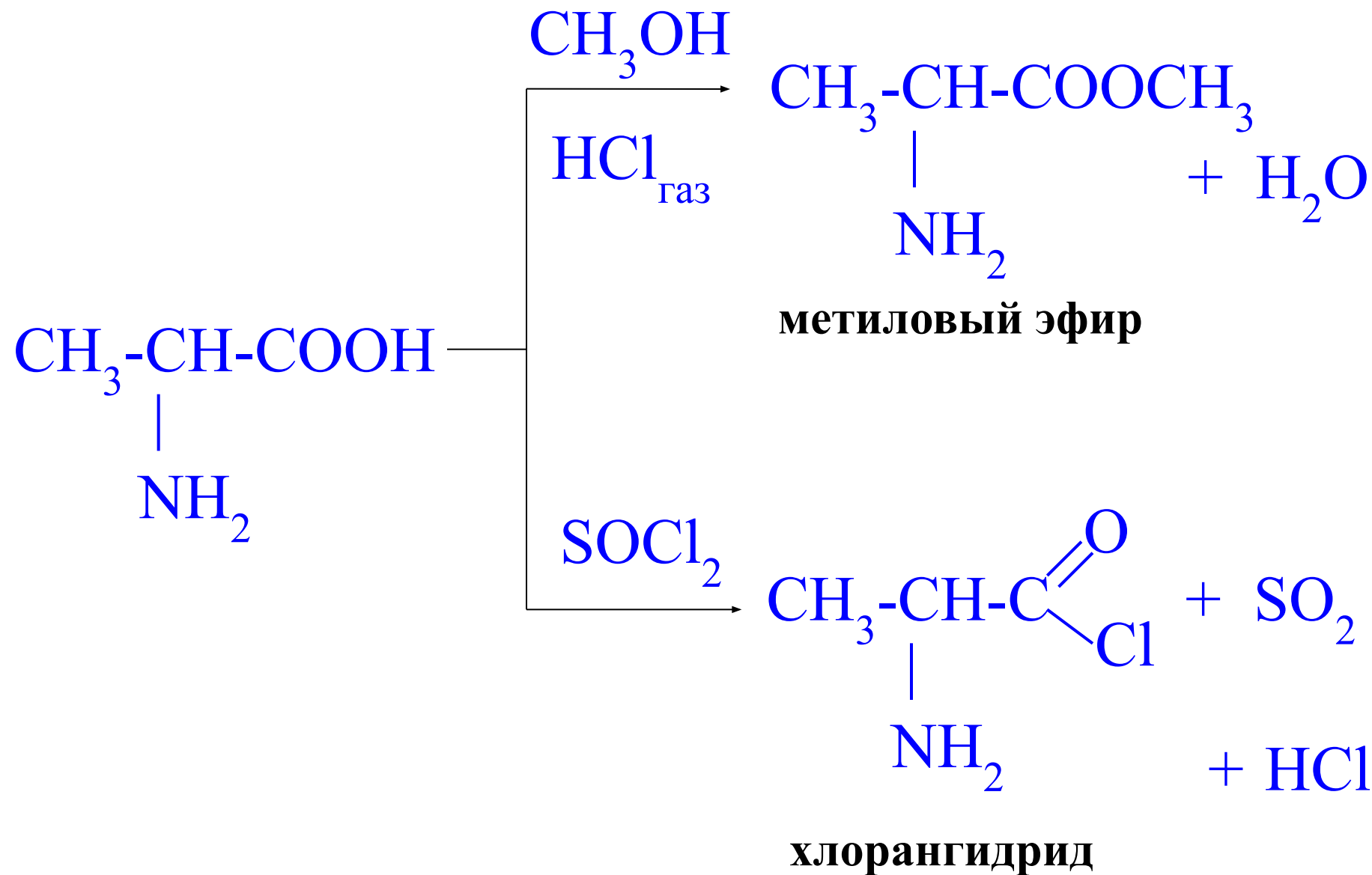
В твердом состоянии  $\alpha$ -аминокислоты существуют в виде биполярных (цвиттер) ионов



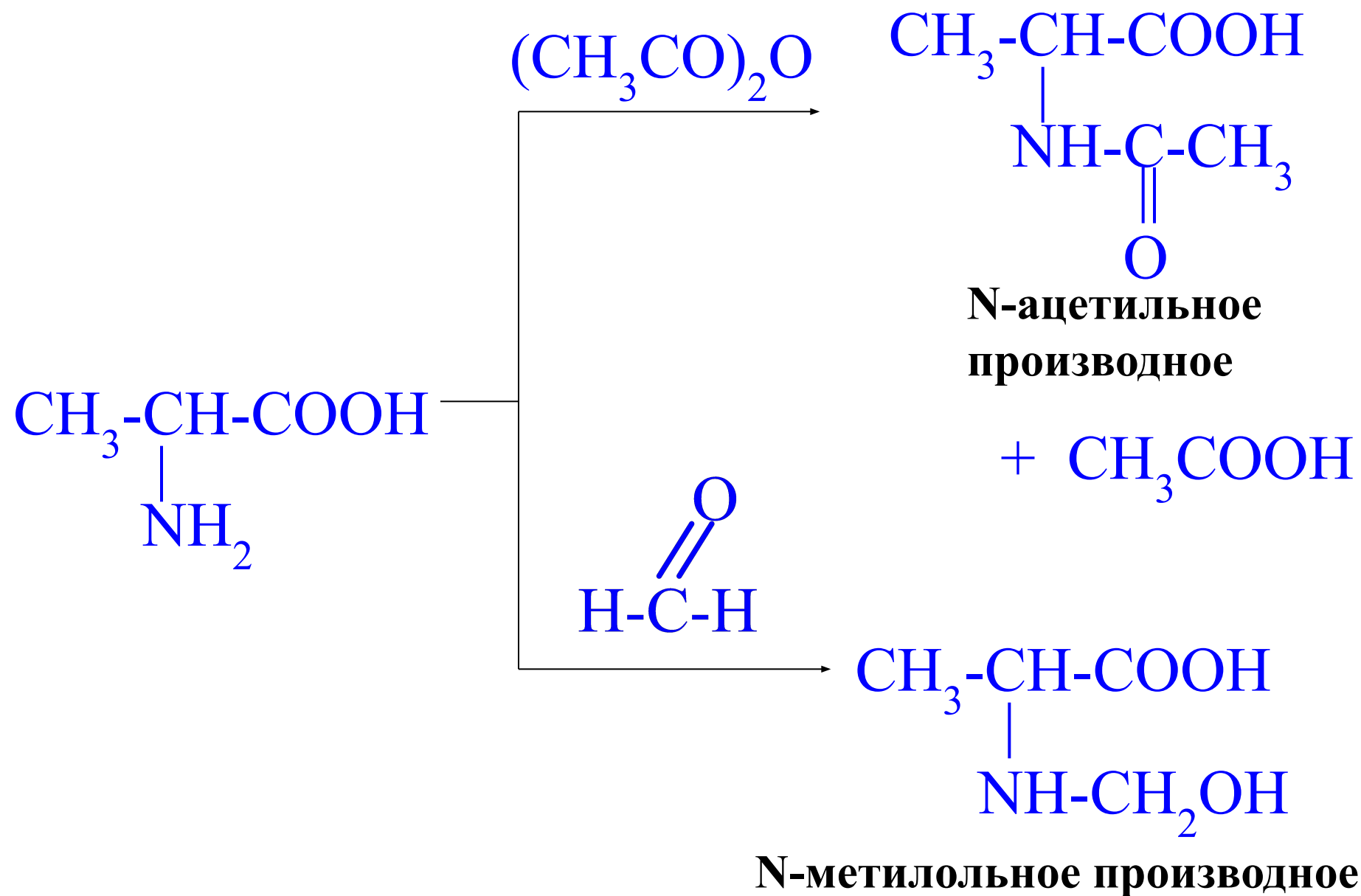


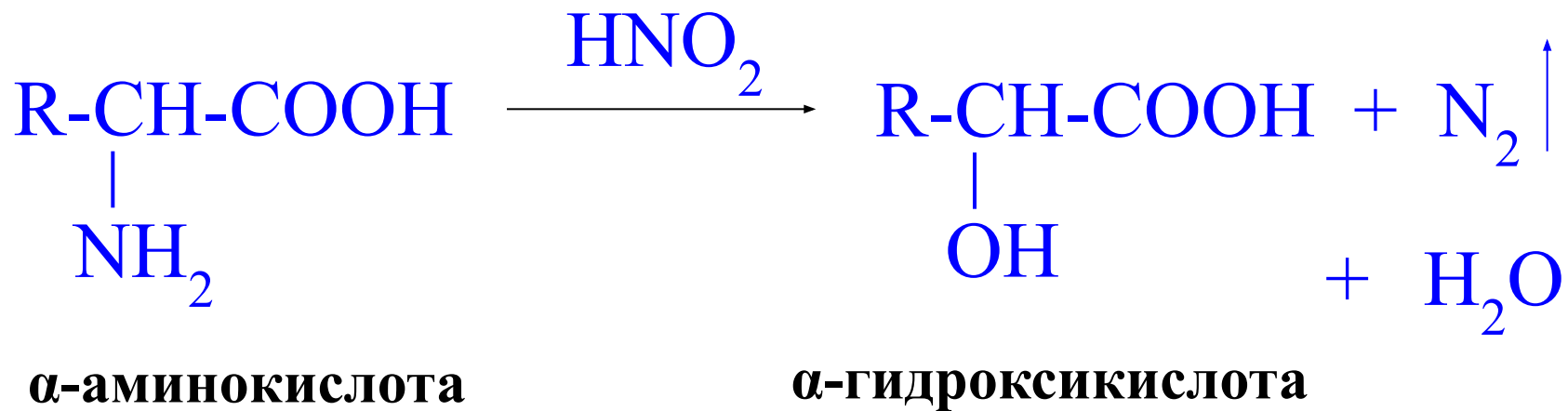
Изоэлектрическая точка  $\alpha$ -аминокислоты – это то значение pH раствора, при котором большинство молекул существуют в виде биполярных ионов, а концентрации катионной и анионной форм минимальны и равны.

# Свойства карбоксильной (-COOH) группы



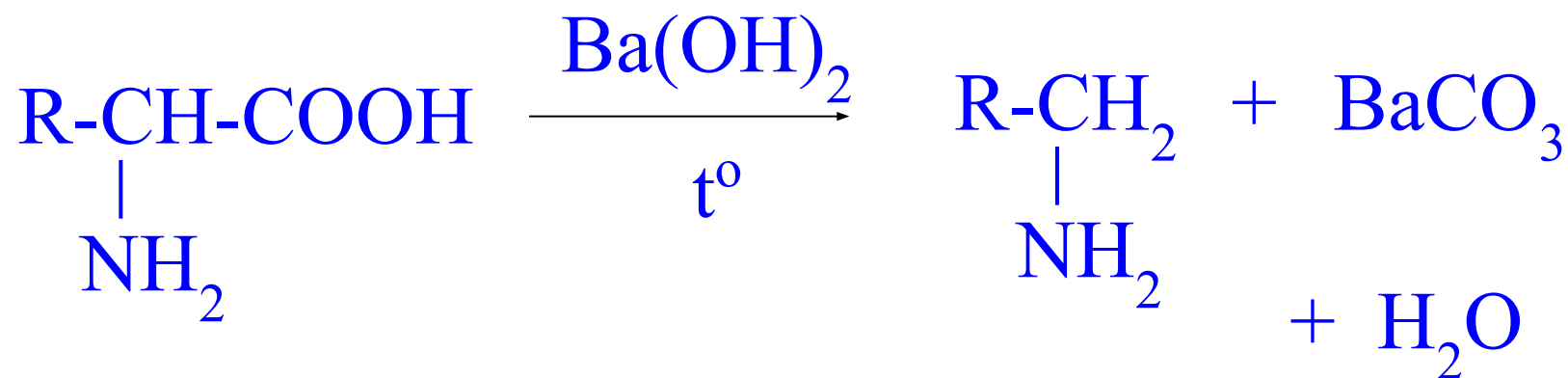
## Свойства амино- (-NH<sub>2</sub>) группы





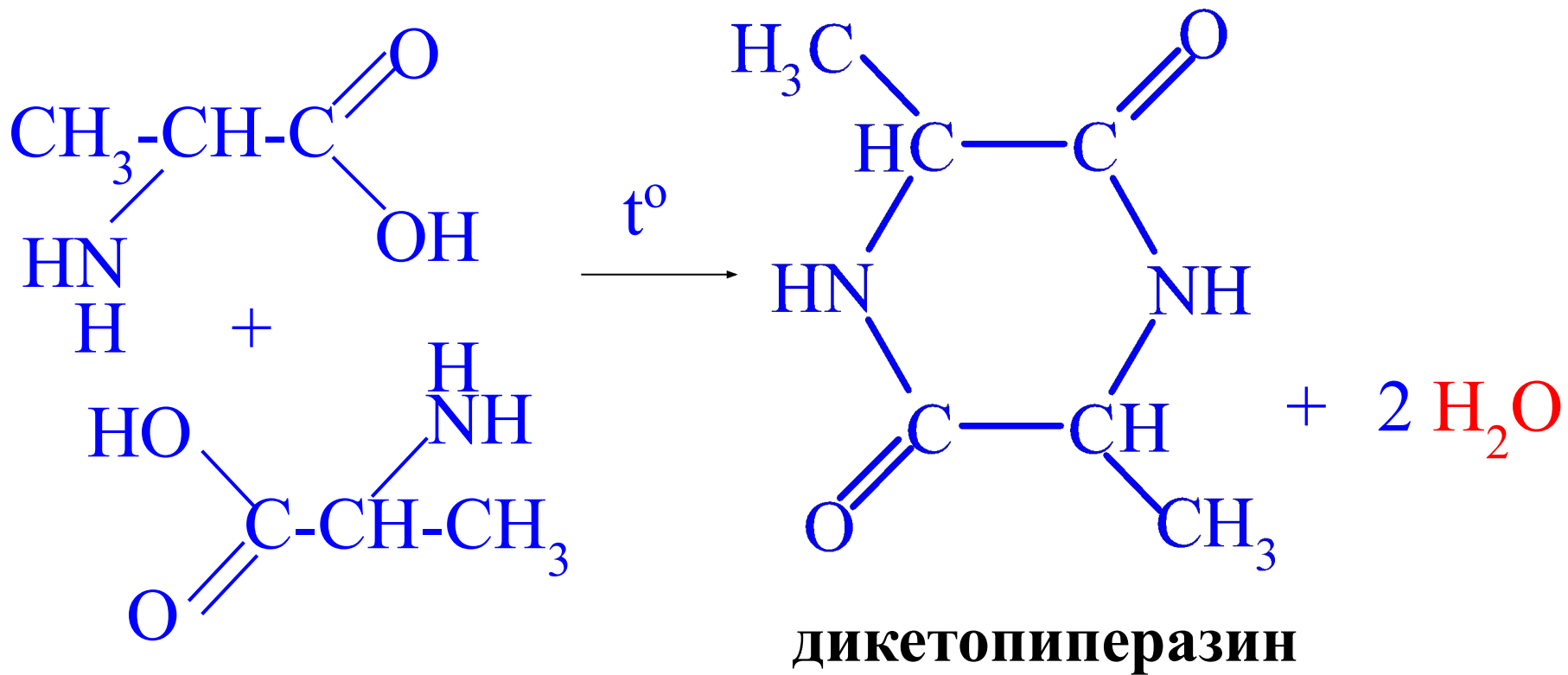
Дезаминирование *in vitro*

*Специфические свойства  
декарбоксилирование  
in vitro*

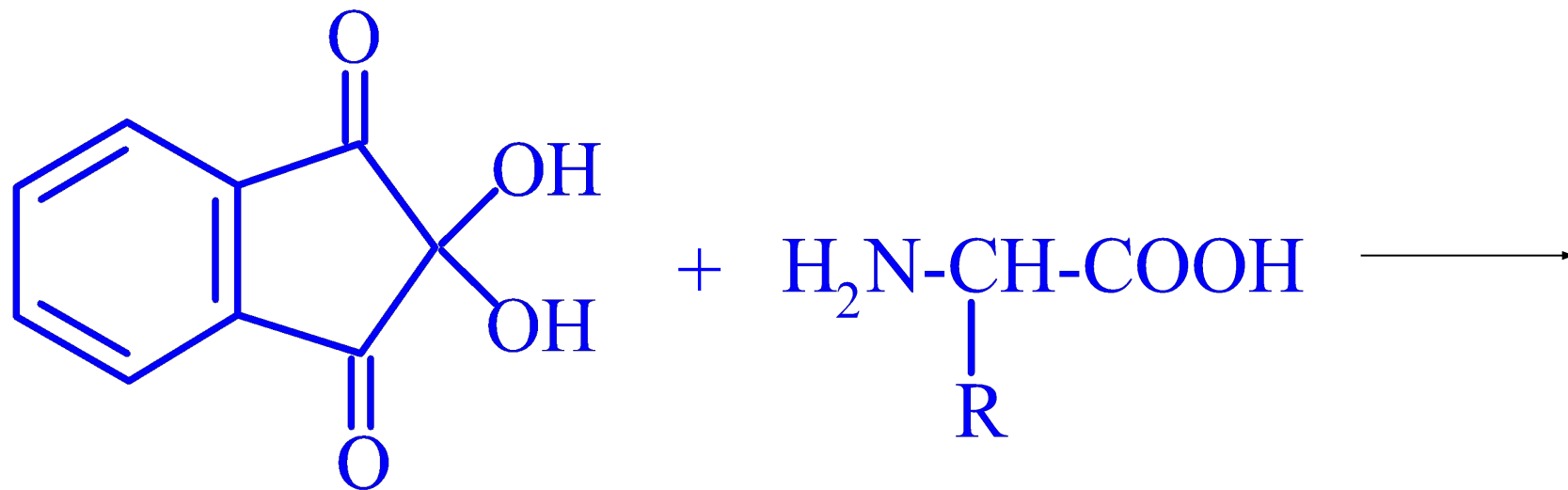




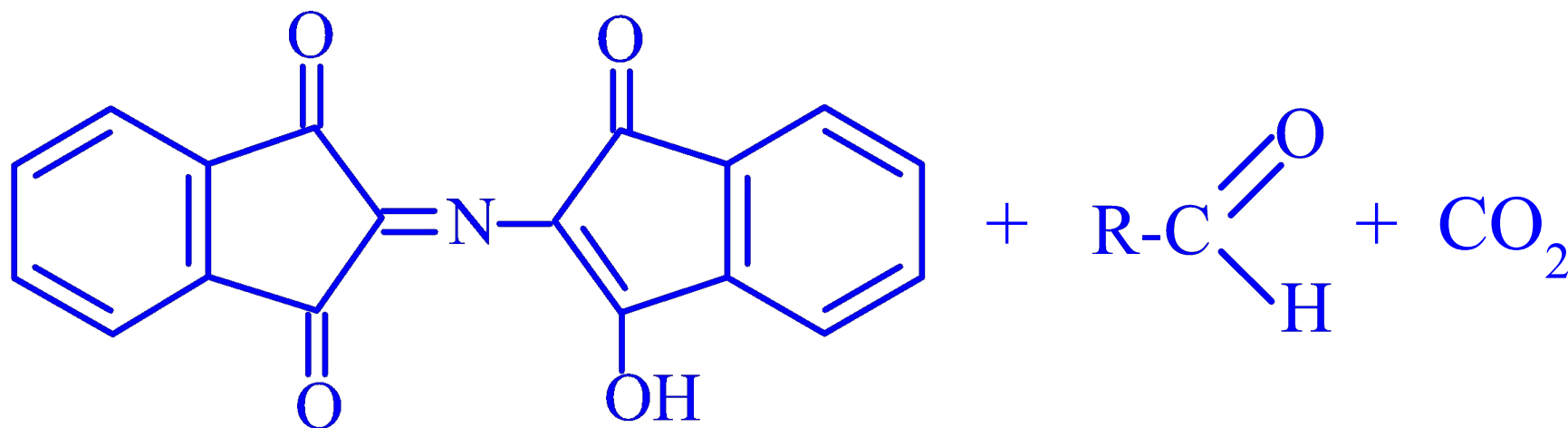
# Специфические свойства $\alpha$ -аминокислот





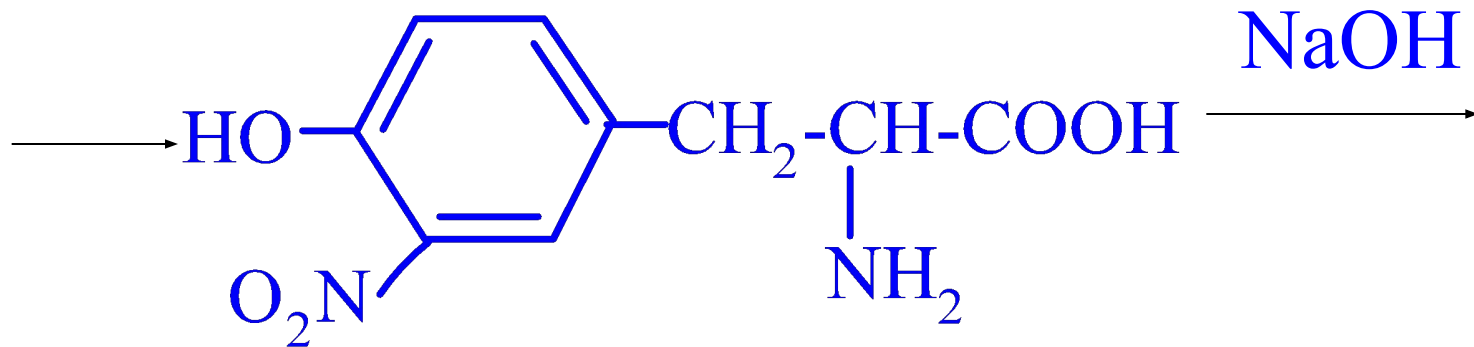


**нингидрин**



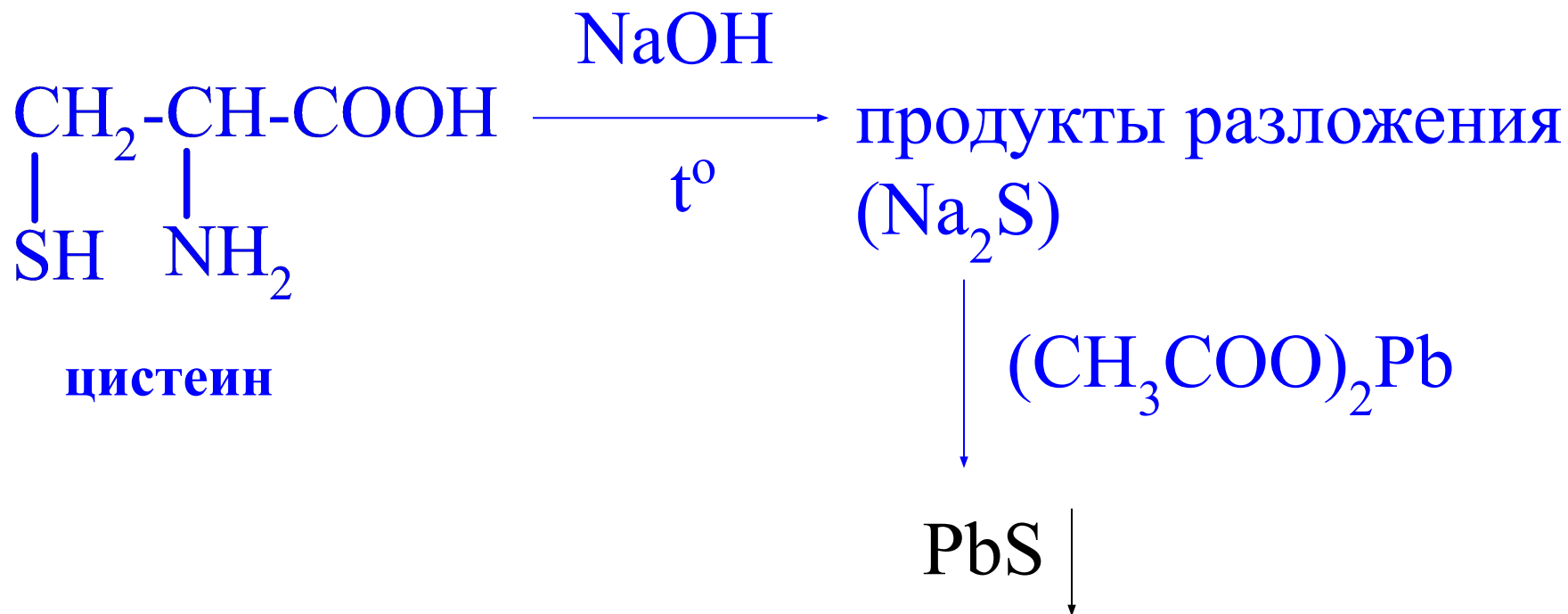
**продукт сине-фиолетового цвета**

# Качественная реакция на ароматические α-аминокислоты (ксантопротеиновая)

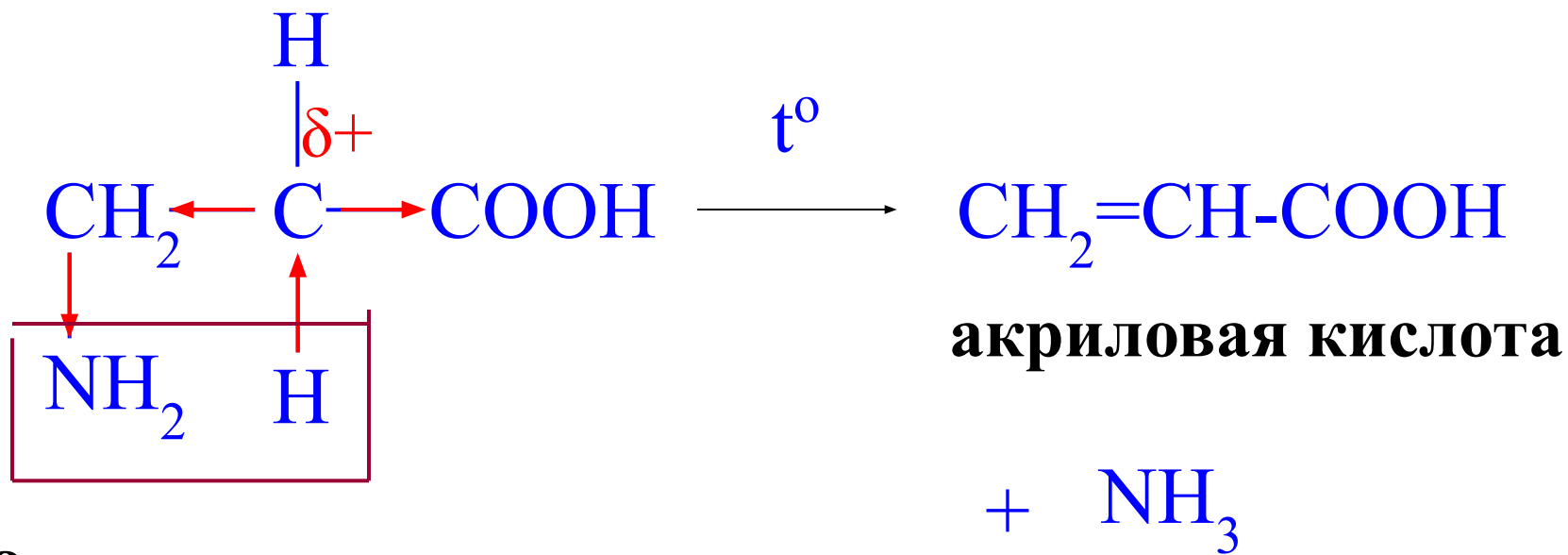


продукт  
оранжевого  
цвета

# *Качественная реакция на серосодержащие α-аминокислоты*



# Специфические свойства $\beta$ -аминокислот

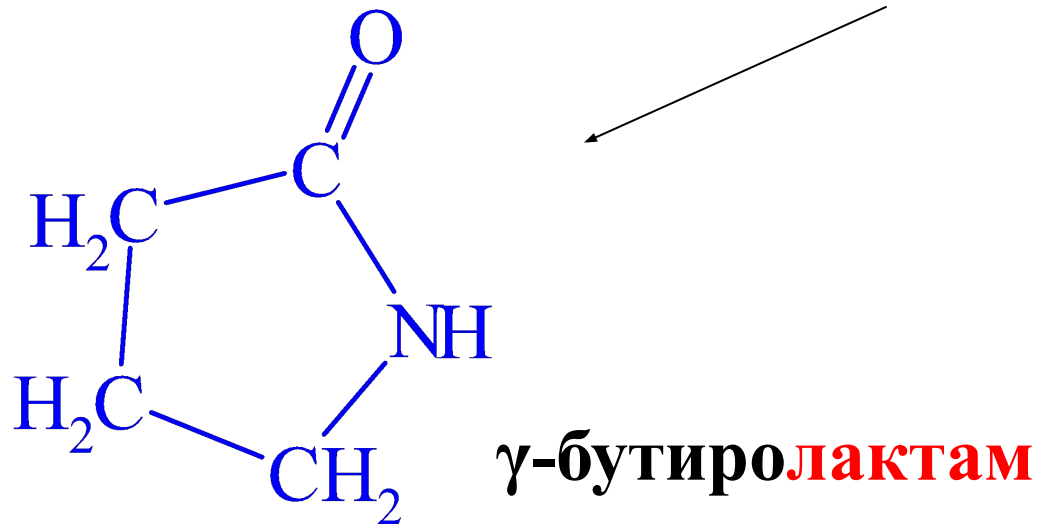
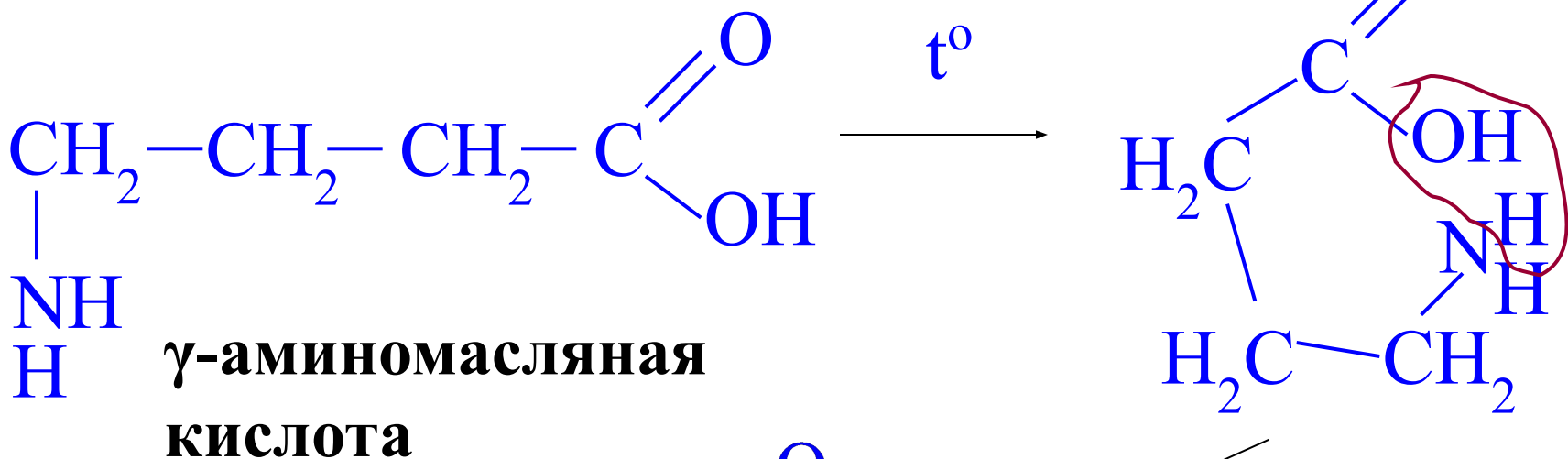


**$\beta$ -аминопропионовая  
кислота**

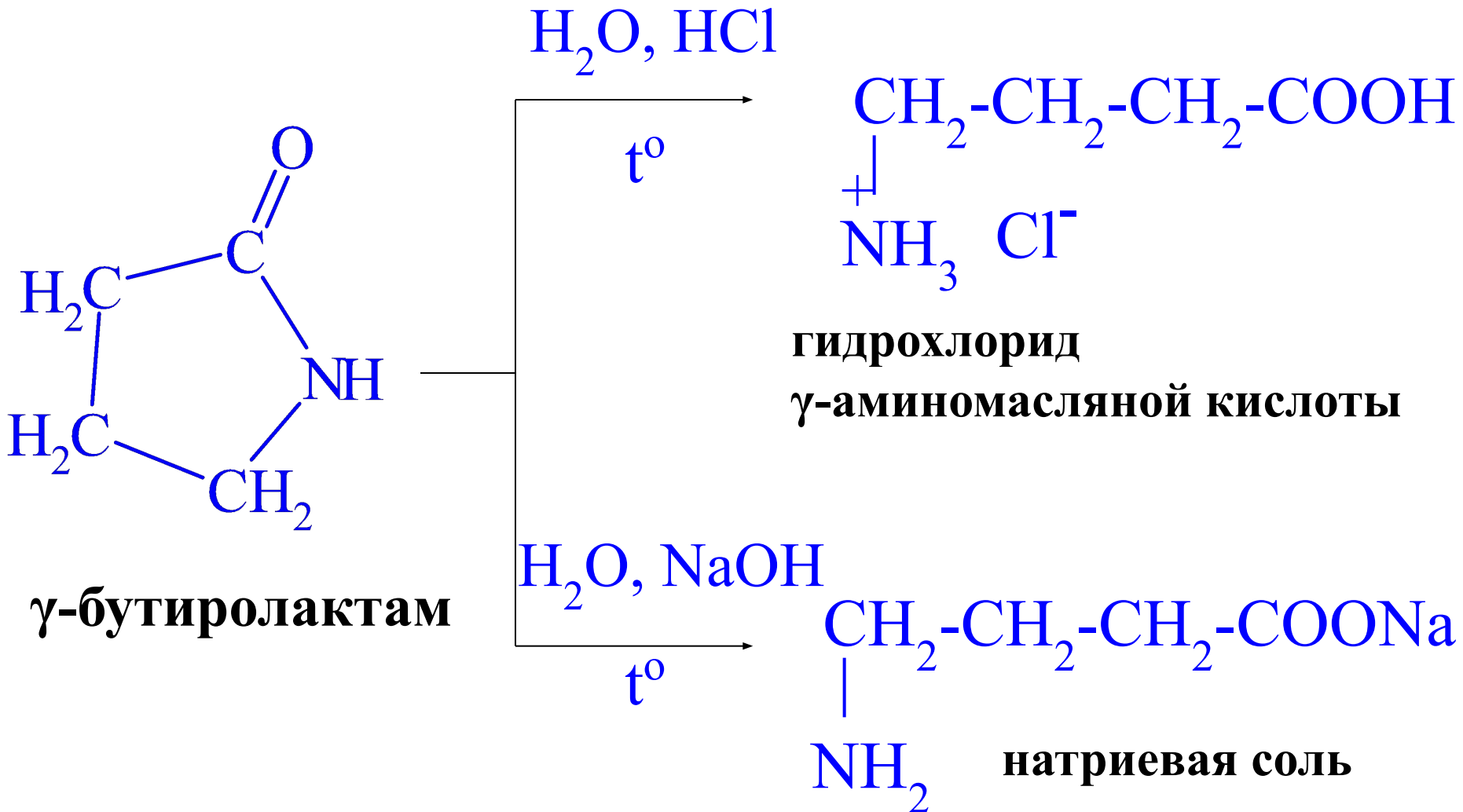
**акриловая кислота**

+  **$\text{NH}_3$**

# Специфические свойства $\gamma$ -аминокислот



# Гидролиз лактамов

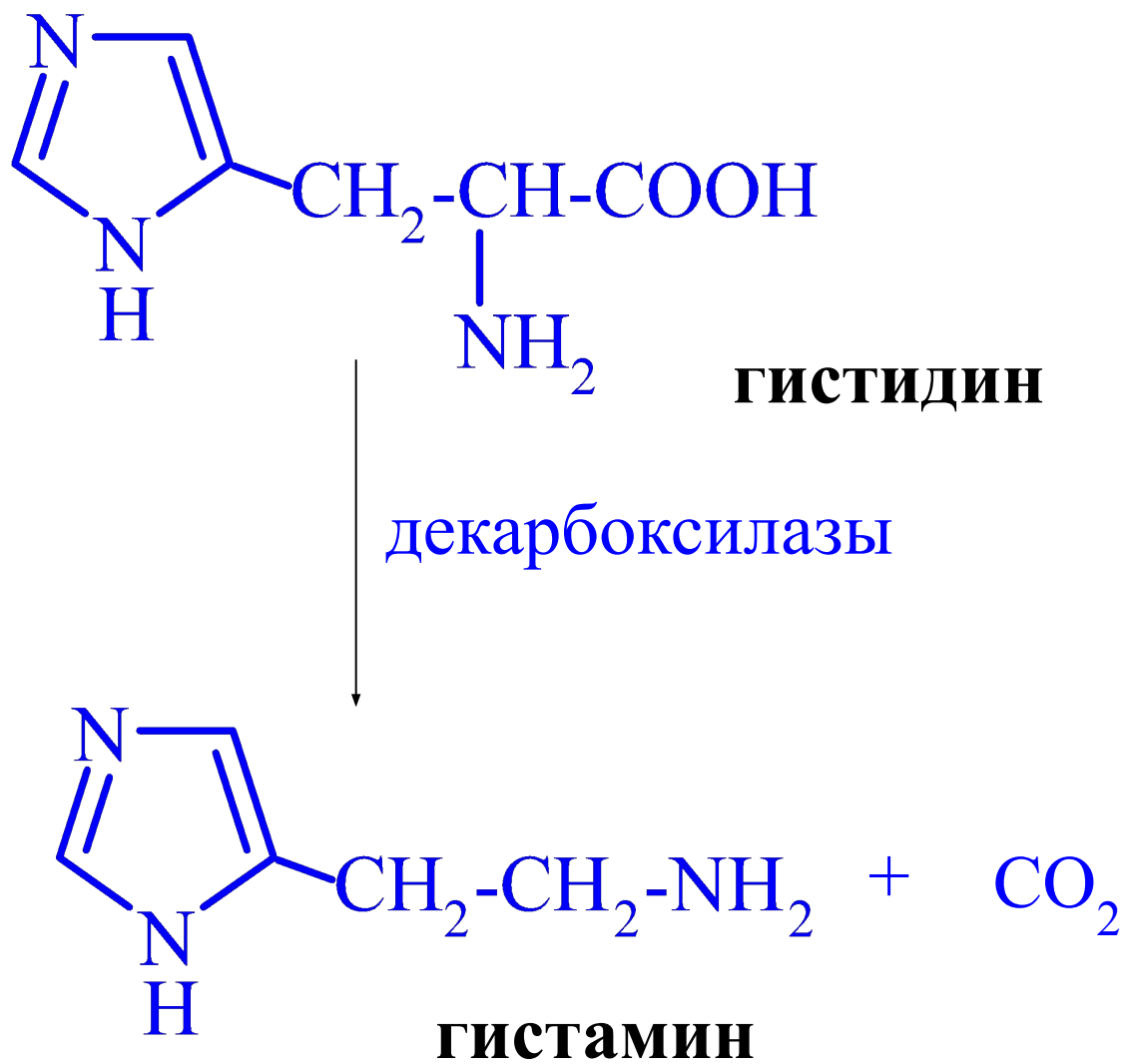




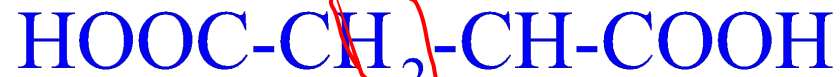
# *Реакции $\alpha$ -аминокислот *in vivo**

- декарбоксилирование
- дезаминирование
  - окислительное;
  - неокислительное
- переаминирование
- образование пептидной связи

# Декарбоксилирование $\alpha$ -аминокислот



# Неокислительное дезаминирование



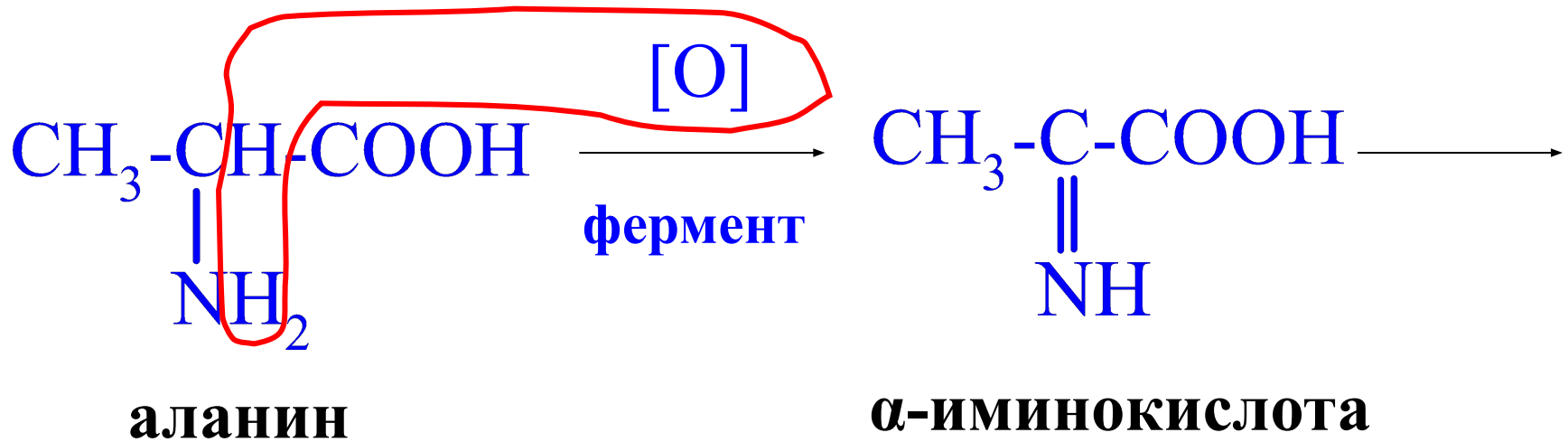
**аспарагиновая кислота**

**аспартаза**

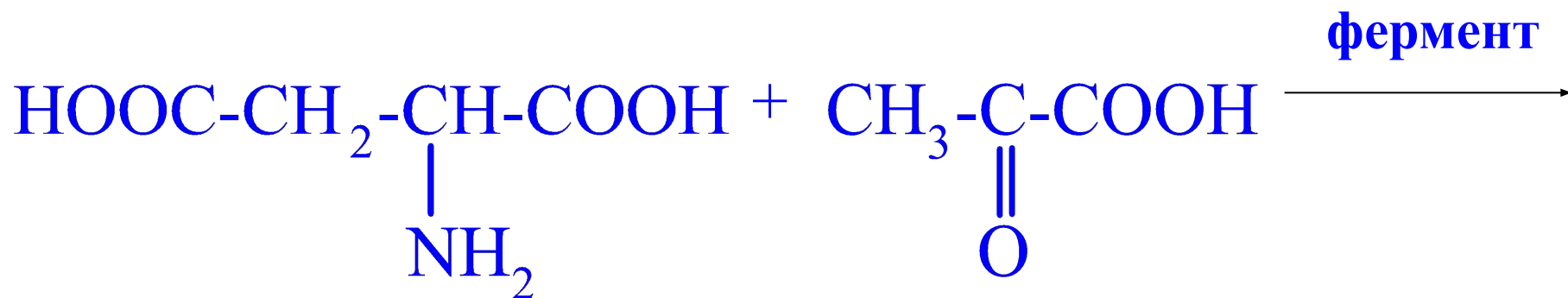


**фумаровая кислота**

# Окислительное дезаминирование

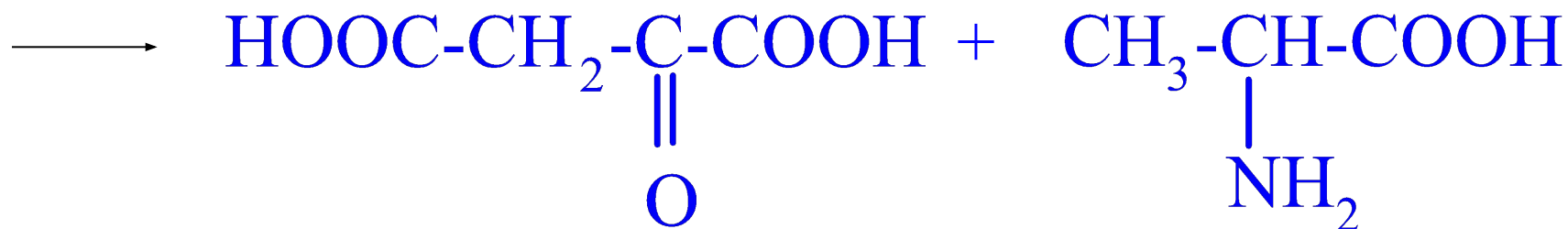


# Реакция переаминирования



**аспарагиновая  
кислота**

**пировиноградная  
кислота**



**щавелевоуксусная  
кислота**

**аланин**

# *Методы количественного определения $\alpha$ -аминокислот*

- метод формольного титрования;
- метод Фишера;
- метод Ван-Слайка;
- электрофорез

# Пептиды и белки

# *Медико-биологическое значение пептидов и белков*

*Регуляторная функция  
(ферменты)*

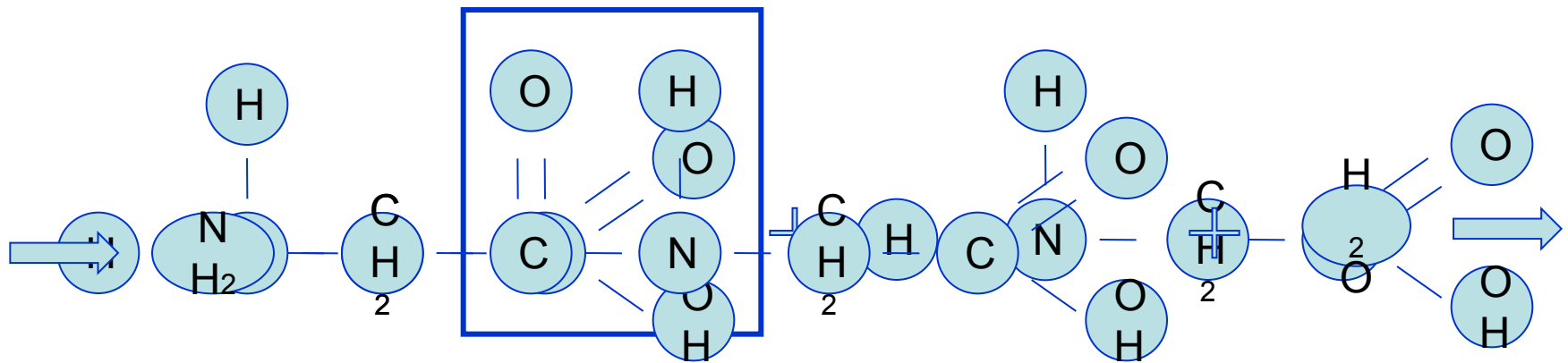
*Защитная функция  
(иммуноглобулины)*

*Транспортная функция  
(гемоглобин)*

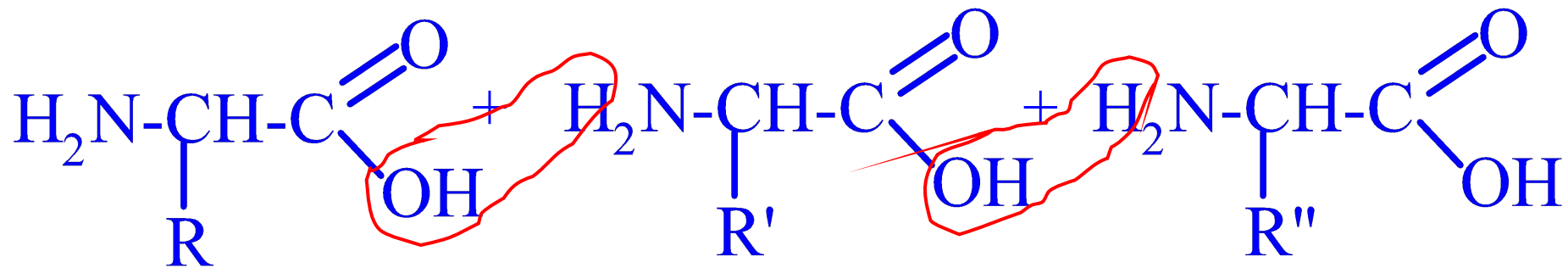
*Структурная функция  
(коллаген)*



Аминокислоты реагируют друг с другом, образуя дипептиды, трипептиды или полипептиды:



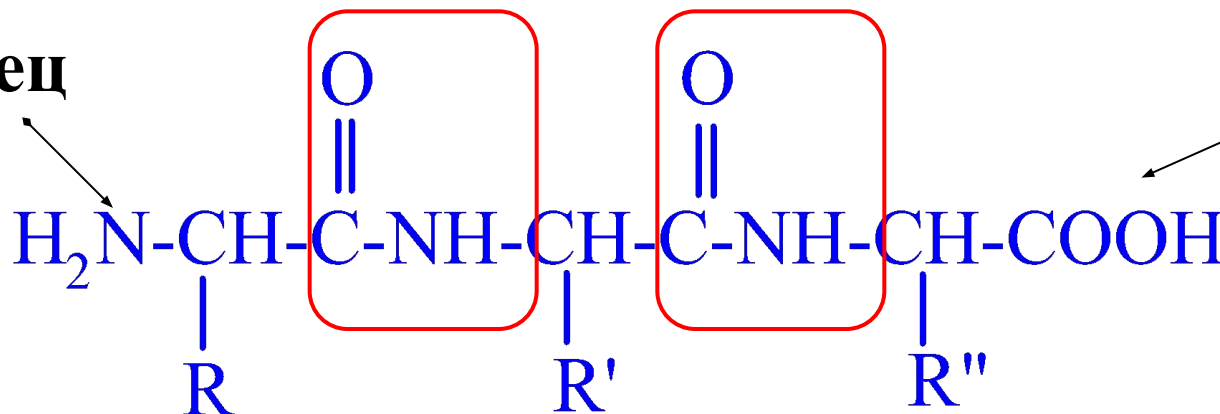
**пептидная или амидная  
группа**



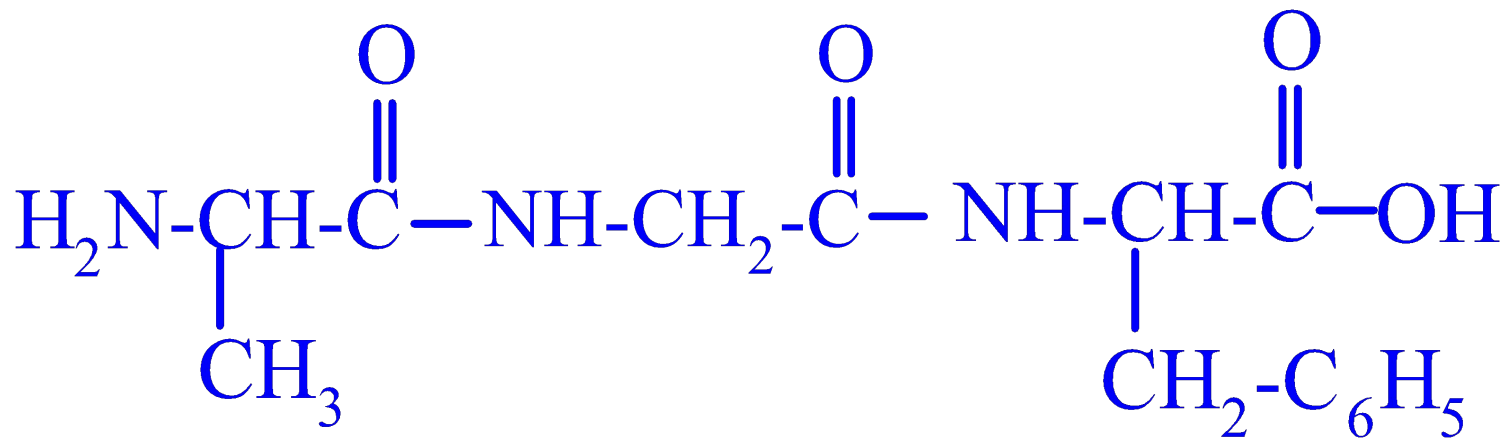
**пептидная связь**

**N-конец**

**C-конец**



**трипептид**



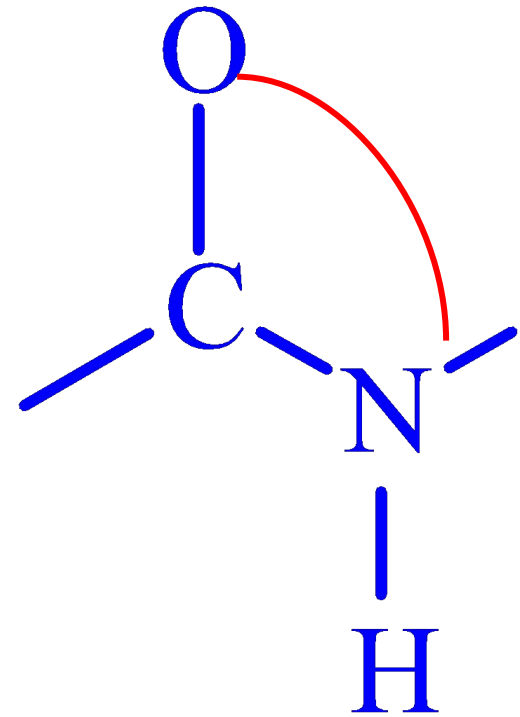
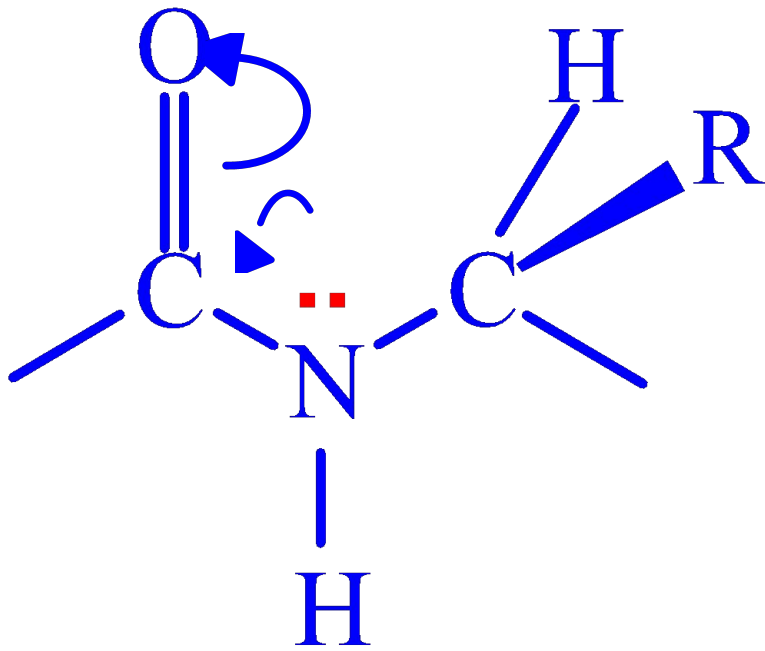
**Ала**

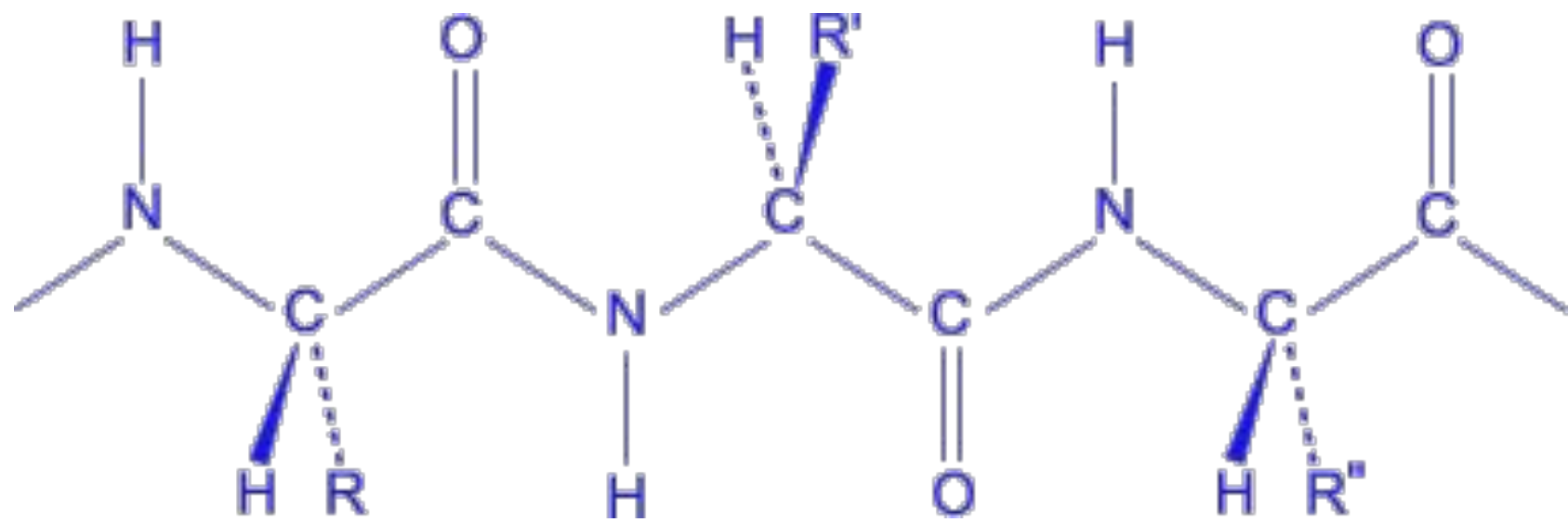
**Гли**

**Фен**

**аланил глицил фенилаланин**

# Электронное строение пептидной связи

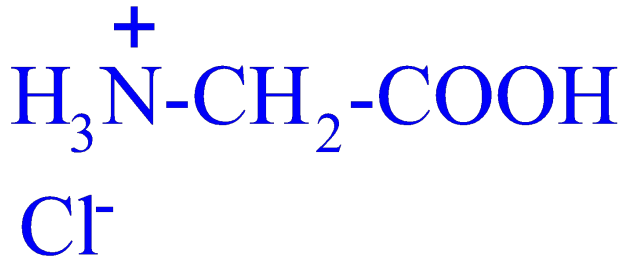
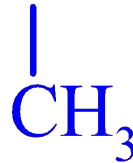




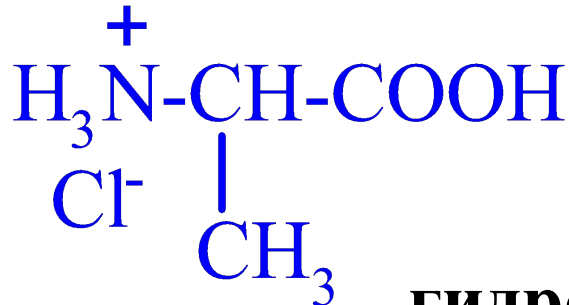
# Кислотный гидролиз



**глицилаланин**



**гидрохлорид  
глицина**

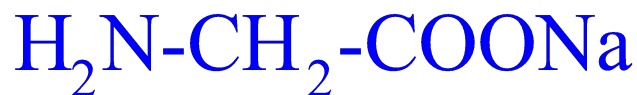


**гидрохлорид  
аланина**

# Щелочной гидролиз



**глицилаланин**



**натриевая соль**

**глицина**

+



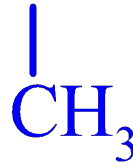
**натриевая соль**

**аланина**

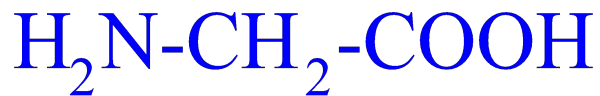
# Ферментативный гидролиз



**глицилаланин**



$\text{H}_2\text{O}$ , ферменты



**глицин**

+

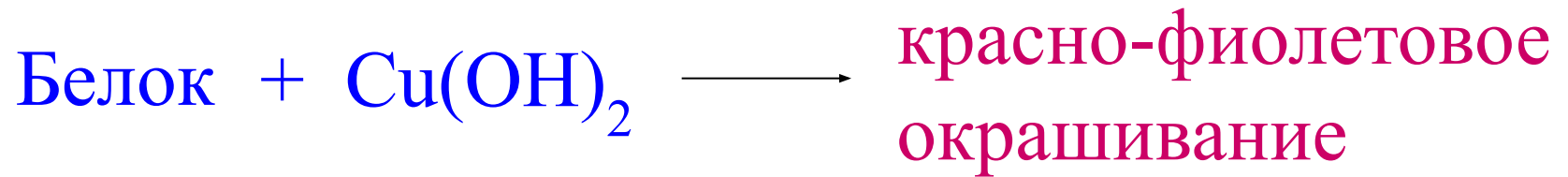


**аланин**



# *Качественная реакция на пептидные связи*

## *Биуретовая реакция*



# *Уровни организации полипептидной цепи*

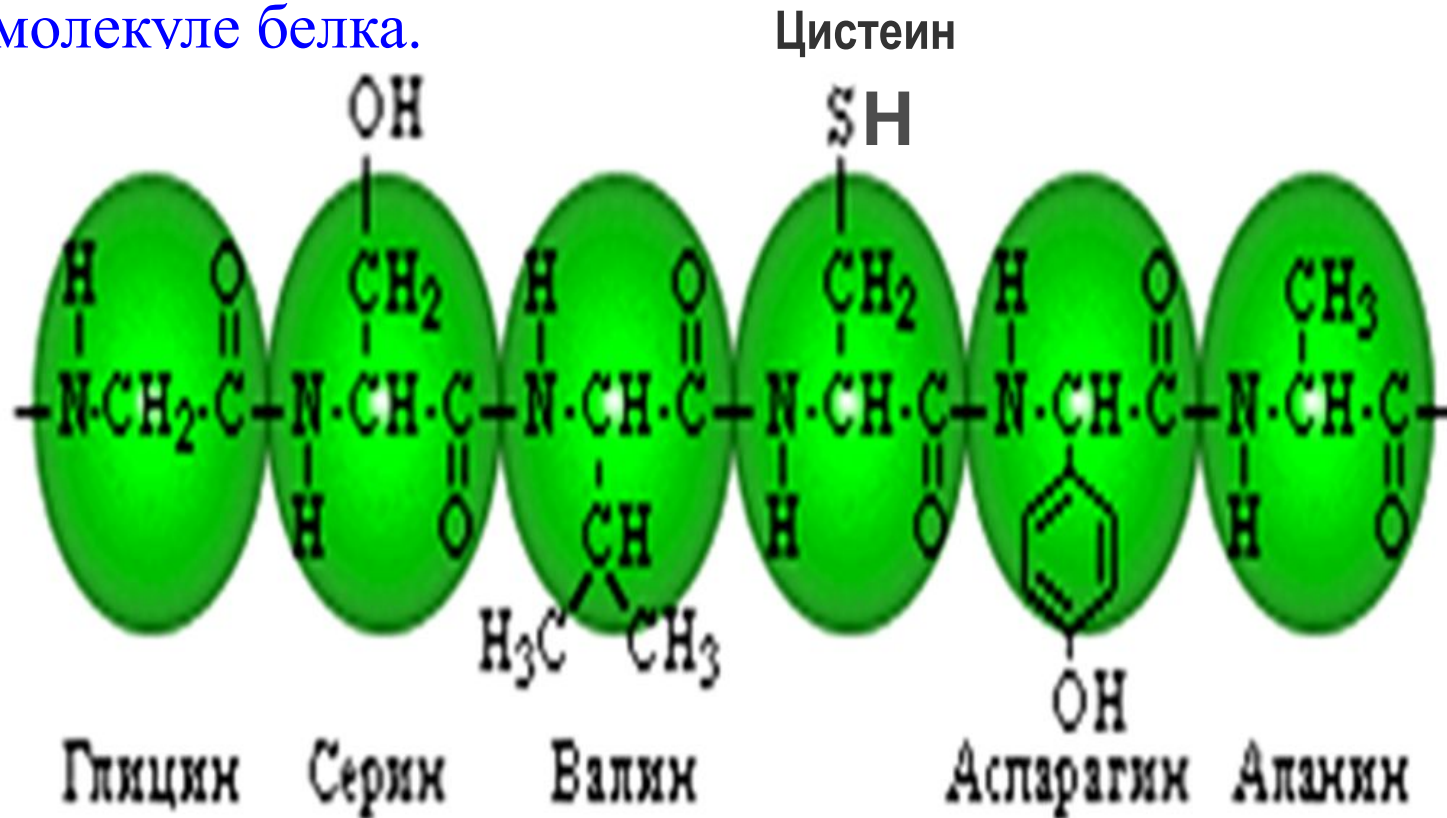
**Первичный**  
*пептидная связь*

**Вторичный**  
*пептидная,  
водородная связи*

**Третичный**  
*пептидная, водородная,  
ионная, дисульфидная связи,  
гидрофобное взаимодействие*

**Четвертичный**  
*водородная связь,  
гидрофобное  
взаимодействие*

**Первичная структура белка** – это определенная аминокислотная последовательность, т.е. порядок чередования аминокислотных остатков в молекуле белка.



*Первичная структура характеризуется*

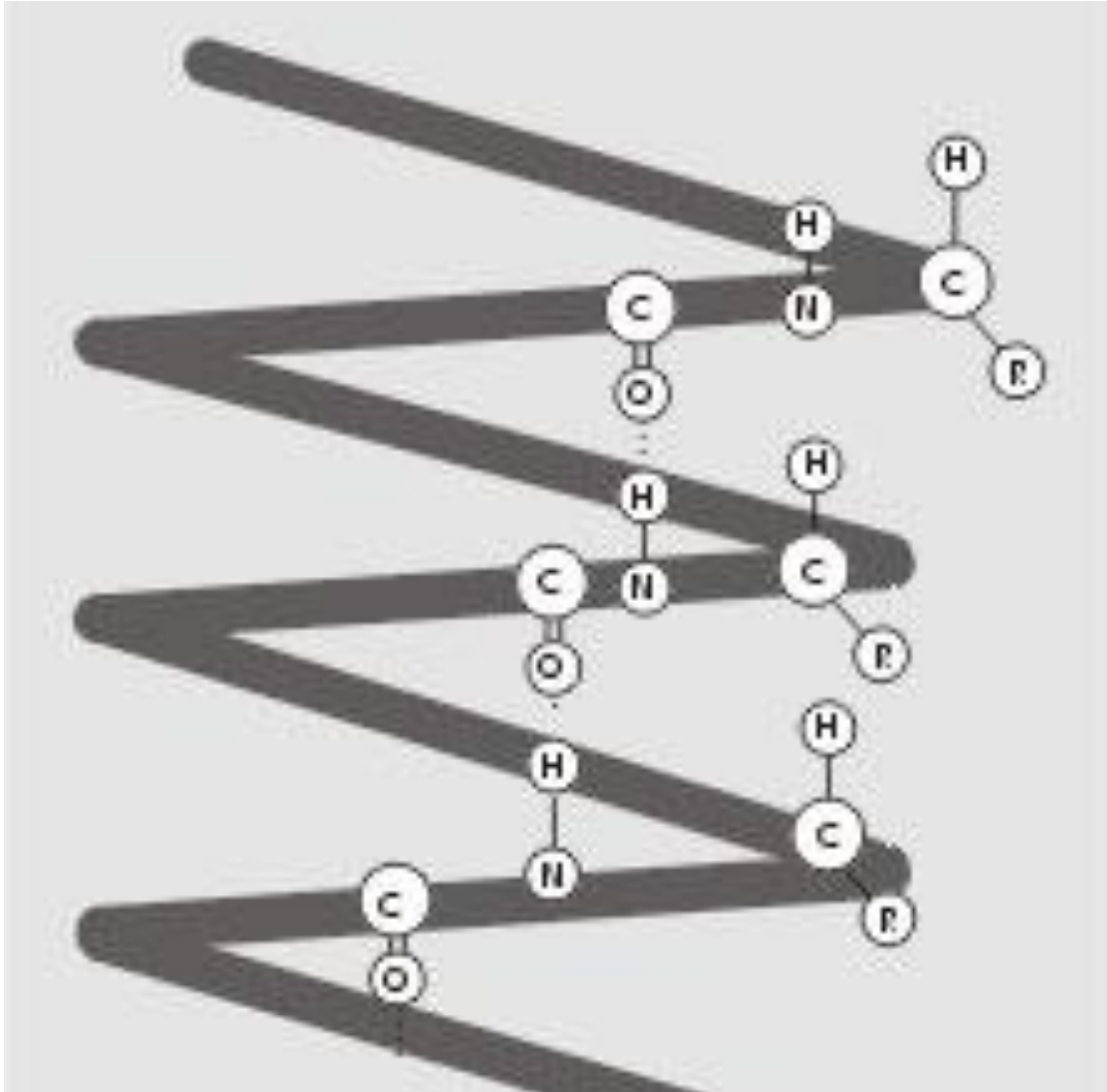
-аминокислотным составом;

-аминокислотной последовательностью

**Вторичная структура белка – определенное пространственное расположение полипептидной цепи.**

- $\alpha$ -спираль
- $\beta$ -складчатая структура

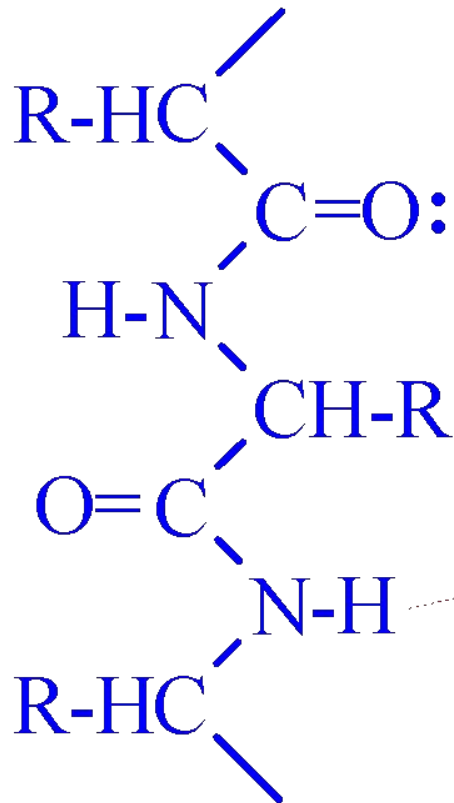
# *α-спираль*



На один виток  
спирали – **3,6**  
аминокислотных  
остатка.

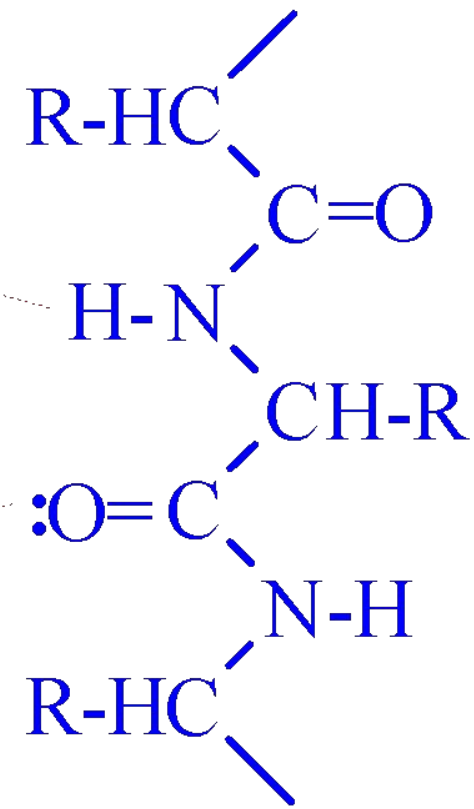
# *$\beta$ -складчатая структура (параллельная)*

N-конец



C-конец

N-конец

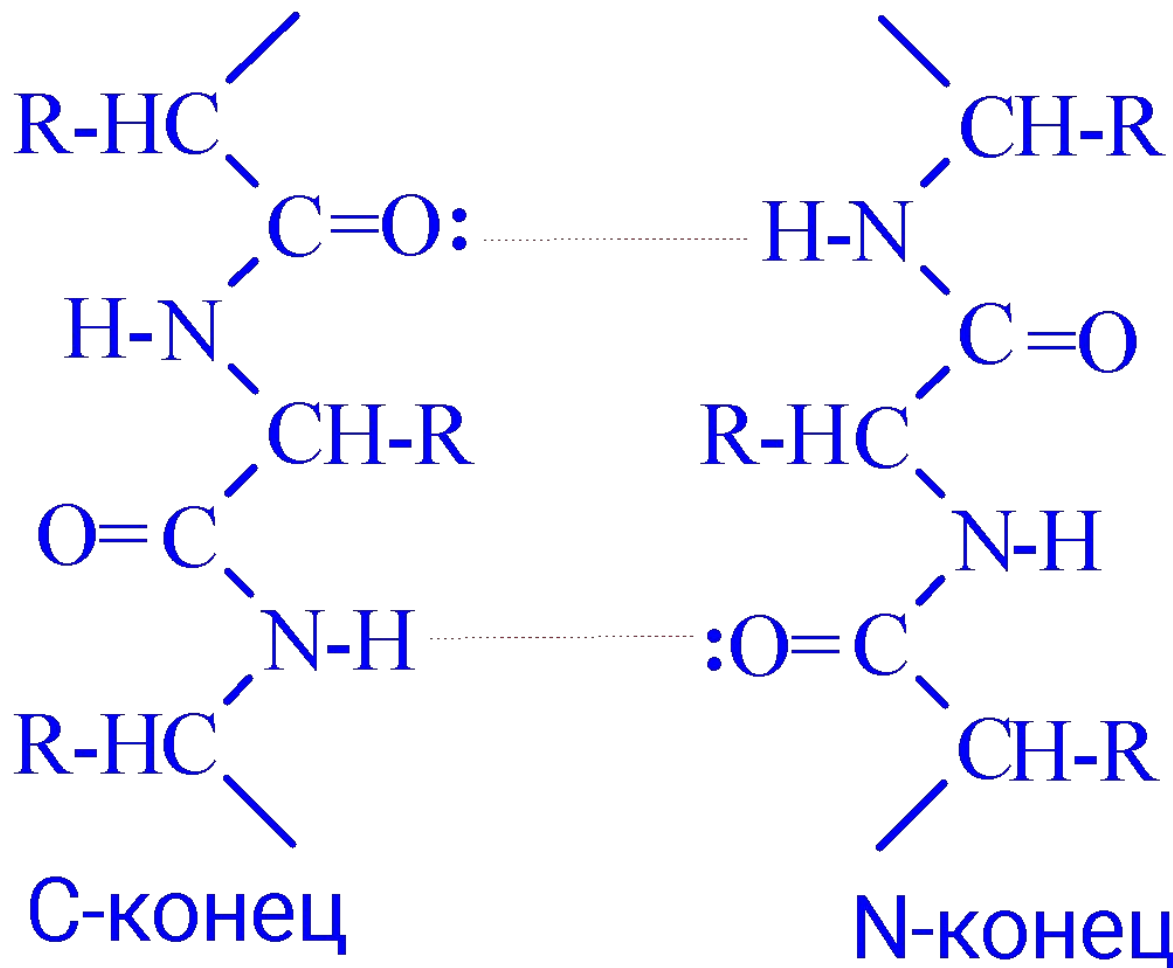


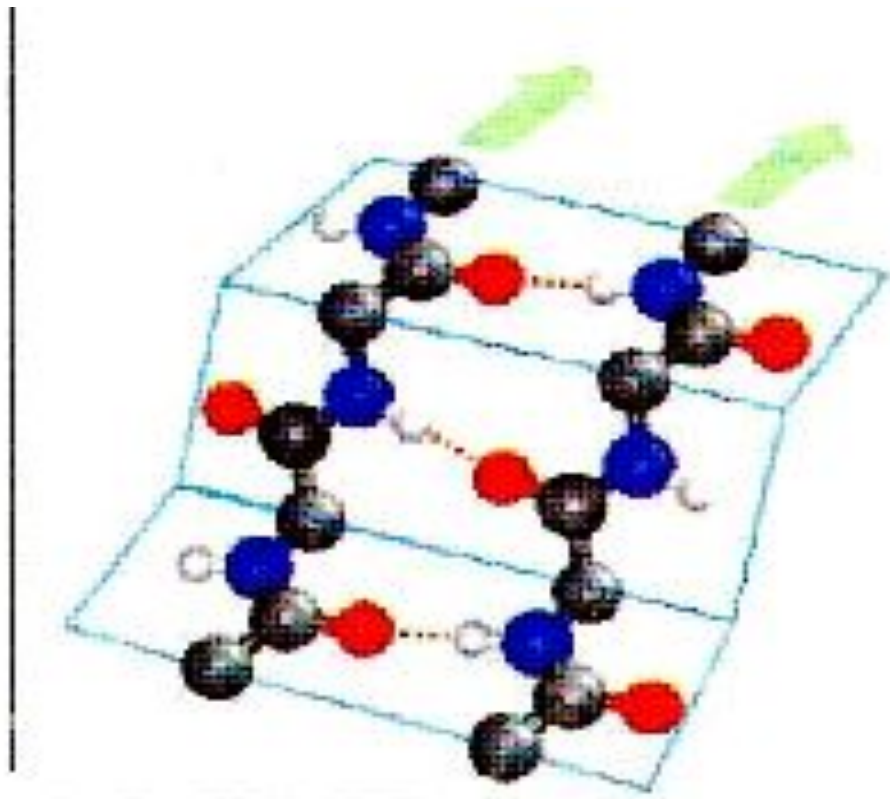
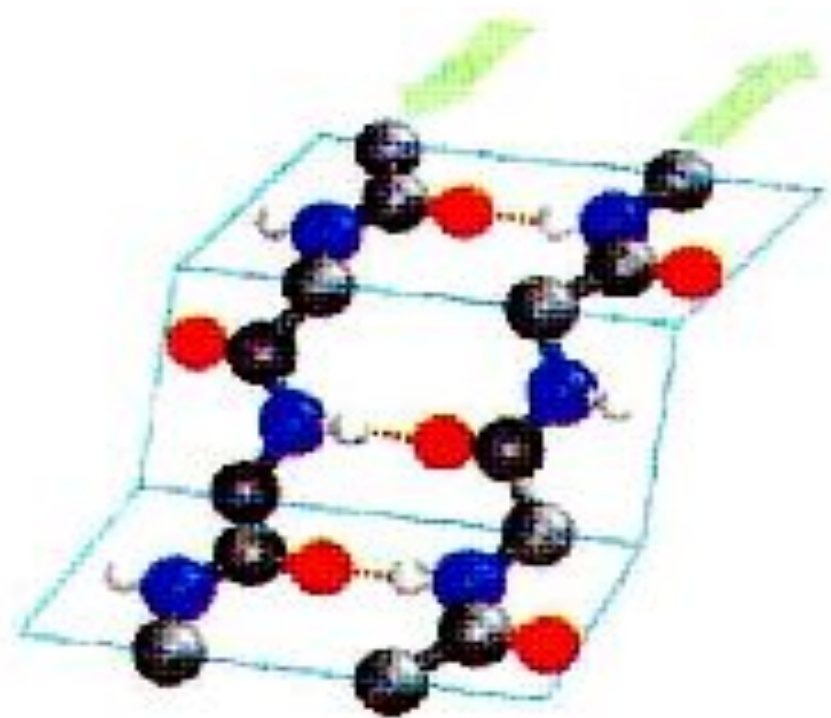
C-конец

# *$\beta$ -складчатая структура (антипараллельная)*

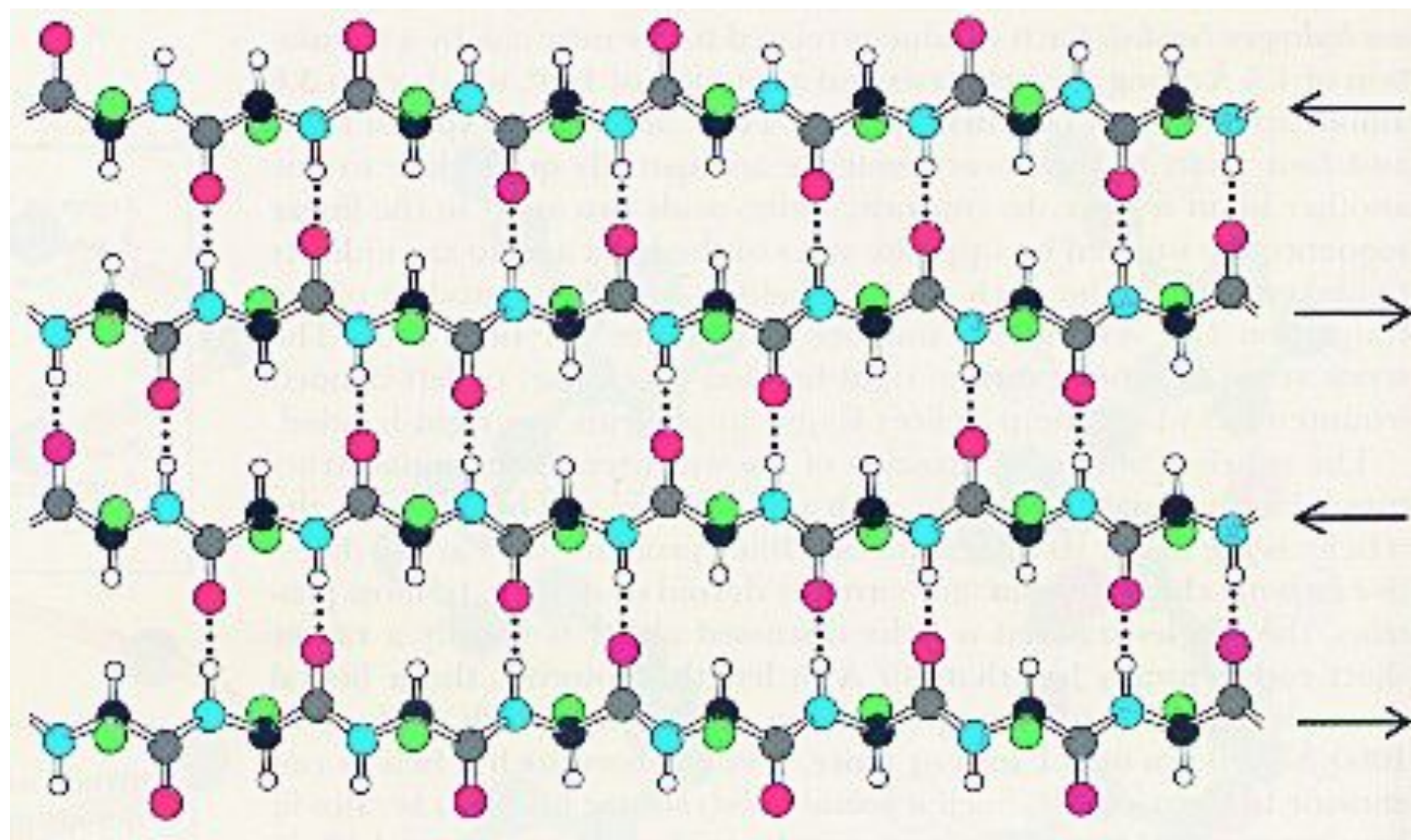
N-конец

C-конец









# *Третичная структура белка*

