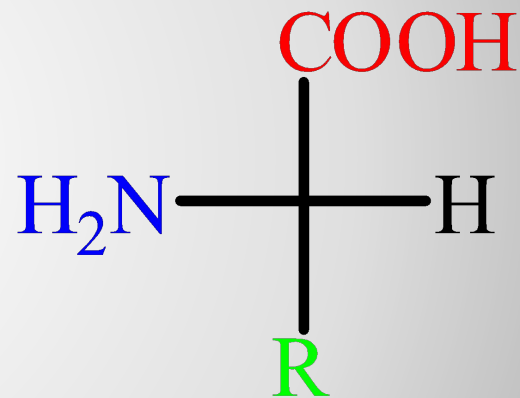


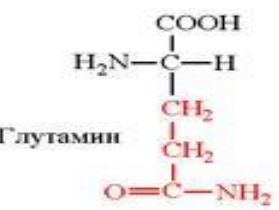
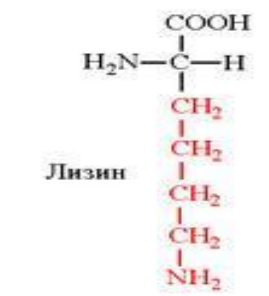
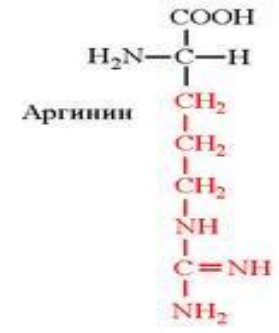
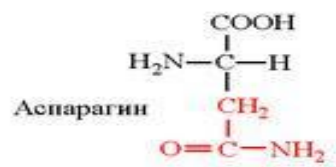
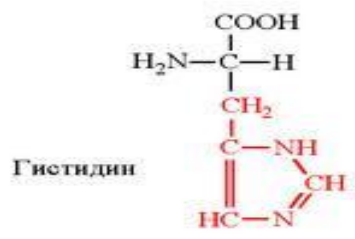
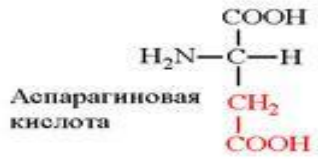
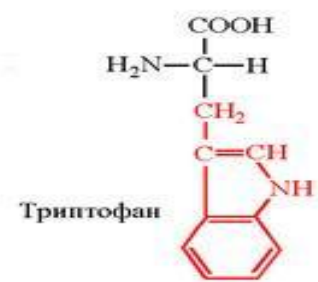
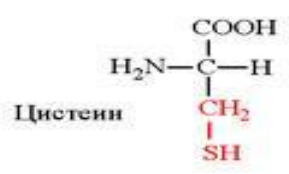
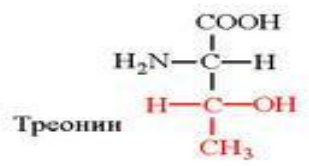
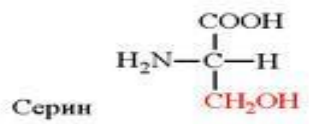
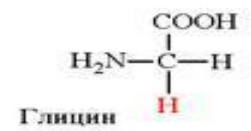
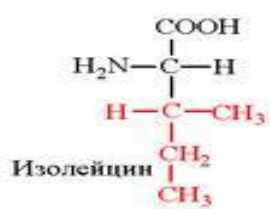
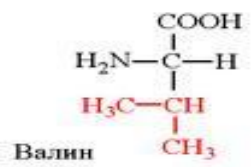
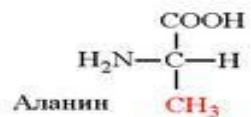
**$\alpha$ -Аминокислоты. Пептиды.  
Белки.**

*Аминокислоты* — гетерофункциональные соединения, содержащие  $\text{NH}_2$  и  $\text{COOH}$  группы.

В природе существует около 300 аминокислот. **20** из них являются структурными блоками пептидов и белков.

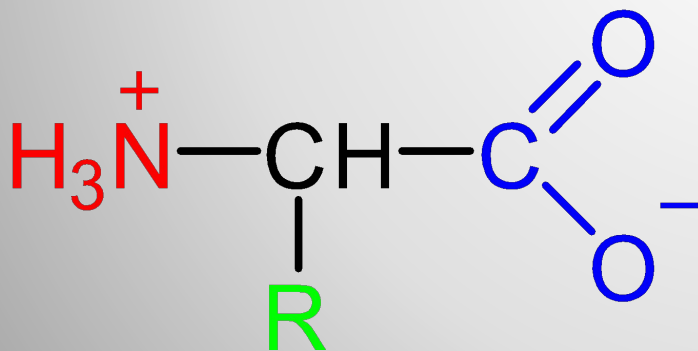


$\alpha$ ,L-аминокислоты.



Аминокислоты представляют собой твердые кристаллические тугоплавкие вещества, плохо растворимые в органических растворителях, хорошо растворимые в воде.

Их кристаллическая решетка образована биполярными ионами, или цвиттер-ионами.

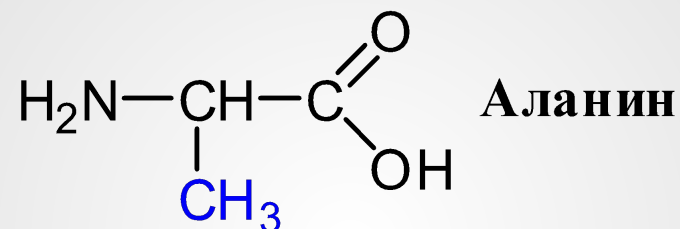


## **Классификация биогенных аминокислот:**

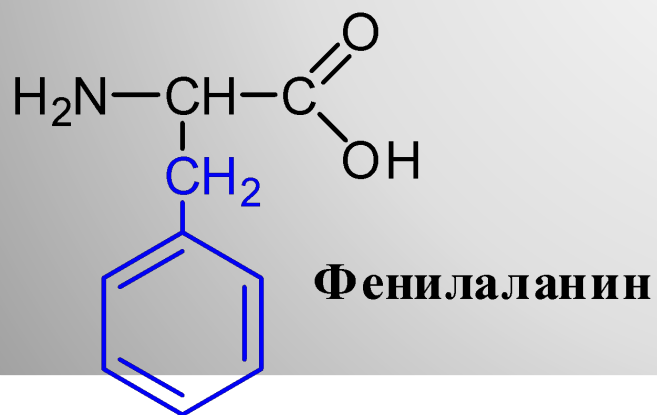
- По химической природе радикала R***
- По полярности бокового радикала***
- По количеству кислотно-основных групп***

# По химической природе радикала

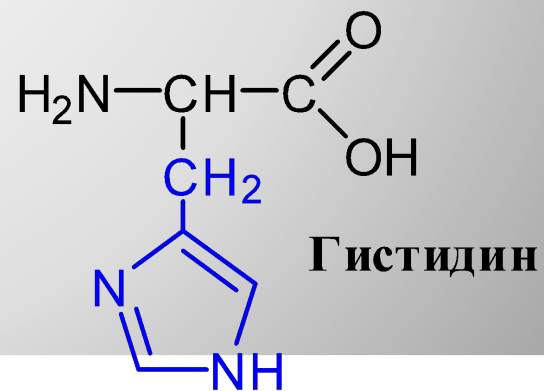
## *Алифатические*



## *Ароматические*

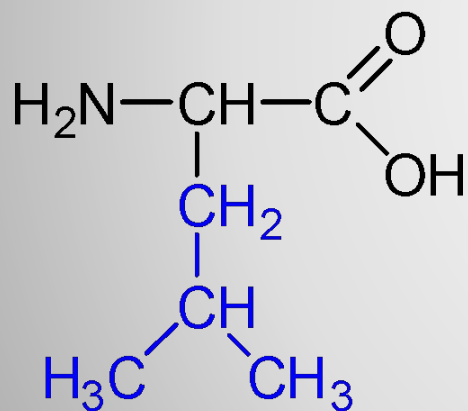


## *Гетероциклические*

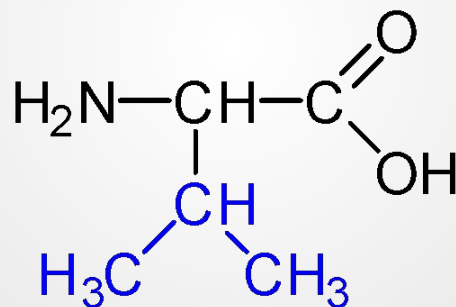


# По полярности бокового радикала

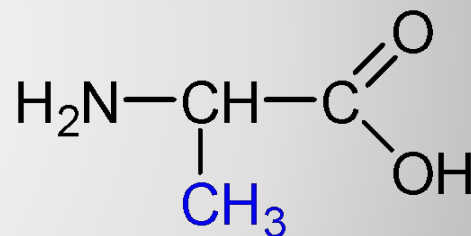
*С неполярными (гидрофобными) радикалами*



**Лейцин**



**Валин**



**Аланин**

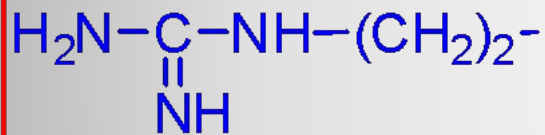
# С полярными (гидрофильными) радикалами

ИОНОГЕННЫЕ

НЕИОНОГЕННЫЕ

катионообразующие

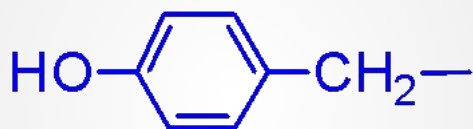
анионообразующие



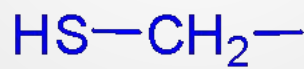
Аргинин



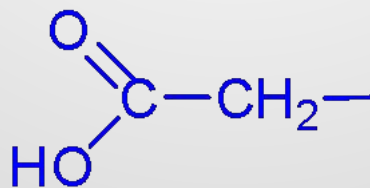
Гистидин



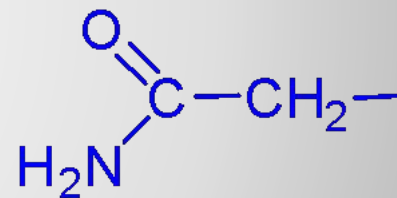
Тирозин



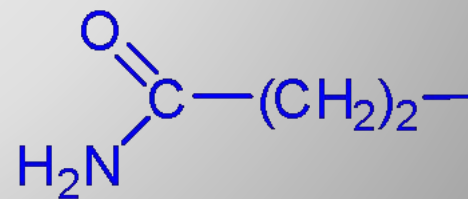
Цистеин



Аспарагиновая кислота



Аспарагин

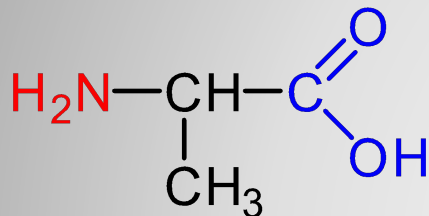


Глутамин



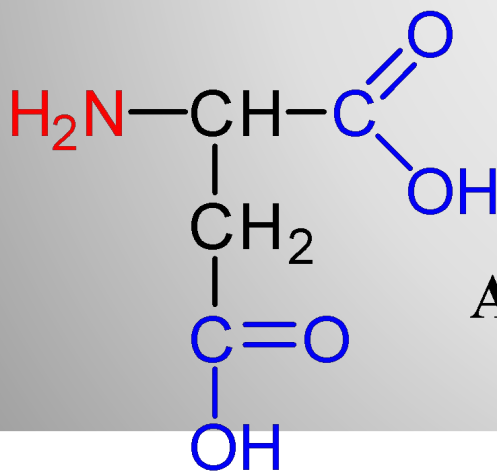
# По количеству кислотно-основных групп

## Нейтральные



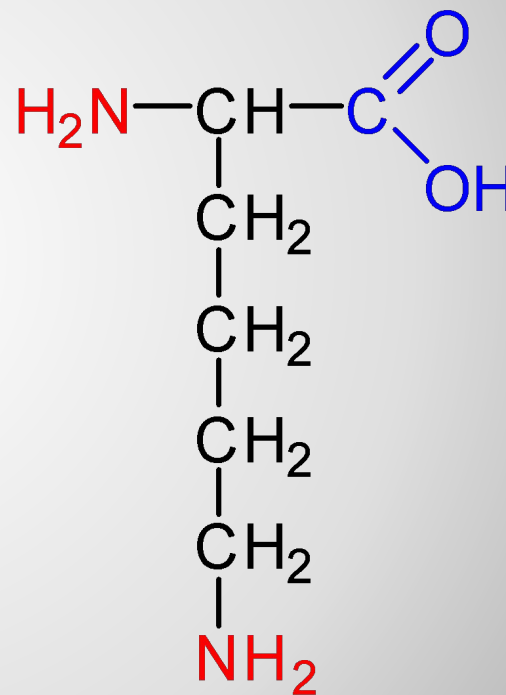
Аланин

## Кислые



Аспарагиновая  
кислота

## Основные



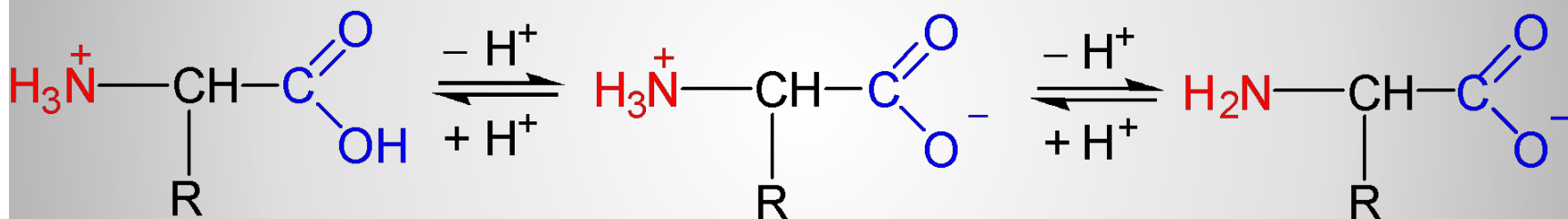
Лизин

# Химические свойства аминокислот

- *кислотно-основные свойства;*
- *реакции по  $\text{NH}_2$  группе;*
- *реакции по  $\text{COOH}$  группе;*
- *особые свойства аминокислот как гетерофункциональных соединений.*

# Кислотно-основные свойства

Аминокислоты являются амфотерными соединениями, так как содержат и кислотный (COOH) и основной (NH<sub>2</sub>) центры.



Катионная форма

Сильнокислая  
среда

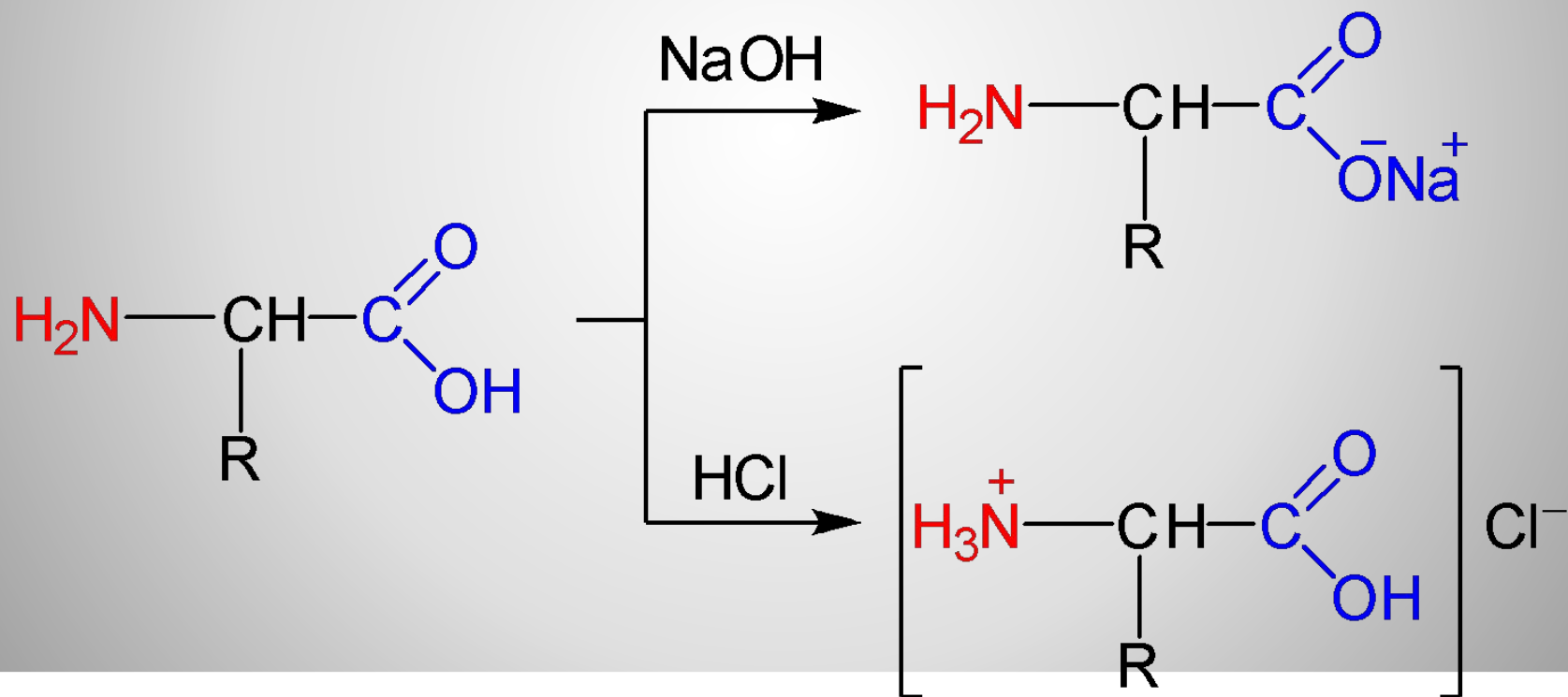
Диполярный ион

Анионная форма

Сильнощелочная  
среда

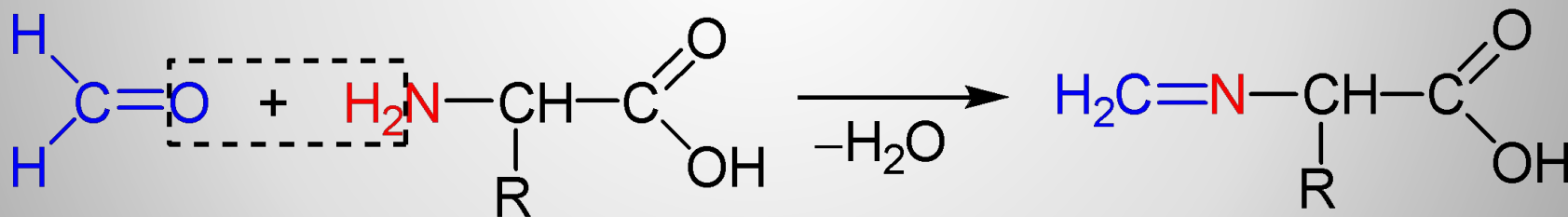
Значение рН при котором содержание диполярного иона максимально называется изоэлектрической точкой (рI).

**Амфотерные свойства аминокислот проявляются и в их способности образовывать соли, реагируя как с кислотами, так и с основаниями.**



# Реакции по $\text{NH}_2$ -группе

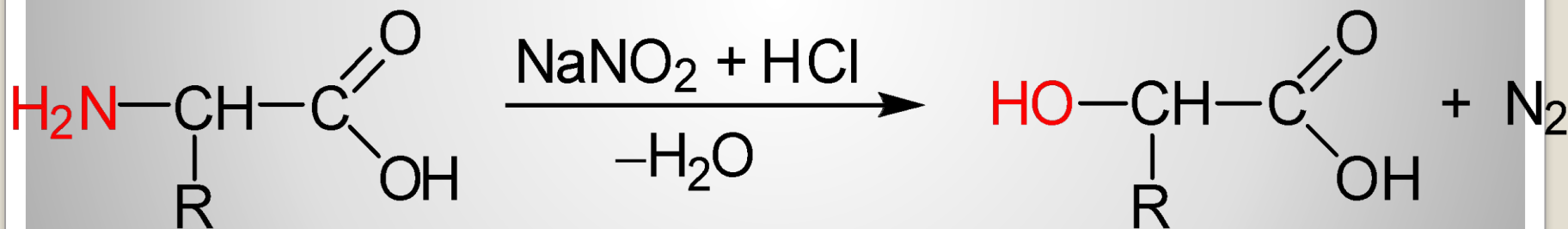
*Реакция с формальдегидом. Лежит в основе метода формольного титрования аминокислот щелочью по методу Серенсена.*



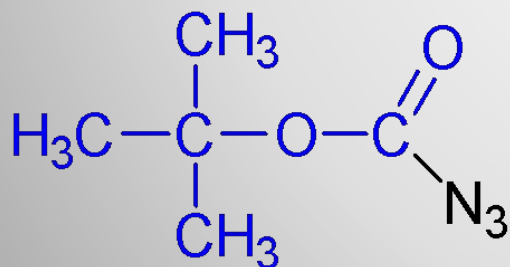
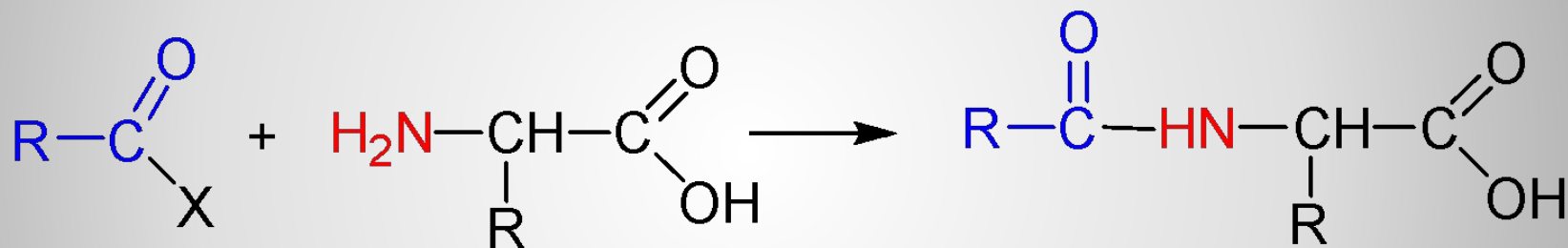
Формальдегид

Основание Шиффа

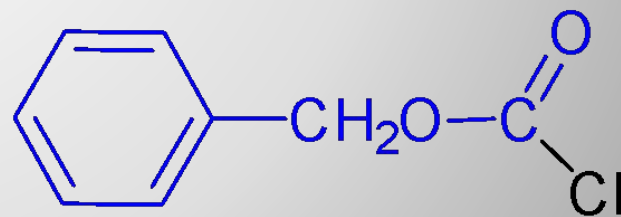
Реакция с азотистой кислотой. Используется для объемного анализа (по количеству выделившегося азота) аминосодержащих природных соединений (метод Ван-Слэйка).



**Образование N-ацильных производных.**  
Используется для «защиты» аминогрупп при пептидном синтезе.



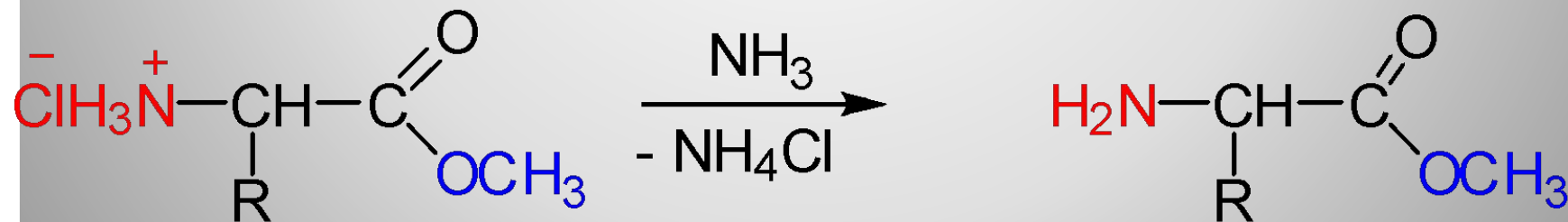
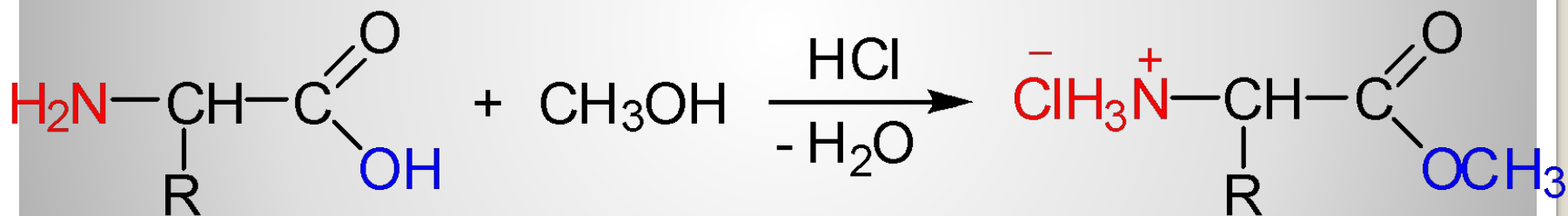
*трет*-бутоксикарбоксамид



карбобензоксихлорид

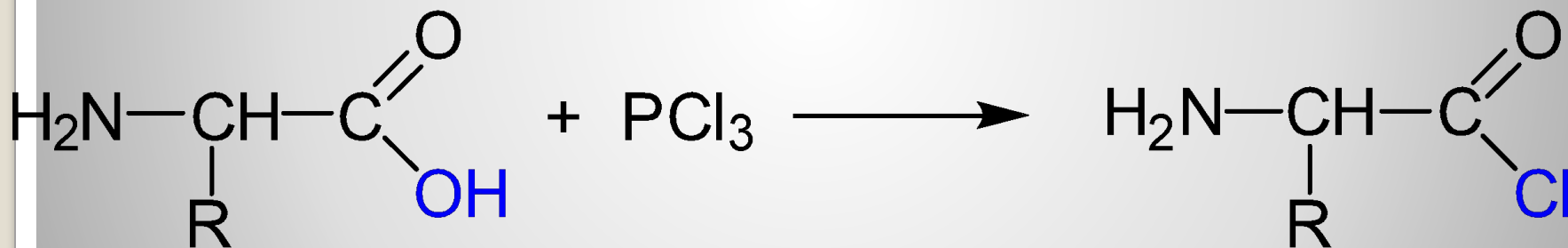
# Реакции по COOH-группе

Реакция этерификации. Используется для «защиты» карбоксильной группы при пептидном синтезе.



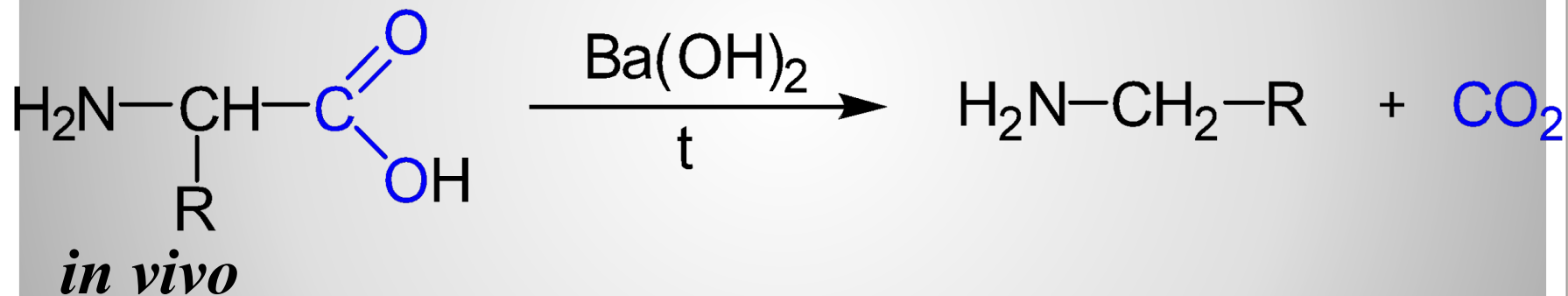


**Реакция образования галогенангидридов.  
Используется для активации карбоксильной  
группы при пептидном синтезе.**

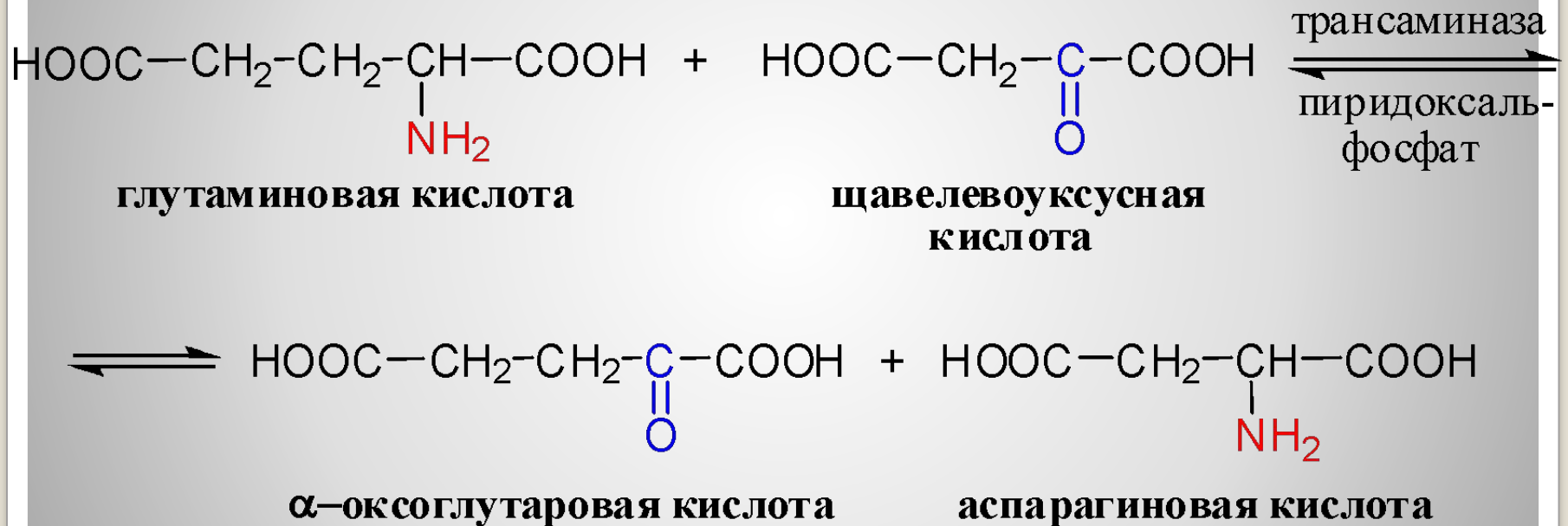


# Специфические реакции

## Декарбоксилирование *in vitro*



# Трансаминирование



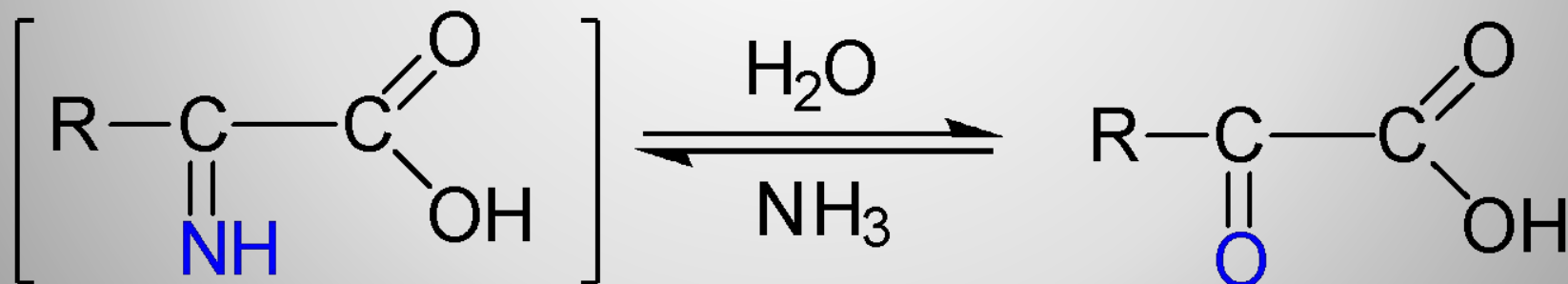
# Дезаминирование

## *Окислительное дезаминирование*



**α-аминокислота**

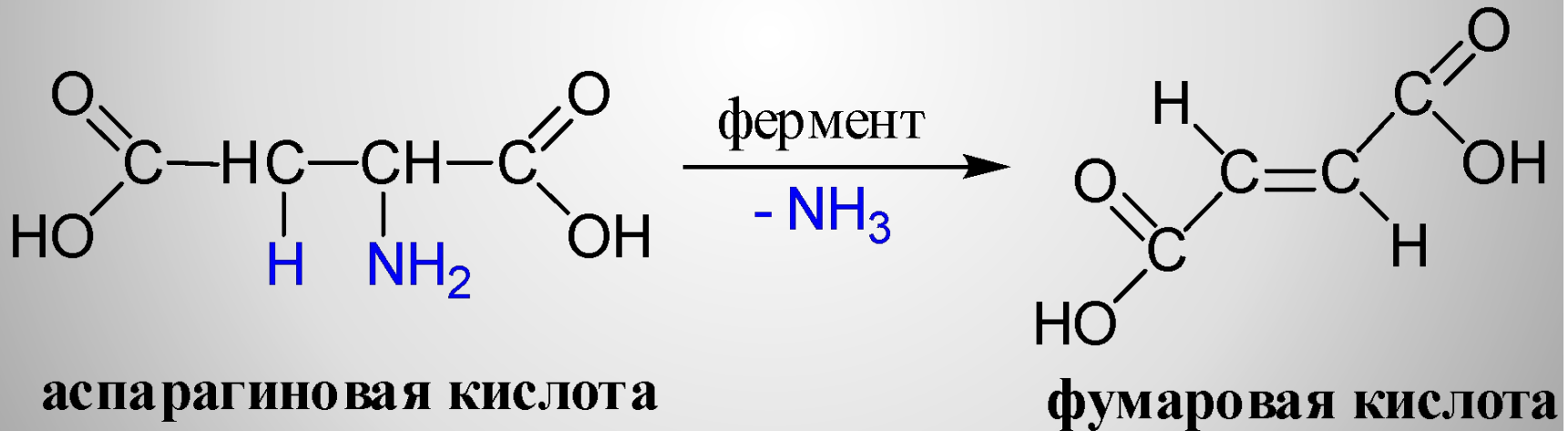
**ИМИНОКИСЛОТА**



**α-оксокислота**

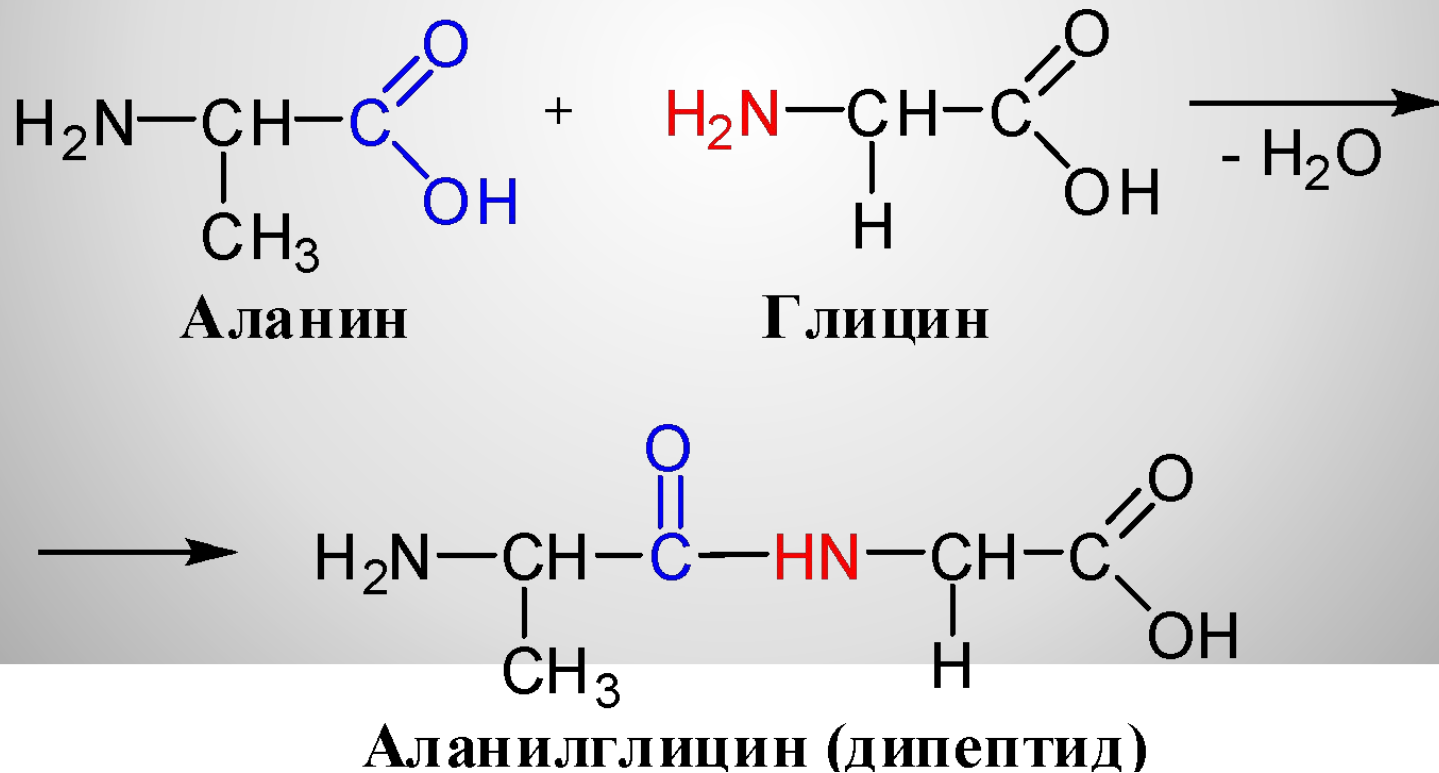
***Неокислительное дезаминирование.***

**Приводит к образованию  $\alpha,\beta$ -ненасыщенных кислот.**



## Образование пептидов и белков

Пептиды и белки — природные или синтетические вещества, построенные из остатков  $\alpha$ -аминокислот, соединенных амидными (пептидными) связями. До 100 аминокислотных остатков – пептиды, > 100 – белки.

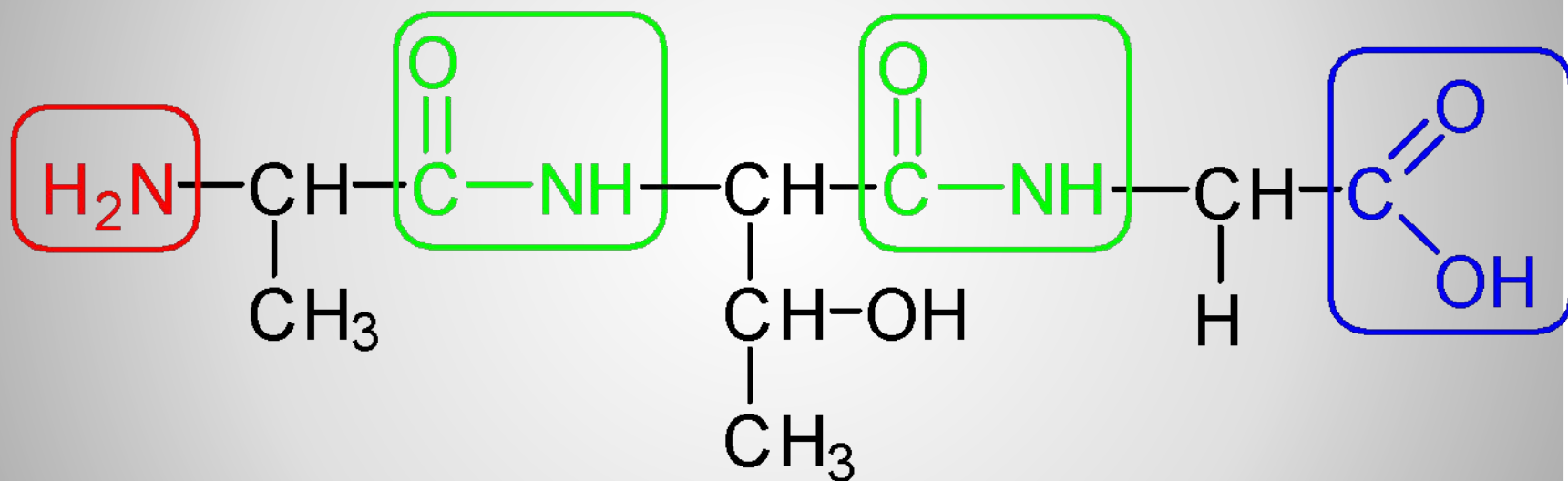


*N*-конец

пептидная  
группа

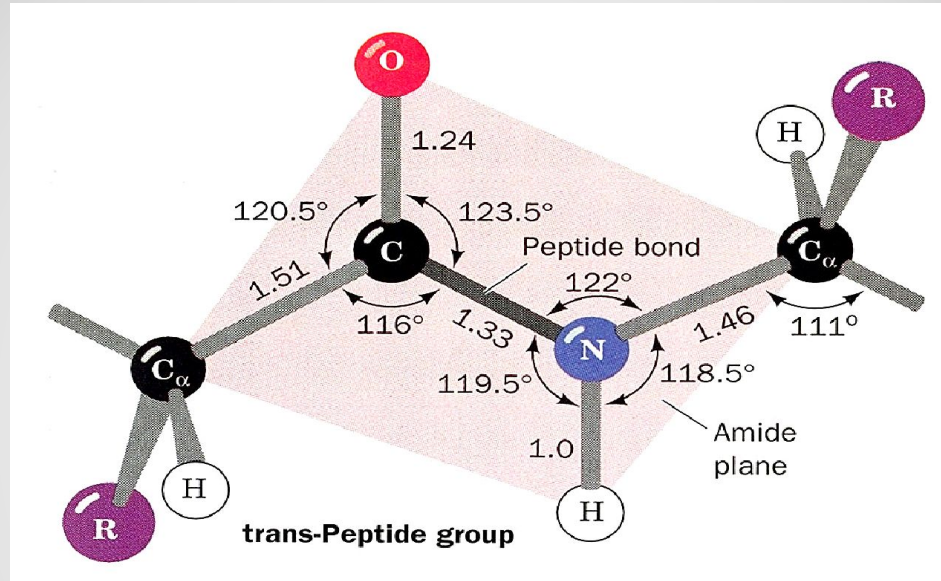
пептидная  
группа

*C*-конец



**Аланилтреонилглицин**  
**Ala-Thr-Gly**

# Свойства пептидной СВЯЗИ



- 4 Атома связи (C, N, O и H) и 2 α-углерода находятся в одной плоскости. R-группы аминокислот и водороды при α-углеродах находятся вне этой плоскости.
- Н и О в пептидной связи, а также α-углероды двух аминокислот *транс-ориентированы*.
- Вращение вокруг связи C-N затруднено, возможно вращение вокруг C-C связи.



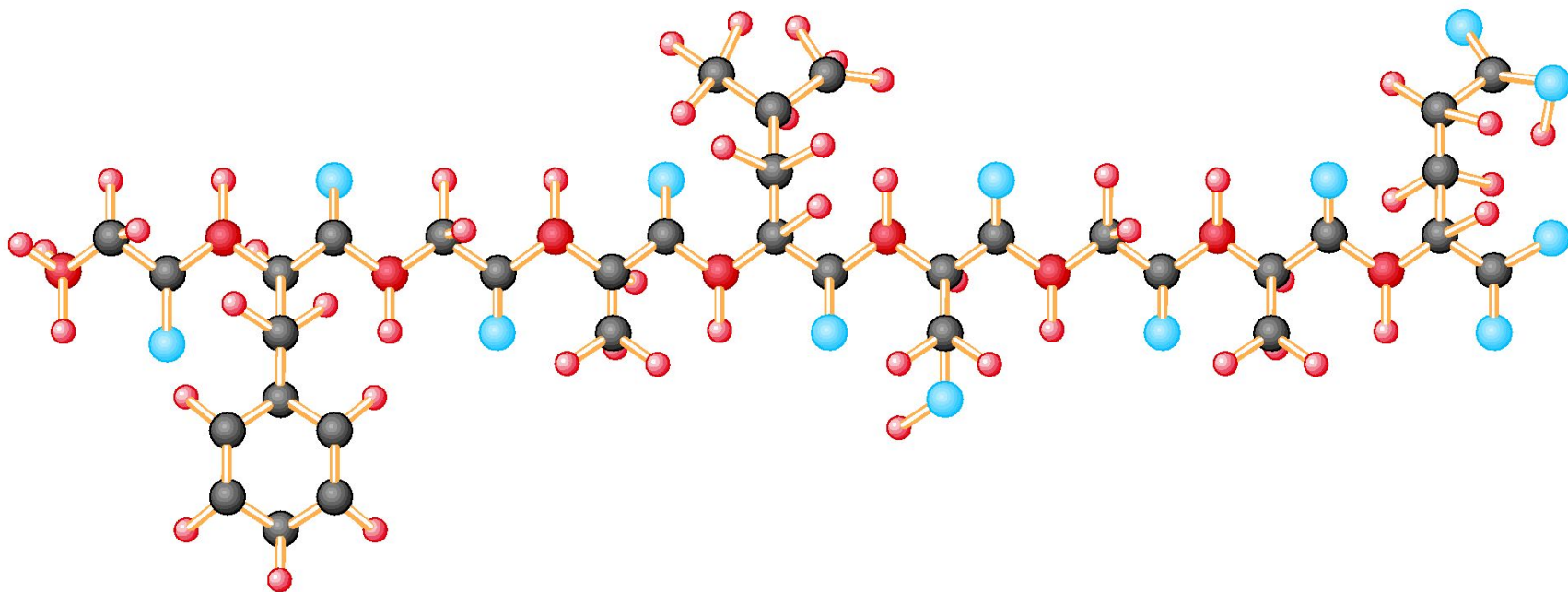
## Основные функции пептидов

- *регуляторная* (энкефалины, эндорфины);
- *гормональная* (окситоцин, вазопрессин, брадикинин, гастрин, инсулин);
- *антибиотическая* (грамицидин А, В, С, S; актиномицин D);
- *антиоксидантная* (глутатион);
- *функция витаминов* (фолиевая кислота);
- *пептидные алкалоиды* (эрготамин);
- *токсическая* (фаллоидин, амантидин).

# Структурная организация белковых молекул

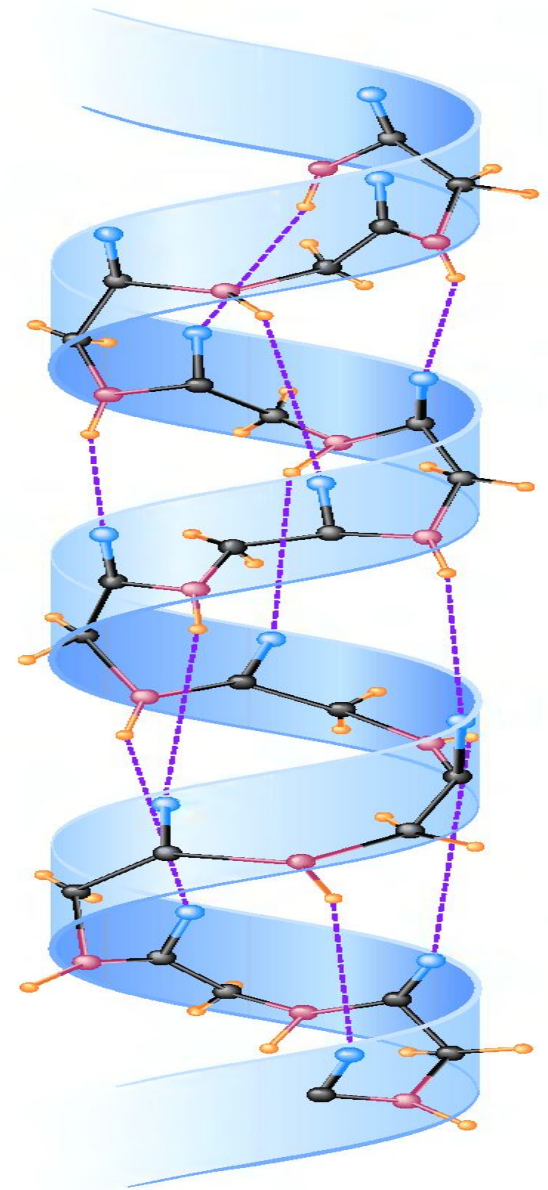
Для белковых молекул известна *первичная, вторичная, третичная и четвертичная* структуры.

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

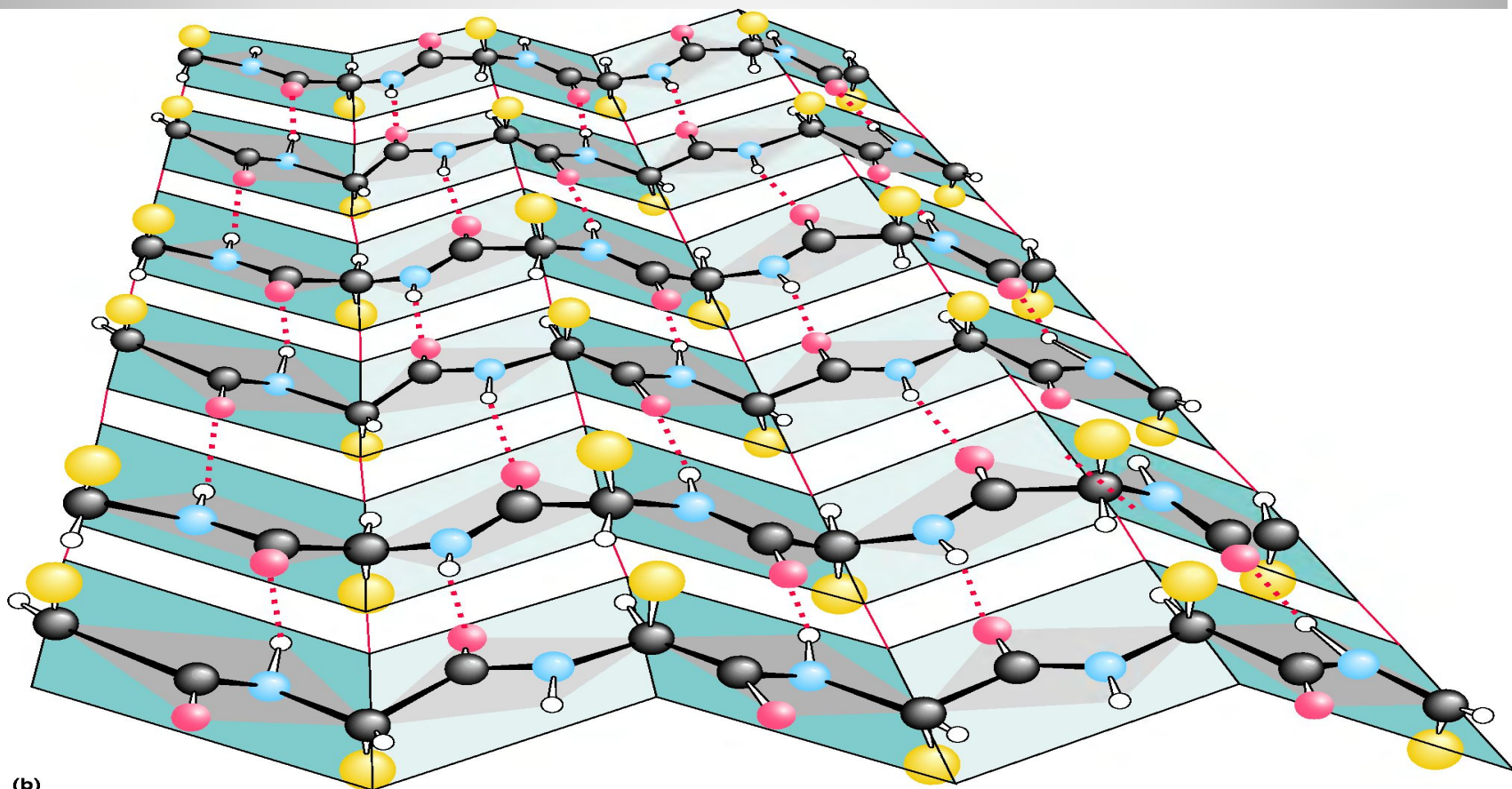


**Вторичная структура белка образуется за счет водородных связей между карбонильными группами и атомами водорода в группах NH. Выделяют два типа вторичной структуры. Первый – *α-спираль*.**

**Наиболее характерна правозакрученная спираль.**



Второй тип —  $\beta$ -структура (структура складчатого листа).



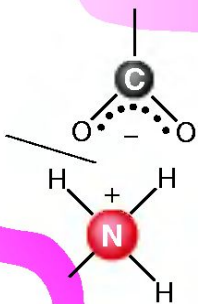
(b)

*Третичная структура белка* – это компактная упаковка полипептидных цепей в пространстве, возникающая при взаимодействии боковых радикалов остатков аминокислот.

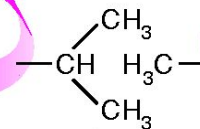
В формировании третичной структуры участвуют ионные, водородные и ковалентные связи а также гидрофобное взаимодействие.



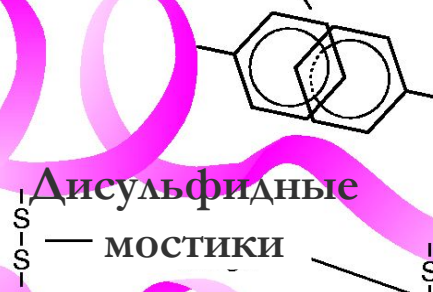
Ионное  
взаимодействие



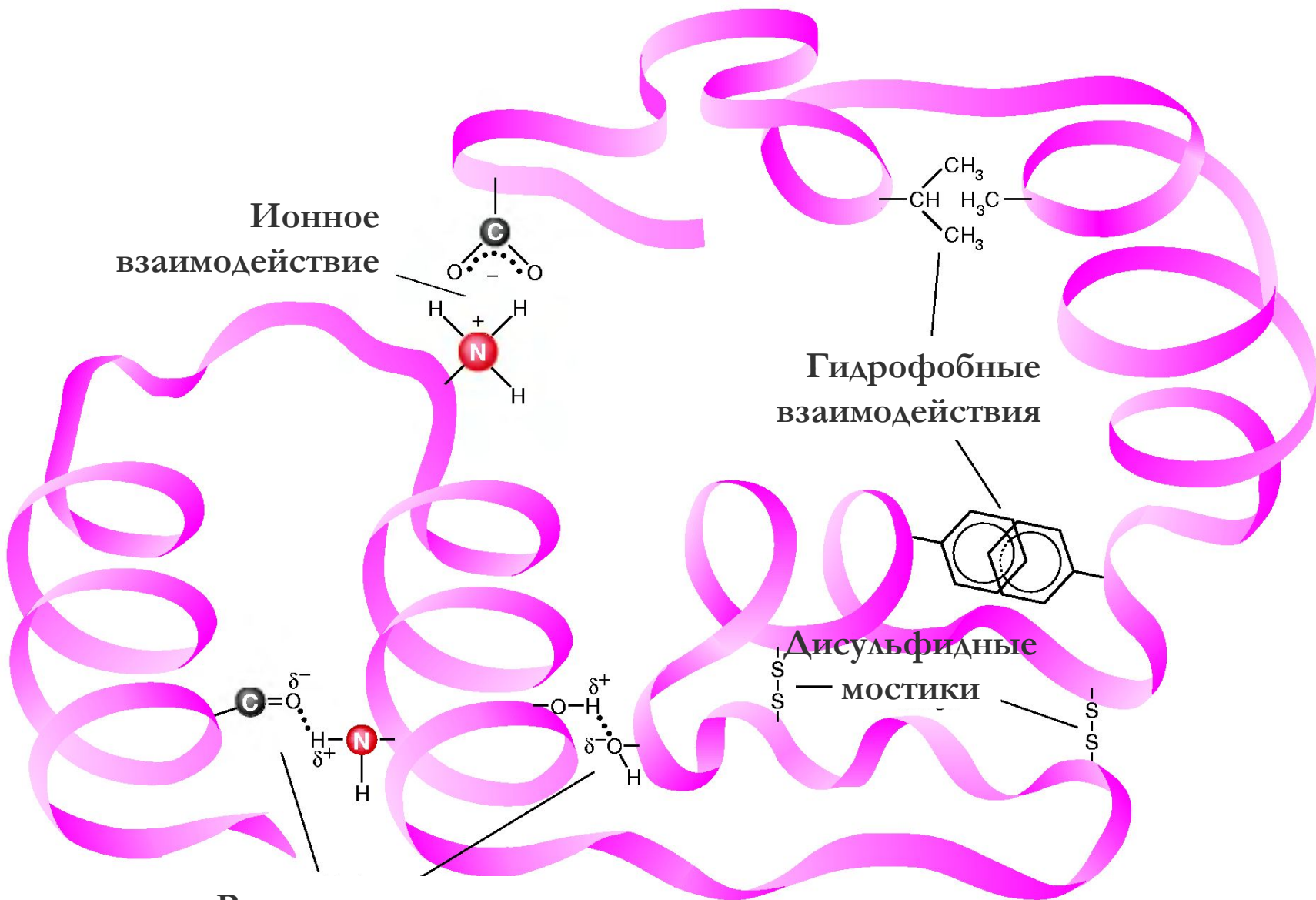
Гидрофобные  
взаимодействия



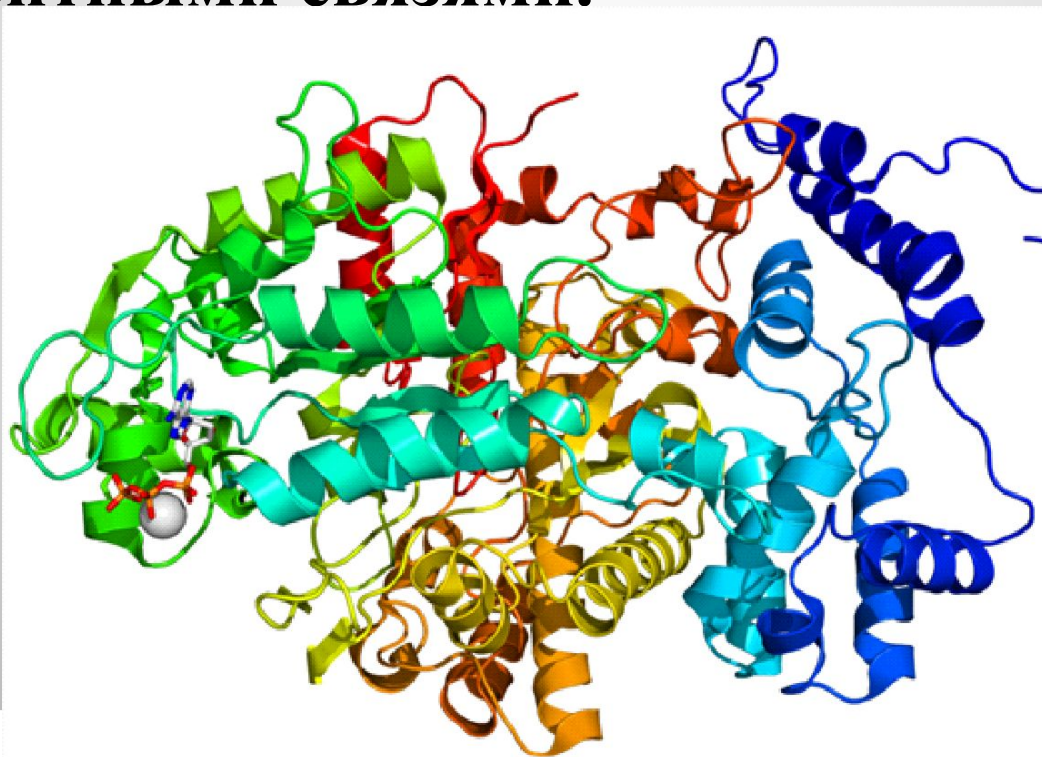
Дисульфидные  
мостики



Водородные связи



*Четвертичная структура белка* – это трехмерные ассоциаты, состоящие из нескольких полипептидных цепей несвязанных между собой ковалентными связями.



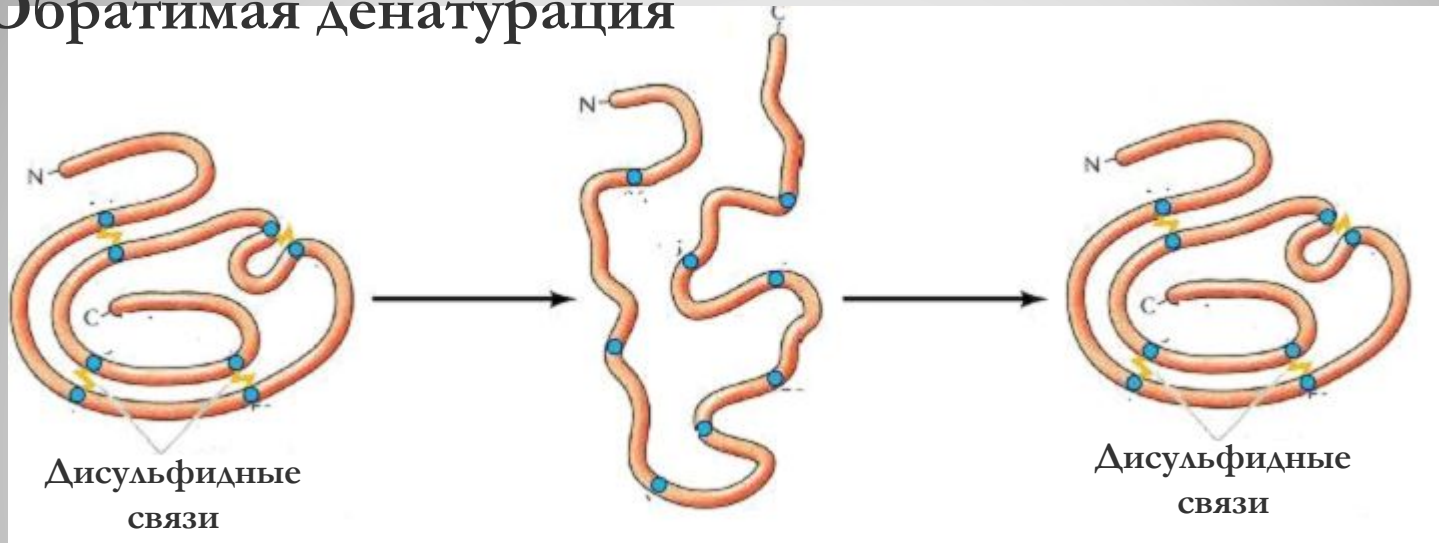


**Разрушение природной макроструктуры белка называется *денатурацией*. Первичная структура при этом сохраняется.**

**Денатурация происходит при повышении температуры, изменении рН, воздействии химических реагентов.**

**У денатурированных белков происходит полная потеря биологической активности.**

## Обратимая денатурация



## Необратимая денатурация

