

Тема 2. БЕЛКИ. Теории строения белковой молекулы

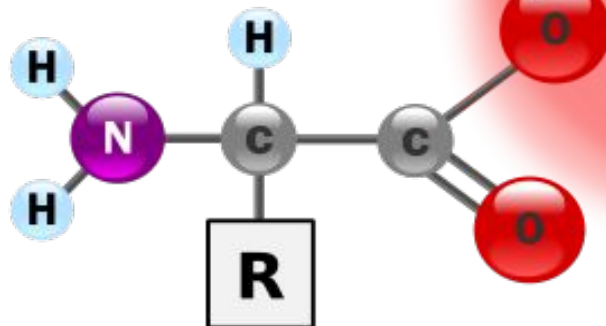
Основные типы связей в белковой молекуле:

1) *ковалентные*

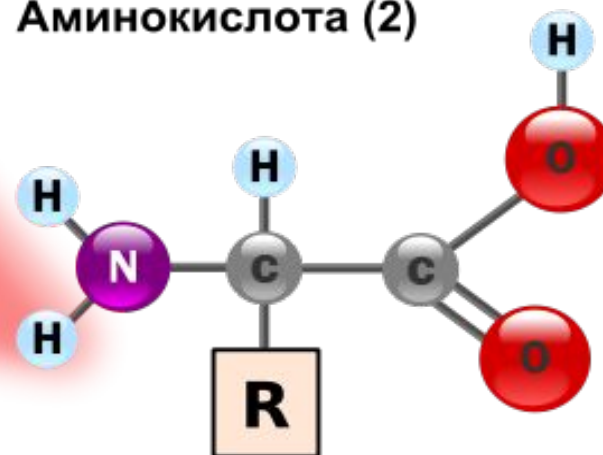
- *пептидная*. Вид амидной связи, возникающей при образовании белков и пептидов в результате взаимодействия α -аминогруппы $-\text{NH}_2$ одной аминокислоты с α -карбоксильной группой $-\text{COOH}$ другой аминокислоты;

- *дисульфидная* – разновидность ковалентной связи между двумя атомами серы $-\text{S}-\text{S}-$, входящими в состав серосодержащей аминокислоты цистеина;

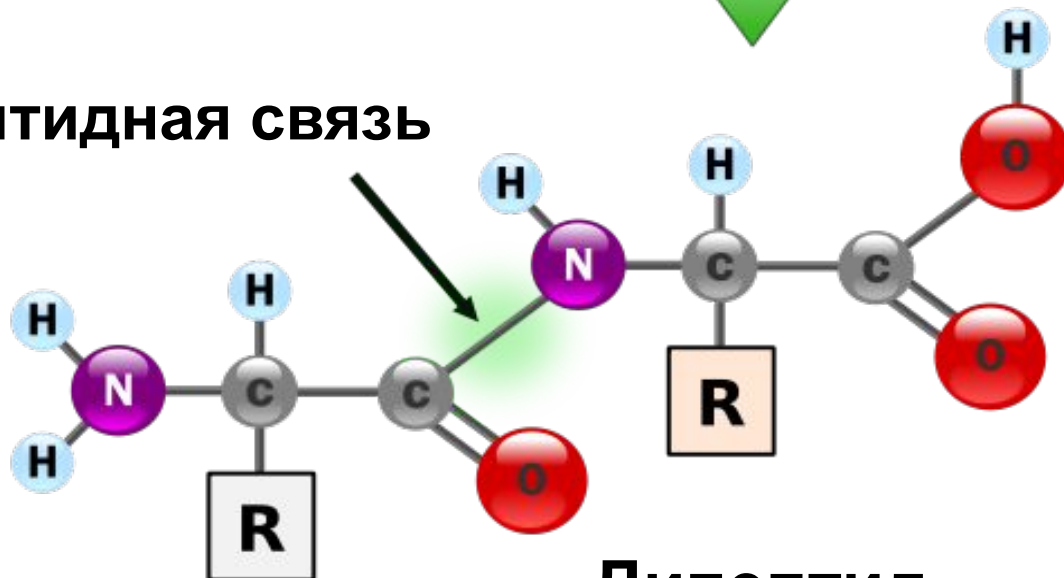
Аминокислота (1)



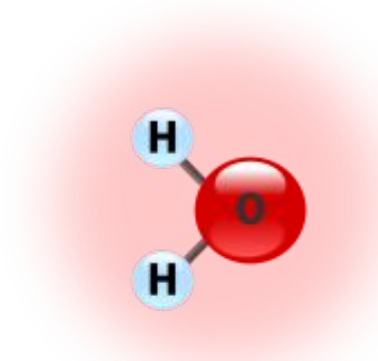
Аминокислота (2)



Пептидная связь



Дипептид



Вода

По структуре радикала (R) выделяют 7 групп аминокислот:

- аминокислоты, не имеющие радикала: глицин;
 - аминокислоты с углеводородным радикалом: аланин, валин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, пролин;
 - аминокислоты, содержащие в радикале карбоксильную группу: глутаминовая, аспарагиновая кислоты, глутамин, аспарагин;
 - аминокислоты, содержащие в радикале аминогруппу: лизин, аргинин;
 - аминокислоты, содержащие в радикале гидроксильную группу: серин, треонин, тирозин, гидроксипролин, гидроксислизин;
 - аминокислоты, содержащие в радикале тиогруппу: цистеин, цистин, метионин;
 - аминокислоты, содержащие гетероциклический радикал: гитидин, триптофан.
-

По полярности радикала (R) – две группы:

1. Неполярные (*гидрофобные*) аминокислоты: аланин, валин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, триптофан, пролин, гидроксипролин, метионин;

2. Полярные (*гидрофильные*) аминокислоты:

а) электронейтральные (незаряженные) аминокислоты: серин, треонин, цистеин, аспарагин, глутамин;

б) кислые (отрицательно заряженные): глутаминовая, аспарагиновая;

в) основные (положительно заряженные) аминокислоты: лизин, аргинин, гистидин.

**Пример дисульфидной
связи, образованной
двумя молекулами
цистеина**



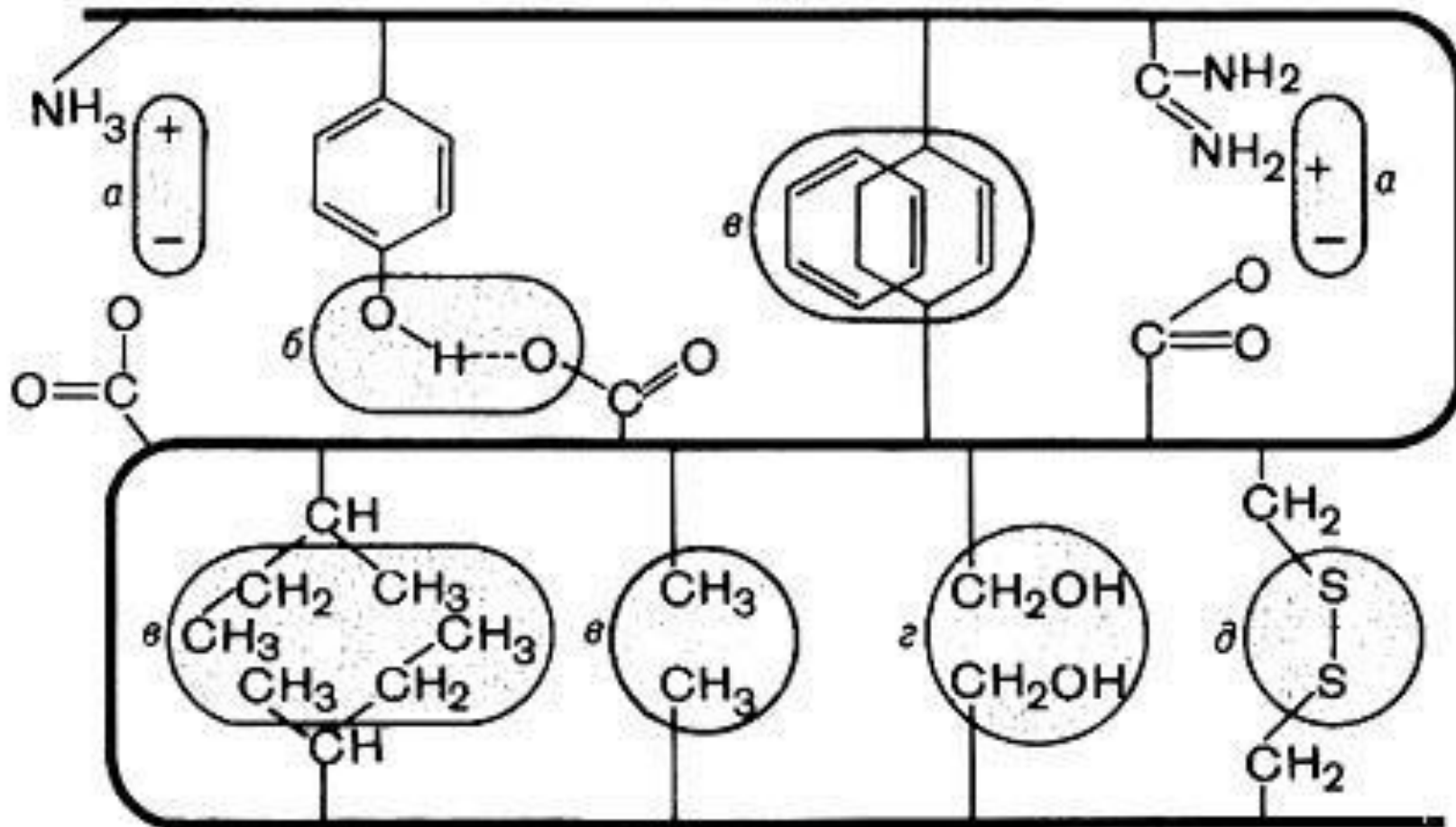
Дисульфидные связи образуются в процессе посттрансляционной модификации белков и служат для поддержания третичной и четвертичной структуры молекулы белка.

Основные типы связей в белковой молекуле:

2) *нековалентные*

- *гидрофобная* образуется в результате сближения неполярных групп;
- *водородная* — форма ассоциации между электроотрицательным атомом и атомом водорода H^+ , связанным ковалентно с другим электроотрицательным атомом (N, O или Fe);
- *ионная* (солевая, электровалентная) образуется между группами $-COO^-$ и $^+H_3N-$

Полипептидная цепь

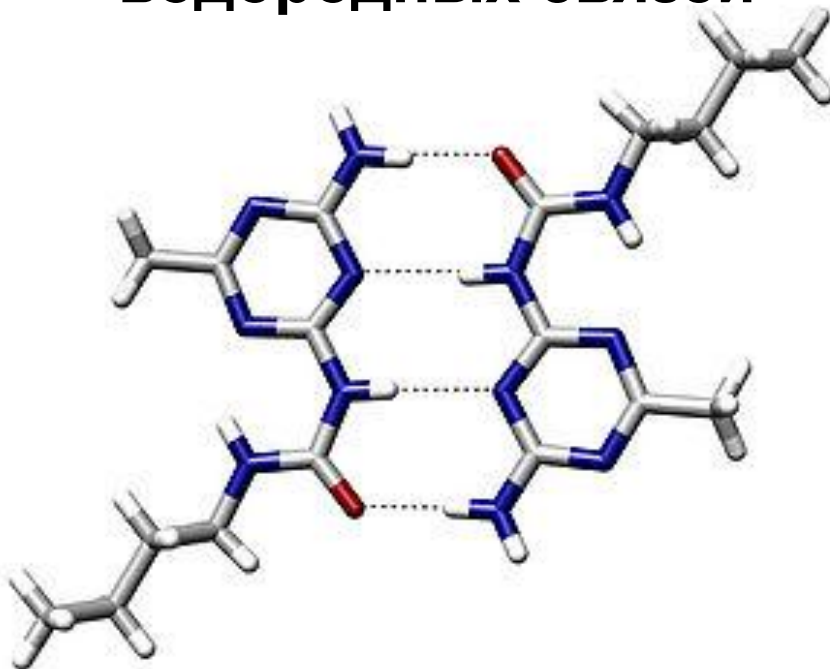


Типы взаимодействий в полипептидной цепи:

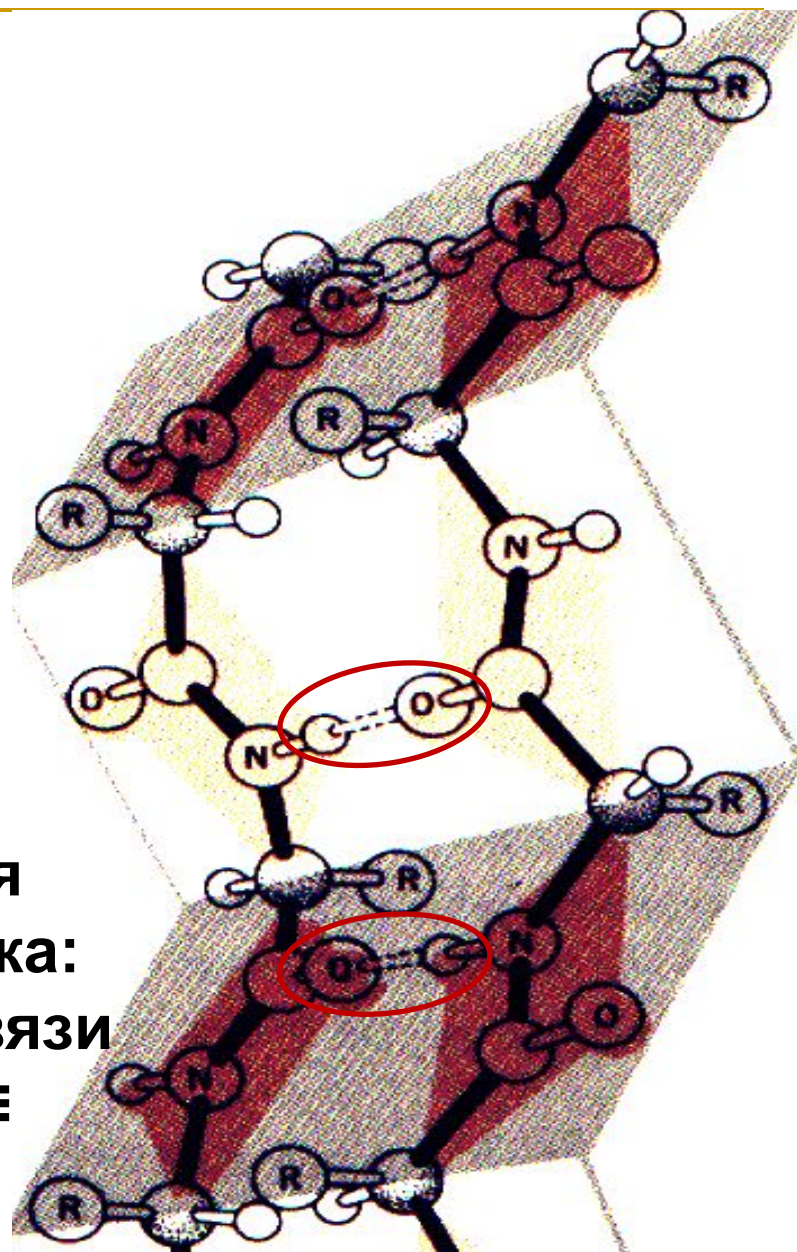
а - электростатическое взаимодействие; *б* - водородная связь;

в - гидрофобные взаимодействия неполярных групп; *г* - диполь-дипольные взаимодействия; *д* - дисульфидная (ковалентная) связь

Пример межмолекулярных водородных связей



**β -складчатая
структура белка:
водородные связи
 $=N-H \cdots O=C \equiv$**



Структурная организация белков

Первичная структура белка — это порядок чередования аминокислотных остатков в полипептидной цепи (ППЦ). Определяется числом и последовательностью аминокислот в ППЦ, соединённых друг с другом пептидными связями.

Вторичная структура белка — это упорядоченное расположение гибких полипептидных цепей, возникающее за счёт водородных связей, то есть способ укладки или скручивания ППЦ в определённую конформацию — α -спираль, β -структуру или беспорядочный клубок.

Третичная структура белка — компактное расположение или упаковка в пространстве одной или нескольких ППЦ в определенном объеме, в глобулу. Поддерживается связями 3-х типов: ионными, водородными, дисульфидными, а также гидрофобными взаимодействиями.

Четвёртичная структура белка — способ соединения и пространственной укладки полипептидных цепей относительно друг друга. Цепи соединяются между собой нековалентными связями.

1) *Первичная структура белков* уникальна. Каждый индивидуальный гомогенный белок характеризуется уникальной последовательностью аминокислот: частота замены аминокислот приводит не только к структурным перестройкам, но и к изменениям физико-химических свойств и биологических функций белка.

2) Стабильность первичной структуры обеспечивается пептидными связями при участии дисульфидных связей.

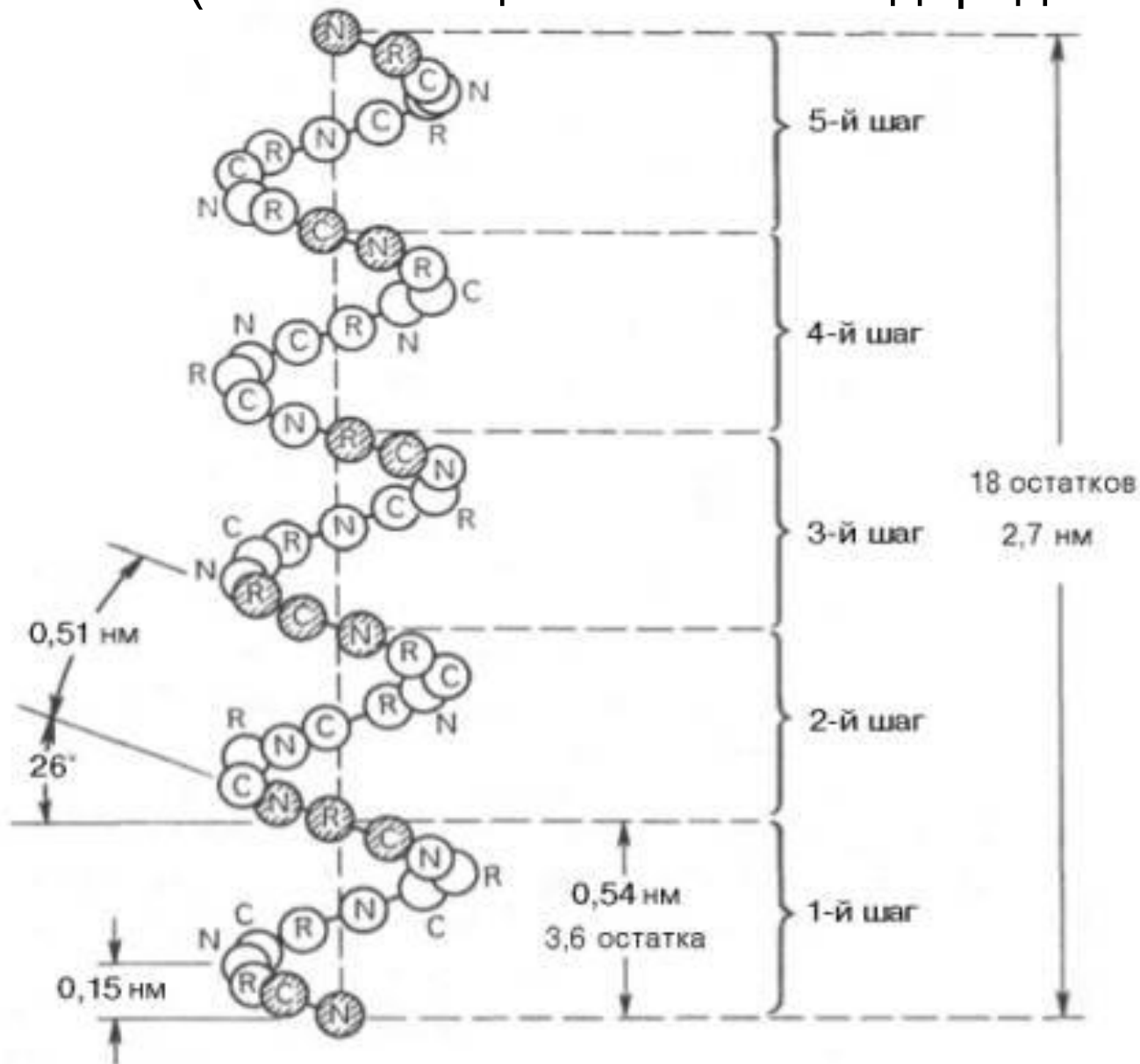
3) В ППЦ могут быть обнаружены разнообразные комбинации аминокислот; редко повторяющиеся последовательности.

4) В некоторых ферментах, обладающих близкими каталитическими свойствами, встречаются идентичные пептидные структуры, содержащие неизменные (инвариантные) участки и переменные последовательности аминокислот, особенно в областях их активных центров.

5) В первичной структуре полипептидной цепи детерминированы вторичная, третичная и четвертичная структуры белковой молекулы, определяющие её общую пространственную конформацию.

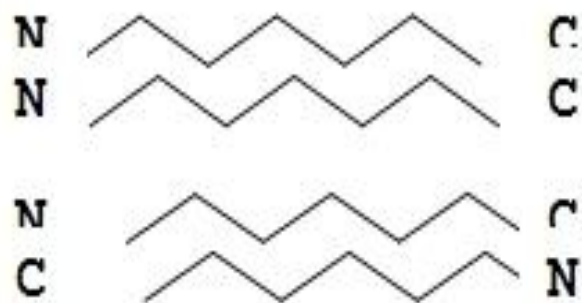
Типы вторичной структуры белка

(стабилизация за счёт водородных связей)



α -спираль

β-структура



параллельные

антипараллельные

