

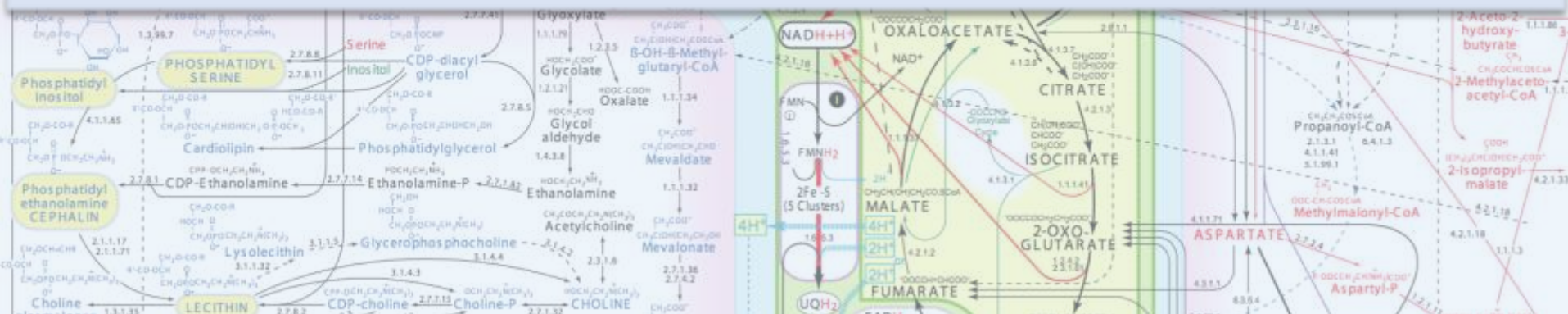
«ЭНЗИМОЛОГИЯ»

Курс лекций кафедры фундаментальной медицины и биологии ВолгГМУ
для студентов медико-биологического факультета



Тема лекции:

«Белковая природа ферментов».



Пептидная связь

- Короче остальных связей пептидного остова, мало подвижна
- Жёсткая структура пептидной группы (плоскости пептидных групп расположены под углом)
- Пептидные связи обычно расположены в транс-конфигурации => боковые радикалы АК находятся на наиболее удаленном расстоянии друг от друга
- Высокая прочность связи

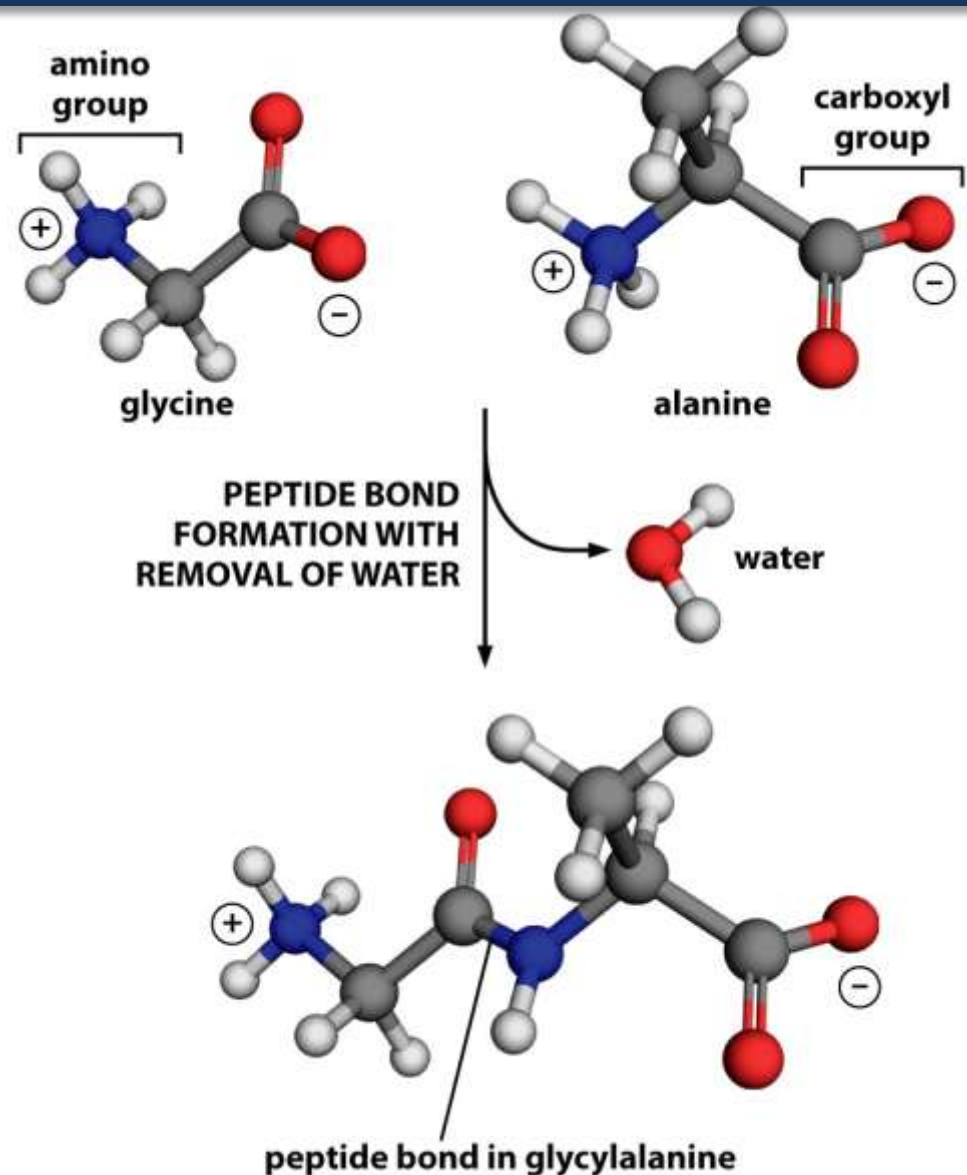


Figure 4-1 Essential Cell Biology, 4th ed. (© Garland Science 2014)

Первичная структура

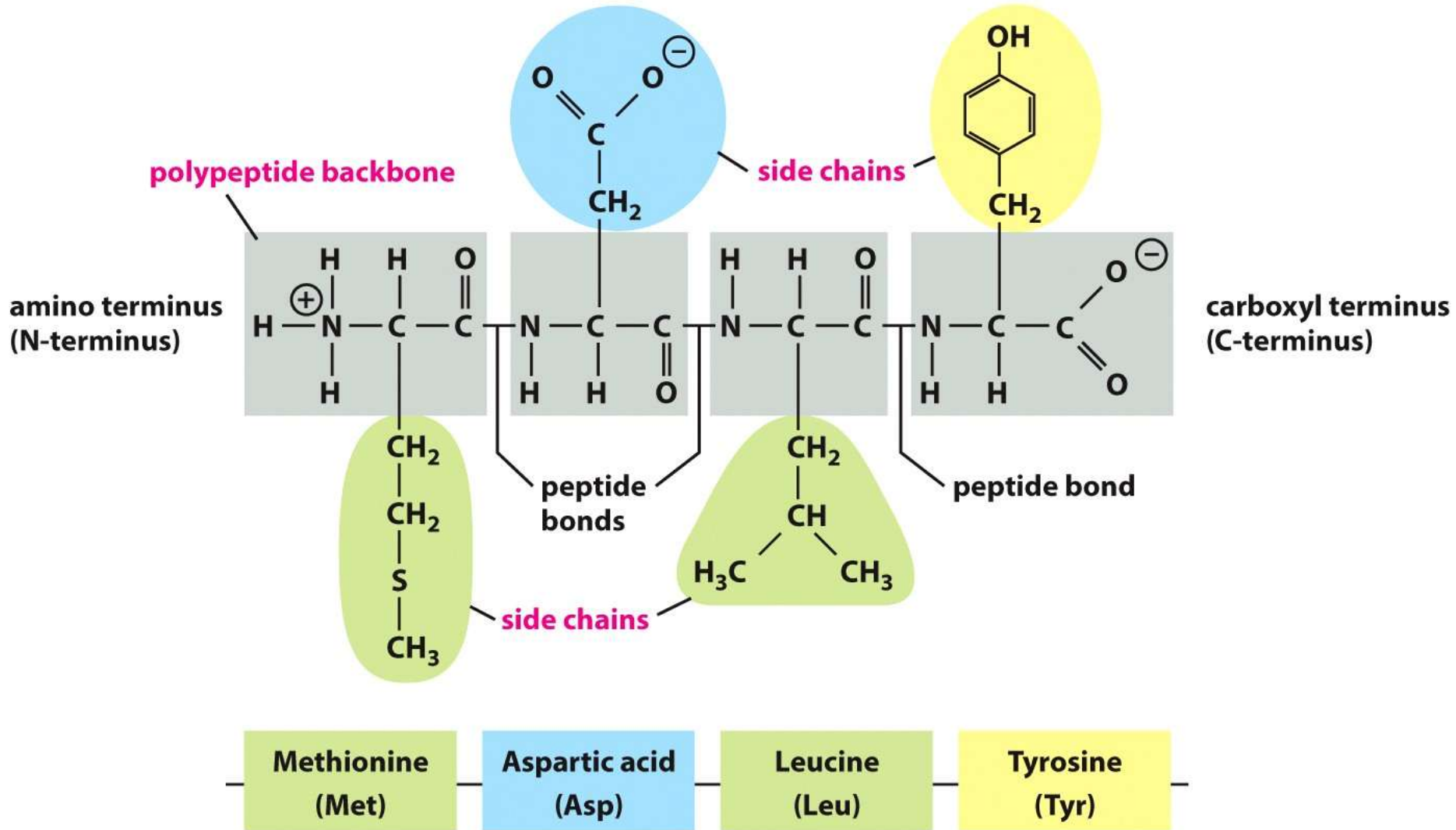


Figure 4-2 Essential Cell Biology, 4th ed. (© Garland Science 2014)

Вторичная структура

Вторичная структура — пространственная структура, образующаяся в результате взаимодействий между функциональными группами пептидного остова, стабилизирована водородными связями и гидрофобными взаимодействиями.

Возможны регуляторные структуры двух типов: **α -спираль** и **β -складчатость**

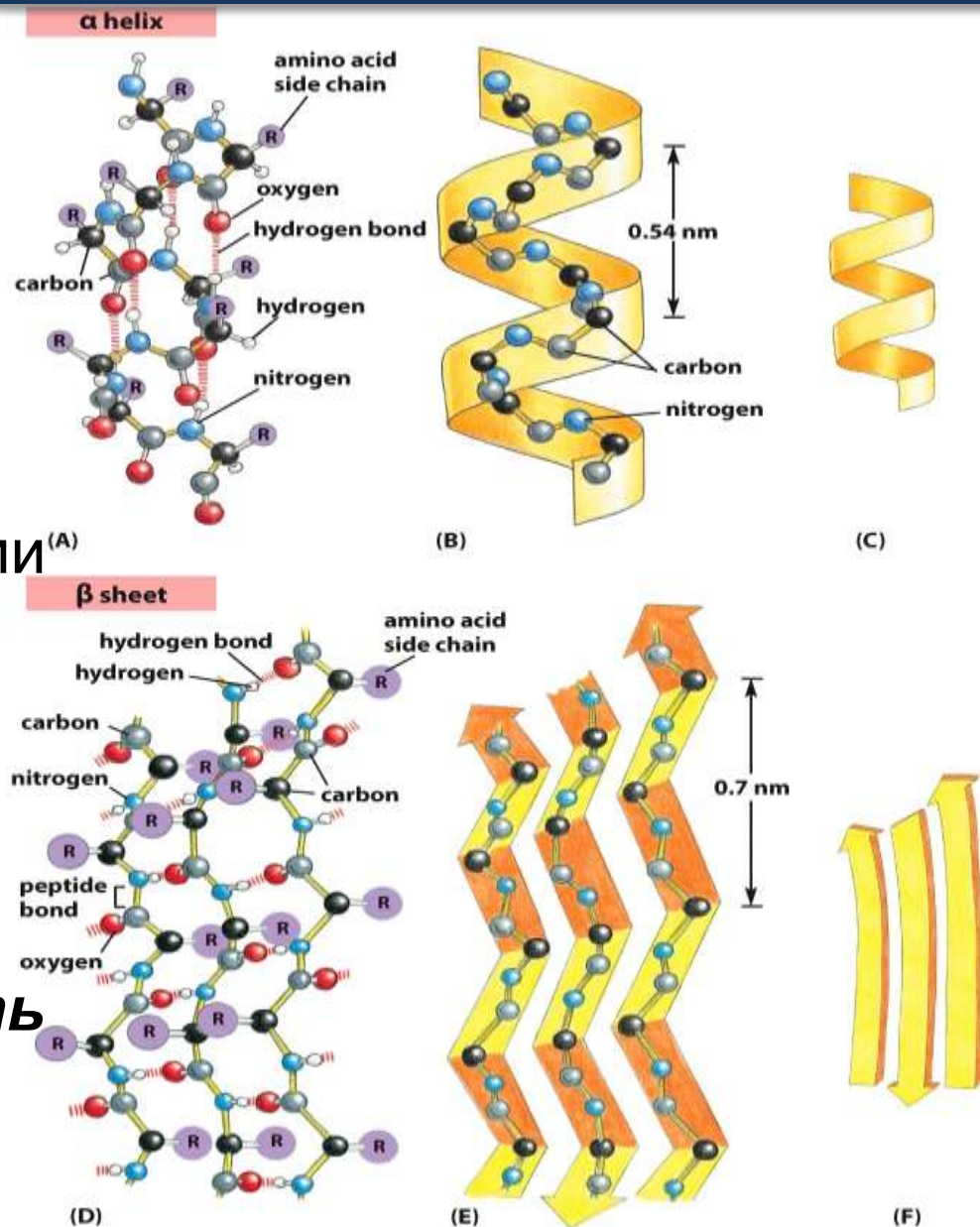
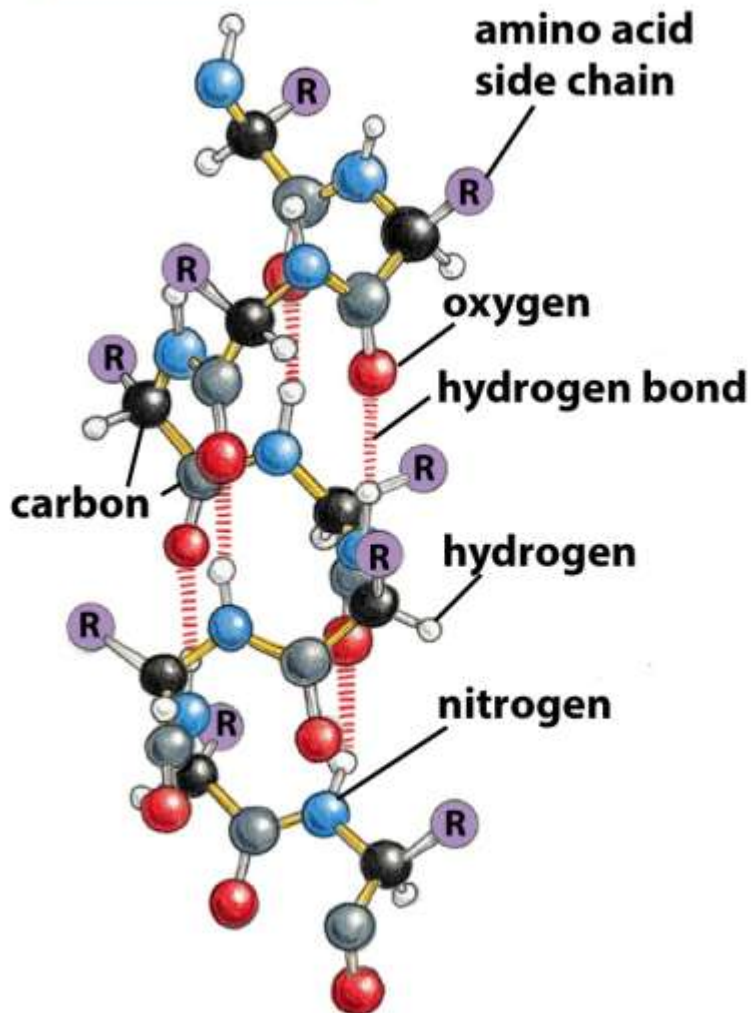


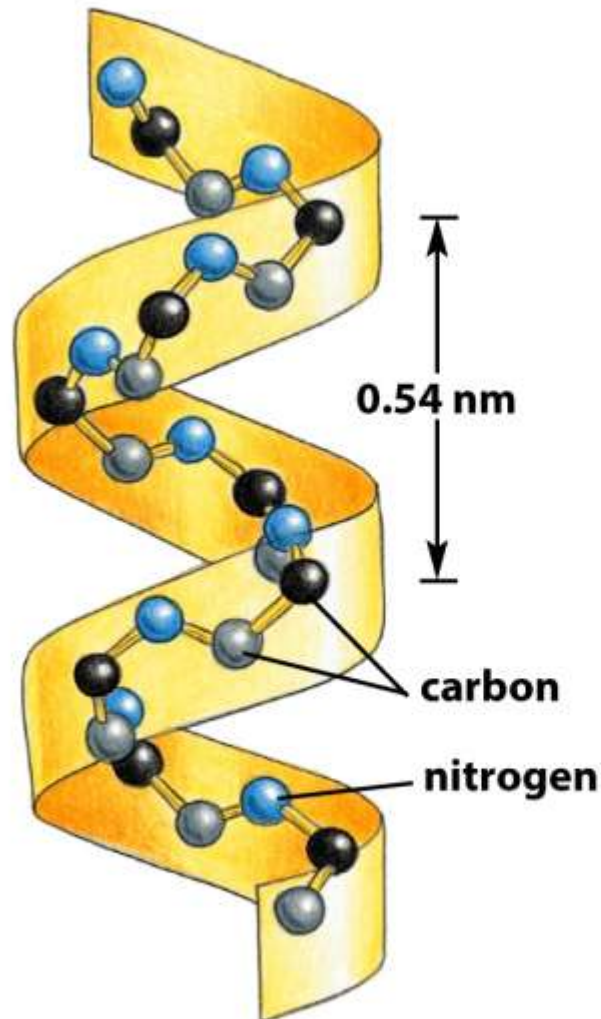
Figure 4-13 Essential Cell Biology, 4th ed. (© Garland Science 2014)

Вторичная структура. α -спираль

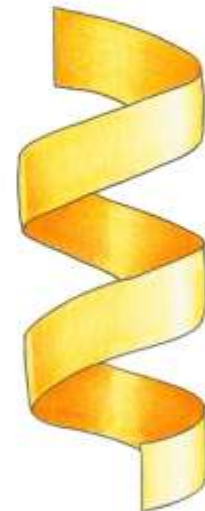
α helix



(A)



(B)



(C)

Вторичная структура.

α -спираль

- **α -спирали** — плотные витки вокруг длинной оси молекулы, один виток составляют 4 аминокислотных остатка, спираль стабилизирована водородными связями между Н и О пептидных групп, отстоящих друг от друга на 4 звена.
- Водородные связи ориентированы вдоль оси спирали
- На один виток спирали приходится 3,6 аминокислотных остатка.
- Радикалы АК находятся на наружной стороне спирали и направлены от пептидного остова в стороны
- Спираль построена исключительно из одного типа стереоизомеров аминокислот (L), хотя она может быть как левозакрученной, так и правозакрученной, в белках преобладает правозакрученная.
- Спираль нарушают электростатические взаимодействия глутаминовой кислоты, лизина, аргинина, близкорасположенные аспарагин, серин, треонин и лейцин могут стерически мешать образованию спирали, пролин вызывает изгиб цепи и также нарушает α -спирали

Вторичная структура. *β -складчатость*

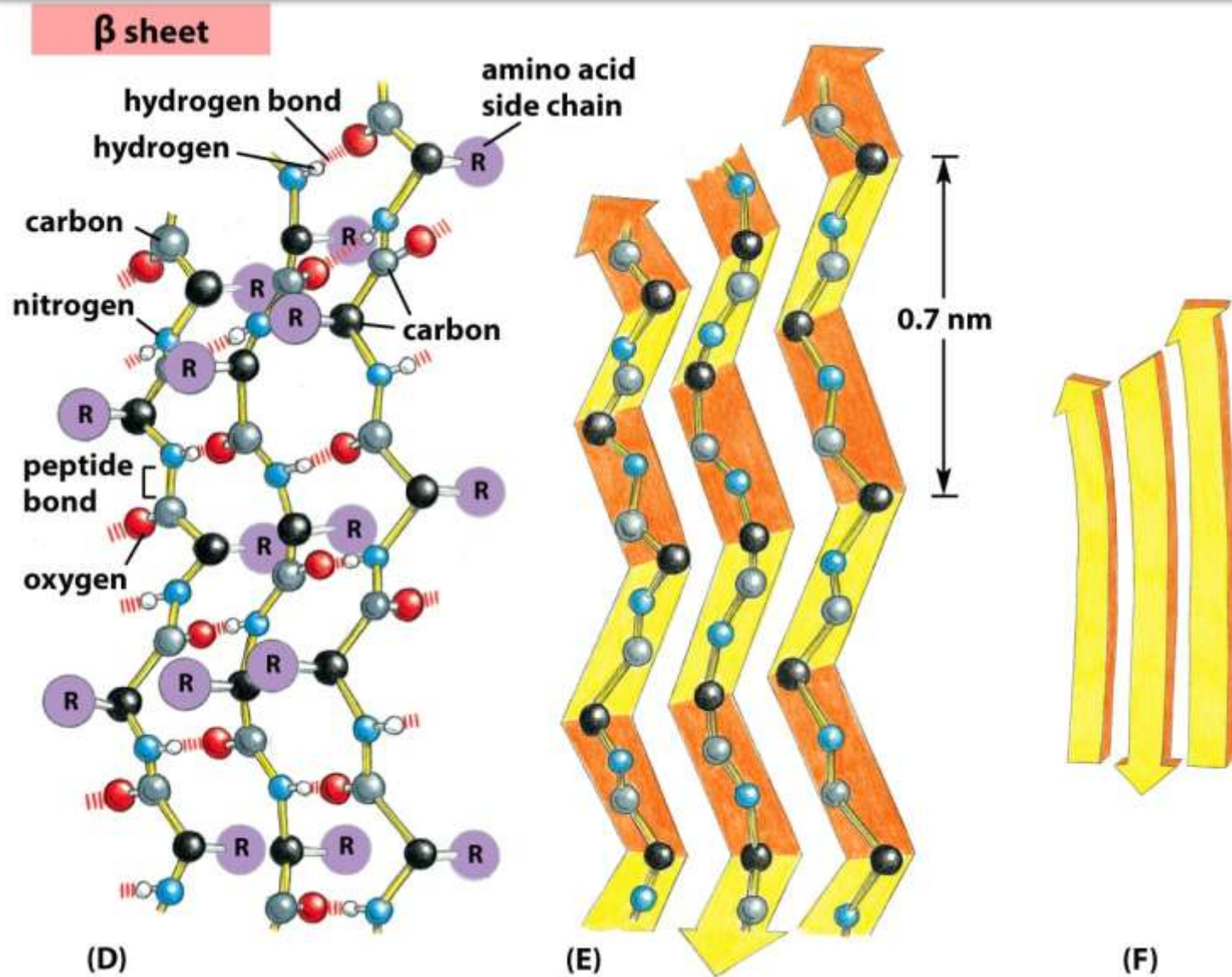


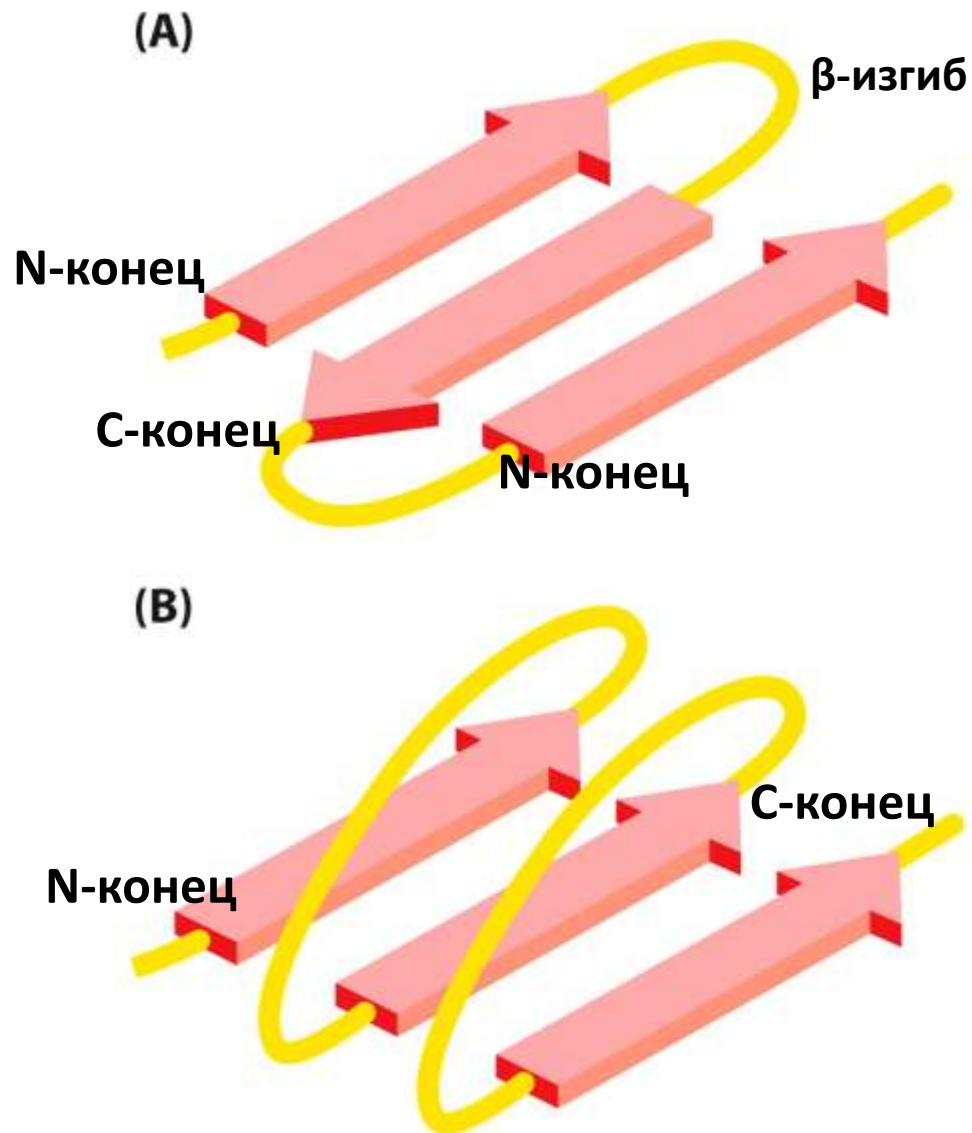
Figure 4-13 (part 2 of 2) Essential Cell Biology, 4th ed. (© Garland Science 2014)

Вторичная структура.

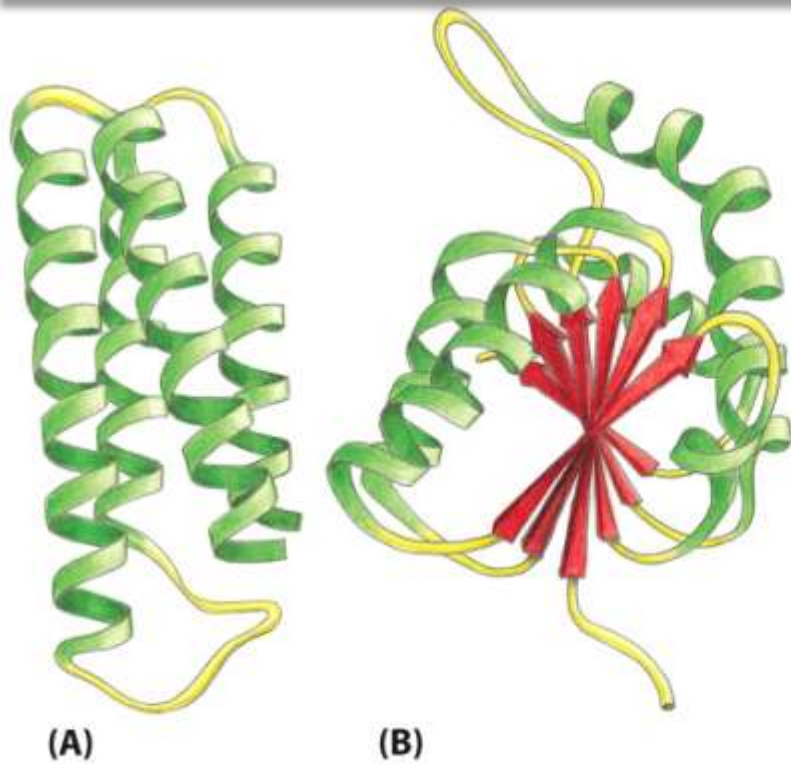
β -складчатость

- ***β -листы (складчатые слои)*** — несколько зигзагообразных полипептидных цепей, в которых водородные связи образуются между относительно удалёнными друг от друга в первичной структуре аминокислотами или разными цепями белка, а не близко расположенными, как имеет место в α -спирали.
- Эти цепи обычно направлены N-концами в противоположные стороны (антипараллельная ориентация).
- Водородные связи расположены перпендикулярно пептидной цепи
- Антипараллельная β -структура — связанные полипептидные цепи направлены противоположно
- Параллельный β -складчатый слой — N- и C- концы пп-цепей совпадают
- Для образования β -листов важны небольшие размеры R-групп аминокислот, преобладают обычно глицин и аланин.

Вторичная структура. β -складчатость



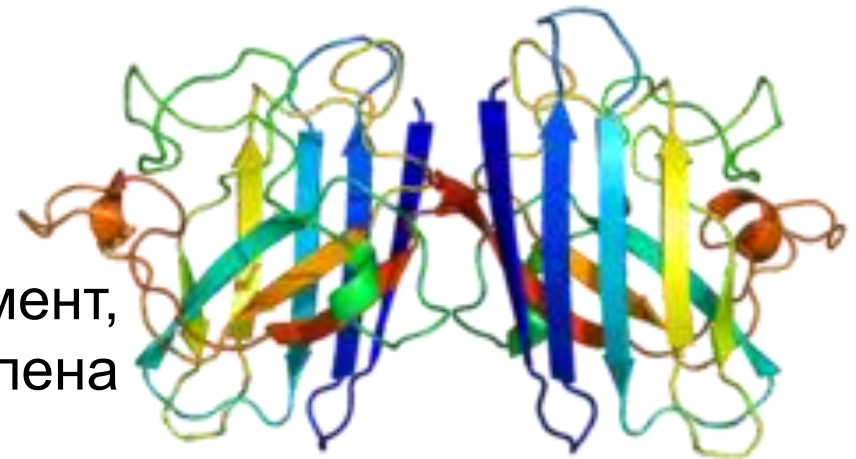
Содержание разных типов вторичных структур в ферментах ¹⁰



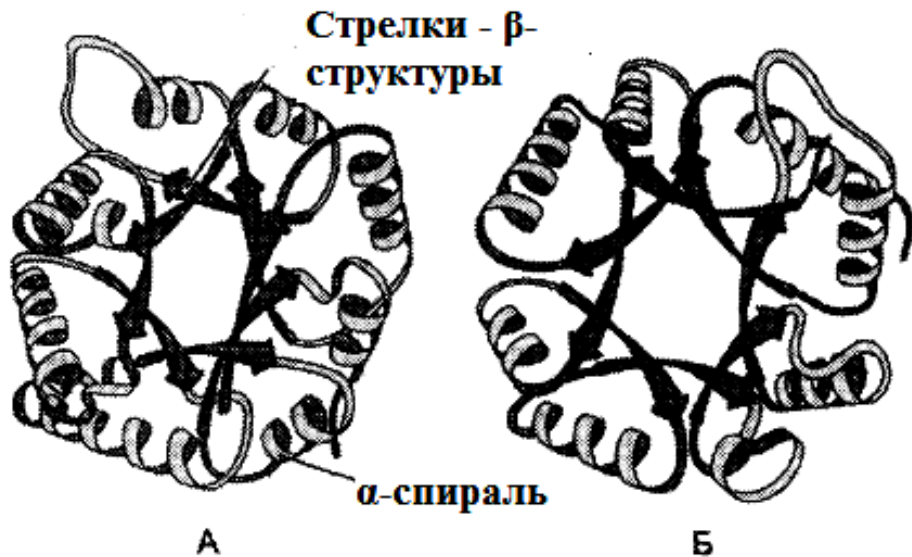
В одном из доменов **лактатдегидрогеназы** в центре расположены β -структуры пп-цепи в виде скрученного листа, и каждая β -структура связана с α -спиральным участком, находящемся на поверхности молекулы.

Figure 4-20 Essential Cell Biology, 4th ed. (© Garland Science 2014)

Супероксиддисмутаза - фермент, структура которого представлена только β -складчатой формой.



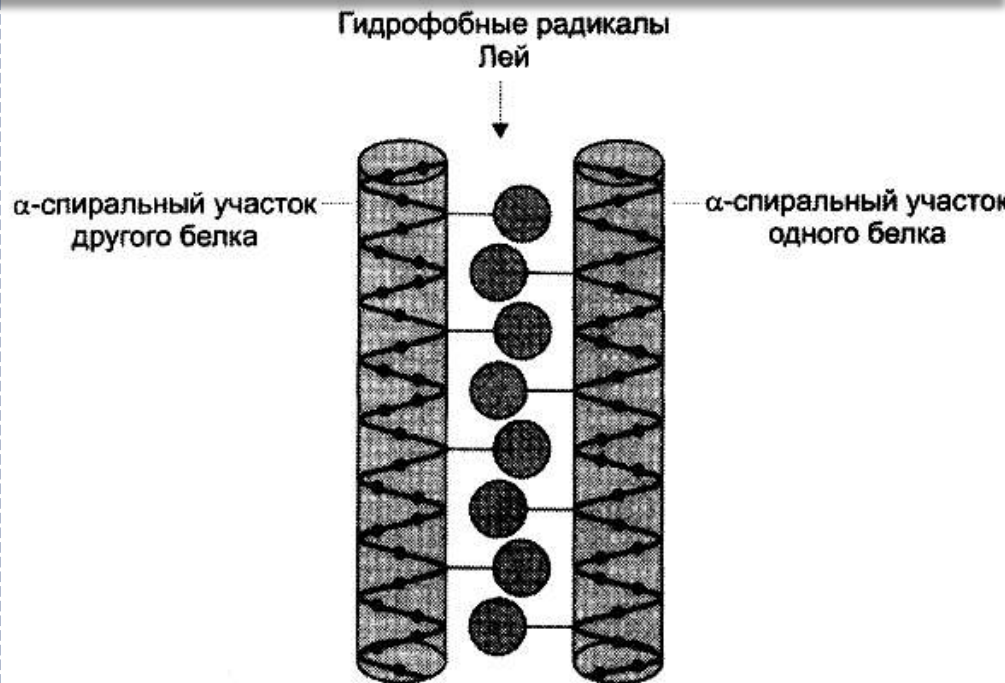
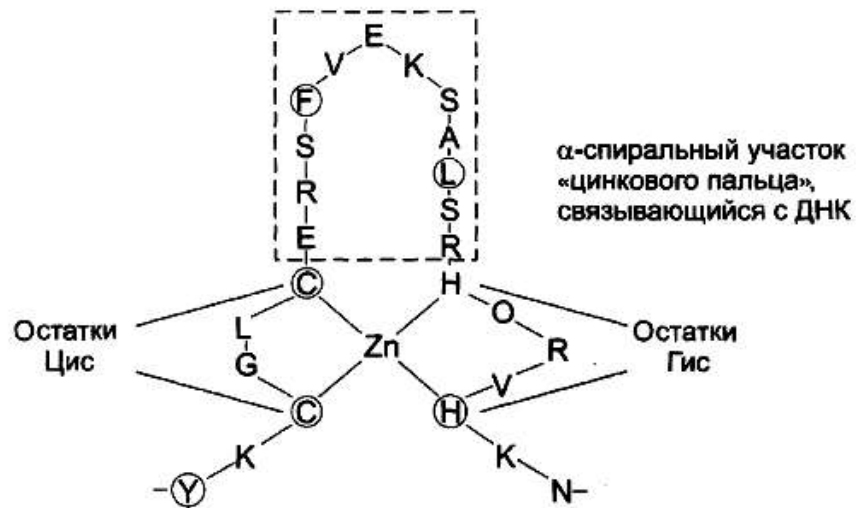
Супервторичная структура.



Супервторичная структура в виде β -боченка
 А. триозофосфатизомераза
 Б. домен пируваткиназы

Связывание супервторичной структуры « α -спираль-поворот- α -спираль» ДНК-связывающего белка в большой бороздке ДНК

Супервторичная структура.

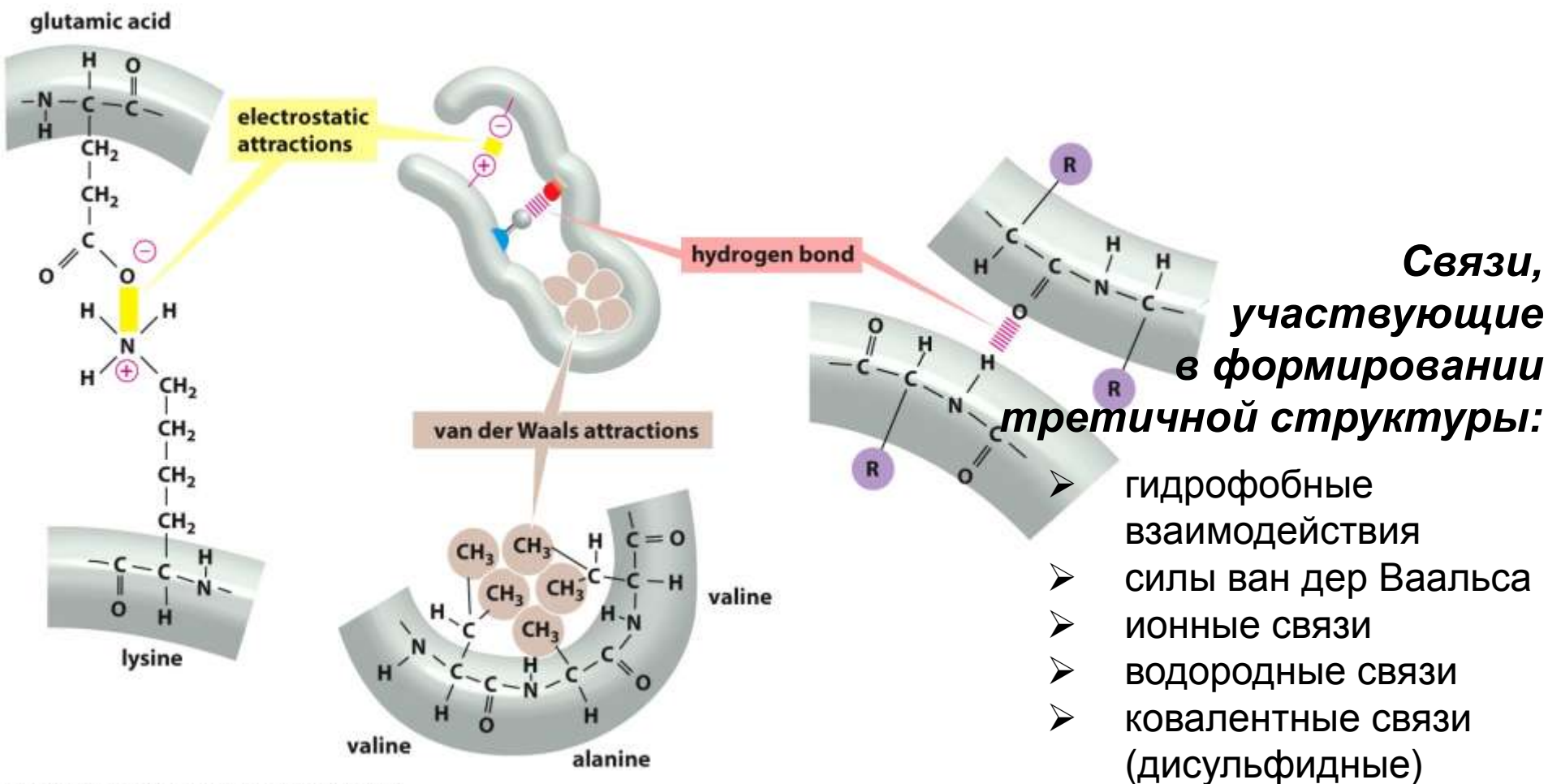


Фрагмент ДНК-связывающего белка в форме «цинкового пальца»

«Лейциновая застежка-молния» между α-спиральными участками двух белков

Третичная структура

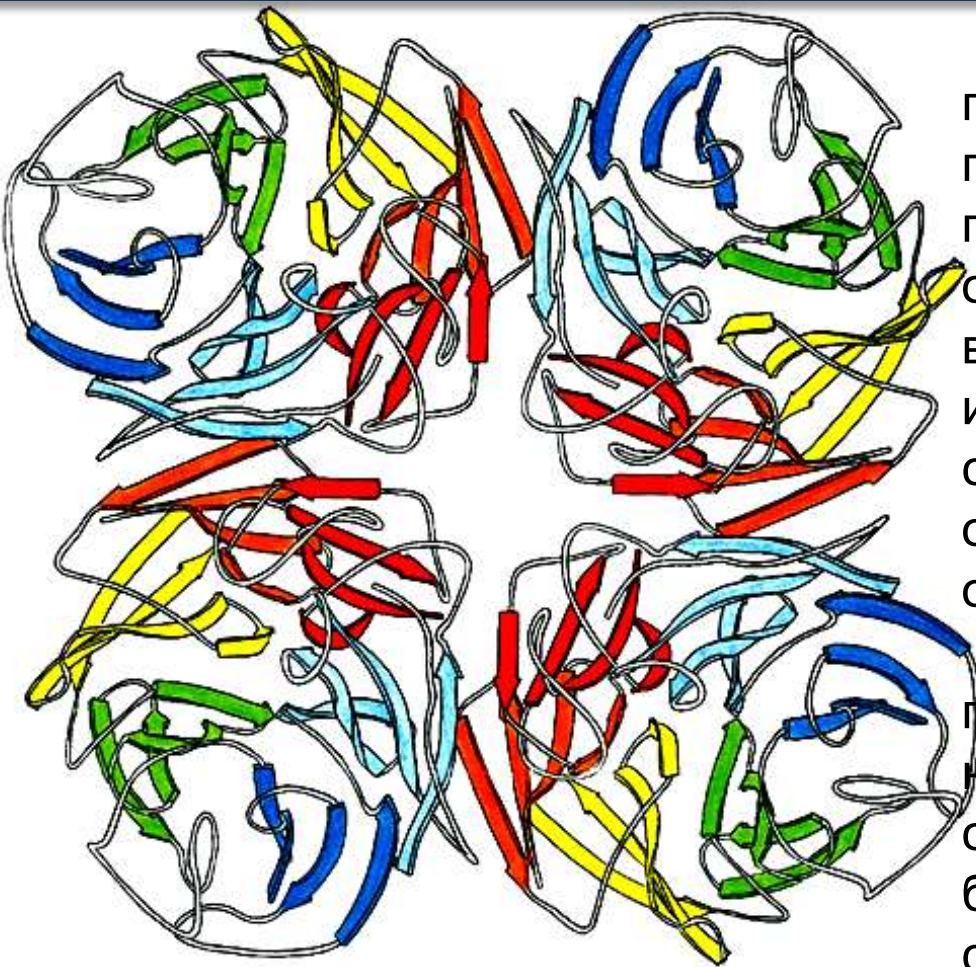
Третичная структура – трехмерная пространственная структура, образующаяся за счет взаимодействия между радикалами АК, которые могут располагаться на значительном расстоянии друг от друга в полипептидной цепи



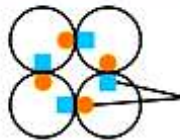
Четвертичная структура

Под четвертичной структурой подразумевают способ укладки в пространстве отдельных полипептидных цепей, обладающих одинаковой (или разной) первичной, вторичной или третичной структурой, и формирование единого в структурном и функциональном отношениях макромолекулярного образования.

Каждая отдельно взятая полипептидная цепь, получившая название протомера, мономера или субъединицы, чаще всего не обладает биологической активностью. Эту способность фермент приобретает при определенном способе пространственного объединения входящих в его состав протомеров, т.е. возникает новое качество, не свойственное мономерному белку.



tetramer of neuraminidase protein



tetramer formed by interactions between two nonidentical binding sites on each monomer

Структурная организация ферментов

