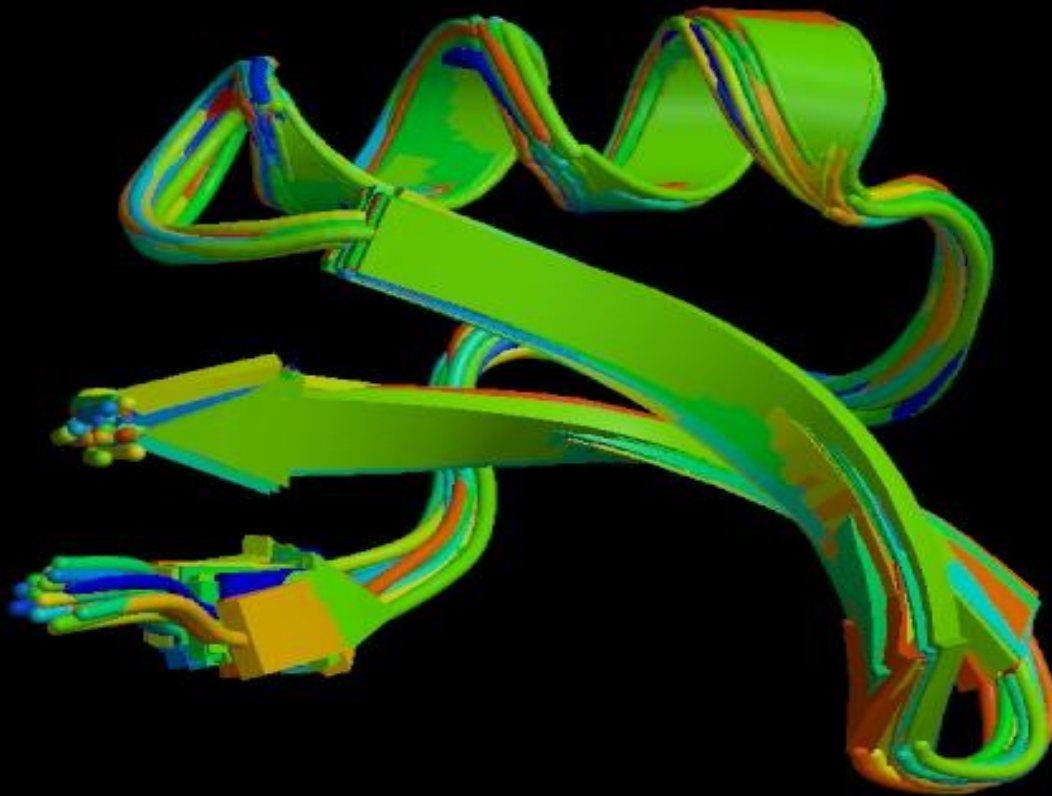
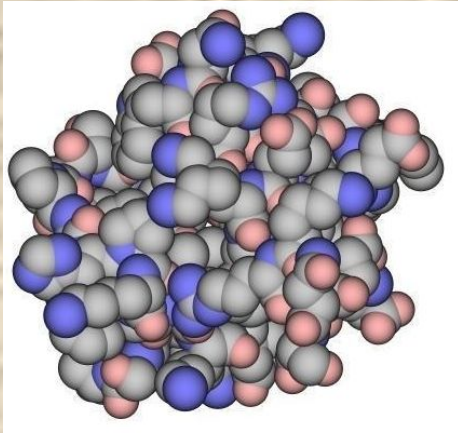


# Пространственная структура глобулярных белков

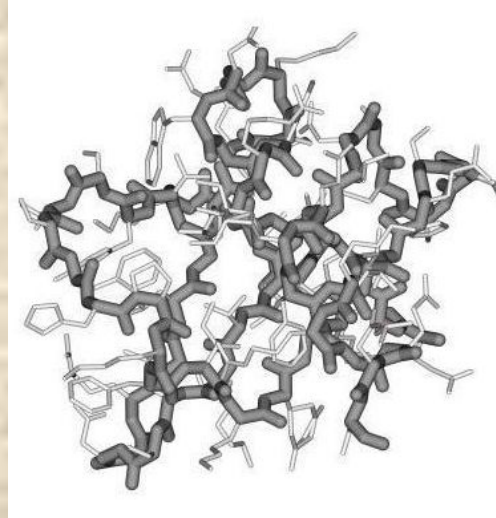


# Строение белка $\alpha$ -субъединицы интерлейкина 8 (разная степень схематизации)

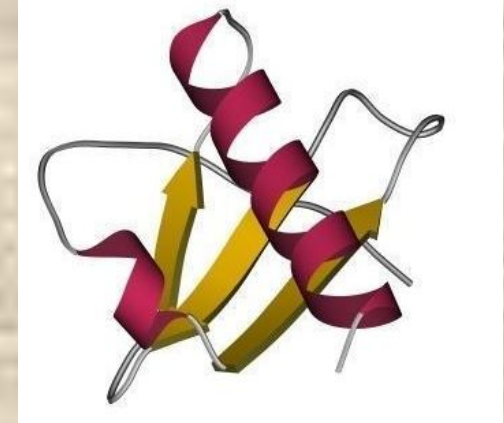
1 – атомная модель



3 – скелетная модель



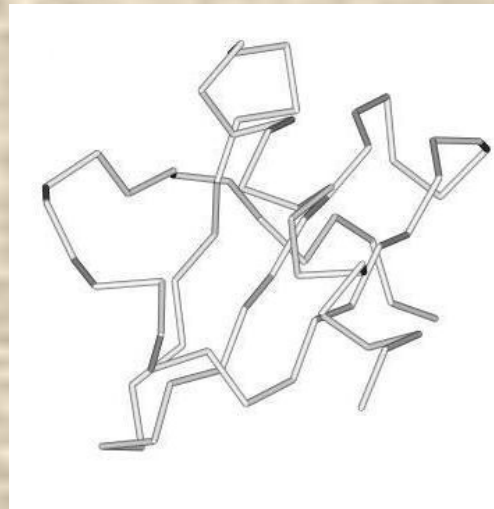
5 – схема строения белка  
(топология белковой глобулы)



2 – срез атомной модели



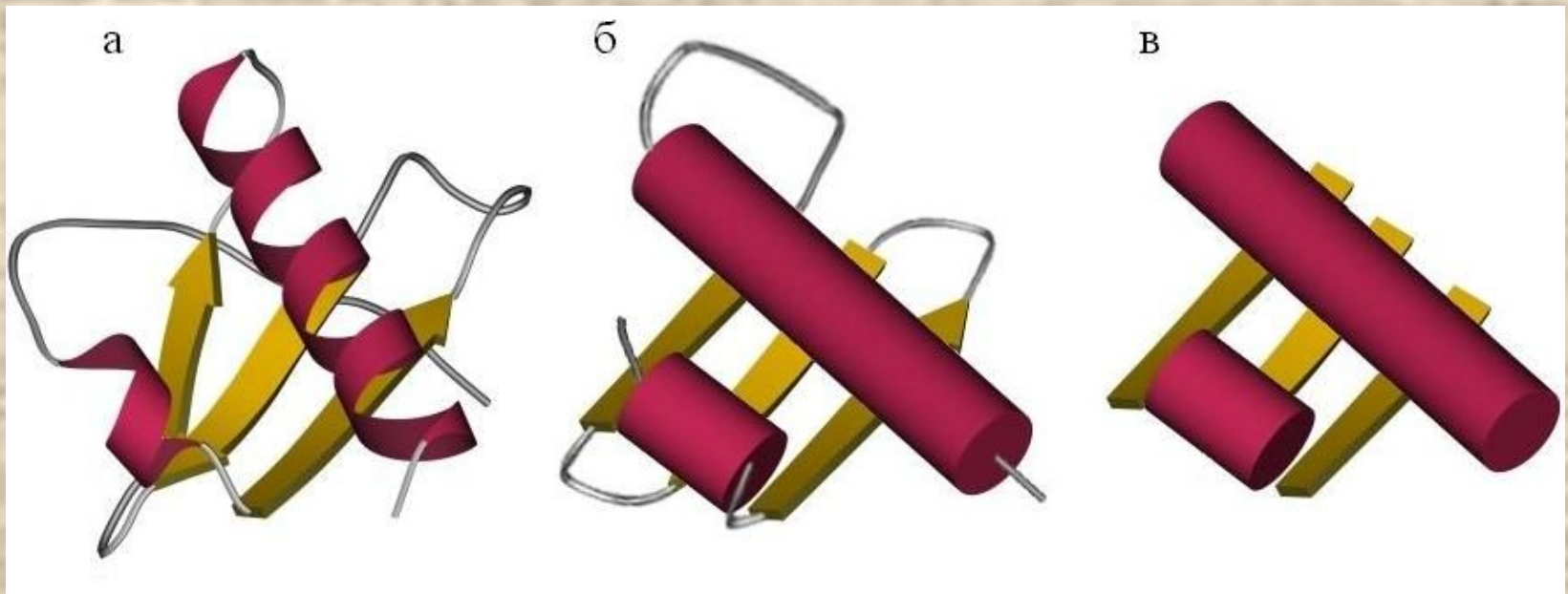
4 – ход главной цепи



6 – структурный каркас  
белка (архитектура упаковки  
 $\alpha$ - и  $\beta$ -сегментов в глобулу)



# Упрощенные представления белковых структур



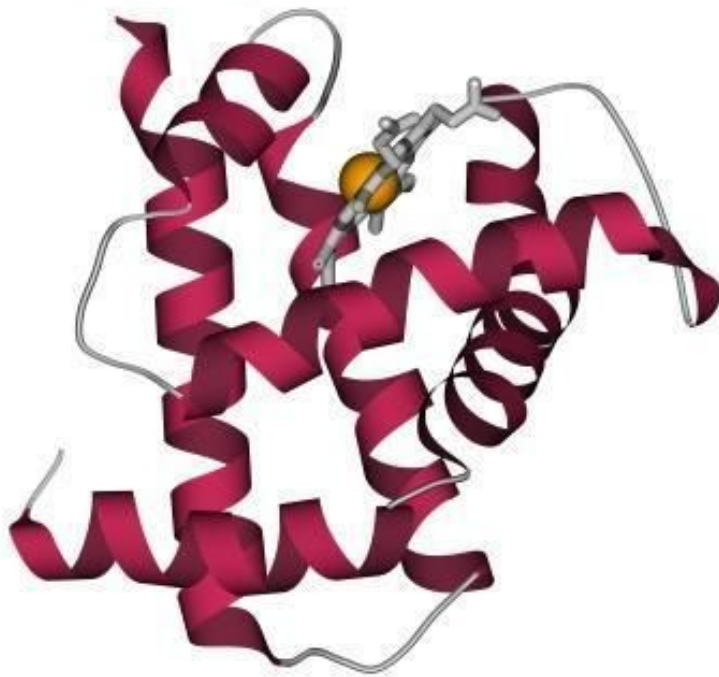
Детальная укладка  
(«fold»)

Мотив укладки  
(«folding pattern»)

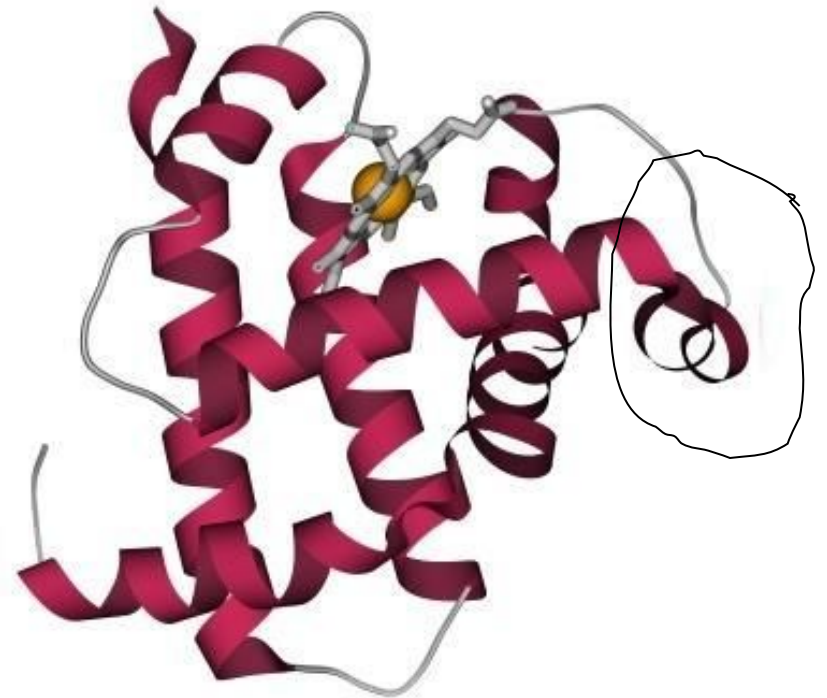
Упаковка: штабель  
(«stack»)



Два близкородственных белка:  
гемоглобин- $\alpha$  и гемоглобин- $\beta$  лошади



$\alpha$



$\beta$

# Глобулярные домены в $\gamma$ -кристаллине



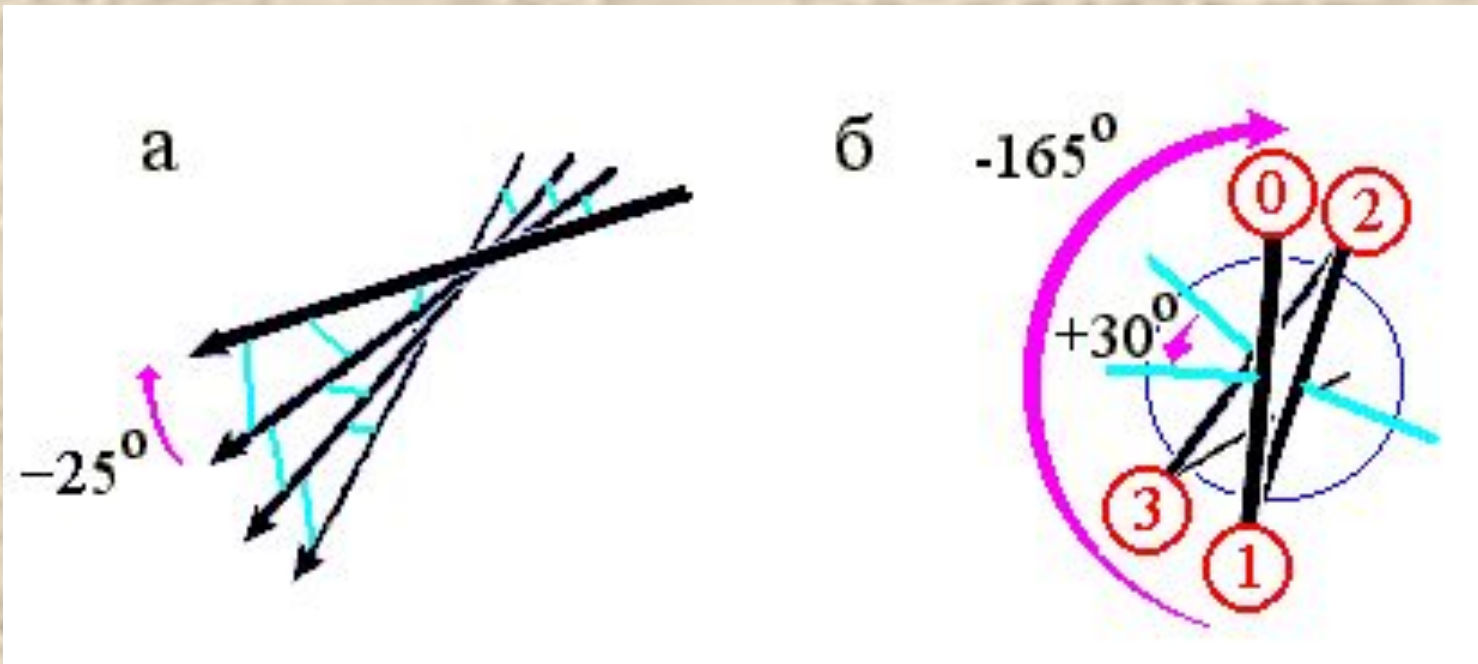
Классификация типов глобулярных белковых структур («чистые»  $\beta$ -белки, «чистые»  $\alpha$ -белки, и «смешанные»  $\alpha/\beta$  и  $\alpha+\beta$  белки) относится к малым белкам, а также к отдельным доменам (т.е. к компактным субглобулам, из которых сложены большие белки).

# Структура и топология $\beta$ -белков



**Fab-фрагмент иммуноглобулина А**

# Схематическое изображение $\beta$ -листа и одного витка $\beta$ -тяжа



(а) Скрученность  $\beta$ -листа.  $\beta$ -тяжи изображены стрелками, водородные связи между ними — голубыми линиями.

(б) Схематическое изображение одного витка  $\beta$ -тяжа, вид с торца.

Кружки — боковые группы; их номера возрастают по мере удаления.

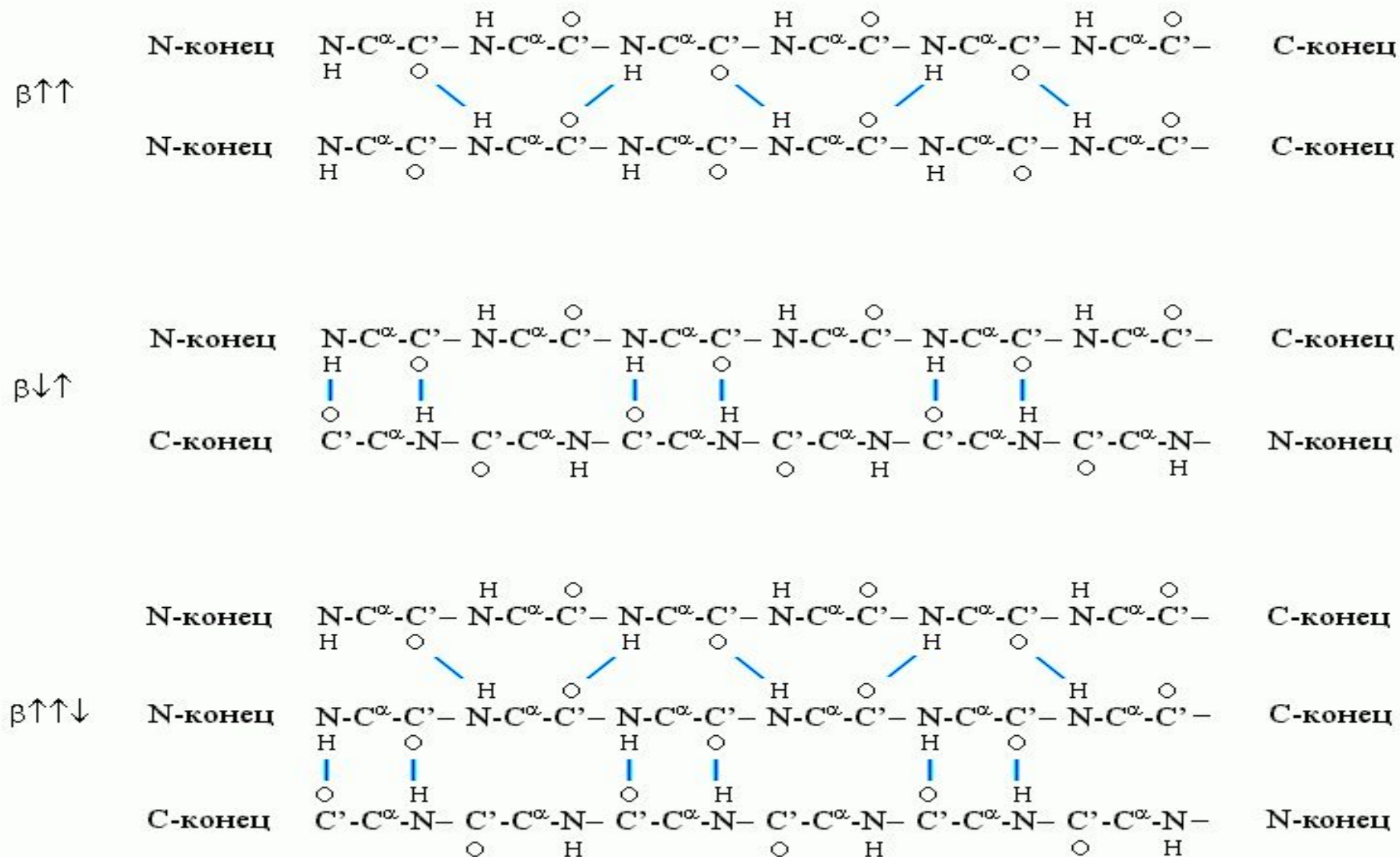
Голубые линии указывают направление  $C=O$  групп, завязывающих Н-связи в листе.

Большая стрелка — поворот  $\beta$ -тяжа при приближении к нам на один остаток.

Малая стрелка — поворот направленных в одну сторону водородных связей при приближении к нам на два остатка.

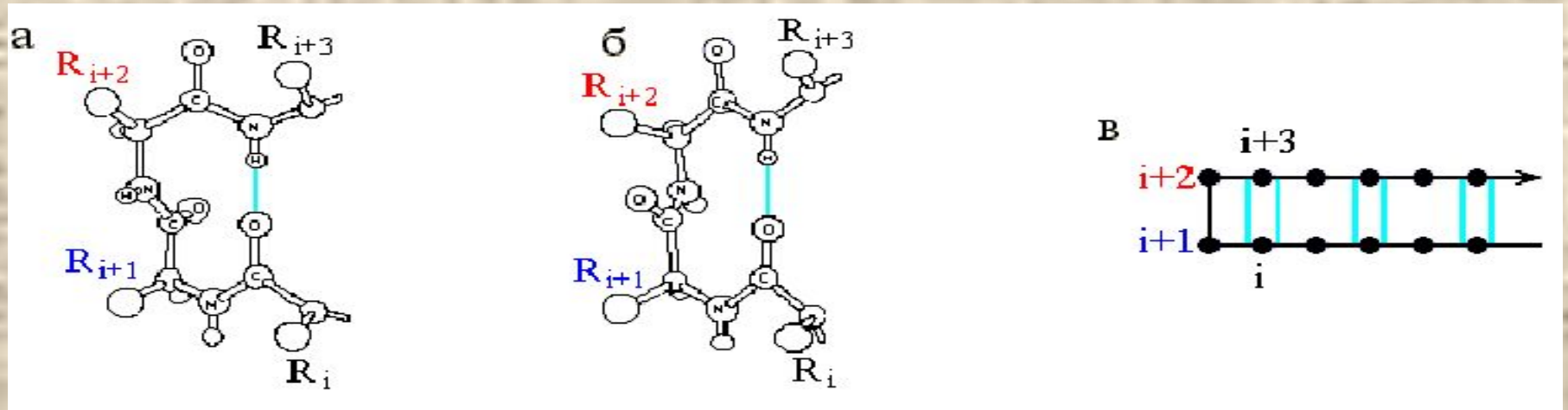


# Схема хода цепи и расположения водородных связей в $\beta$ -структуре





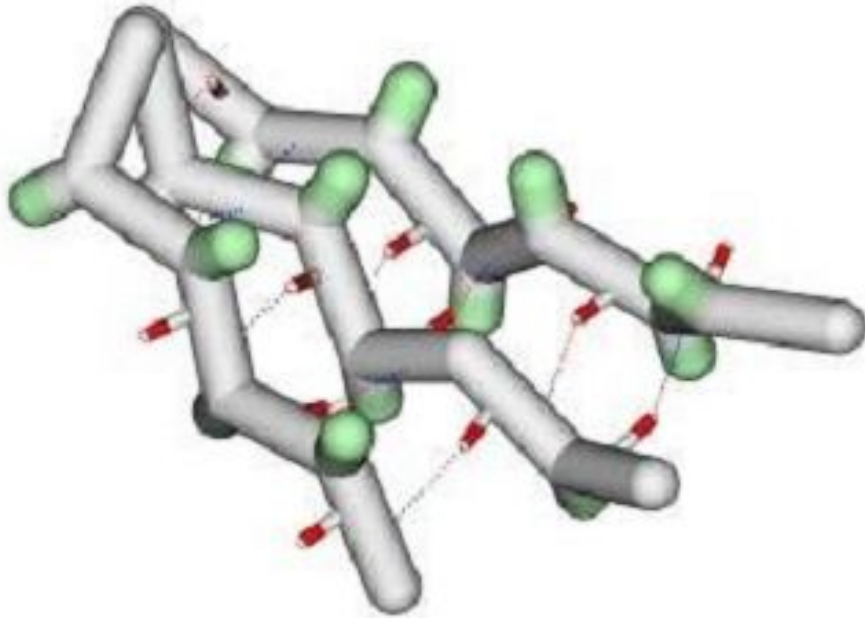
# Нерегулярные вторичные структуры: $\beta$ -изгибы



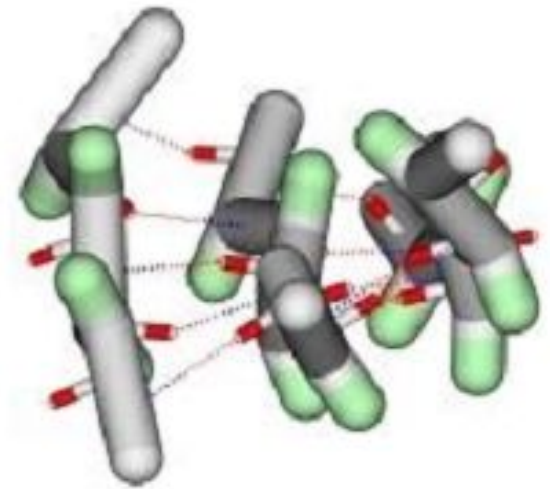
$\beta$ -изгиб типа I

$\beta$ -изгиб типа II

# Лист $\beta$ -структуры

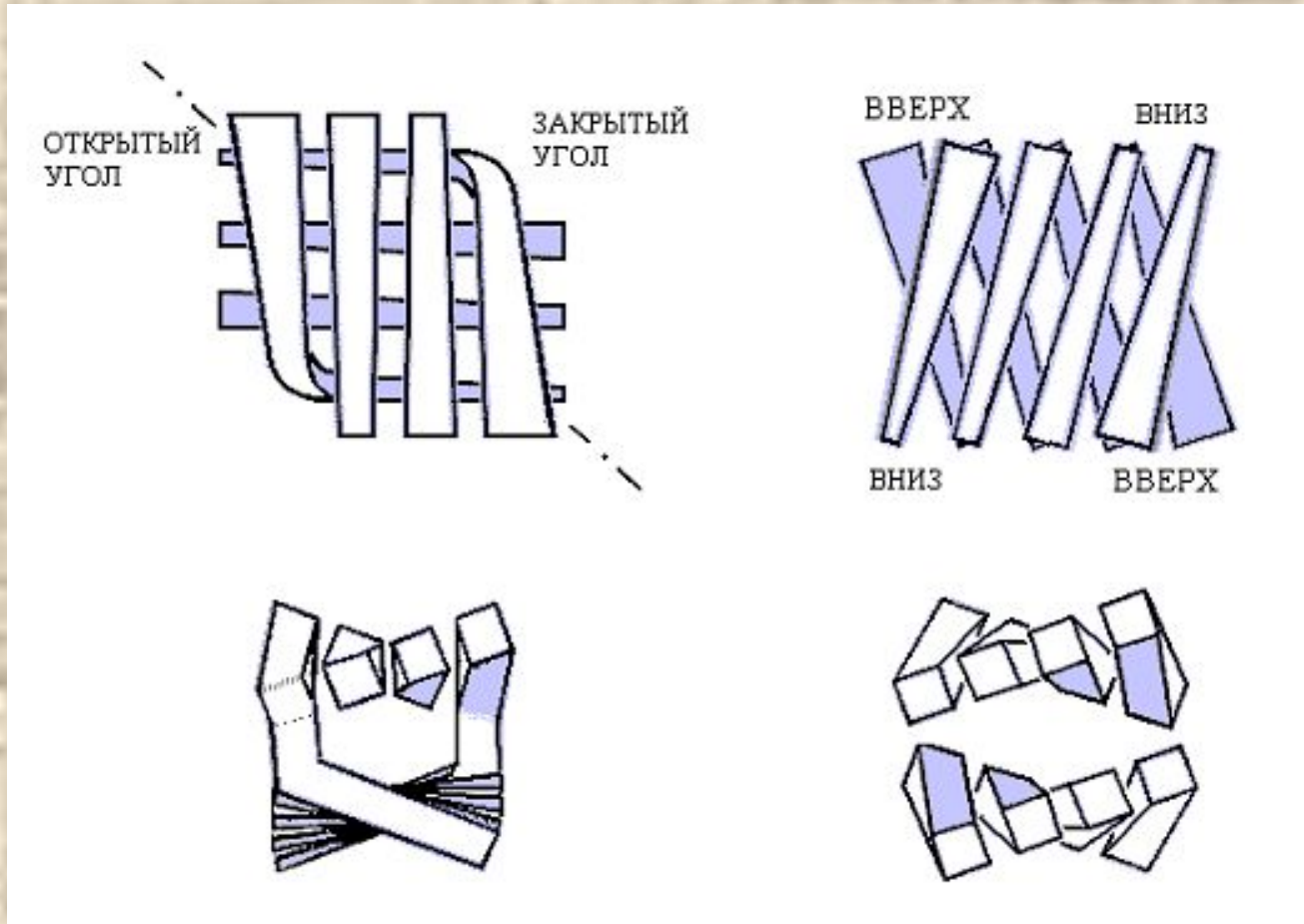


Вид поперек  $\beta$ -тяжей



Вид вдоль  $\beta$ -тяжей

# Упаковка $\beta$ -листов

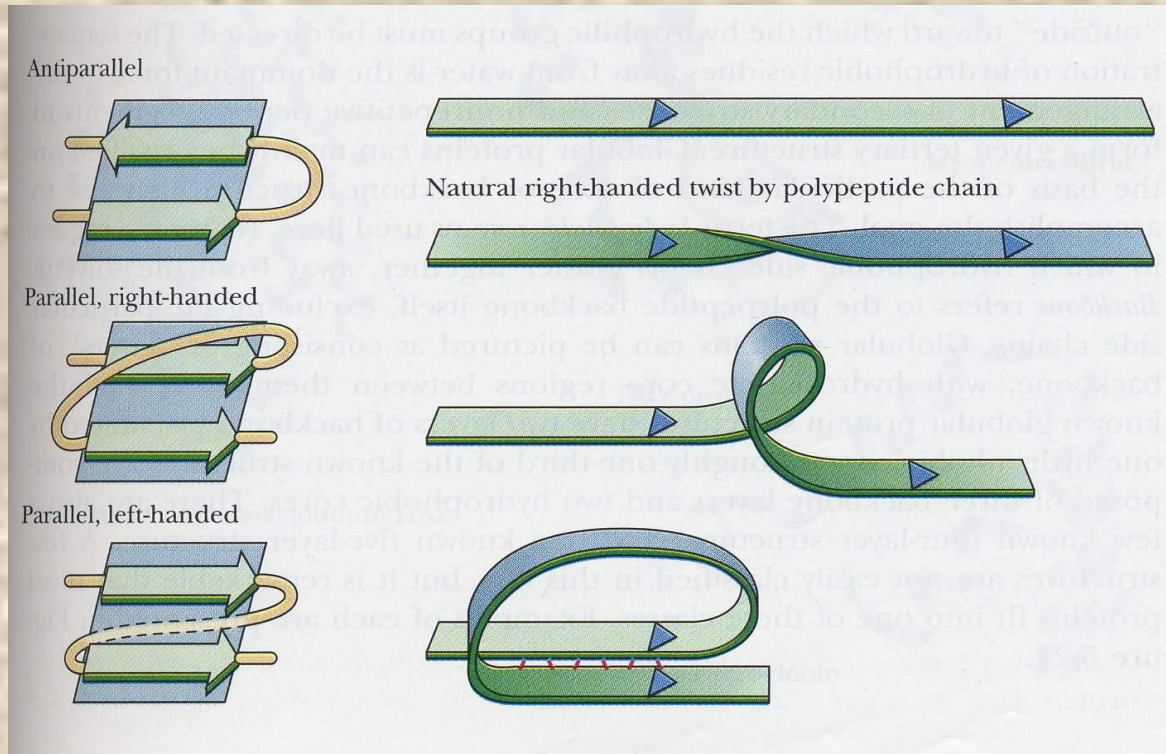
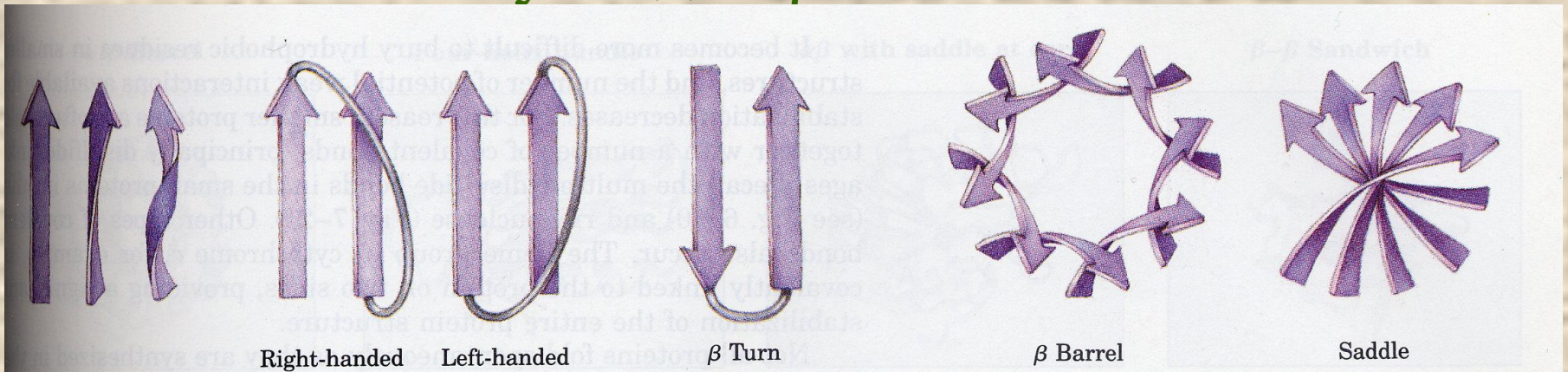


Ортогональная  
(угол поворота около  $90^\circ$ ,  
гидрофобное ядро цилиндр. формы)

Продольная  
(угол поворота  $-30^\circ$ ,  
гидрофобное ядро плоское)

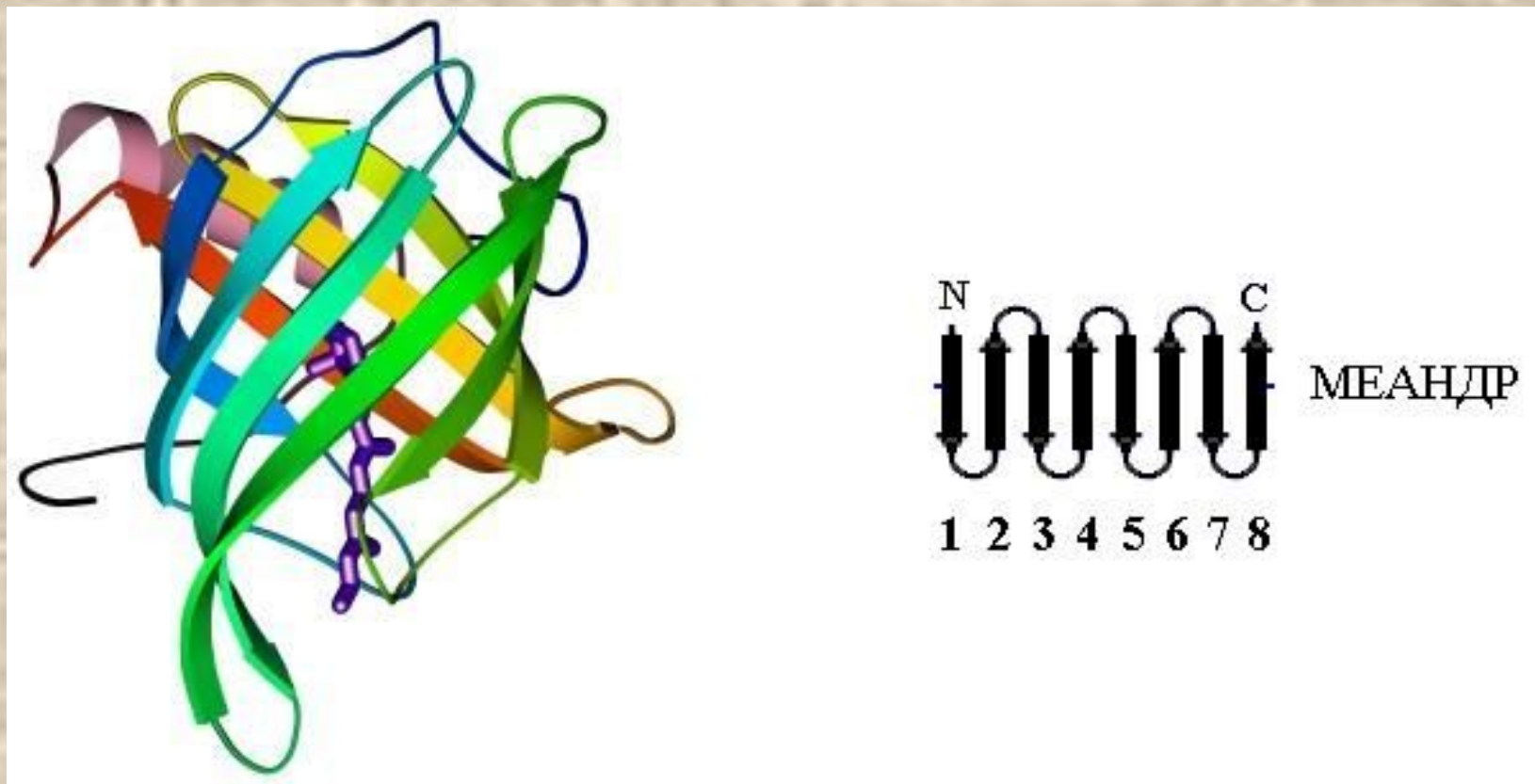


# Наиболее часто встречающиеся типы укладки $\beta$ -листов



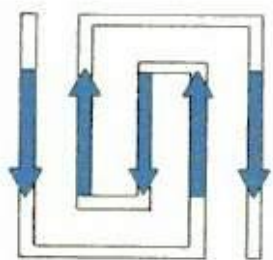


# Пример ортогонально упакованного $\beta$ -листа



Ретинол-связывающий белок  
( $\beta$ -цилиндр, или  $\beta$ -бочонок)

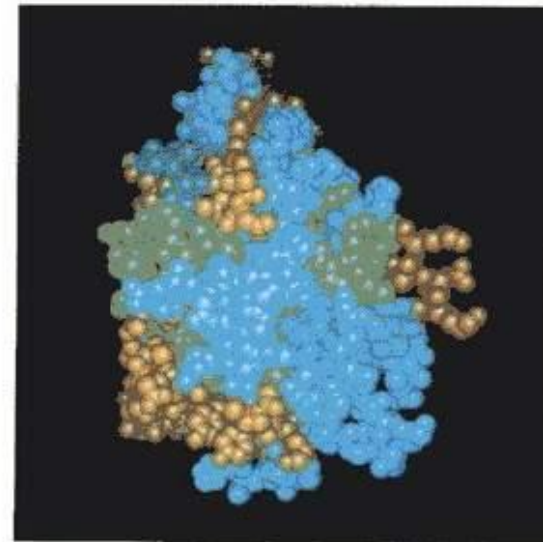
# «Греческий ключ»



“Greek key” topology

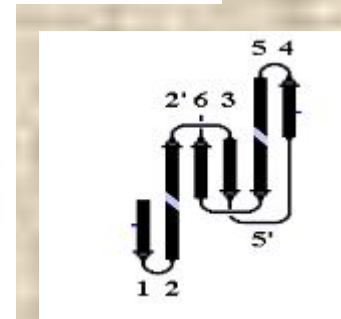
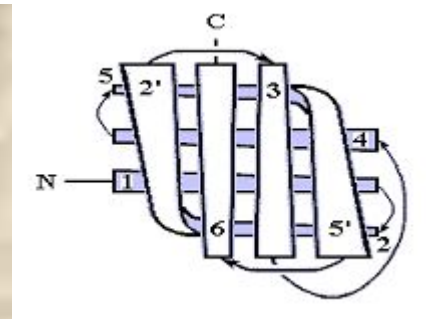
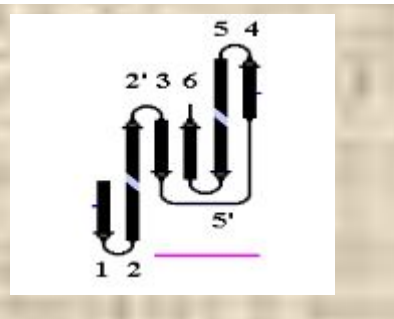
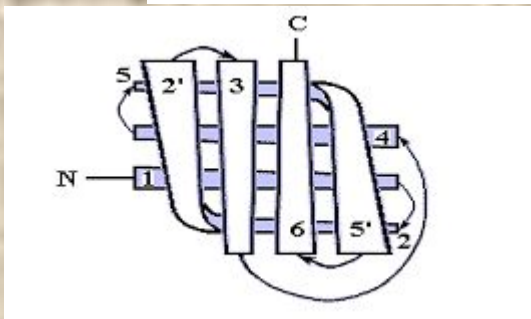
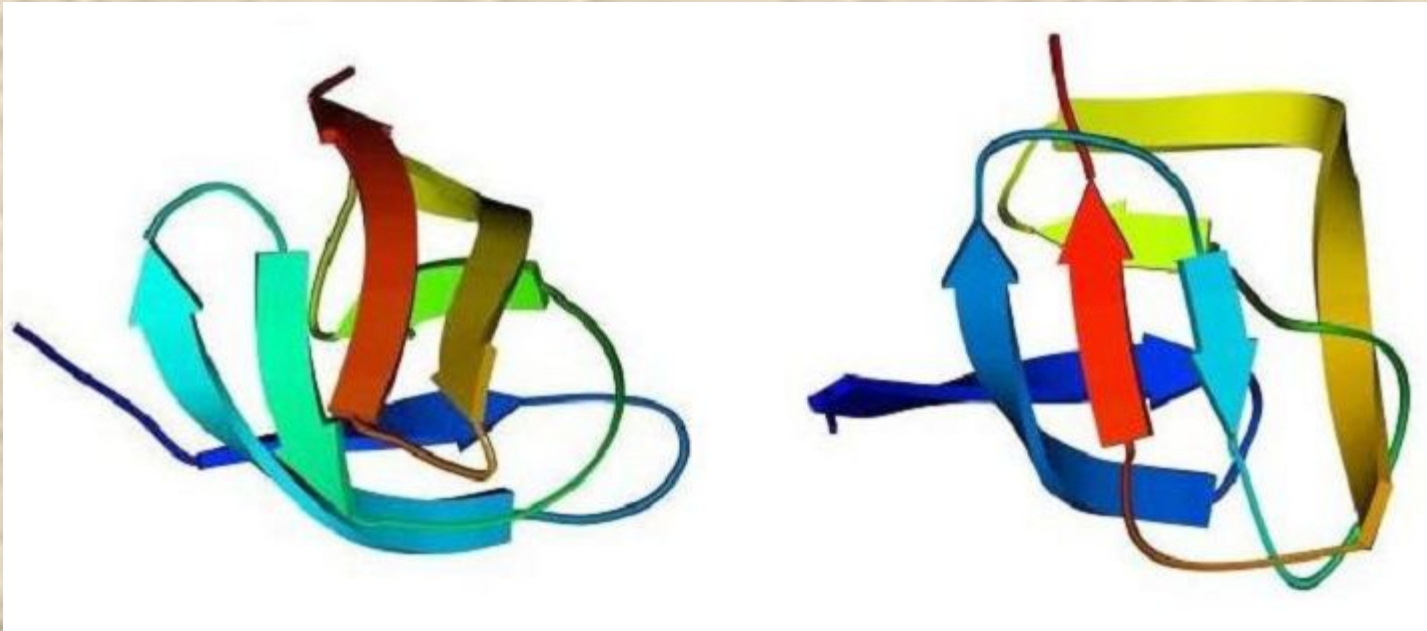


Concanavalin A



Concanavalin A

# Ортогональная упаковка $\beta$ -листа с различной топологией



Мотив укладки цепи в сериновой протеазе типа химотрипсина

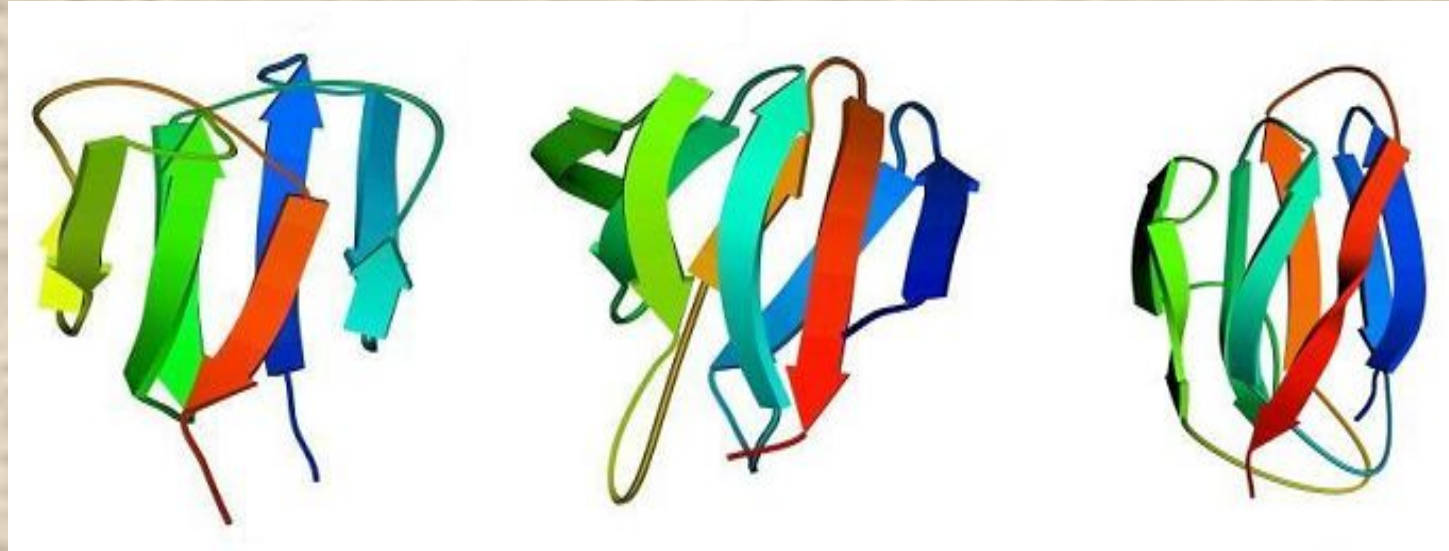
$\beta$ -цилиндр

Мотив укладки цепи в кислой протеазе типа пепсина

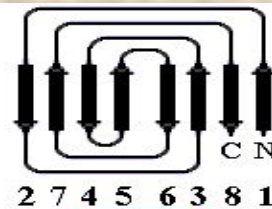


# Примеры продольной упаковки $\beta$ -листов.

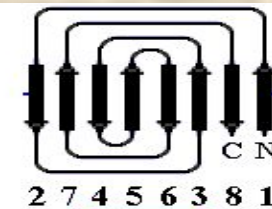
Мотивы укладки цепи в домене  $\gamma$ -кристаллина,  
в  $\beta$ -домене белка – катаболического активатора (САР)  
и в белке оболочки сателлитного вируса некроза табака.



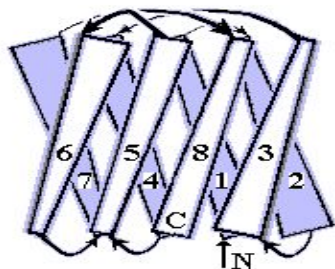
ГРЕЧЕСКИЙ КЛЮЧ



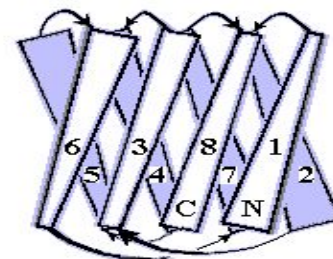
РУЛЕТ



РУЛЕТ

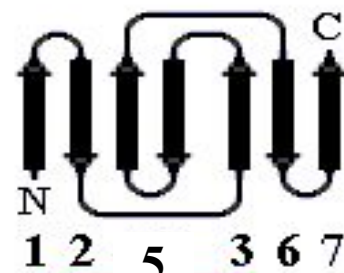


$\beta$ -СЭНДВИЧ

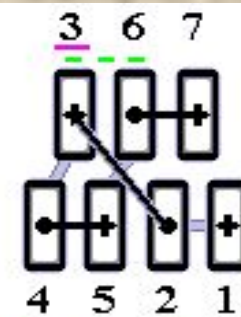




# Продольная упаковка $\beta$ -листов в константном домене легкой цепи $\kappa$ иммуноглобулина



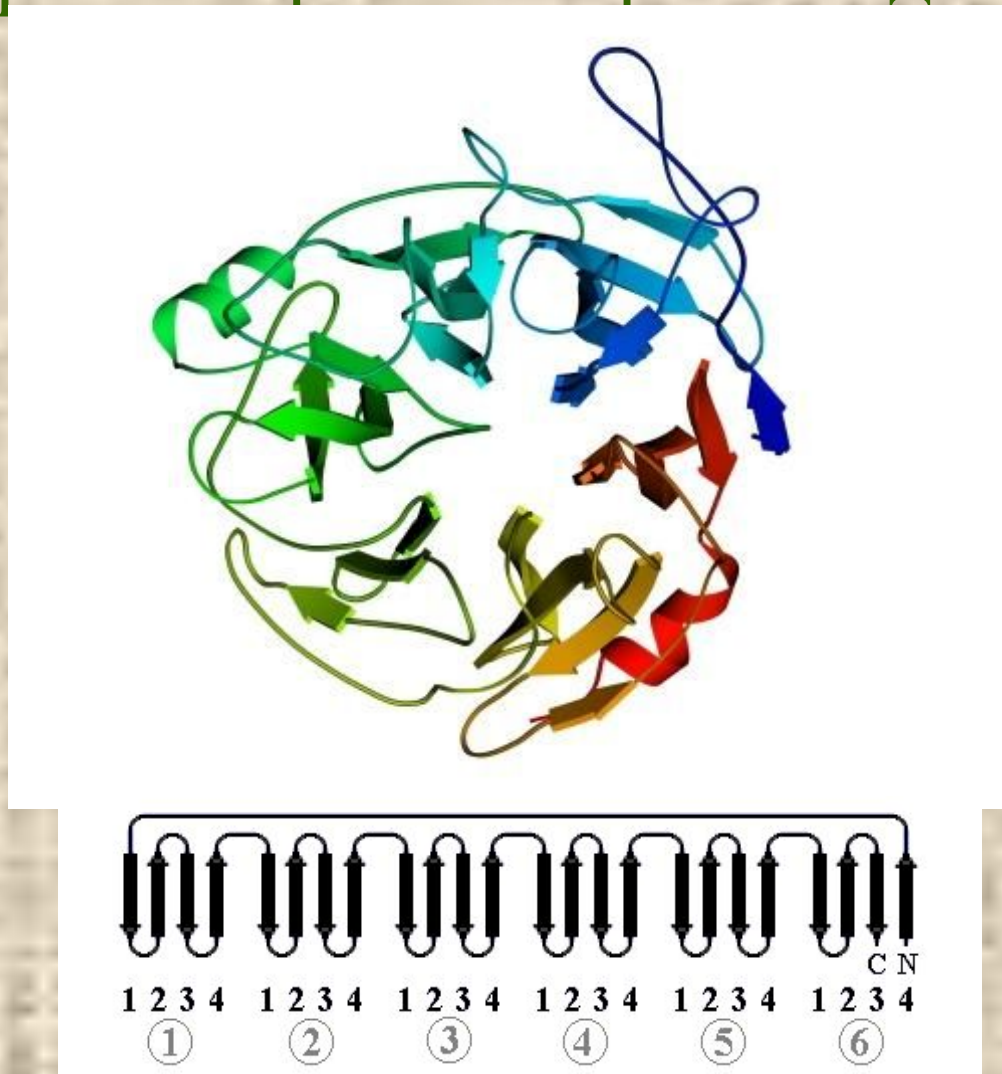
4  
Топологическая  
схема



Вид «снизу»

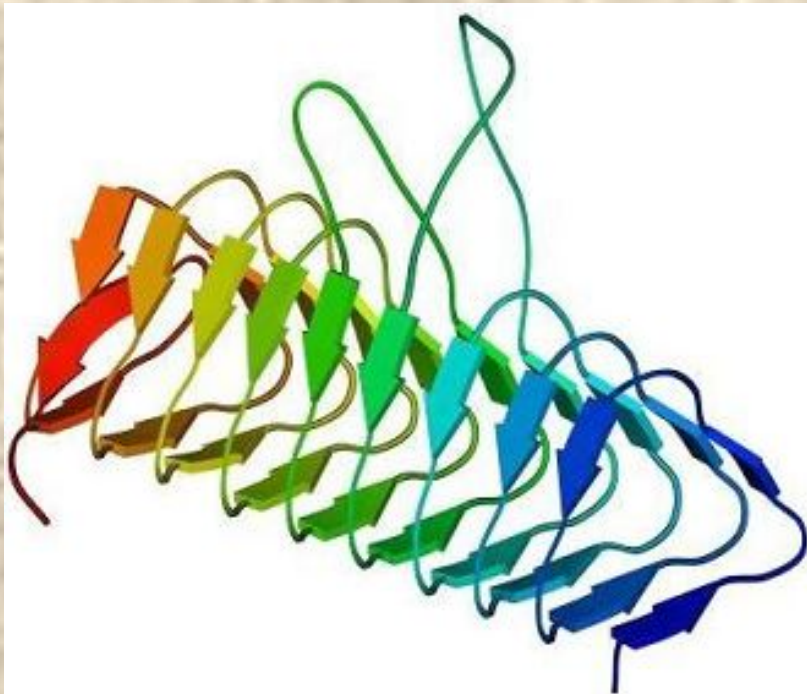
$\beta$ -сэндвич

# β-Структура в форме “шестилопастного пропеллера” в нейраминидазе

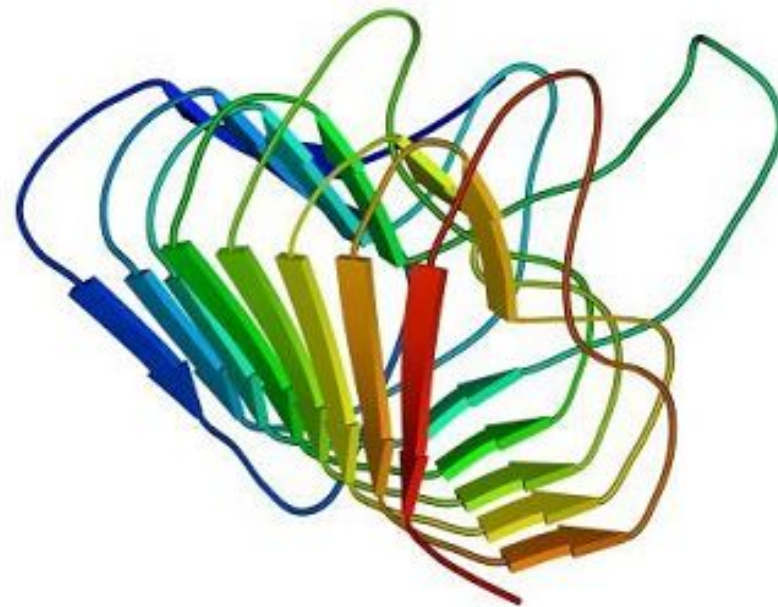


Суперцилиндр, сложенный из β-сэндвичей

# $\beta$ -Призмы (или $\beta$ -спирали)



Ацилтрансфераза



Пиктатлиаза С

Это белки, сложенные из чисто параллельной  $\beta$ -структуры,  
что встречается редко!

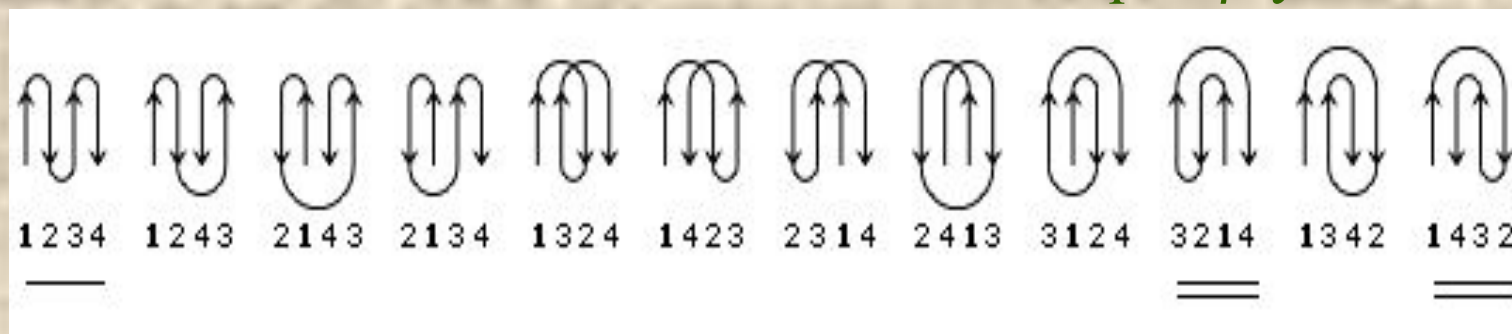


# Антипараллельные $\beta$ -шпильки



Преимущественно антипараллельный характер  $\beta$ -листов в  $\beta$ -белках тесно связан с тем, что их архитектура основана на  $\beta$ -шпильках.

## Возможные топологии листов из четырех $\beta$ -участков

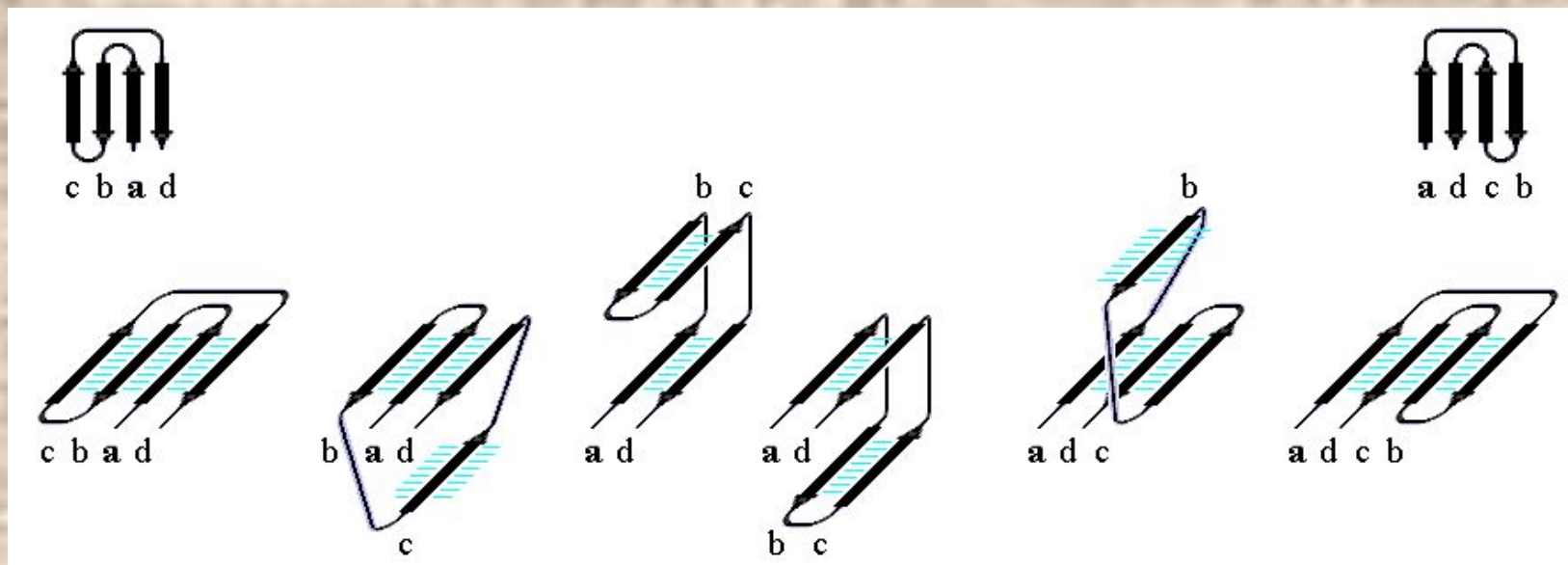


«меандр»

два «греческих ключа»

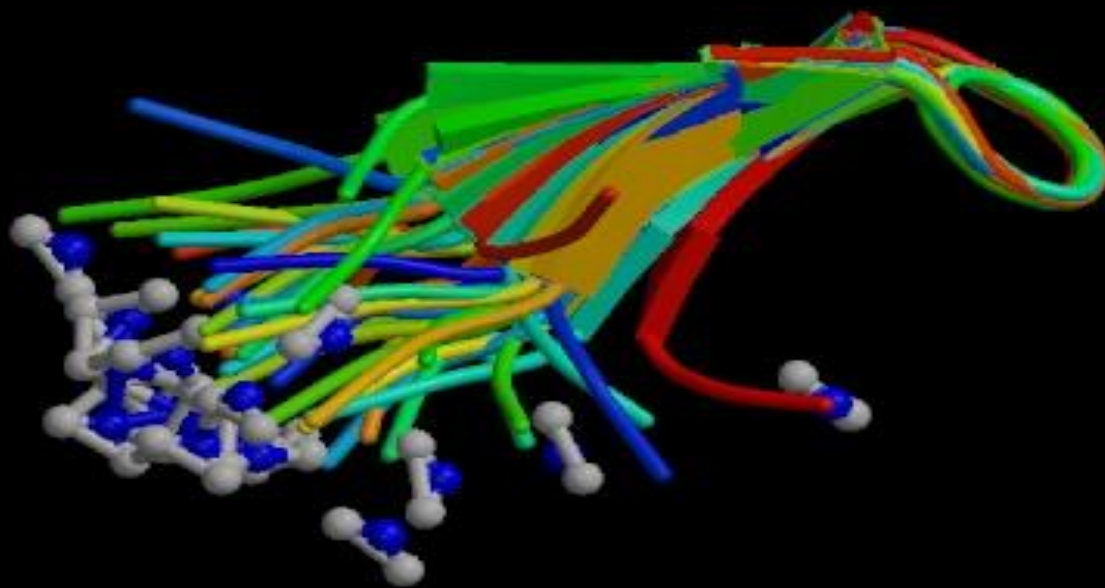


# Различные пространственные “abcd” структуры Ефимова с топологией греческого ключа

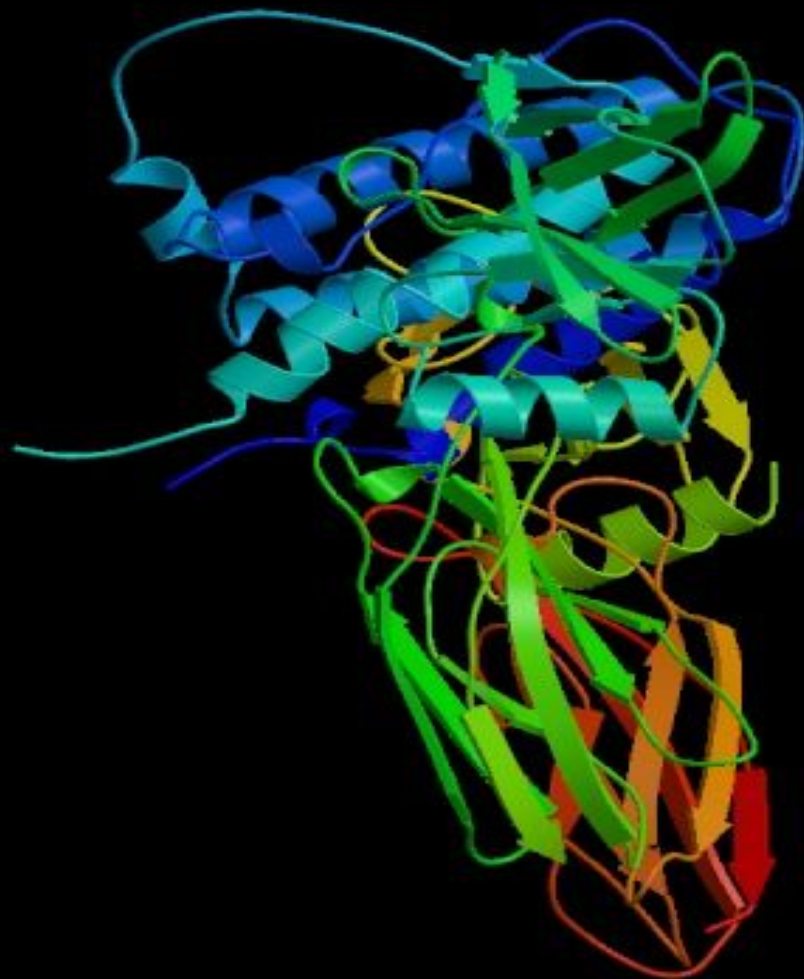


Все такие характерные, часто встречающиеся в белках структуры (шпильки, меандр, греческий ключ, abcd-структуры и т.д.), сложенные из соседних по цепи элементов  $\beta$  (и/или  $\alpha$ ) структуры, часто называют *"супервторичными"* структурами.

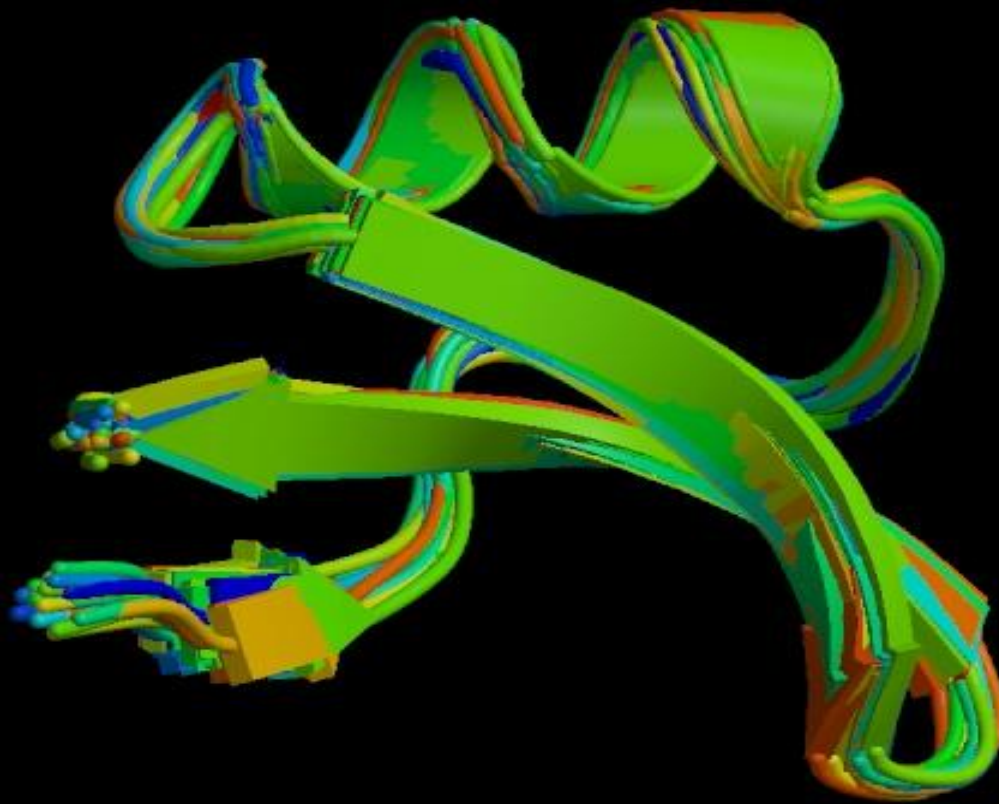
# Человеческий эритропоэтин (166 АКО)



# Комплекс эритропоэтина с рецептором



# Дефенсин ННР-2 раст





# Дефенсин HNP-3

