

ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России
Кафедра химии

Введение в молекулярную биологию

Молекулярные основы жизнедеятельности клетки, макромолекулы

Структура и функции белков

Д.б.н. Сгибнев А.В.

Молекулярная биология

- Лекции – **20** часов
- Практические занятия – **24** часа
- Зачет

Рекомендуемая основная литература

- Альбертс Б. и др. Основы молекулярной биологии клетки/ Альбертс Б., Брей Д., Хлопкин К., Джонсон А., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уолтер П., пер. с англ. Под ред С.М. Глаголева и Д.В. Ребрикова.- М., Лаборатория знаний, 2018.-768 с
- Молекулярная биология : учебник / В.В. Иванищев. — М. : РИОР : ИНФРА-М, 2019. — (Высшее образование). — 225 с.
- Прошкина Е. Н., Юранева И. Н., Москалев А. А. — Молекулярная биология: стресс-реакции клетки. Учебное пособие для вузов - М.: Издательство Юрайт - 2019 - 101с.

**Зачем
молекулярная
биология
будущему
врачу?**

**Понимание функций организма
человека**

**Понимание причин
канцерогенеза**

**Понимание механизмов
здоровья**

**Новые методы
диагностики**

**Понимание
патогенеза**

Клеточная терапия

**Создание лекарств нового
поколения**

Генная терапия

Что такое молекулярная биология?

- Молекулярная биология — комплекс биологических наук, изучающих механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации, строение и функции сложных высокомолекулярных соединений, составляющих клетку: нерегулярных биополимеров (белков и нуклеиновых кислот)
- Молекулярная биология — комплекс биологических наук, изучающих механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации, строение и функции нерегулярных биополимеров (белков и нуклеиновых кислот).
- Молекулярная биология – отрасль биологии, исследующая проявления жизни на молекулярном и надмолекулярном уровнях.
- **Молекулярные основы физиологии человека**

Молекулярная биология появилась как раздел биохимии, но впоследствии задачи и методы этих наук стали различны

БИОХИМИЯ	МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ
Изучаемые структуры (объекты)	
Основные химические связи в молекулах и их превращения	Объемные структуры молекул биополимеров, благодаря которым они приобретают те свойства, в силу которых они оказываются способными служить материальной основой биологических функций
Конечный результат исследования	
Система химических уравнений, полностью исчерпываемая их изображением на плоскости.	Толкование биологических функций в понятиях молекулярной структуры.
«Ответ на вопрос»	
«Что», - какие вещества присутствуют «Где» - в каких тканях и органах	«Как» - выяснение роли и участия всей структуры молекулы «Почему» - раскрытие связи между свойствами молекулы и осуществляемыми ею функциями «Зачем» - определение роли отдельных функций в общем комплексе проявлений жизнедеятельности

Что такое молекулярная биология? Система «...омик»

- Геномика
- Протеомика
- Метаболомика
- Транскриптомика

расшифровка
генома (основы
клинической
генетики)

количественный
анализ экспрессии **белков**
в клетках в зависимости от
их типа, состояния или
влияния условий среды.

совокупность
всех **транскриптов**,
синтезируемых
клеткой,
включая мРНК и не-
кодирующие РНК.

совокупность
всех **метаболитов**
клетки и
химических
процессов, в
которые
вовлечены эти
метаболиты.

Объекты молекулярной биологии

- биологические образования от клеточного уровня и ниже: субклеточные органеллы, изолированные клеточные ядра, митохондрии, рибосомы, хромосомы, клеточные мембраны;
- системы, стоящие на границе живой и неживой природы, — вирусы, в том числе и бактериофаги;
- молекулы важнейших компонентов живой материи — белки, липиды, нуклеиновые кислоты, полисахариды (макромолекулы).

Методы молекулярной биологии

- Седиментационный анализ
- Световая микроскопия
- Электронная микроскопия
- Дифракция рентгеновских лучей на волокнах
- Рентгеновская кристаллография
- Хроматография
- Метод гель-электрофореза
- Блоттинг
- Гибридизация
- Метод секвенирования
- Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР)
- Химико-ферментативный синтез генов
- Биологические методы (например, экспериментальная инфекция)

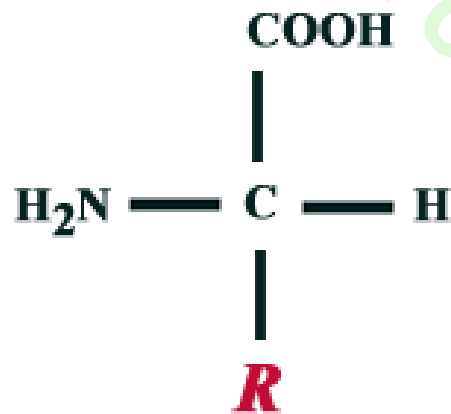
Биологические макромолекулы обладают сложной и точно детерминированной структурой, имеют уникальные свойства и осуществляют большинство функций клетки

- Сборка клеточных мембран
- Внутриклеточную сигнализацию
- Катализ химических превращений
- Движение
- Клеточный метаболизм
- Наследственность
- Сообщение между клетками
- Клеточные контакты

Белки, нуклеиновые кислоты,
липиды, полисахариды

Определение: **белки** - это нерегулярные полимеры, мономерами которых являются α L-аминокислоты.

Общая формула аминокислоты:



Структура и функции белков

- Разнообразиие структур и основные функции белков в клетке.
- Аминокислоты как строительные блоки белков. Пептидная связь. Химическая природа пептидной связи.
- Уровни организации белковой молекулы: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белков. Принцип модульной организации белковой молекулы.
- Роль боковых радикалов аминокислот в организации трехмерной структуры молекулы белка. Ковалентная модификация белков как способ регуляции их биологической активности.
- Участие шаперонов и низкомолекулярных кофакторов в формировании и стабилизации третичной или четвертичной структуры белка.
- Физико-химические характеристики белков. Связь первичной структуры с физико-химическими характеристиками белковой молекулы.
- Методы изучения аминокислотного состава и физико-химических свойств белков.

Классификация белков

1. **По химическому строению** простые, сложные;
2. **По выполняемой функции** ферменты, гормоны, рецепторы, структурные белки, защитные белки, сократительные белки
3. **По форме** глобулярные, фибриллярные
4. **По молекулярной массе** низкомолекулярные, высокомолекулярные
5. **По локализации в клетке** цитоплазматические, лизосомальные, ядерные и т.д.
6. **По локализации в организме** белки крови, белки печени, белки сердца и т.д.
7. **По возможности адаптивно регулировать количество данных белков** белки, синтезирующиеся с постоянной скоростью (конститутивные) и белки, синтез которых может усиливаться при воздействии факторов внешней среды (индуцибельные)
8. **По продолжительности жизни** очень быстро обновляющиеся очень медленно обновляющиеся
9. **По схожим участкам первичной структуры и родственным функциям** семейства белков, например белки теплового шока

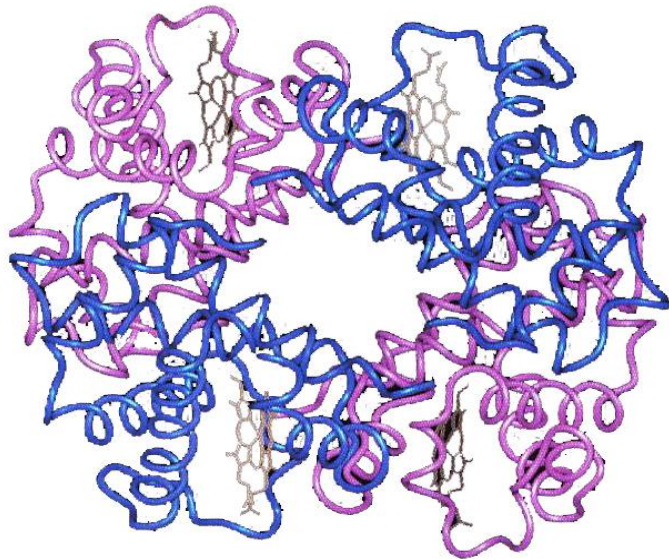
Функции белков разнообразны

- **Структурная функция** Структурные белки коллаген и эластин. Белки в составе клеточных мембран и цитоскелет.
- **Каталитическая функция**
- **Защитная функция** иммуноглобулины, фибриногены и тромбины, участвующие в свёртывании крови, ферменты антиоксиданты.
- **Регуляторная функция** Полипептидные (белковые) гормоны и цитокины.
- **Энергетическая** (1 г белка = 17,6кДж) **и запасная** (например, источник аминокислот) **функция**
- **Рецепторная функция** например, мембранные белки изменяют свою третичную структуру в ответ на действие факторов внешней среды - прием сигналов из внешней среды и передача информации в клетку.
- **Моторная и сократительные функции** например в сокращении мышц миозин, во внутриклеточном транспорте - кинезин, динеин.
- **Транспортная функция** например, гемоглобин, который переносит кислород из легких к остальным тканям и углекислый газ от тканей к легким.

Функция белковой молекулы очень часто зависит от ее свойств, например, от формы

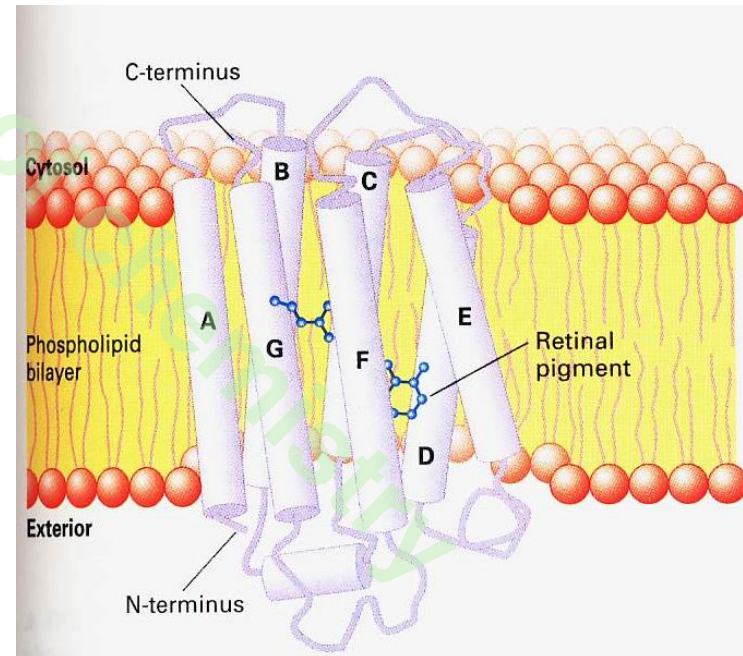
глобулярные

катализ,
транспорт,
регуляция



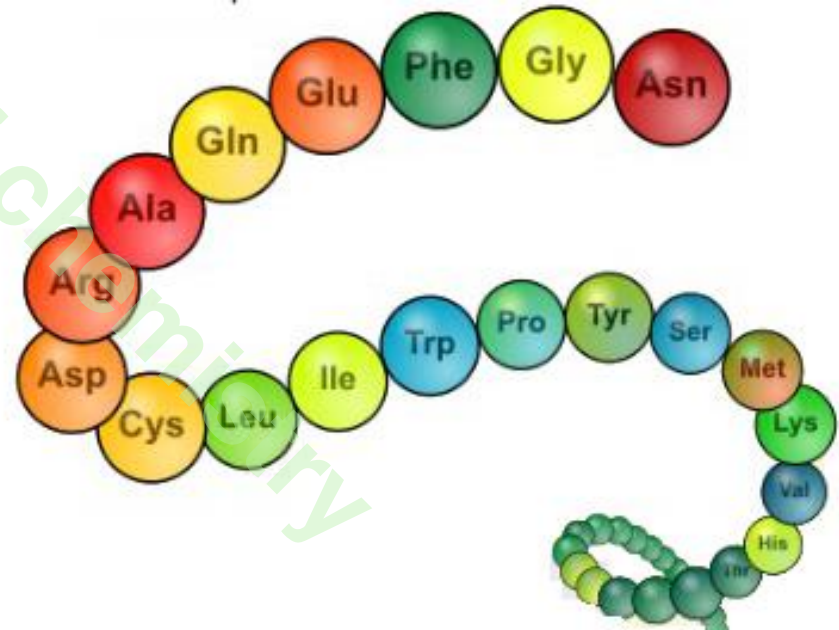
фибрилярные

чаще
структурная роль



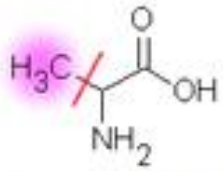
Пептидная связь и первичная структура белков

- Первичная структура белка - последовательность аминокислот, из которых он состоит.
- Эта последовательность определяет форму, которую принимает белок, в соответствии с пространственными ограничениями на расположение атомов в молекуле белка, химическими свойствами боковых радикалов и окружением белка.

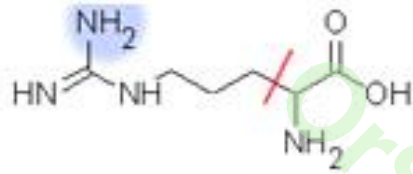


Аминокислоты

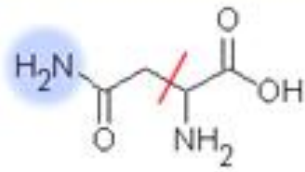
В зависимости от способности растворяться в воде (а это зависит от природы бокового радикала аминокислоты!), аминокислоты делят на: неполярные (гидрофобные) полярные (гидрофильные)



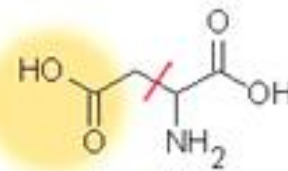
Аланин (Ala)



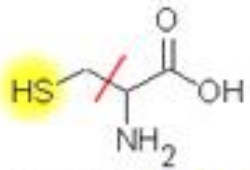
Аргинин (Arg)



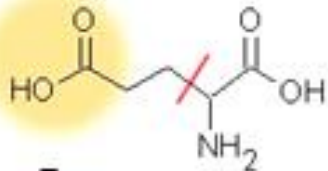
Аспарагин (Asn)



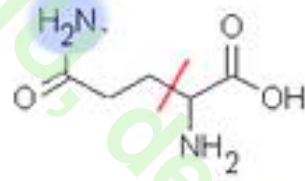
Аспарагиновая кислота (Asp)



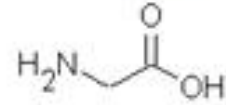
Цистеин (Cys)



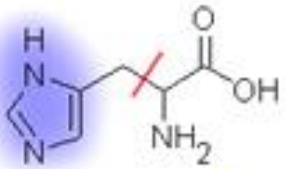
Глутаминовая кислота (Glu)



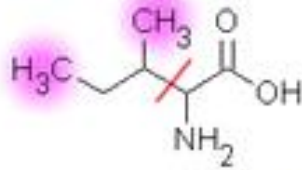
Глутамин (Gln)



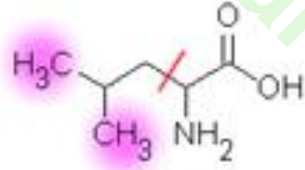
Глицин (Gly)



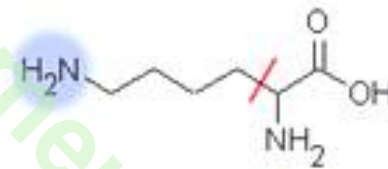
Гистидин (His)



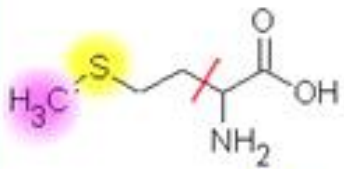
Изолейцин (Ile)



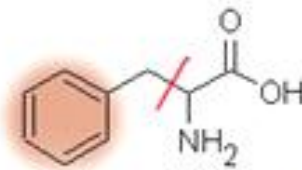
Лейцин (Leu)



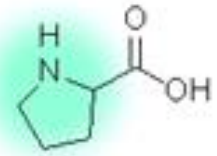
Лизин (Lys)



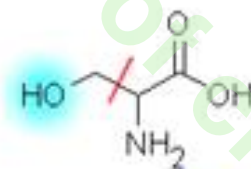
Метионин (Met)



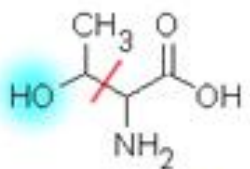
Фенилаланин (Phe)



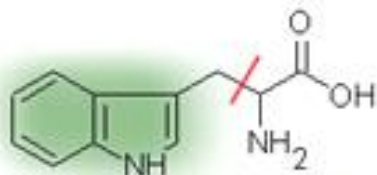
Пролин (Pro)



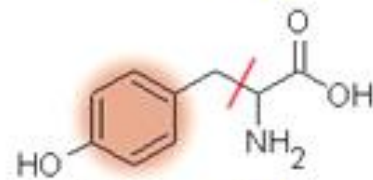
Серин (Ser)



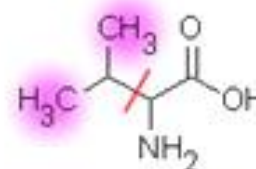
Треонин (Thr)



Триптофан (Trp)



Тирозин (Tyr)

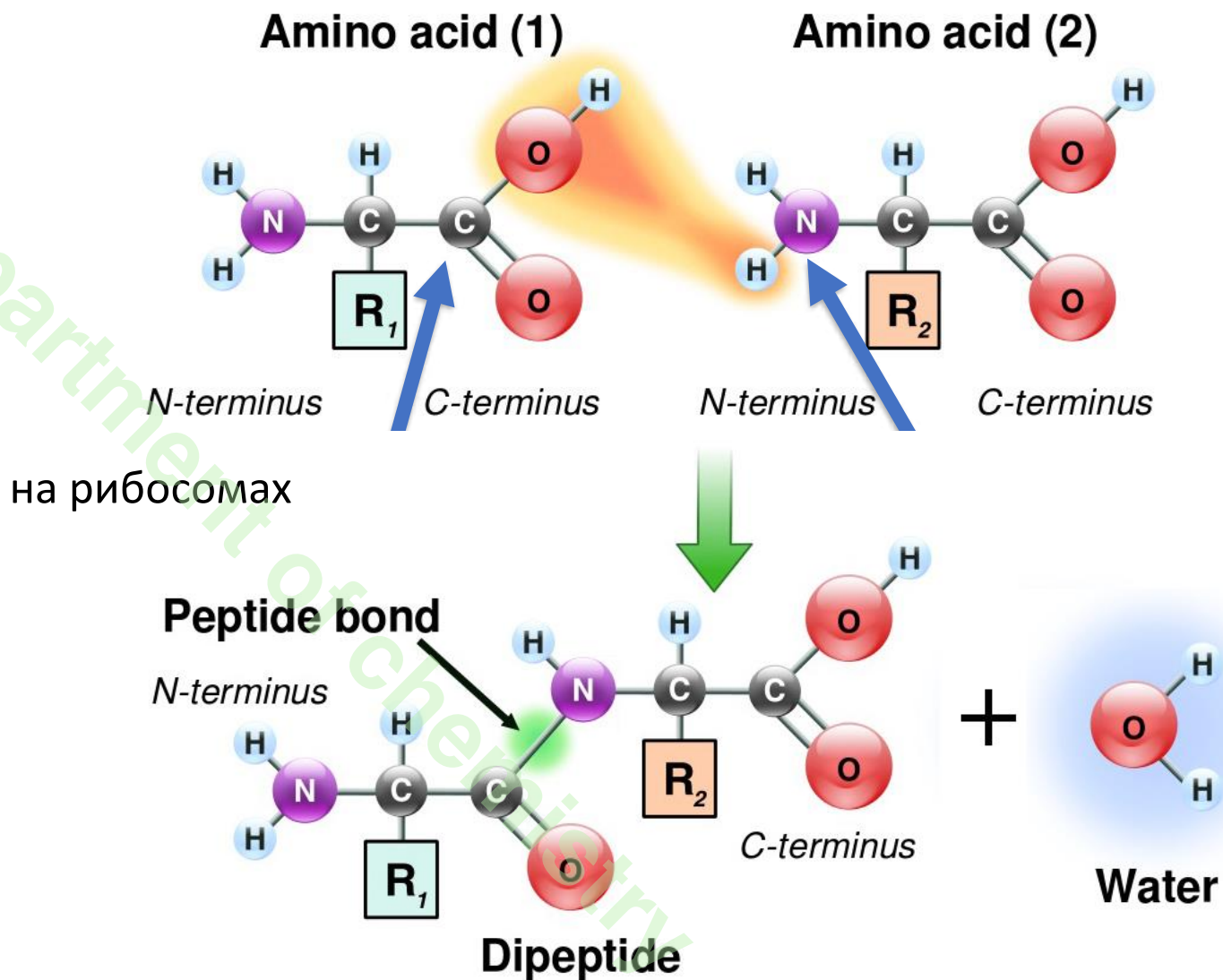


Валин (Val)

Аминокислоты – мономеры белков (нерегулярных полимеров!)

Пептидная связь — 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. Из двух аминокислот и образуется дипептид (цепочка из двух аминокислот) и молекула воды.

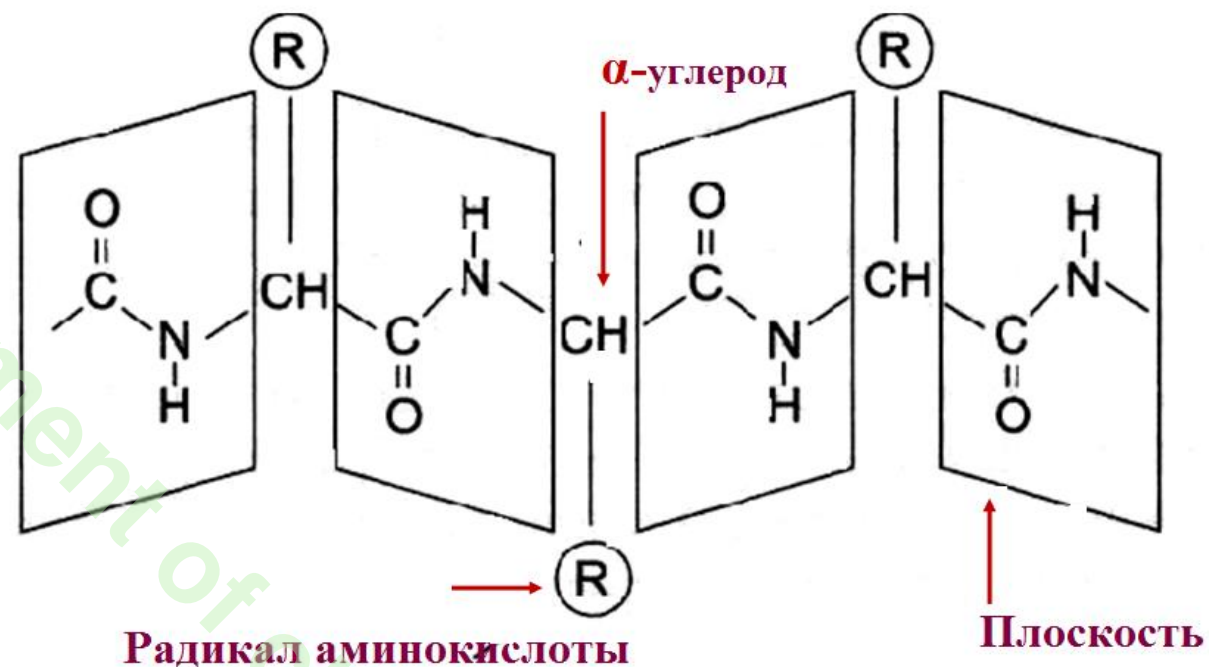
- Пептидная связь, образование



Особенности пептидной связи

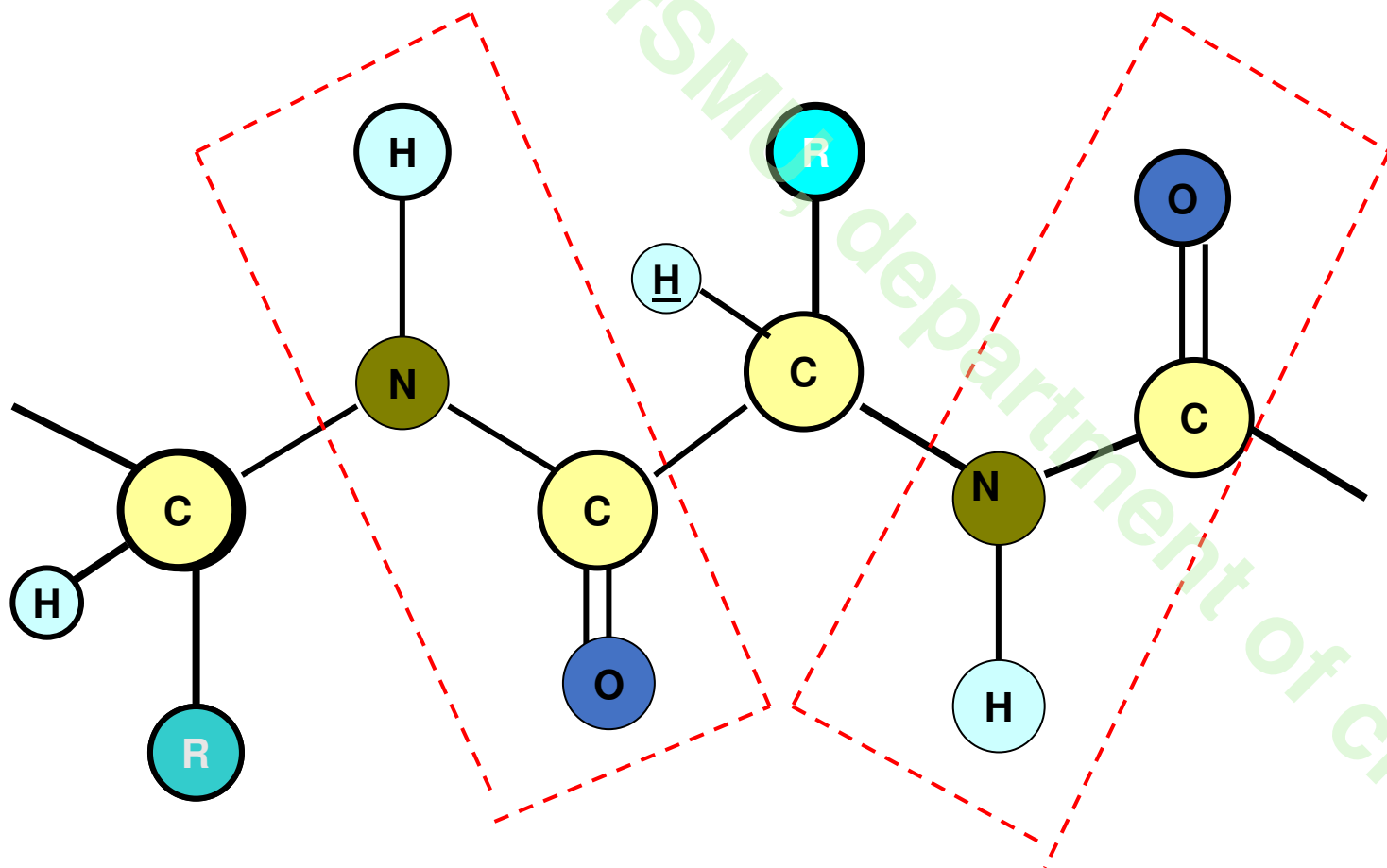
Пептидная связь характеризуется следующими свойствами:

- 4 атома пептидной связи лежат в одной плоскости (рис.7а);
- Атомы -O- и -H- пептидной связи имеют трансориентацию;
- Длина C-N-связи имеет частично двойной характер, поэтому она короче, чем другие связи пептидной цепи и малоподвижна.
- Вращение вокруг оси C-N практически невозможно, что связано с особенностями электронного строения связи.



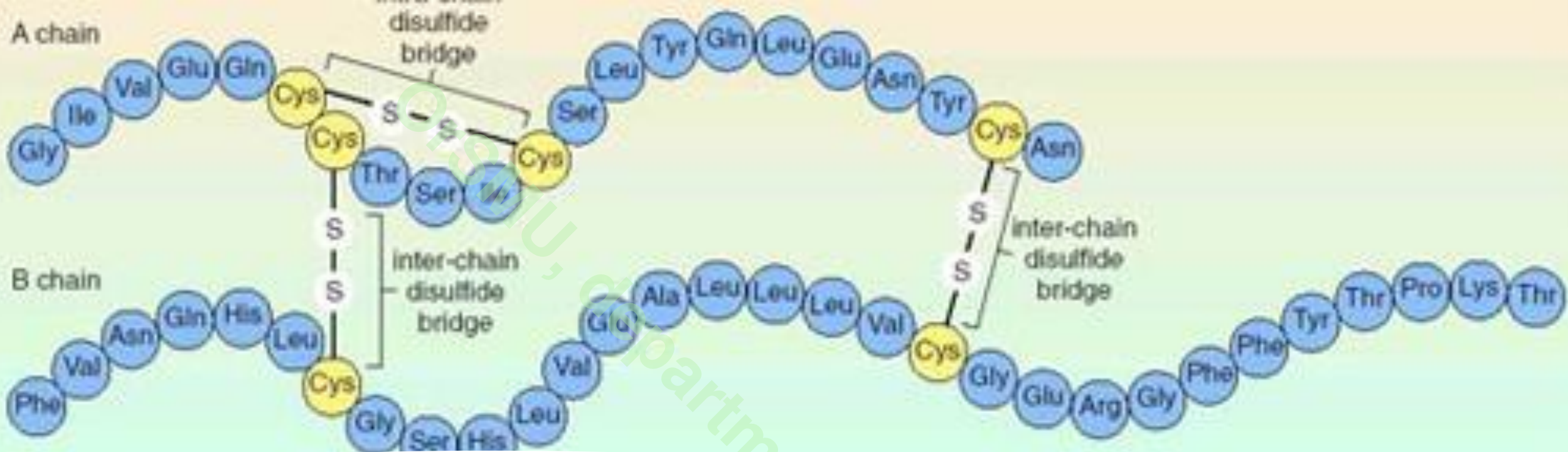
Стереометрическая модель пептидной связи

Особенности первичной структуры молекулы белка



В осто́ве полипептидной цепи чередуются жесткие структуры (**плоские пептидные группы**) с относительно подвижными участками (**-CHR**), которые способны вращаться вокруг связей.

Такие особенности полипептидной цепи влияют на укладку ее в пространстве.



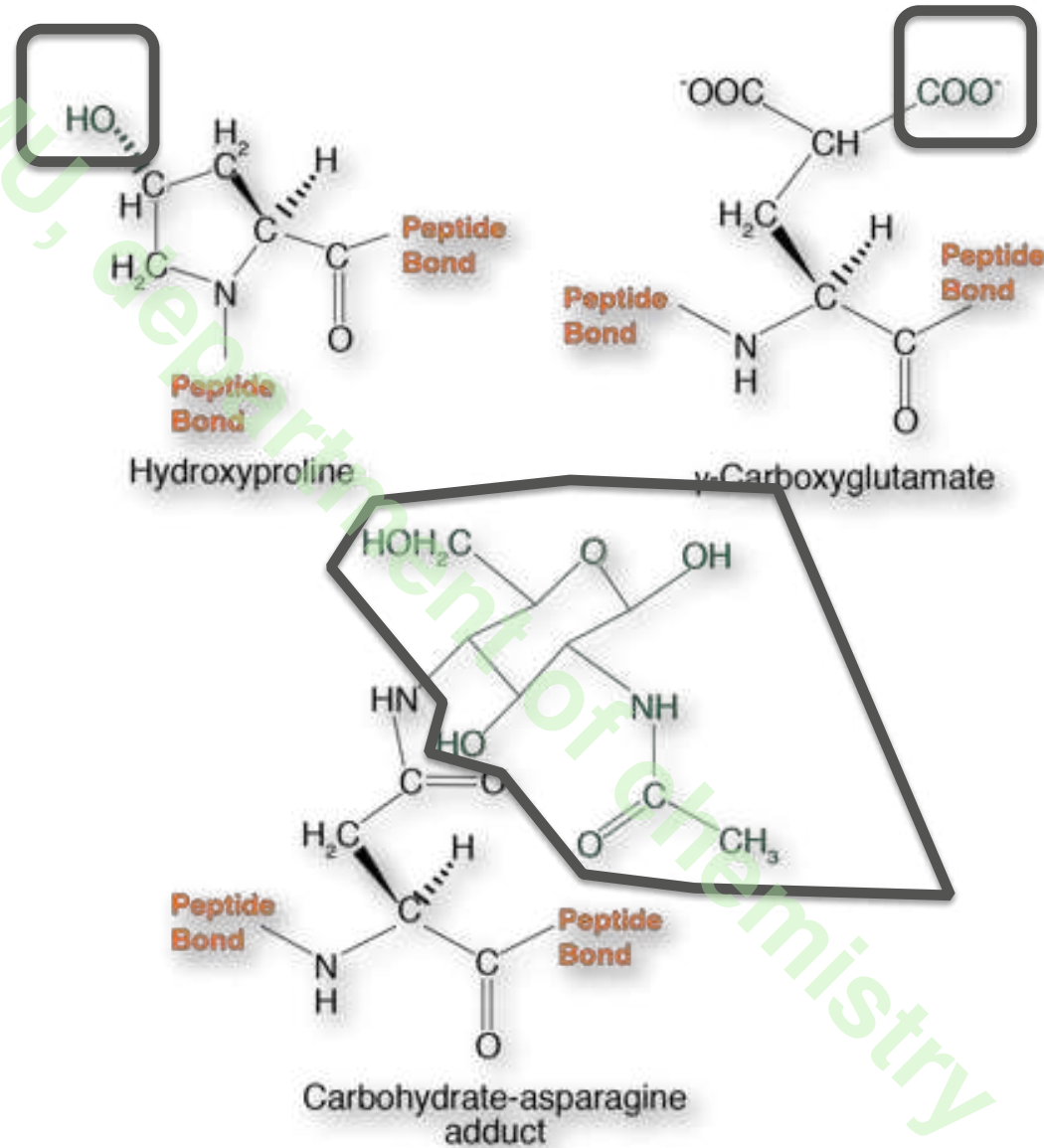
Расшифровка первичной структуры белка

- Фредерик Сэнгер, 1953г. – аминокислотная последовательность инсулина, потребовалось шесть лет.
- секвенирование
- анализ нуклеотидной последовательности
- сопоставление первичных структур нормального и аномального белков позволяют раскрыть основы патологических процессов, включая широко распространенные генетически детерминированные заболевания.

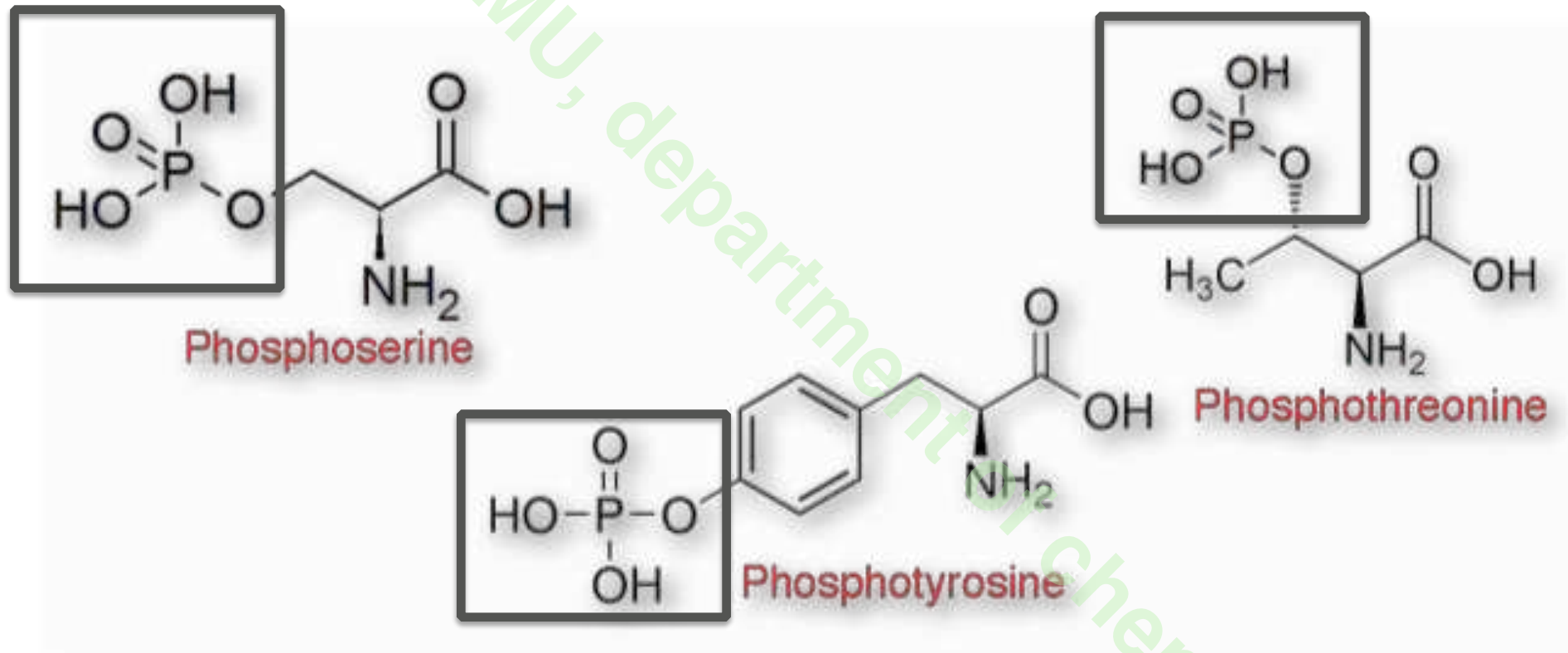
Модификация аминокислот по боковому радикалу

Модификация аминокислот по боковому радикалу

Увеличение
разнообразия физико-химических свойств как
индивидуальных
аминокислот, так и
аминокислотных
остатков в составе
белковой молекулы



Фосфорилирование боковых радикалов аминокислот



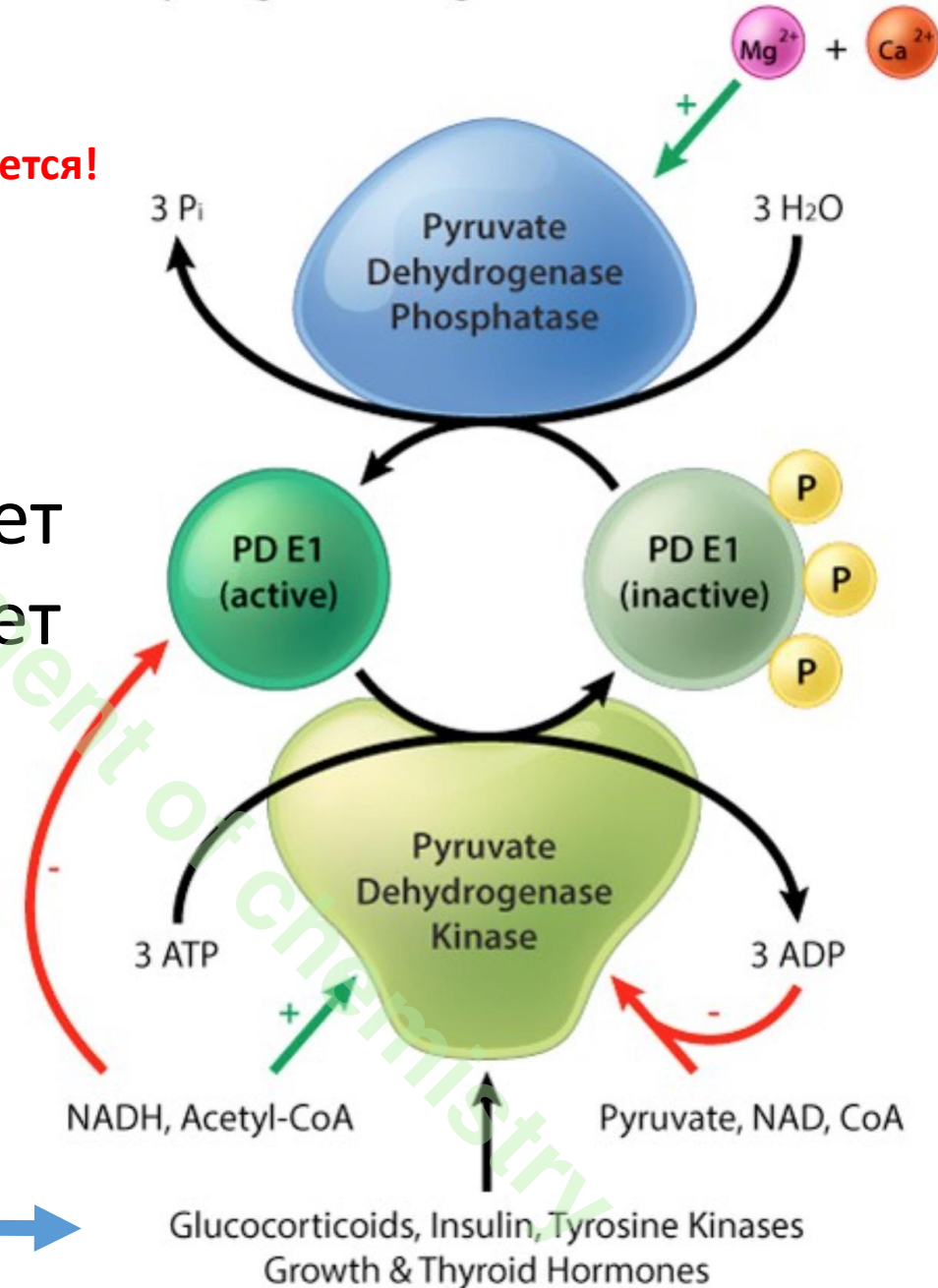
Фосфорилирование и дефосфорилирование аминокислотных остатков – способ изменения биологической активности белковой молекулы

Pyruvate Dehydrogenase Regulation

Фосфорилированием и дефосфорилированием изменение свойств белковой молекулы не заканчивается!

PD = пируватдегидрогеназа
Фосфорилирование инактивирует
Дефосфорилирование активирует

Эти гормоны инактивируют PD
(Активация киназы через аденилатциклазный механизм)



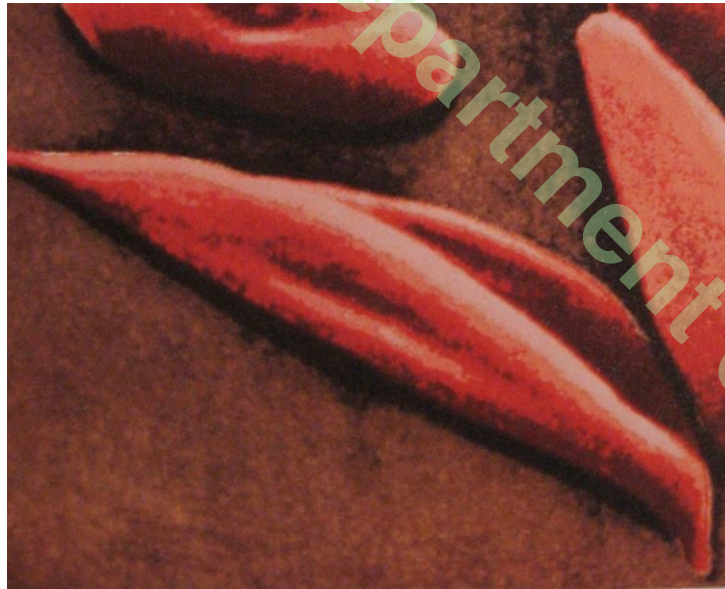
Активация фосфатазы

Серповидно-клеточная анемия как пример изменения первичной структуры белка

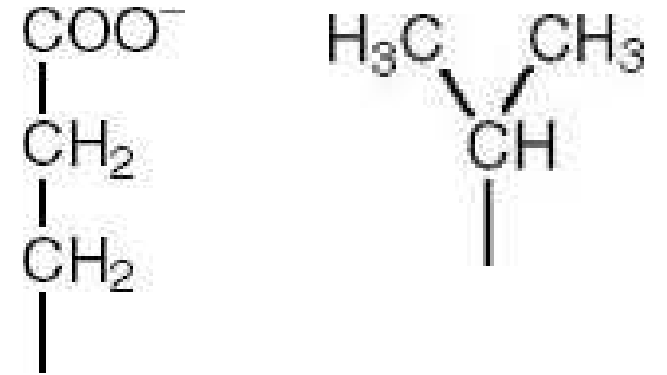
точечная мутация - замена Glu на Val – появление аномального гемоглобина, не способного связывать кислород – кислородная недостаточность.



нормальные эритроциты

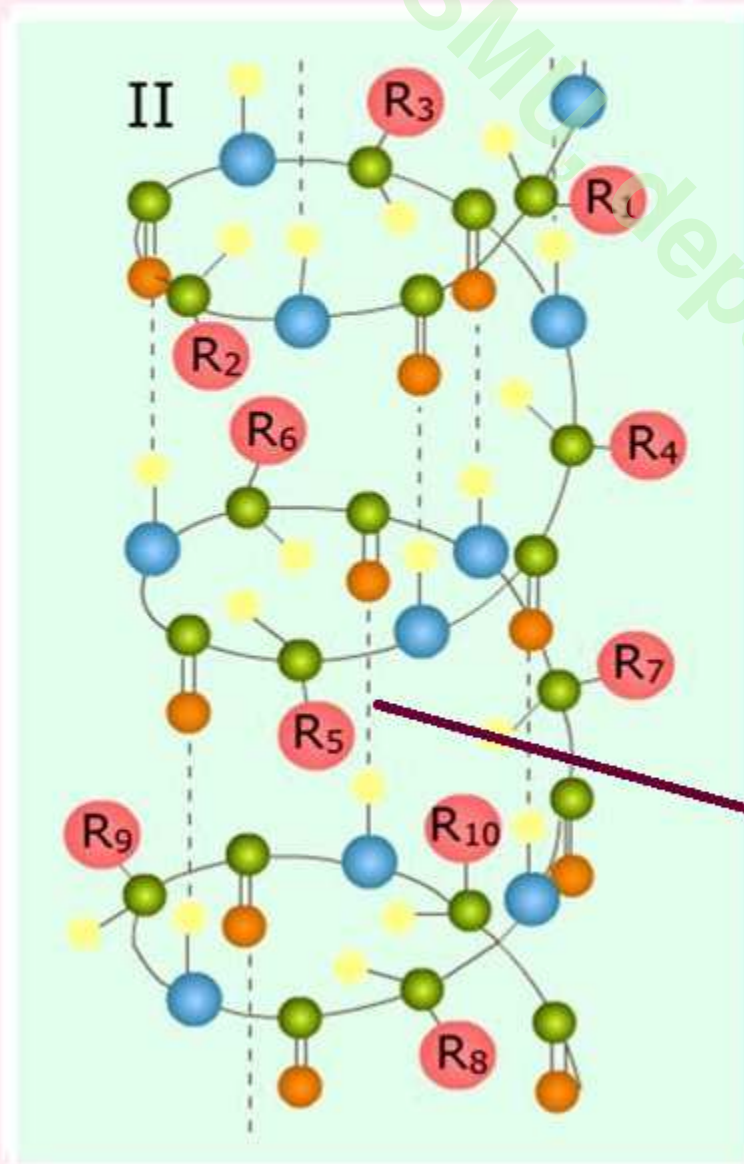


серповидные эритроциты



R глутамата несет отрицательный заряд ($-\text{COO}^-$), который взаимодействует с другими заряженными группами и важен для определения общей формы молекулы гемоглобина. R-группа валина не имеет заряда и поэтому не может принимать участие в таких взаимодействиях.

Вторичная структура белка



Возникает в результате образования **водородных связей** между C=O и NH группами разных аминокислот

Водородная связь

Вторичная структура белка

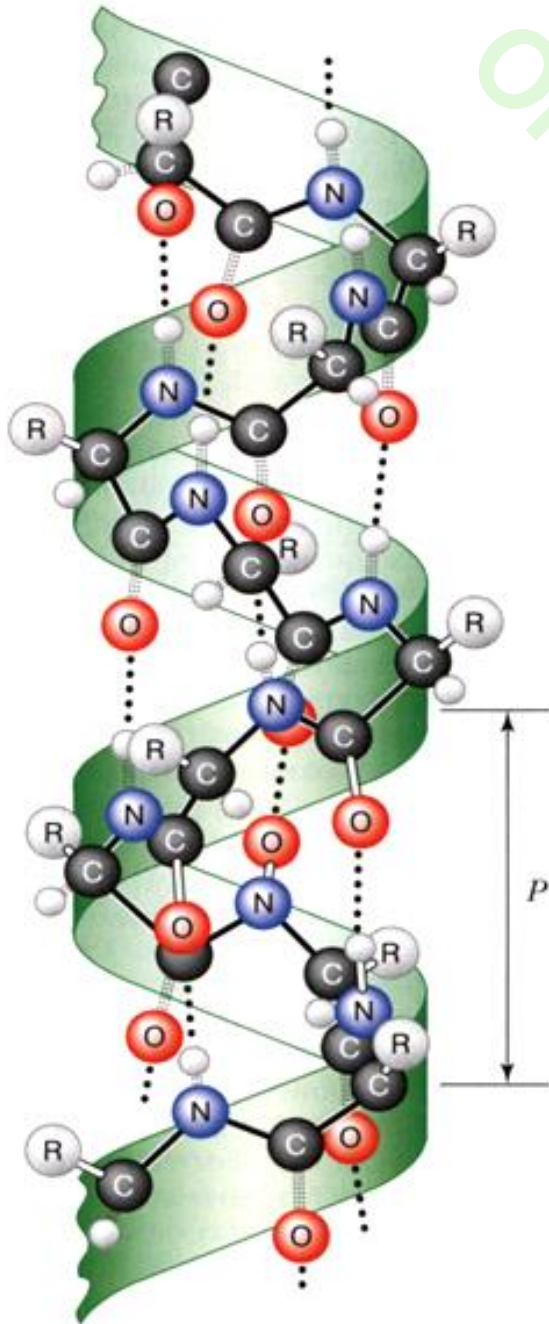
Вторичная структура может быть регулярной и нерегулярной. В складчатой структуре. В α -спирали NH-группа одного аминокислотного остатка взаимодействует с C=O группой (O=C) другого аминокислотного остатка.

На один виток α -спирали с диаметром 10.1 Å приходится 3,6 аминокислотных остатков.

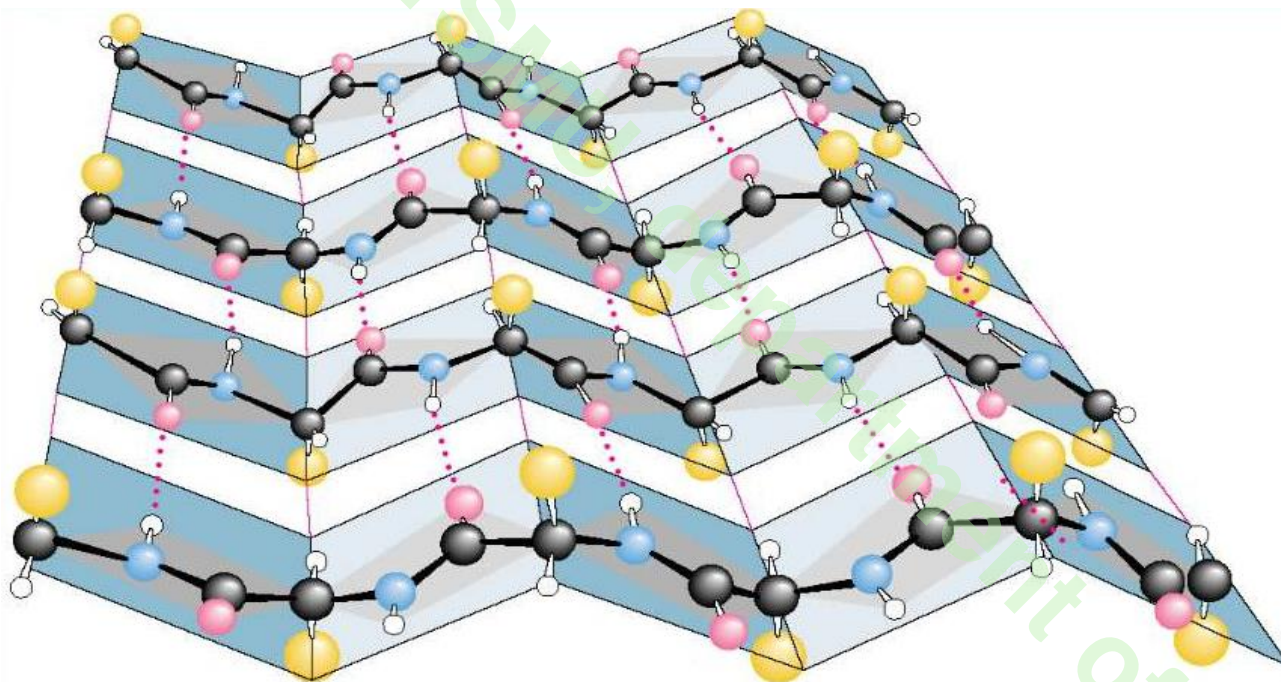
Период идентичности регулярной α -спирали – 18 аминокислот (5 витков). Нарушителем регулярной α -спирали в первую очередь является пролин. Второе по значению влияние оказывают одинаково заряженные, рядом расположенные радикалы.

α -спираль вторичной структуры полипептида

В α -спирали NH-группа одного остатка аминокислоты соединяется водородной связью с CO-группой пятого от нее остатка. В итоге образуется спираль, где на 1 виток приходится в среднем 3,6 аминокислотных остатков, шаг спирали равен 0,54 нм, диаметр спирали - 0,5 нм. Водородные связи ориентированы вдоль оси спирали



β -складчатый слой вторичной структуры полипептида



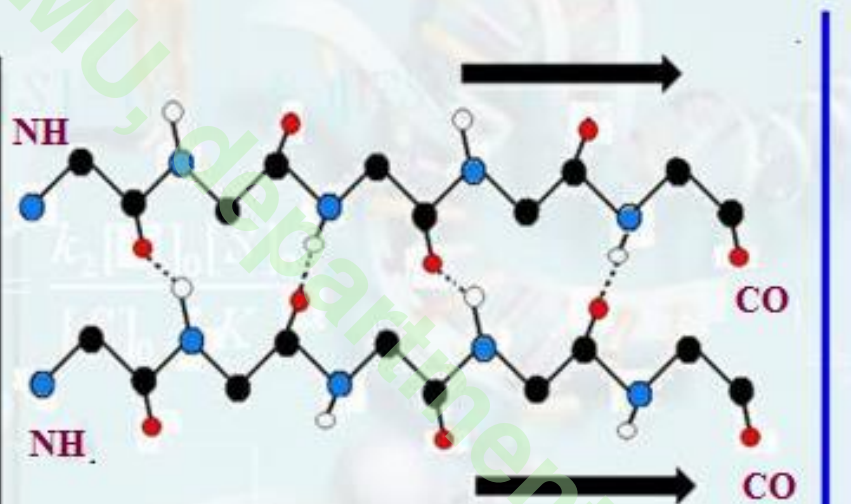
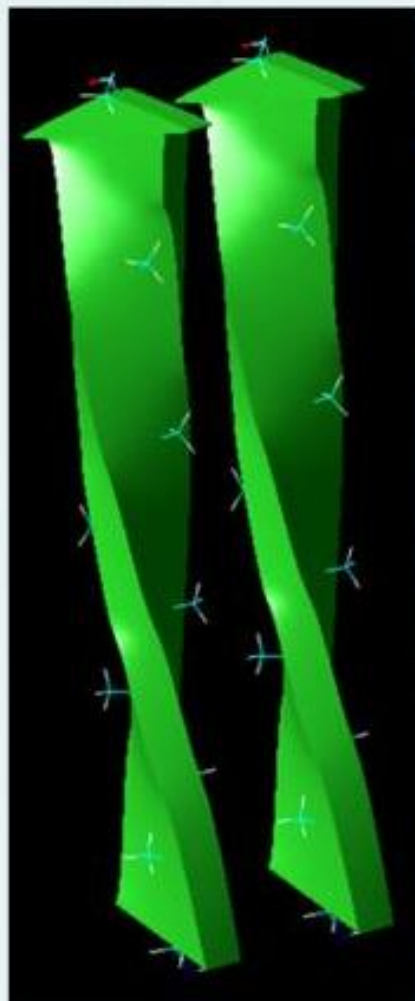
В случае β -структуры, или структуры складчатого листа, полипептидные цепи растянуты, уложены параллельно друг другу и связаны между собой водородными связями.

Остов цепи не лежит в одной плоскости, а вследствие небольших изгибов при α -углеродных атомах образует слегка волнистый слой. Боковые группы располагаются перпендикулярно плоскости слоя.

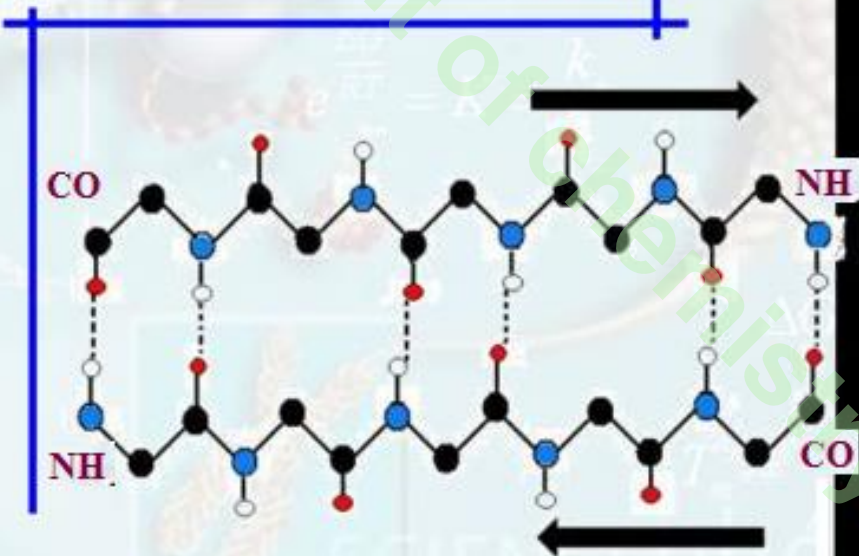
Вторичная структура белков:

β -листы

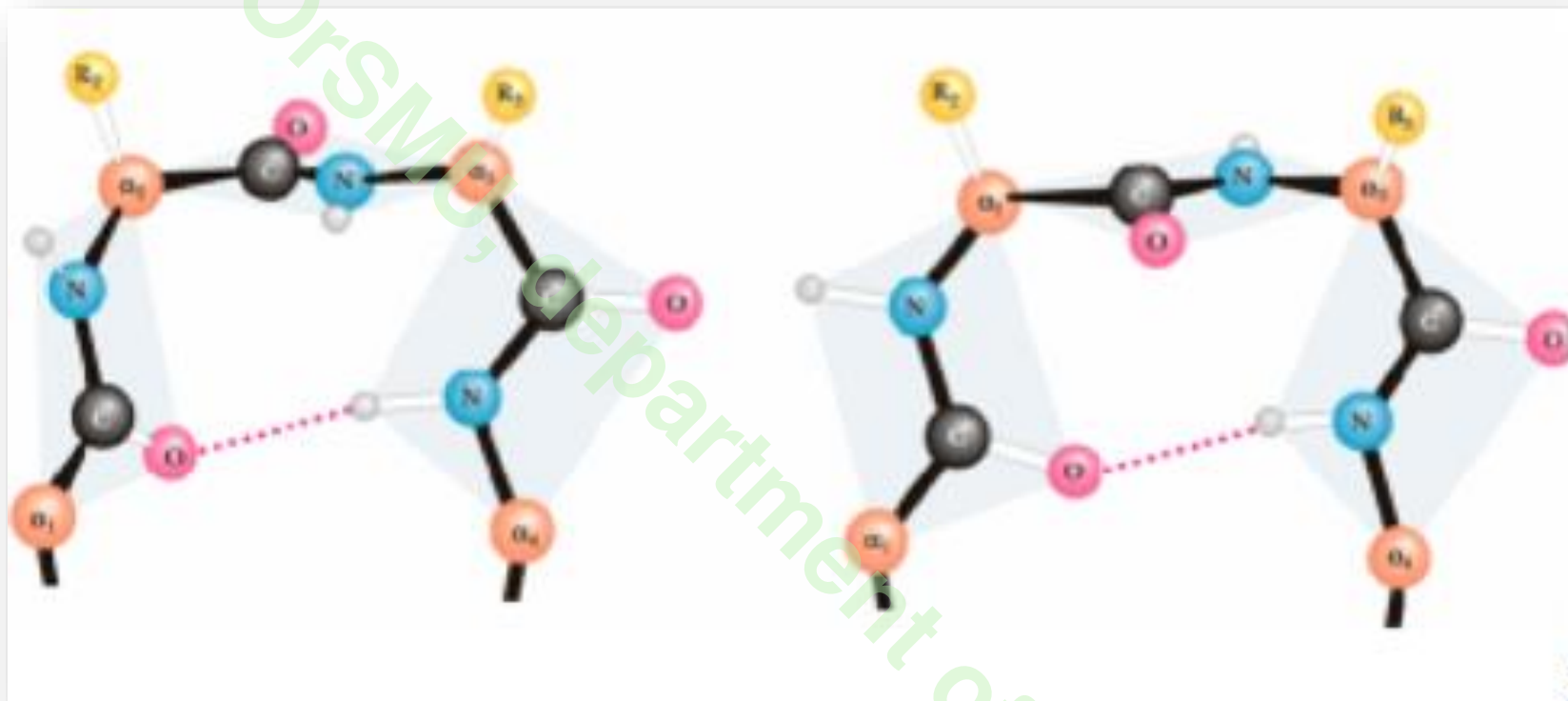
параллельные



антипараллельные



β-изгиб



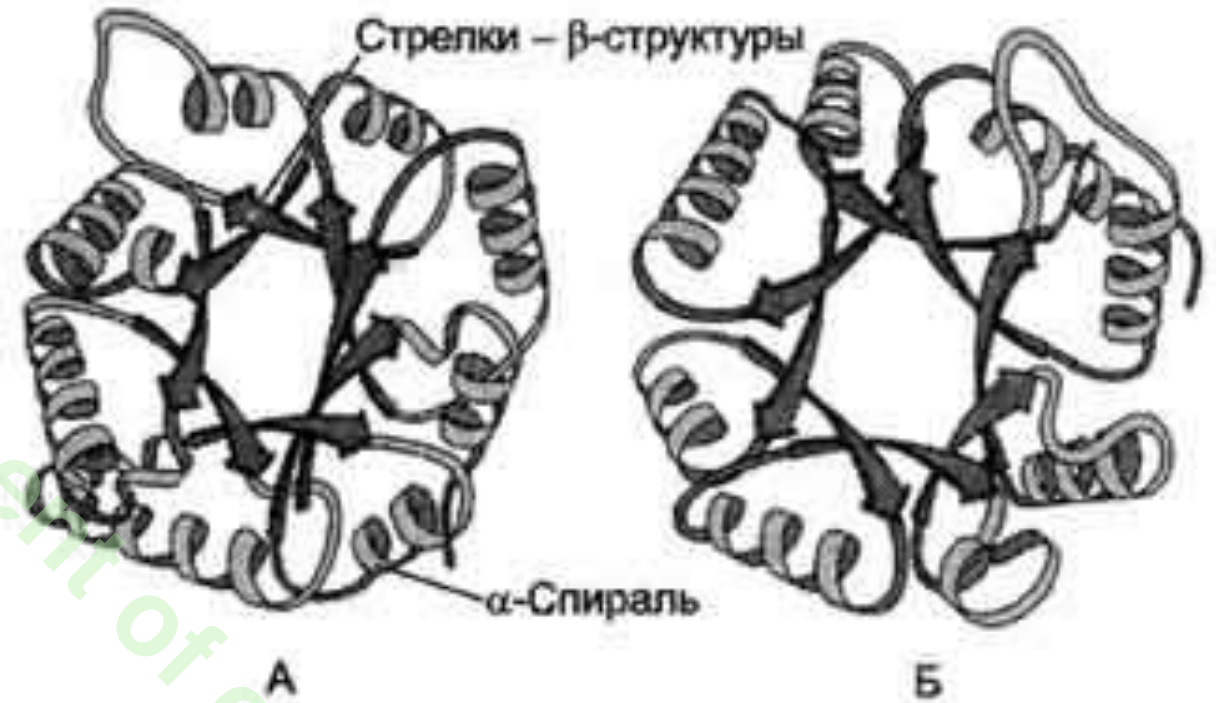
Частный случай β -структуры - β -изгиб, обеспечивающий поворот пептидной цепи на угол около 180° на протяжении отрезка, содержащего 4 аминокислотных остатка: 1-й и 4-й остатки соединены водородной связью.

Супервторичная структура белка

Пространственная структура каждого белка индивидуальна и определяется его первичной структурой.

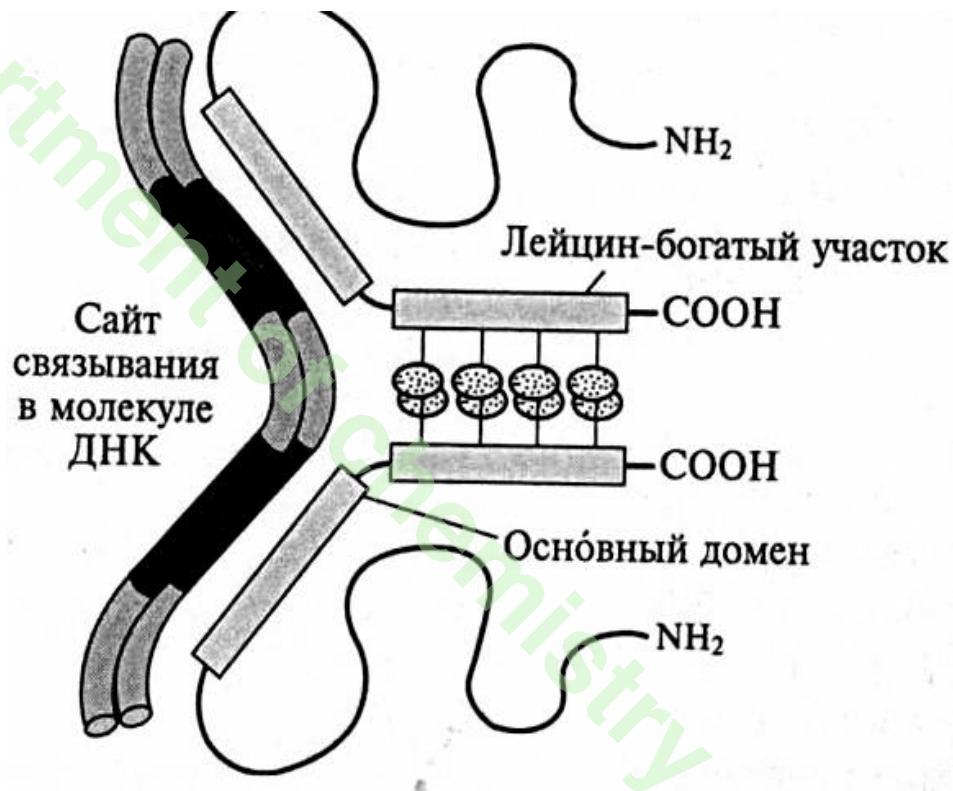
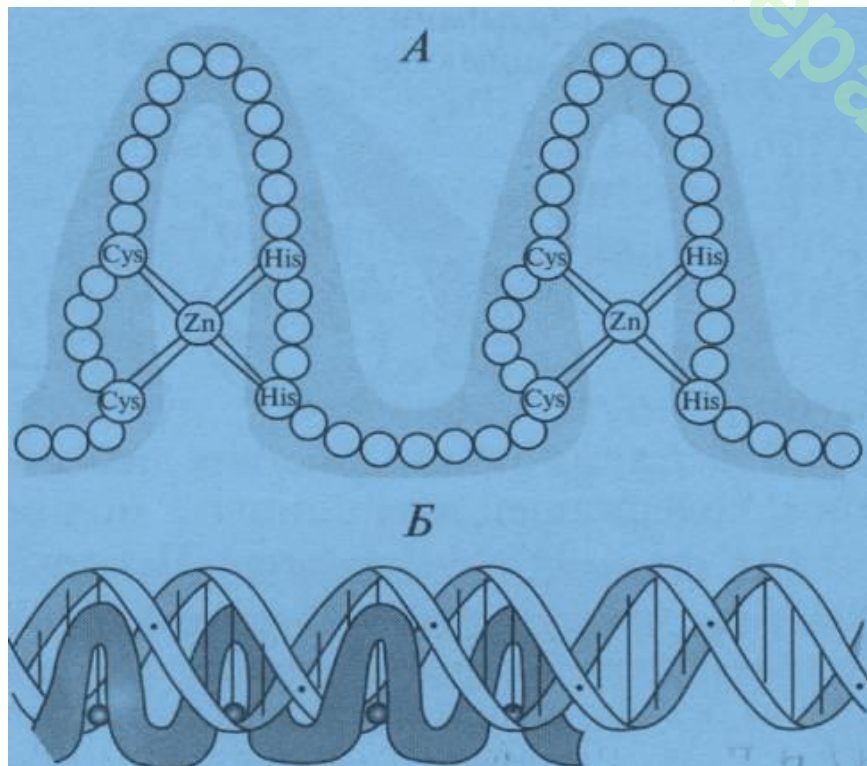
Однако сравнение конформаций разных по структуре и функциям белков выявило наличие у них похожих сочетаний элементов вторичной структуры.

Такой специфический порядок формирования вторичных структур называют супервторичной структурой белков. Супервторичная структура формируется за счёт межрадикальных взаимодействий.



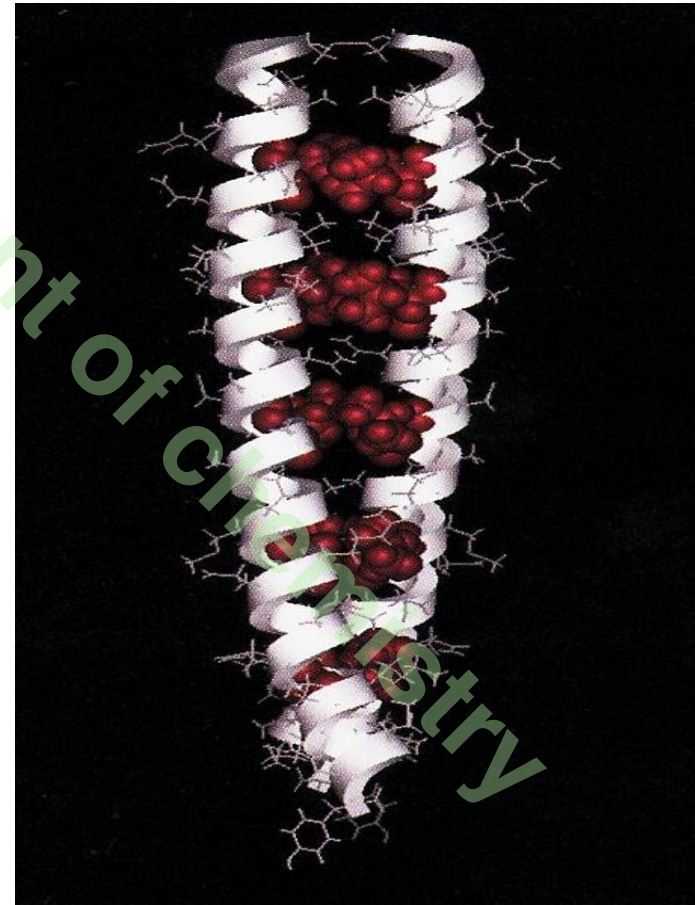
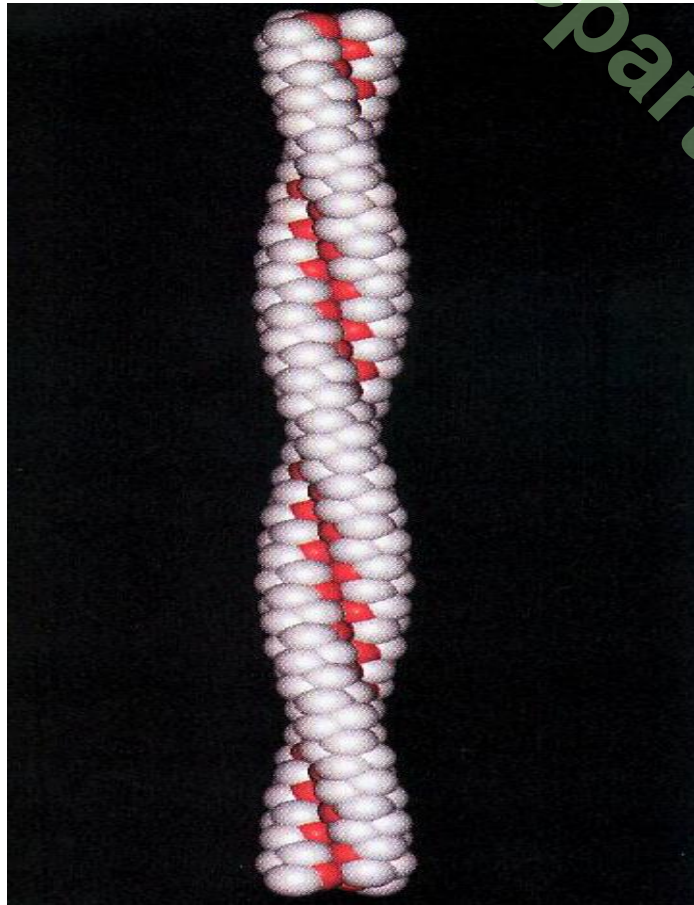
Супервторичная структура в виде α/β -бочонка. А - триозофосфатизомераза; Б - домен пируваткиназы.

А – мотив суперструктуры белка «лейциновая застежка-молния» - между α -спиральными участками двух белков;
Б – взаимодействие ДНК и белка, содержащего мотив «лейциновая застежка»;



Третичная структура белка

Определение: третичная структура белка – это пространственная конформация полипептида, имеющего вторичную структуру, и обусловленная взаимодействиями между радикалами.



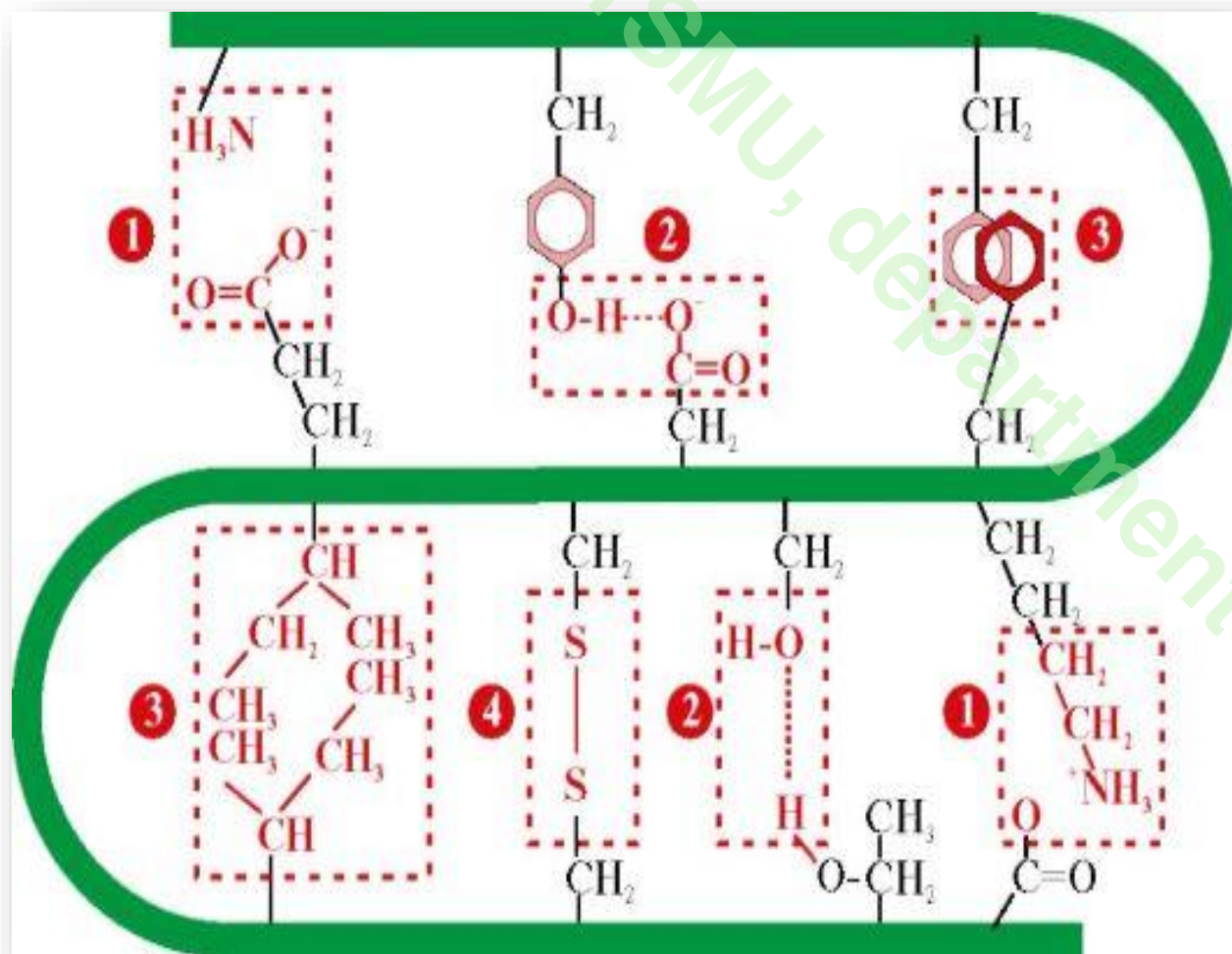
Третичная структура белка

Третичная структура белка – это трехмерная пространственная структура, образуемая за счет взаимодействия между радикалами аминокислот, находящимися на значительном расстоянии друг от друга.

полипептид в конформации либо α -спирали, либо β -структуры или бесструктурного клубка, укладывается в пространстве, образуя конформацию белковой глобулы.

При укладке полипептидная цепь стремится принять энергетически наиболее выгодную форму

При этом гидрофобные радикалы аминокислот стремятся к объединению внутри глобулы у белков растворимых в воде; между ними возникают гидрофобные и вандерваальсовы взаимодействия. В результате внутри глобулы образуется гидрофобное ядро.



Типы связей, возникающих между радикалами аминокислот при формировании третичной структуры белка

1 - **ионная связь** - возникает между положительно и отрицательно заряженными функциональными группами;

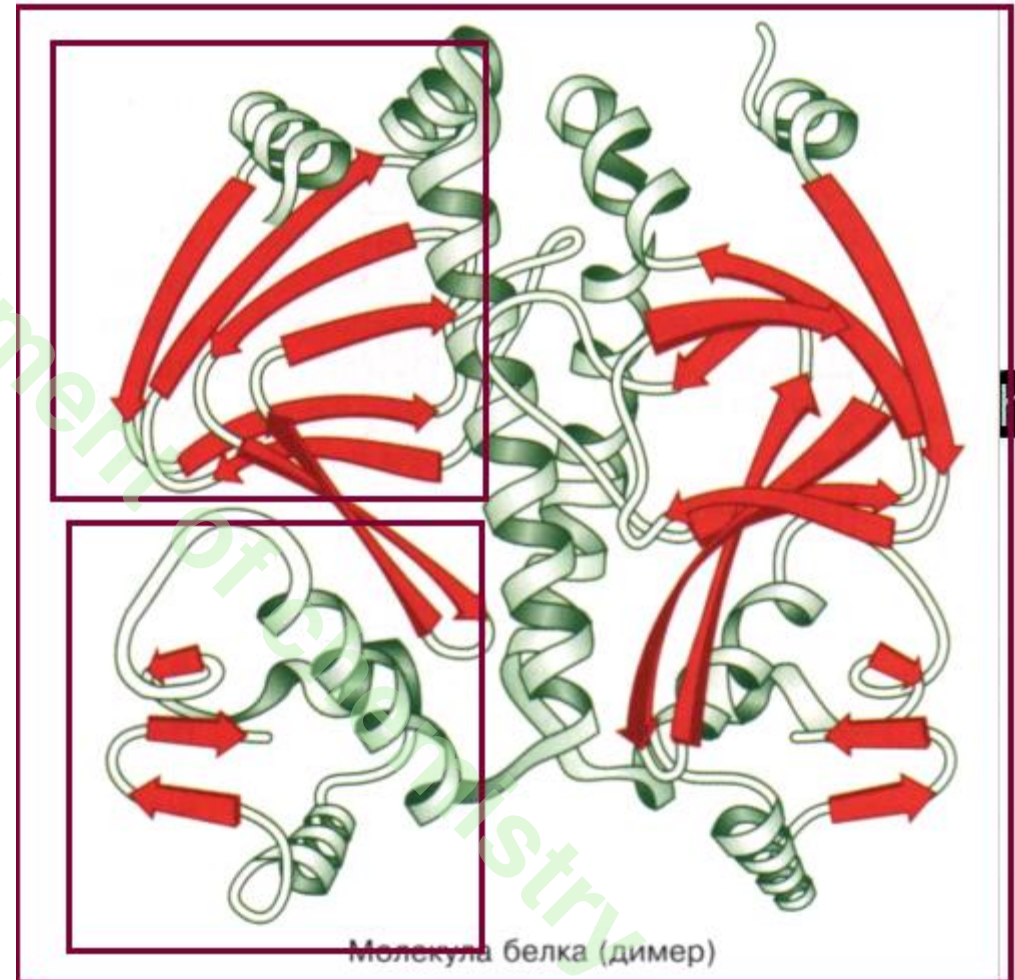
2 - **водородная связь** - возникает между гидрофильной незаряженной и любой другой гидрофильной группой;

3 - **гидрофобные взаимодействия** - возникают между гидрофобными радикалами;

4 - **дисульфидная связь** - формируется за счет окисления SH-групп остатков цистеина и их взаимодействия друг с другом

Домён

Домён белка — элемент третичной структуры **белка**, представляющий собой достаточно стабильную и независимую подструктуру **белка**, чей фолдинг проходит независимо от остальных частей. В состав **домена** обычно входит несколько элементов вторичной структуры.



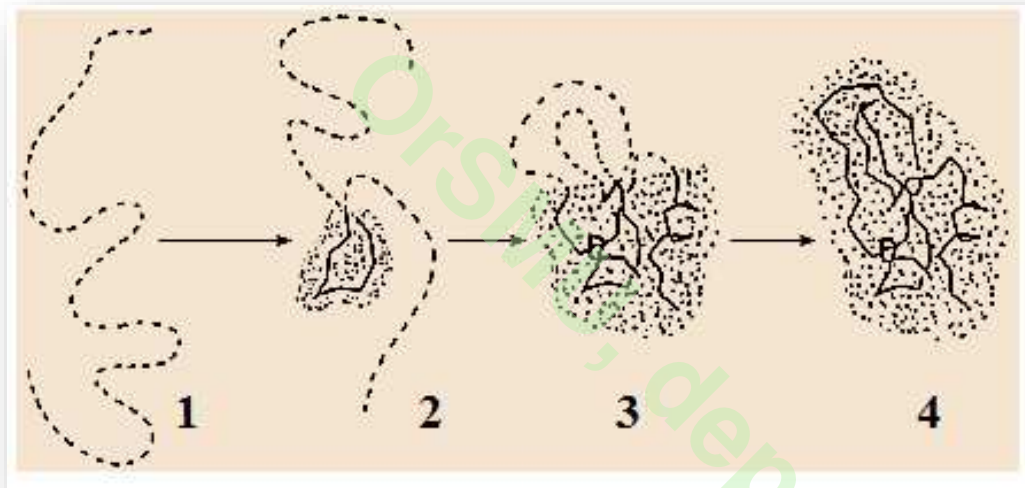
Фолдинг белка

Первичная структура белка формируется в результате трансляции белка.

Пептидная цепь претерпевает пространственные изменения, приводящие к ее сворачиванию в правильную трехмерную структуру.

Этот процесс называется фолдингом.

Фолдинг включает процессы образования вторичной, третичной и четвертичной структур белка.



Стадии фолдинга

1. Случайный белок – пептидная цепь в первичной структуре свернута в **рыхлый клубок**. Все связи между аминокислотными остатками (кроме пептидной) отсутствуют.

3. Расплавленная глобула – вторичная структура сформирована; начинается сжатие цепи в компактную глобулу за счет взаимодействий между радикалами, жесткой третичной структуры еще нет.

2. Предшественник расплавленной глобулы – происходит формирование неполной вторичной структуры, за счет взаимодействия всех функционально активных групп аминокислот, кроме радикалов. Цепь принимает определенную пространственную структуру, но частично развернута.

4. Нативный белок – связи в расплавленной глобуле установились: радикалы образовали максимально возможное количество связей: белок находит оптимально выгодную структуру.

- Крупные молекулы белков с большим молекулярным весом и сложной структурой в процессе фолдинга в условиях высокой концентрации белков в клетке могут взаимодействовать друг с другом, за счет своих реакционноспособных радикалов.
- Гидрофобные радикалы на поверхности молекул склонны к объединению (агрегации), что нарушает ход их правильного фолдинга. Поэтому на время фолдинга реакционноспособные аминокислотные остатки одних белков должны быть отделены от аминокислотных остатков других белков.
- Эту функцию выполняют **вспомогательные белки**. Они связываются с белками, находящимися в неустойчивом, склонном к агрегации, состоянии, стабилизируют их конформацию и обеспечивают их «правильный» фолдинг.
- Такие белки называются **факторами фолдинга** и делятся на две группы: **фолдазы и шапероны**.

Фолдазы или ферменты фолдинга – это белки с каталитической функцией и требуются в концентрациях значительно меньших, чем катализируемые ими белки. Известно два вида фолдаз: ПДИ и ППИ.

ПДИ (протеиндисульфидизомераза) катализирует перемещение (разрыв одних и образование других) дисульфидных связей белка. Без этого фермента любая, образующаяся -S-S- связь, фиксировалась бы случайно, что с большой долей вероятности, проводило бы к образованию неправильных конформаций.

ППИ (пептидилпролизомераза) обеспечивает «правильный» фолдинг белка, содержащего пролин.

- В фолдинге участвуют **белки-шапероны**.
- Большинство только что синтезированных белков может сворачиваться при отсутствии **шаперонов**
- **Шапероны** — класс белков, главная функция которых состоит в восстановлении **правильной третичной структуры** повреждённых белков, а также образование и диссоциация белковых комплексов.



Шапероны (от франц. *shaperon* - няня) – белки с различными механизмами действия; они требуются в количествах, близких к количеству белков, фолдинг которых они обеспечивают. Кроме того, шапероны не входят в состав конечных продуктов фолдинга. В соответствии с молекулярной массой шапероны делятся на 6 групп:

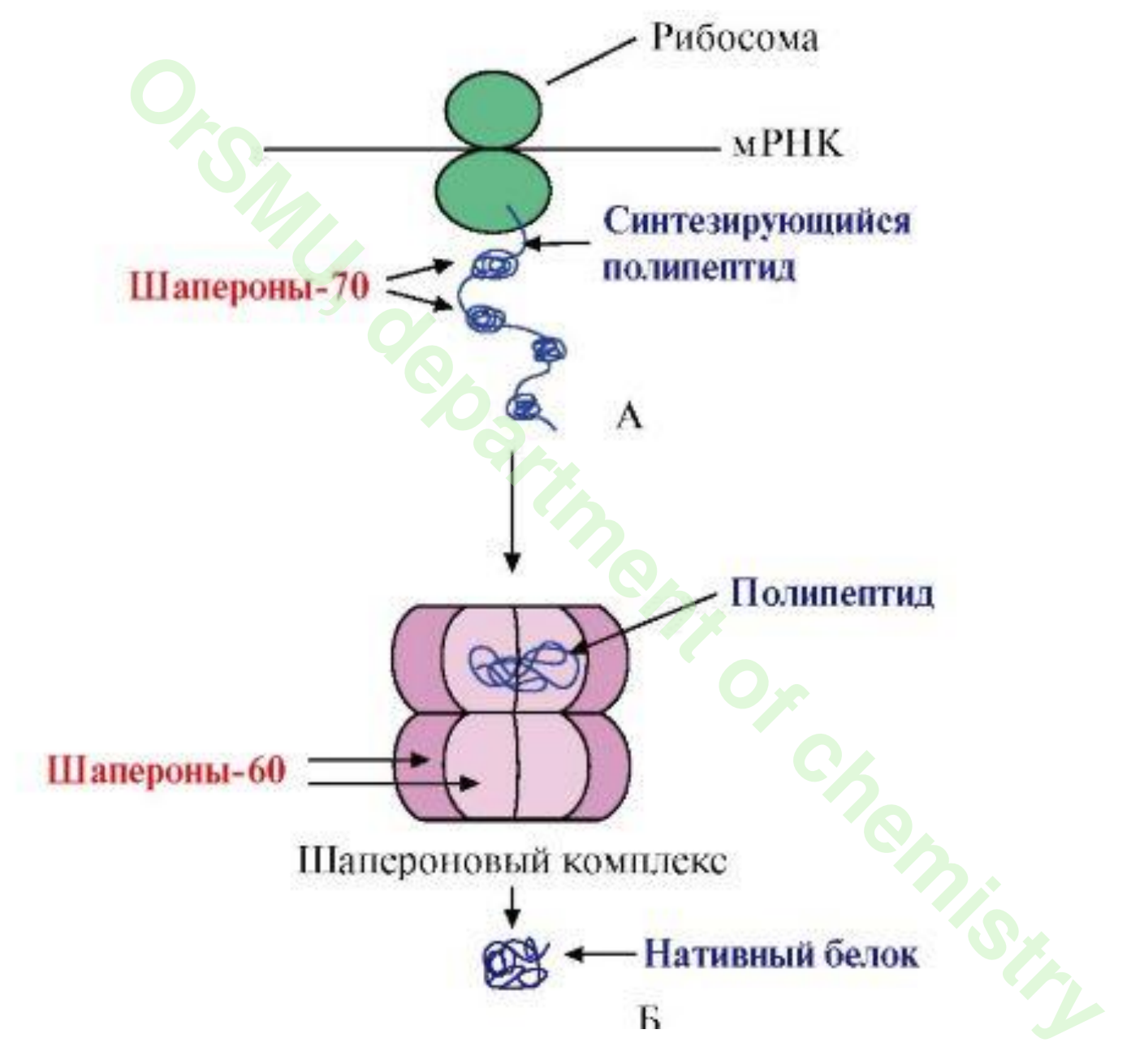
- **Высокомолекулярные шапероны** от 100 до 110 кДа;
- **Ш-90** - молекулярная масса от 83-90 кДа;
- **Ш-70** - молекулярная масса от 66-70 кДа;
- **Ш-60** - молекулярная масса от 60 кДа;
- **Ш-40** - молекулярная масса от 40 кДа;
- **Низкомолекулярные шапероны** от 15 до 30 кДа.

Шапероны делятся на:

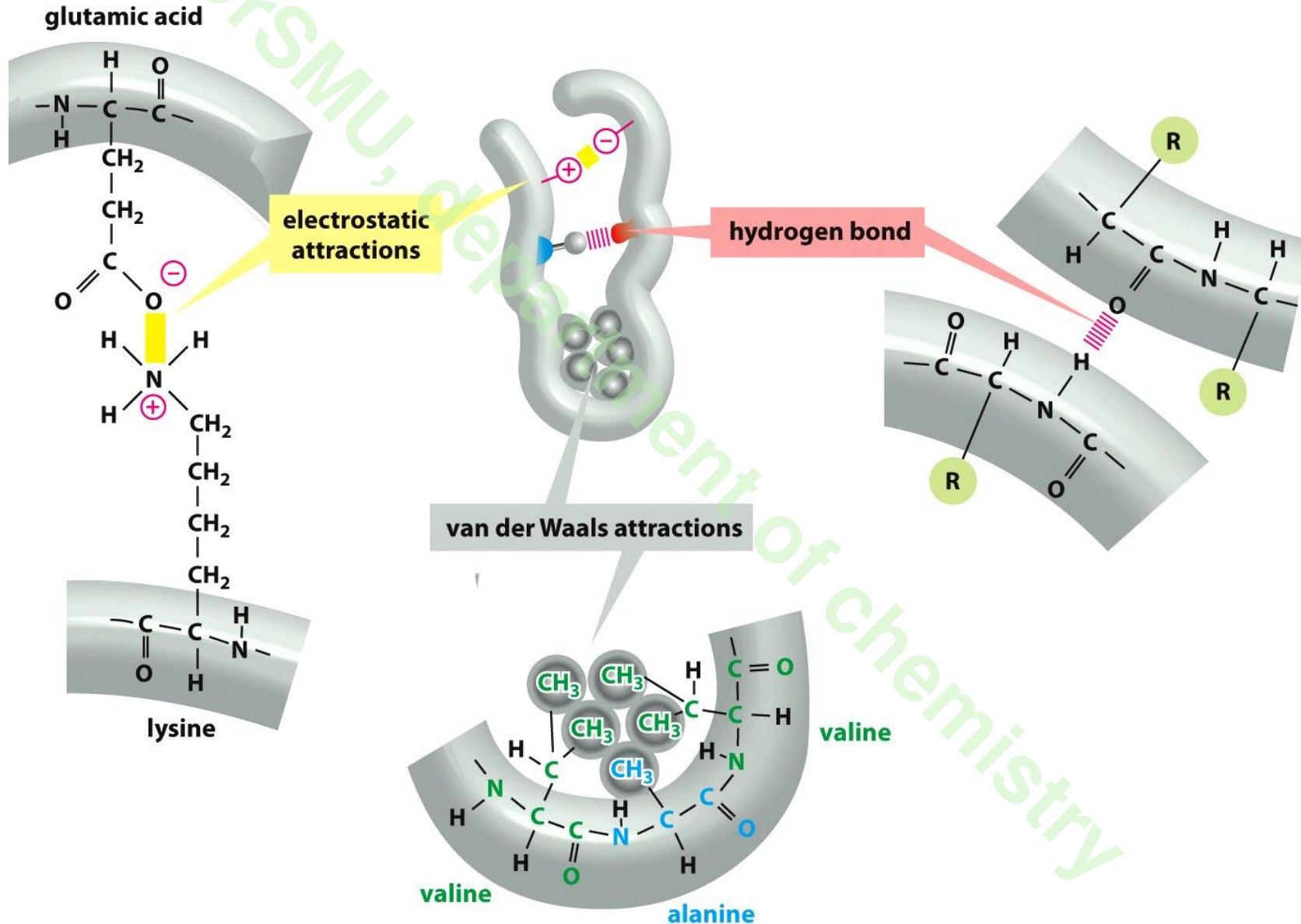
Конститутивные - синтез таких шаперонов не зависит от стрессовых воздействий на организм;

Индукцибельные - их синтез в обычных условиях идет с низкой скоростью; при наличии стрессовых условий - резко увеличивается.

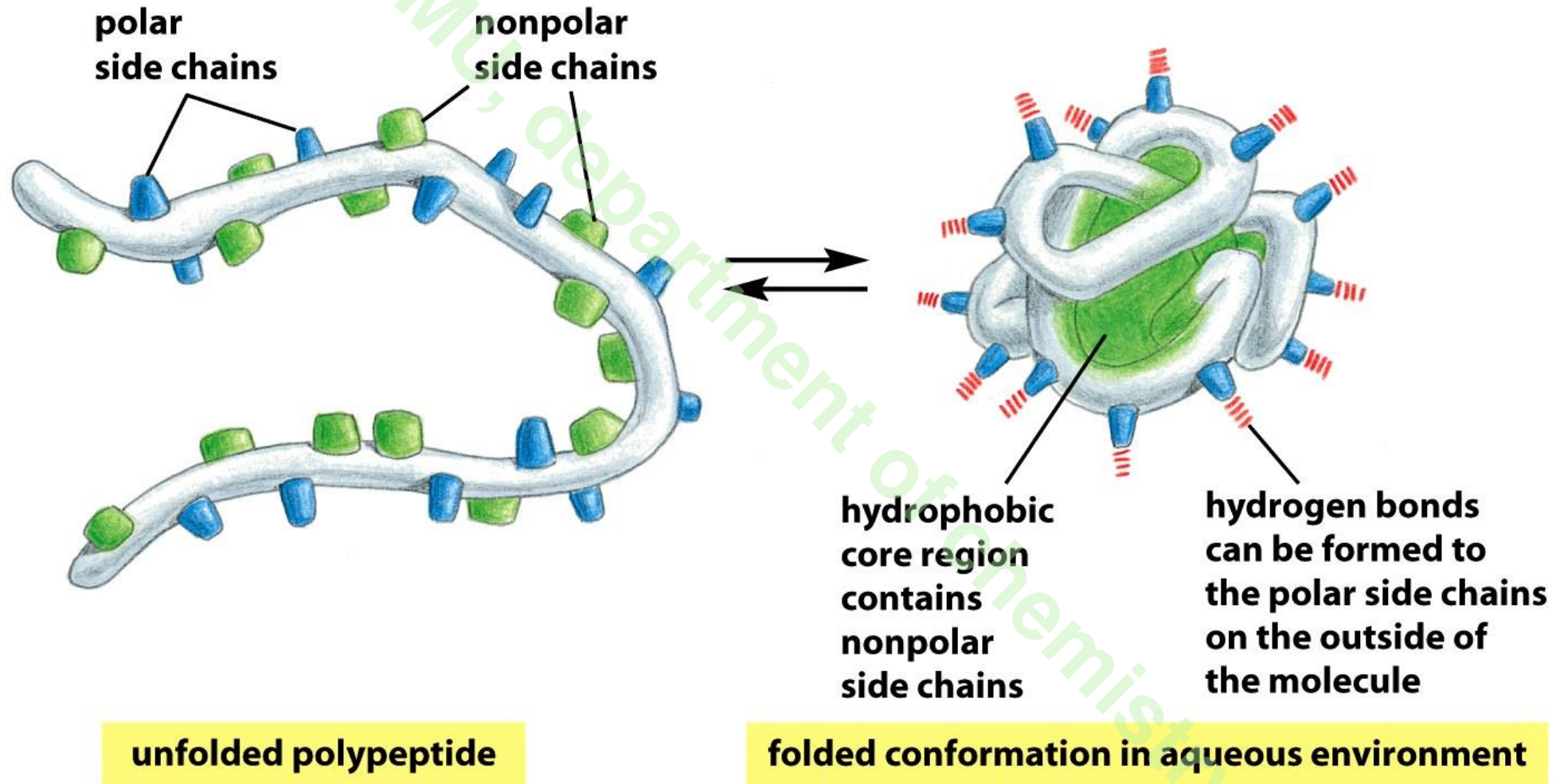
Индукцибельные шапероны относят к **«белкам теплового шока»**; их синтез резко возрастает практически во всех клетках при любых стрессовых влияниях. Название «белки теплового шока» возникло в результате того, что впервые эти были обнаружены в клетках микроорганизмов при воздействии высокими температурами.



В сворачивании (фолдинге) задействованы 3 типа нековалентных взаимодействий



Гидрофобные взаимодействия способствуют укладке белков в компактные конформации

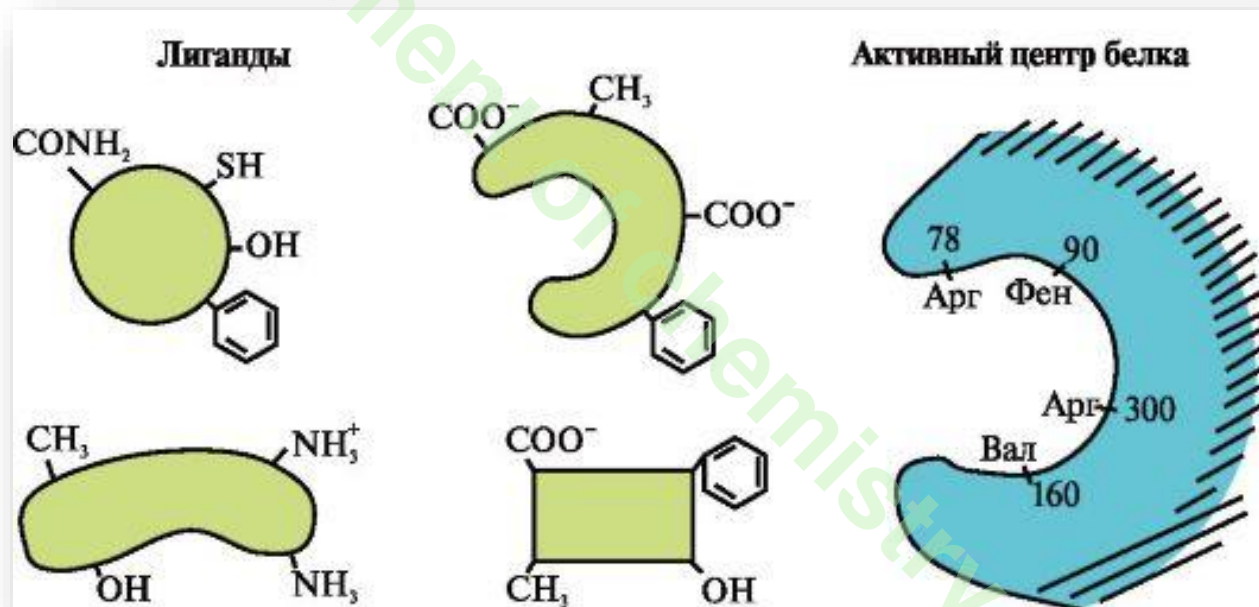


Лиганды

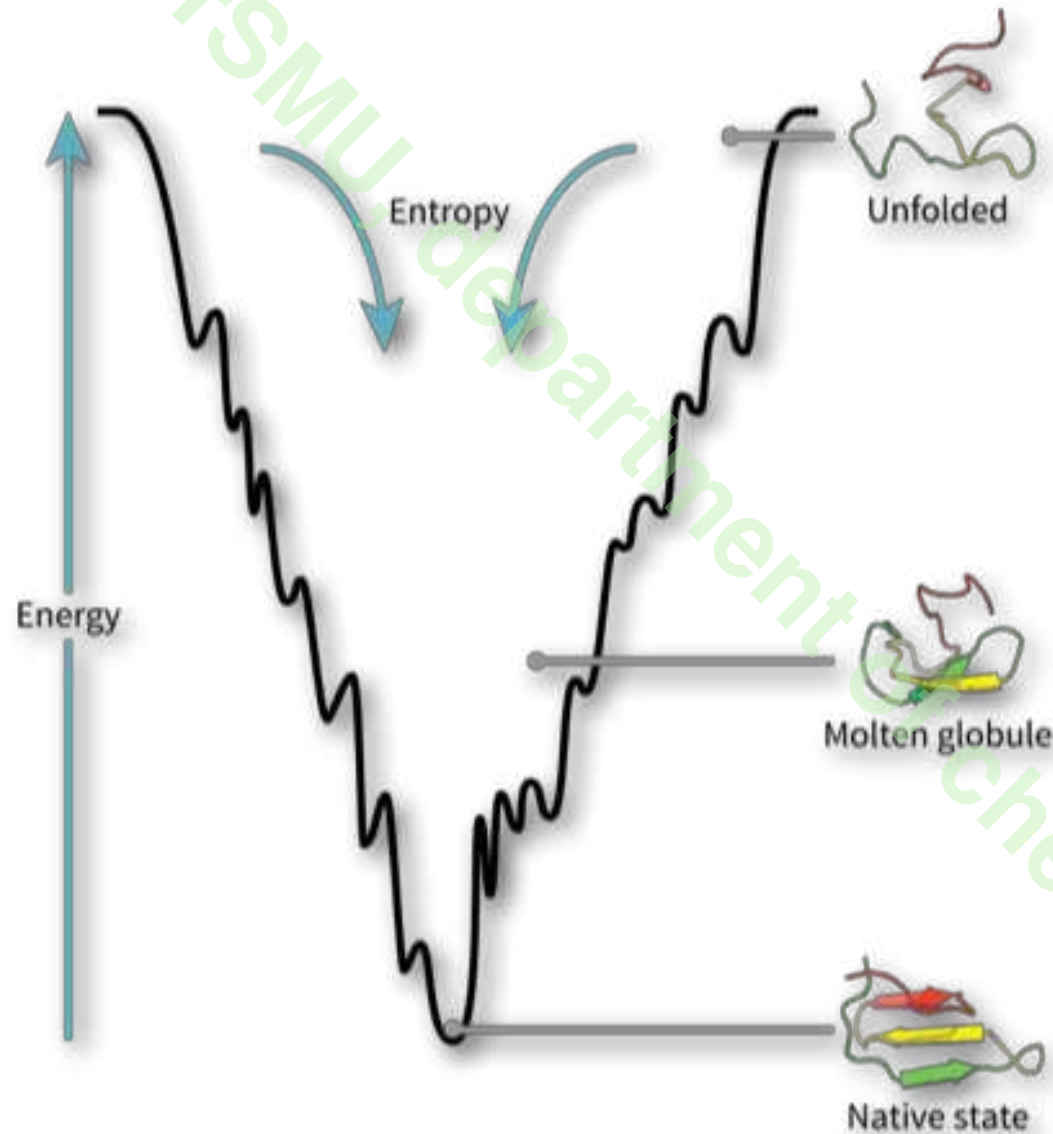
Для выполнения белком его специфических функций и придания ему активности необходимым условием является присоединение к нему другого вещества лиганда.

Лигандами могут быть как низкомолекулярные вещества, так и макромолекулы, в том числе и белок. Взаимодействие белка с лигандом специфично и определяется участком белковой молекулы, называемым активным центром или центром связывания белка с лигандом.

Лигандами могут быть неорганические (часто ионы металлов) и органические низкомолекулярные и высокомолекулярные вещества.



Энергетика при фолдинге



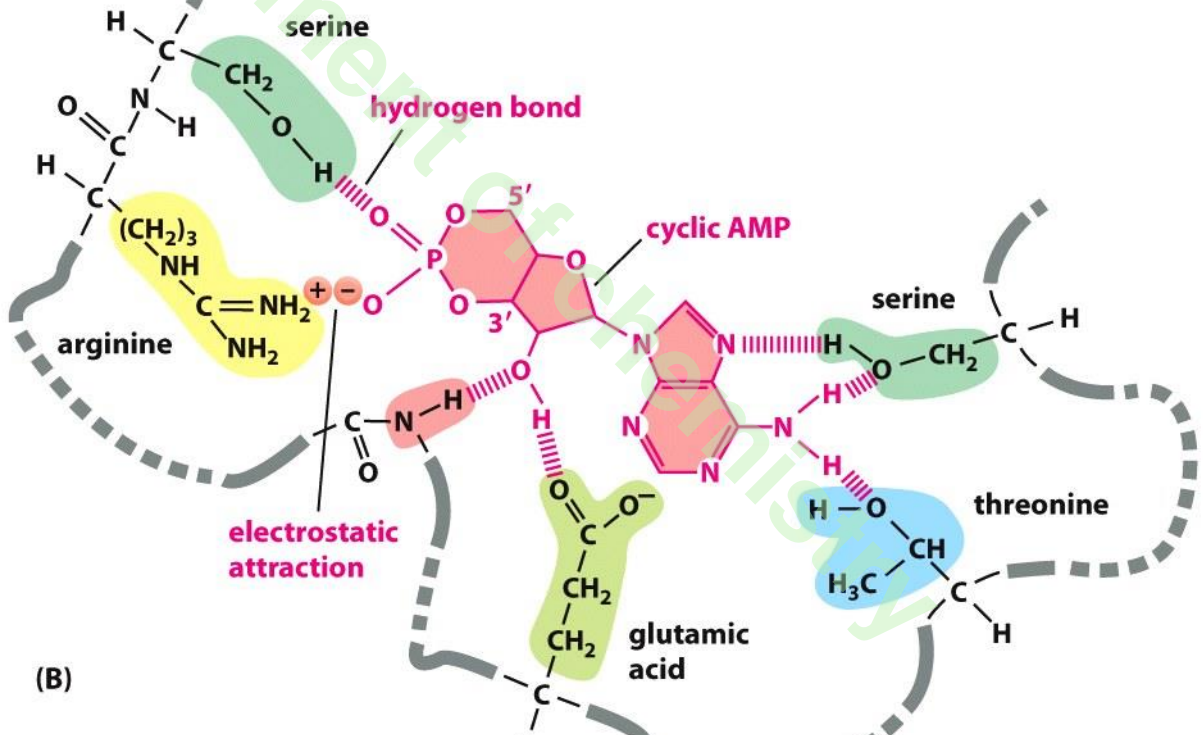
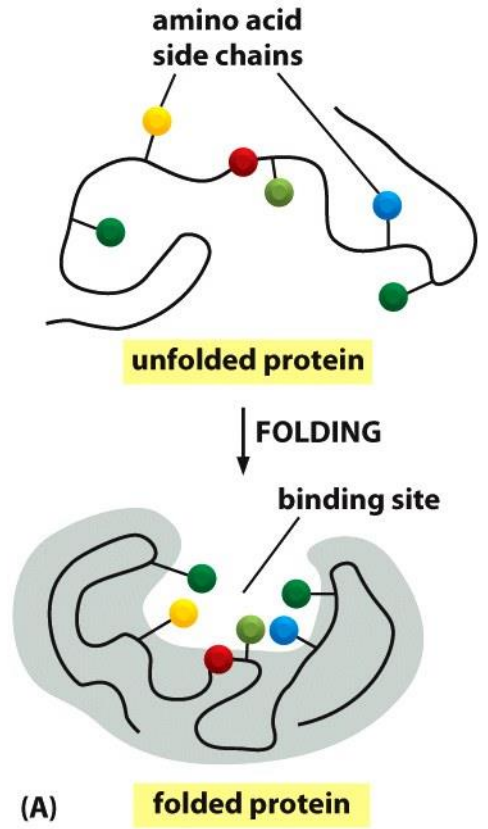
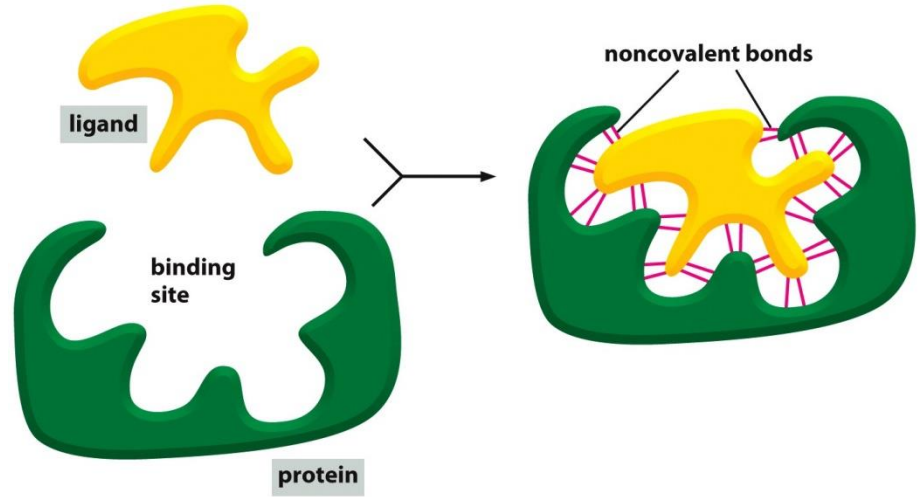
Активный центр – это участок молекулы белка, имеющий форму щели или узкого углубления – кармана; сформирован радикалами аминокислот, собранными на определенном пространстве в процессе фолдинга третичной структуры данного белка и способных комплиментарно связываться с лигандом.

Свойства активного центра зависят от **химических свойств** аминокислотных остатков в его составе и их точной **взаимной ориентации в пространстве**. Поэтому малейшие изменения в структуре белка приводят к изменению химических и физических свойств радикалов, нарушают структуру активного центра и связывание белка с лигандом.

Подобное наблюдается при денатурации, когда активный центр разрушается и утрачивается функциональная активность белка.

Наличие сайтов связывания позволяет белку взаимодействовать с лигандами избирательно

комплиментарность структуры активного центра белка структуре лиганда - пространственное и химическое соответствие взаимодействующих молекул. Лиганд должен пространственно совпадать с конформацией активного центра, затем между лигандом и радикалами активного центра возникают химические связи, удерживающие лиганд в активном центре.



Многие белки построены из 3 и более пептидных цепей, соединенных не ковалентными связями.

Для таких белков характерно образование **четвертичной структуры**.

Четвертичная структура белка - это способ укладки в пространстве нескольких полипептидных цепей, обладающих одинаковой или разной пространственной структурой и формирование единого в структурном и функциональном отношениях макромолекулярного образования.

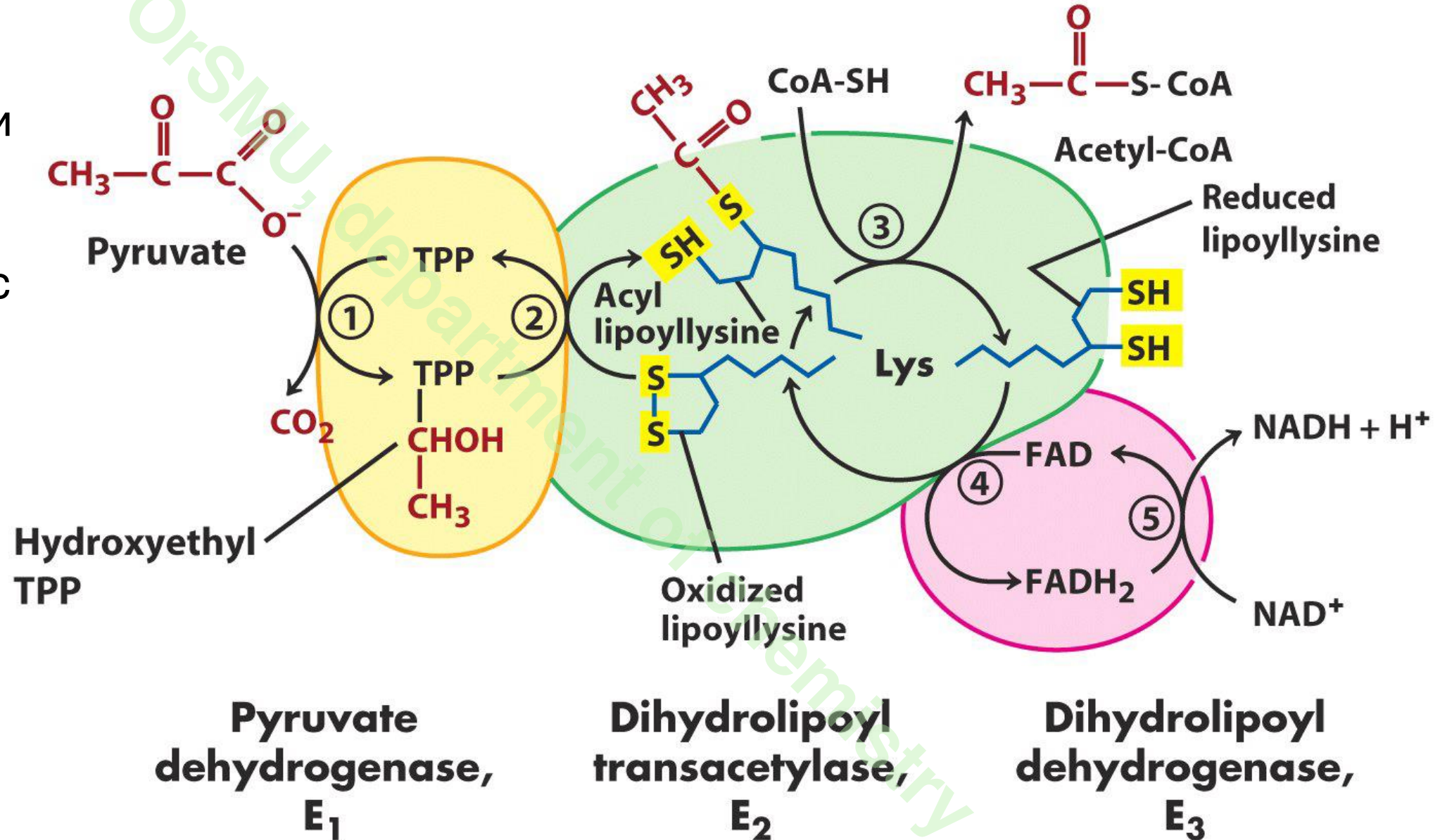
Четвертичная структура белка.



Белок крови гемоглобин состоит из 4 полипептидных цепей; каждая цепь называется **субъединицей** или **протомером**, само четвертичное образование – **мультимером**.

Пируватдегидрогеназный комплекс: общая схема

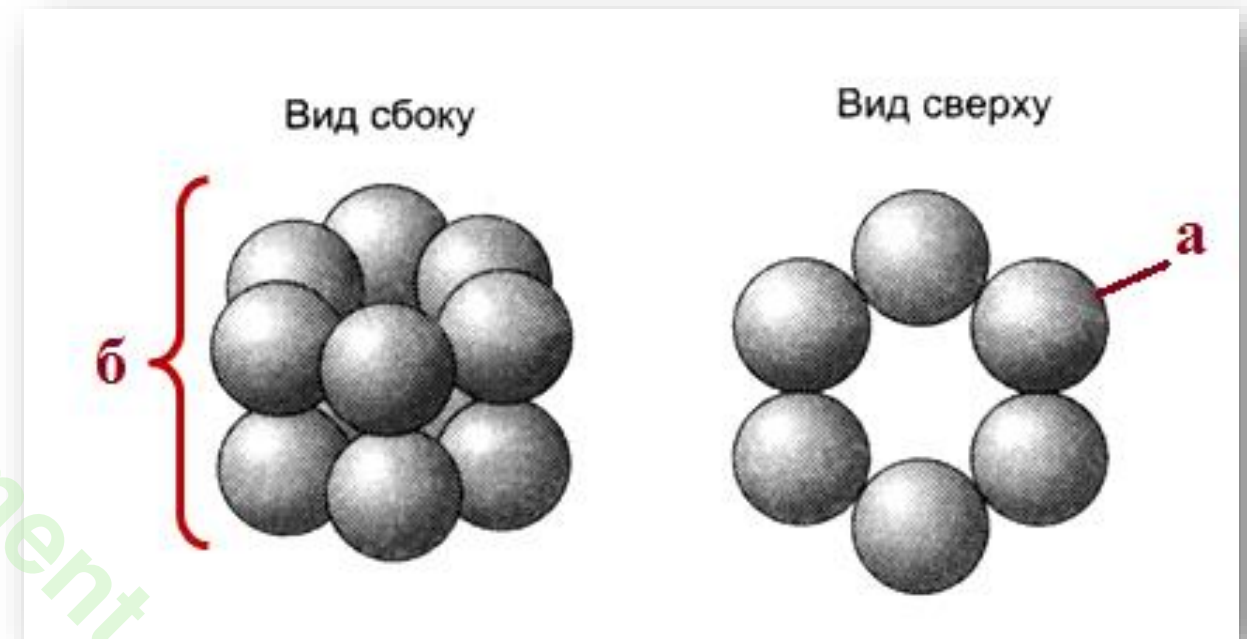
1. Декарбоксилирование
2. Окисление
3. Перенос Ас на CoA
4. Окисление липоамида



Четвертичная структура белка

Белок в четвертичной структуре является комплексом, который является единым целым и выполняет биологическую функцию, несвойственную отдельно взятым протимерам.

Белки, состоящие из нескольких поли-пептидных цепей, называются **олигомерными белками**. Количество протимеров колеблется от 2 до 10, редко больше (ферритин – 24 протимера).



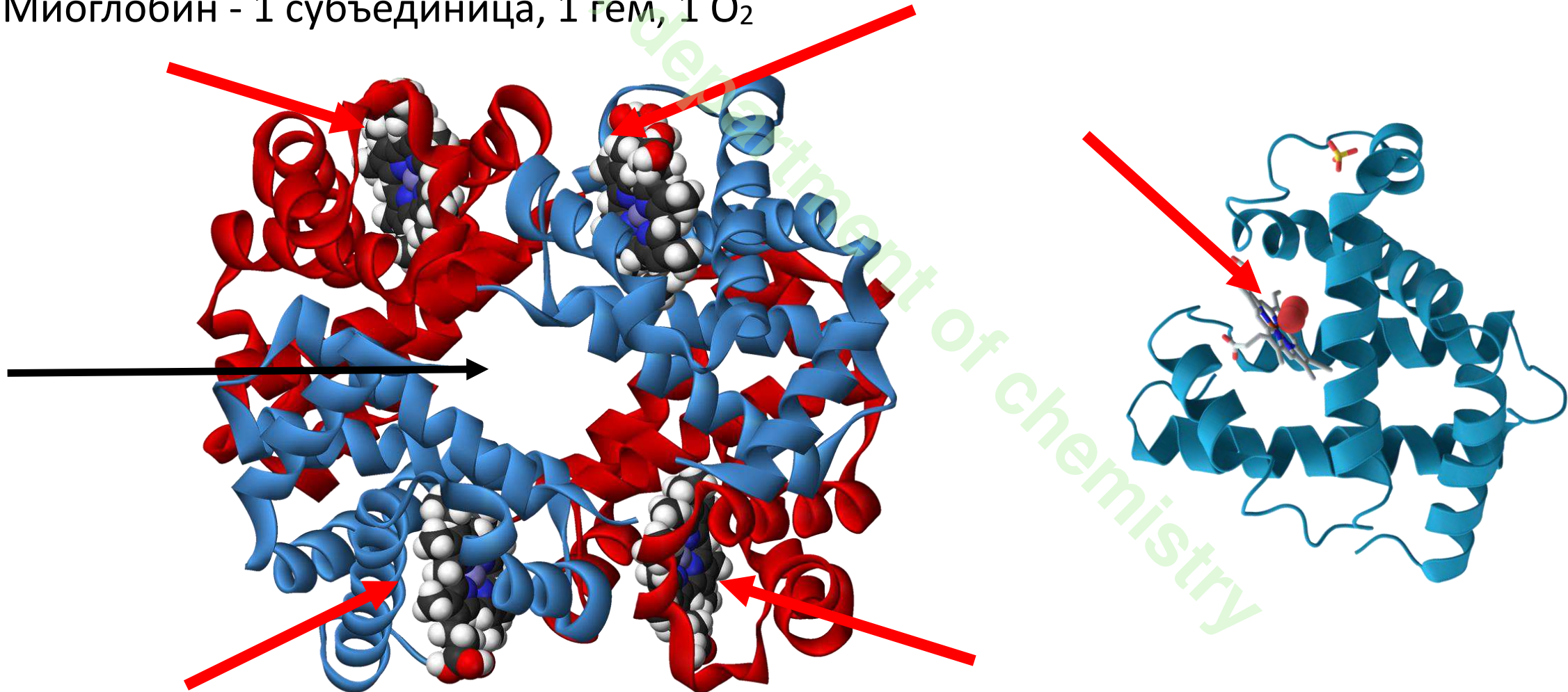
Субъединичная структура глутаматсинтетазы: а – протимер, б – мультимер белка

Четвертичная структура гемоглобина

Взаимодействие 4 субъединиц

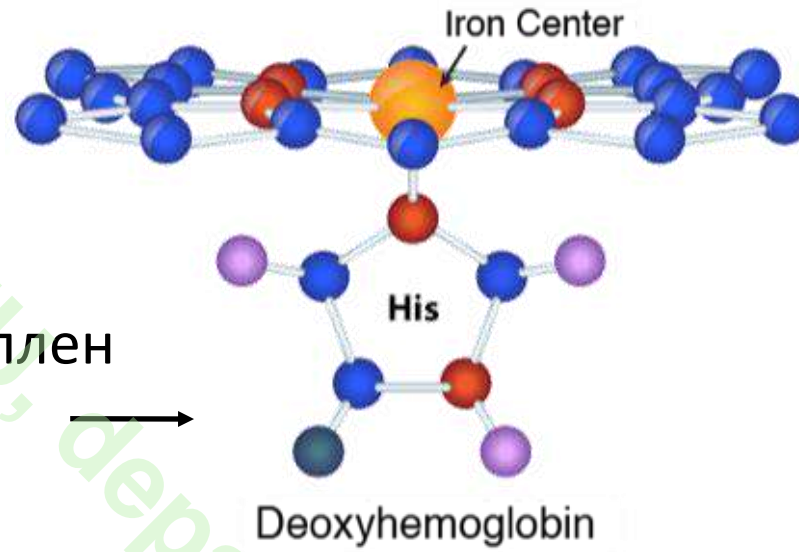
Гемоглобин – 4 субъединицы ($\alpha_2\beta_2$), **1 гем на каждую СЕ**, 1 O_2 на каждую СЕ, 1 “Donut Hole”

Миоглобин - 1 субъединица, 1 гем, 1 O_2



Гемоглобин: структура и функция

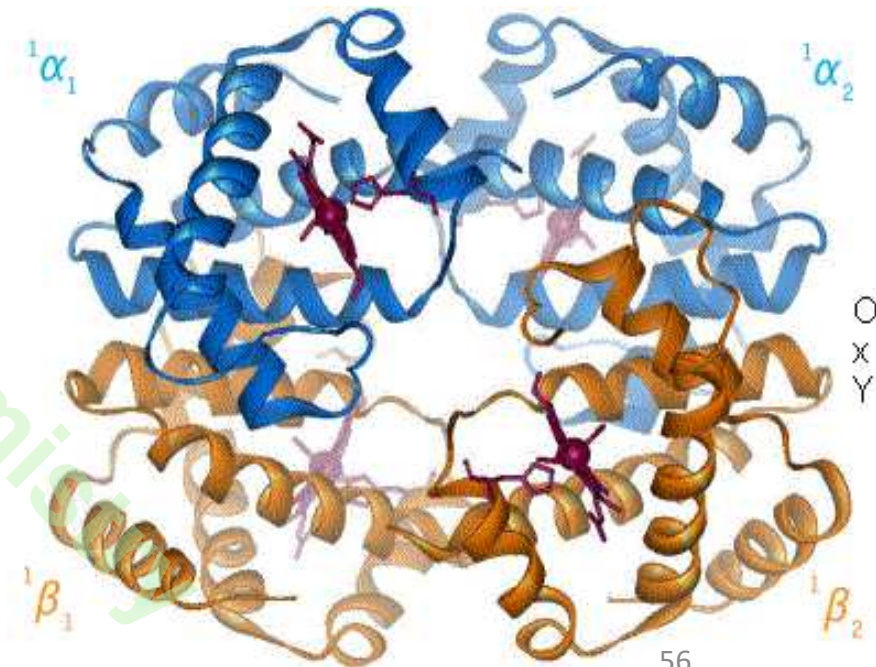
Вид сбоку →



Этот гистидин прикреплен к остальной части субъединицы

Изменение конформации субъединицы после связывания молекулы кислорода

Изменения положения гистидина влечет за собой изменение конформации всей молекулы белка →

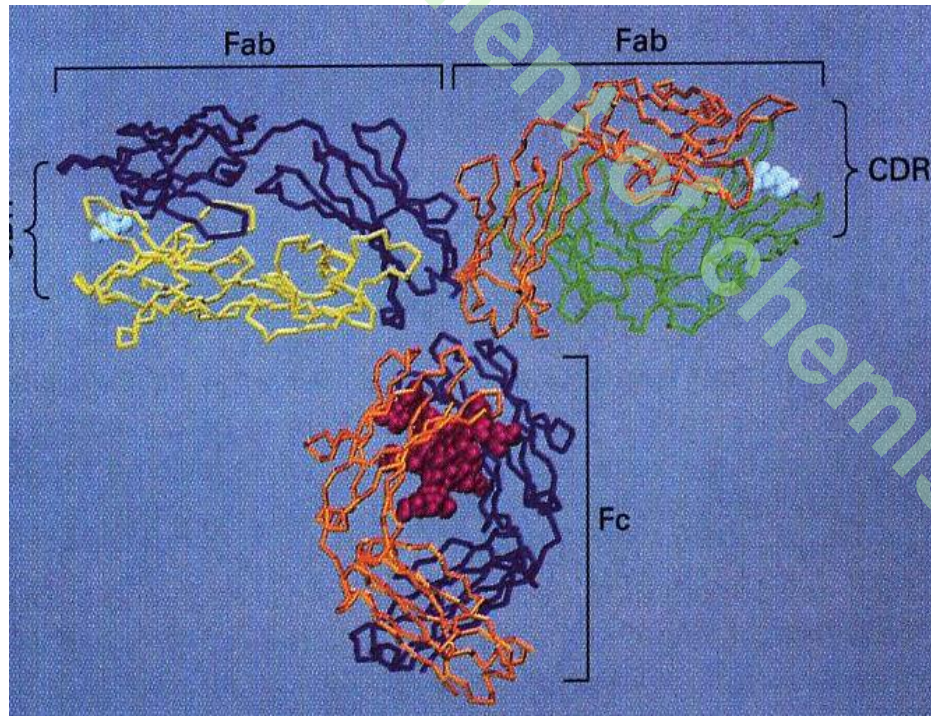


Определение: **Белок** - это отдельный полипептид или агрегат нескольких полипептидов, выполняющий биологическую функцию

Полипептид - понятие химическое.

Белок - понятие биологическое.

Например, иммуноглобулин состоит из четырех полипептидных цепей, которые по отдельности не являются белками, белок - только их функциональный агрегат.



План лекции

- Разнообразиие структур и основные функции белков в клетке.
- Аминокислоты как строительные блоки белков. Пептидная связь. Химическая природа пептидной связи.
- Уровни организации белковой молекулы: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белков. Принцип модульной организации белковой молекулы.
- Роль боковых радикалов аминокислот в организации трехмерной структуры молекулы белка. Ковалентная модификация белков как способ регуляции их биологической активности.
- Участие шаперонов и низкомолекулярных кофакторов в формировании и стабилизации третичной или четвертичной структуры белка.
- Физико-химические характеристики белков. Связь первичной структуры с физико-химическими характеристиками белковой молекулы.
- Методы изучения аминокислотного состава и физико-химических свойств белков.

OrSMU, department of chemistry

Спасибо за внимание!