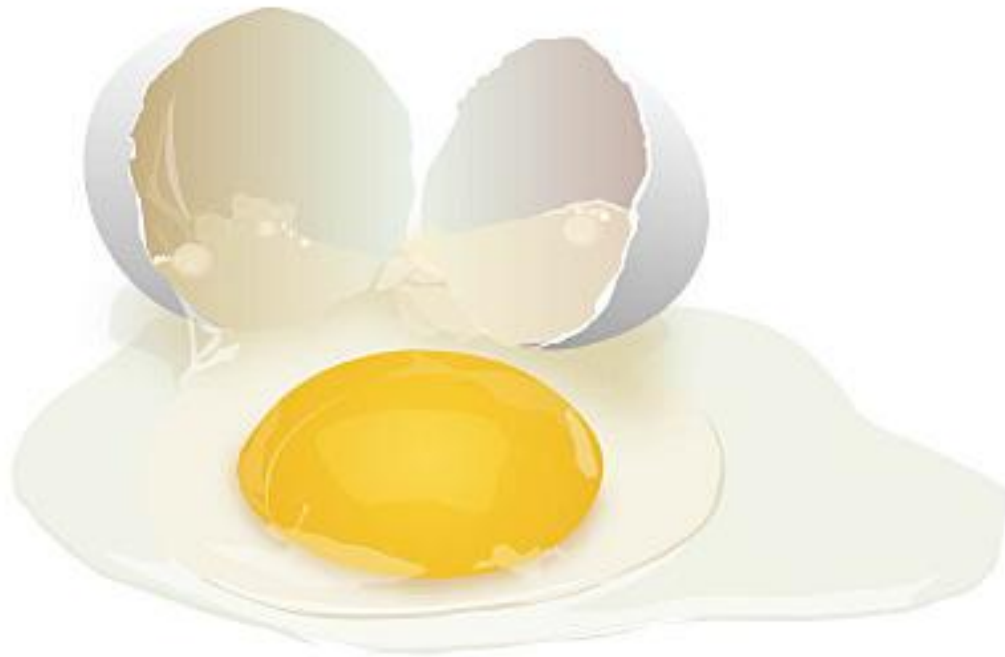


Органические вещества клетки.

## Белки

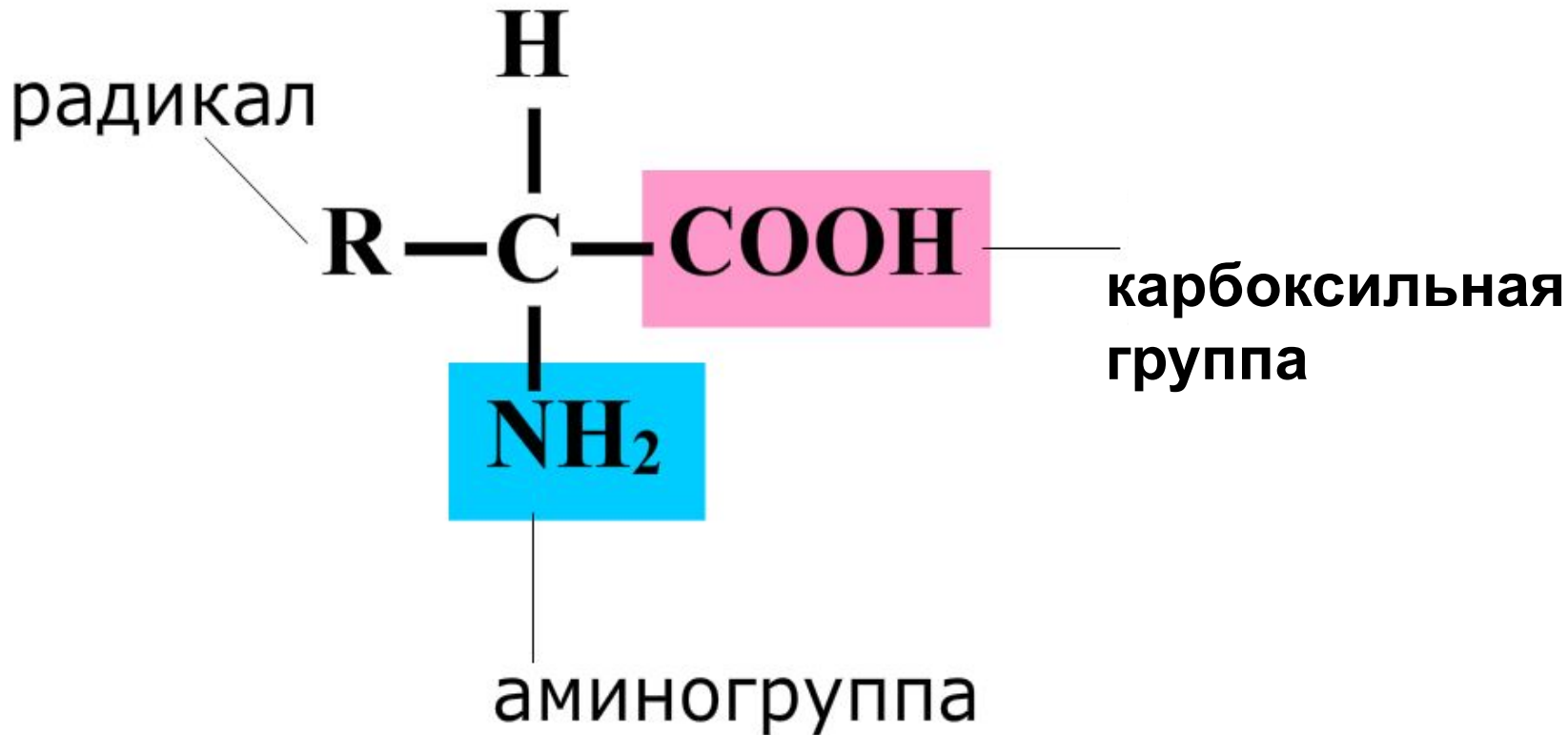


# **Белки, или протеины** (греч. *protos* — первый)

**— это биополимеры, мономерами  
которых являются аминокислоты**

В состав белков входит лишь  
**20 видов аминокислот**

# Строение аминокислот



Каждая из 20 аминокислот имеет одинаковую часть (**NH<sub>2</sub> — CH — COOH**) и отличается от любой другой аминокислоты R-группой, или **радикалом**

# 20 видов аминокислот

<p>Цистеин (Цис,Cys)</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\   \quad   \\ \text{SH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	<p>Фенилаланин (Фен,Phe)</p> $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$ $ $ $\text{NH}_2$	<p>Тирозин (Тир,Tyr)</p> $\text{HO} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$ $ $ $\text{NH}_2$	<p>Лизин (Лиз,Lys)</p> $\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$ $  \quad \quad \quad  $ $\text{NH}_2 \quad \quad \quad \text{NH}_2$
<p>Пролин (Про,Pro)</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\   \quad   \\ \text{CH}_3 - \text{N} - \text{CH} - \text{COOH} \\   \\ \text{H} \end{array}$	<p>Валин (Вал,Val)</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH} - \text{CH} - \text{COOH} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	<p>Аспарагин (Асн,Asn)</p> $\text{O}=\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$ $  \quad \quad  $ $\text{NH}_2 \quad \quad \text{NH}_2$	<p>Аргинин (Арг,Arg)</p> $\begin{array}{c} \text{HN} \\ // \\ \text{C} - \text{NH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\ // \\ \text{H}_2\text{N} \quad   \\ \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$
<p>Серин (Сер,Ser)</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	<p>Аспарагиновая кислота (Асп,Asp)</p> $\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$ $ $ $\text{NH}_2$	<p>Гистидин (Гис,His)</p> $\text{C}_4\text{H}_7\text{N} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$ $ $ $\text{NH}_2$	<p>Глутамин (Глн,Gln)</p> $\text{O}=\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$ $  \quad \quad  $ $\text{NH}_2 \quad \quad \text{NH}_2$
<p>Глицин (Гли,Gly)</p> $\begin{array}{c} \text{H} - \text{CH} - \text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	<p>Триптофан (Трп,Trp)</p> $\text{C}_8\text{H}_7\text{N} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$ $ $ $\text{NH}_2$	<p>Метионин (Мет,Met)</p> $\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$ $  \quad  $ $\text{S} - \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2$	<p>Глутаминовая кислота (Глу,Glu)</p> $\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$ $ $ $\text{NH}_2$
<p>Аланин (Ала,Ala)</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	<p>Лейцин (Лей,Leu)</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	<p>Треонин (Тре,Thr)</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{COOH} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	<p>Изолейцин (Иле,Ile)</p> $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH} - \text{COOH}$ $  \quad  $ $\text{CH}_3 \quad \text{NH}_2$

# Аминокислоты различают:

**1) Незаменимые** — кислоты, которые не синтезируются клетками животных и человека и поступают в организм в составе белков пищи.

Для человека это **изолейцин, лейцин, лизин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан и валин**

**2) Заменяемые аминокислоты** способны синтезироваться в организме в достаточном количестве

# Классификация белков по химической структуре

**ПРОСТЫЕ БЕЛКИ**  
состоят только из аминокислот



**СЛОЖНЫЕ БЕЛКИ**  
кроме аминокислотной последовательности содержат небелковый компонент – простетическую группу

**ГЛИКОПРОТЕИДЫ**  
соединение белка с углеводным остатком

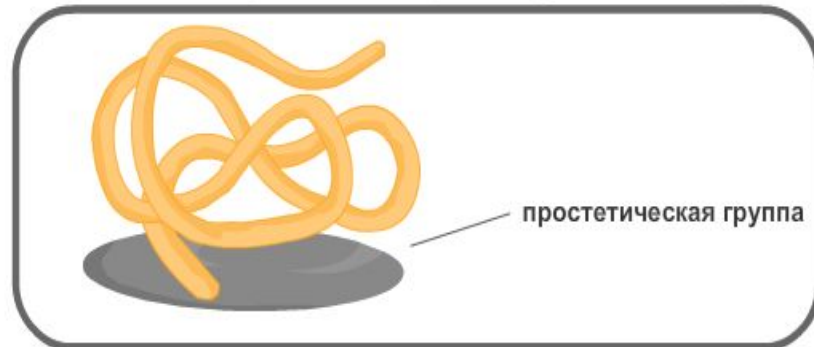
**ХРОМОПРОТЕИДЫ**  
соединение белка с пигментом

**ЛИПОПРОТЕИДЫ**  
соединение белка с липидом

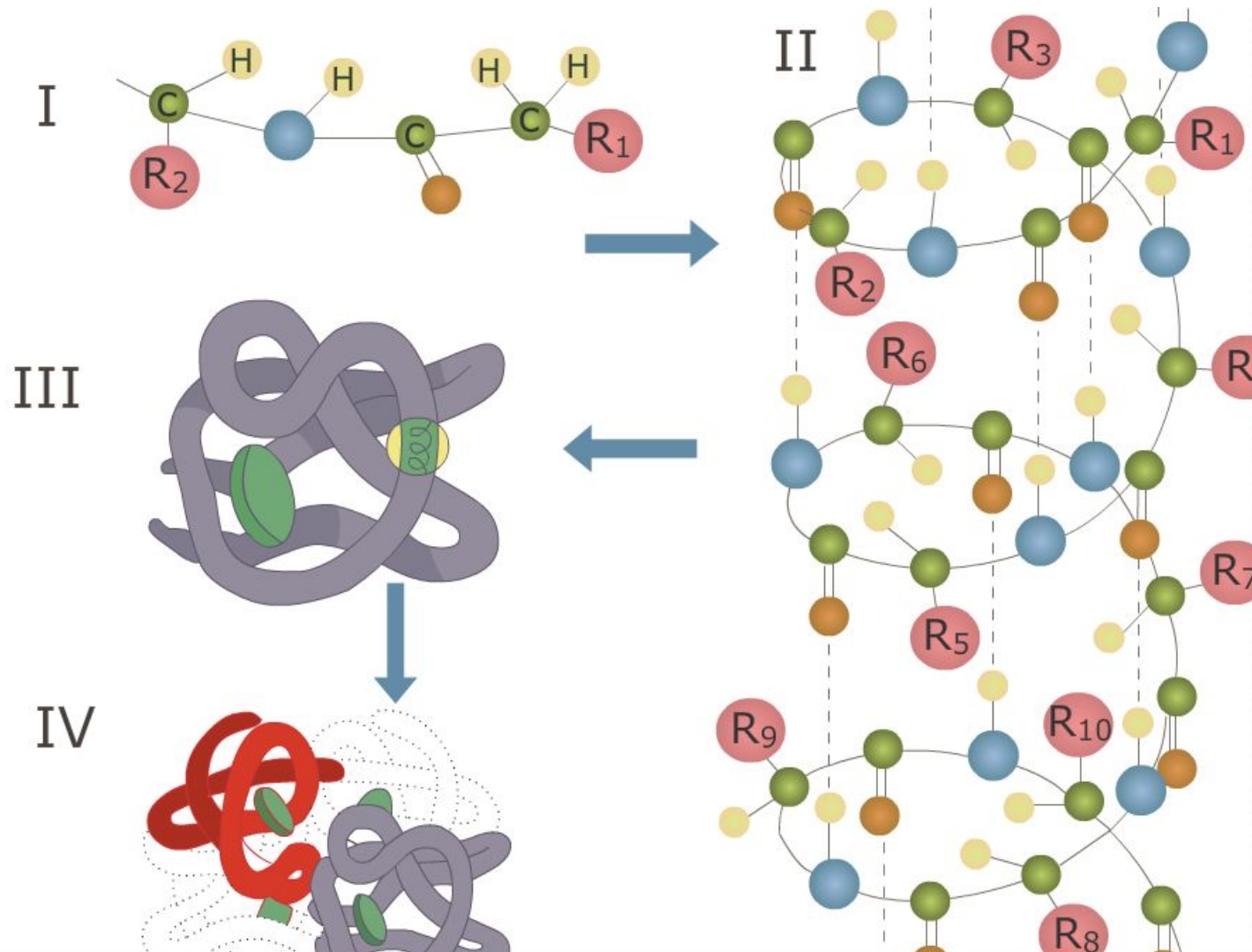
**ФОСФОПРОТЕИДЫ**  
соединение белка с остатком фосфорной кислоты

**НУКЛЕОПРОТЕИДЫ**  
соединение белка с нуклеиновой кислотой

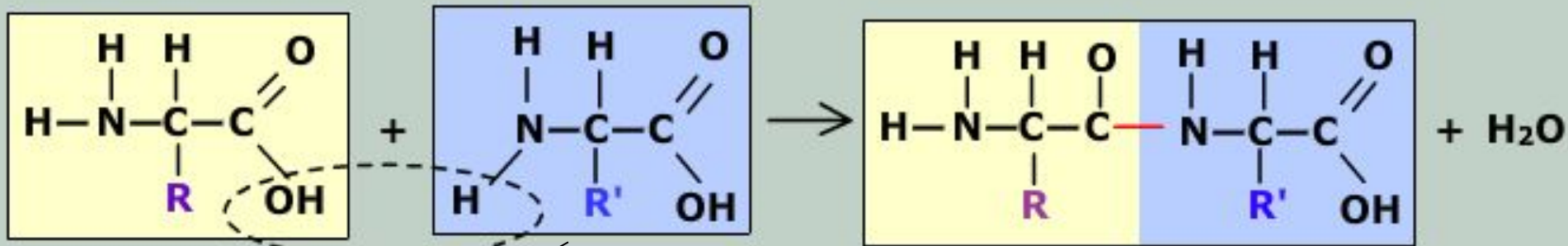
**МЕТАЛЛОПРОТЕИДЫ**  
соединение белка с ионом металла



# Структуры белковых молекул



# Первичная структура белка



Здесь — пептидная связь

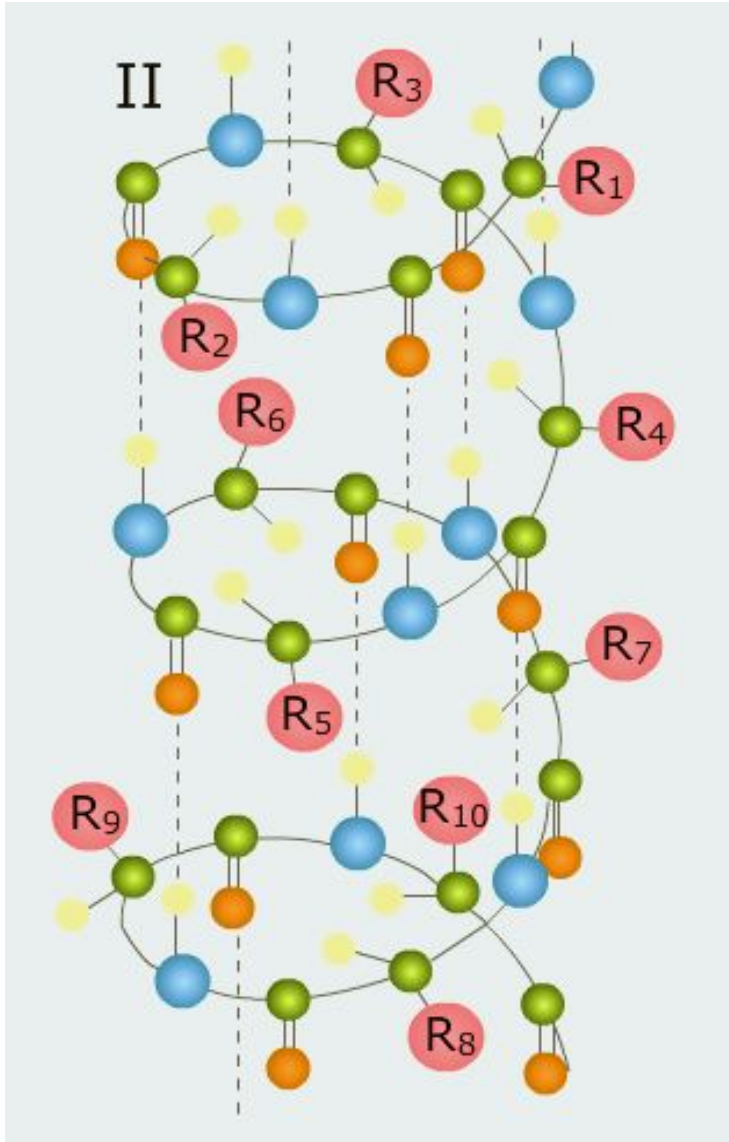
аминокислоты

белок (полипептид)

В состав белка могут входить несколько полипептидных цепей. Самые короткие белки содержат около 3-8 аминокислот, а самые длинные - до 1500 аминокислот.



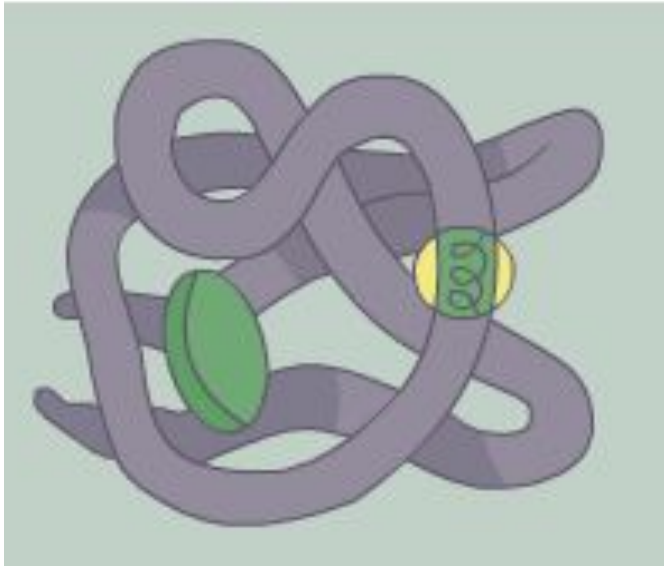
# Вторичная структура — это спиральная форма полипептидной цепочки



возникает в результате  
образования **водородных** связей  
между близко расположенными  
аминокислотными остатками

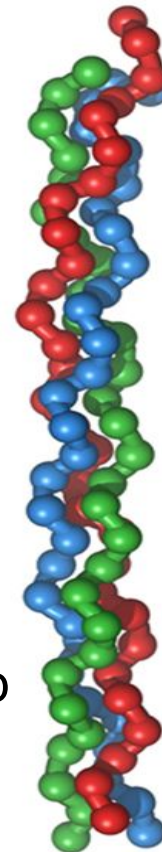
# Третичная структура — это способ укладки в определенном объеме

## Глобулярные белки

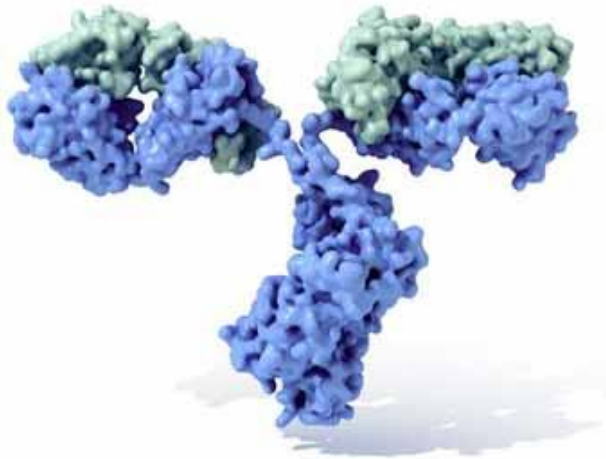


Формируется при взаимодействии вторичных структур и стабилизуется ионными, водородными и дисульфидными связями

## Фибриллярные белки



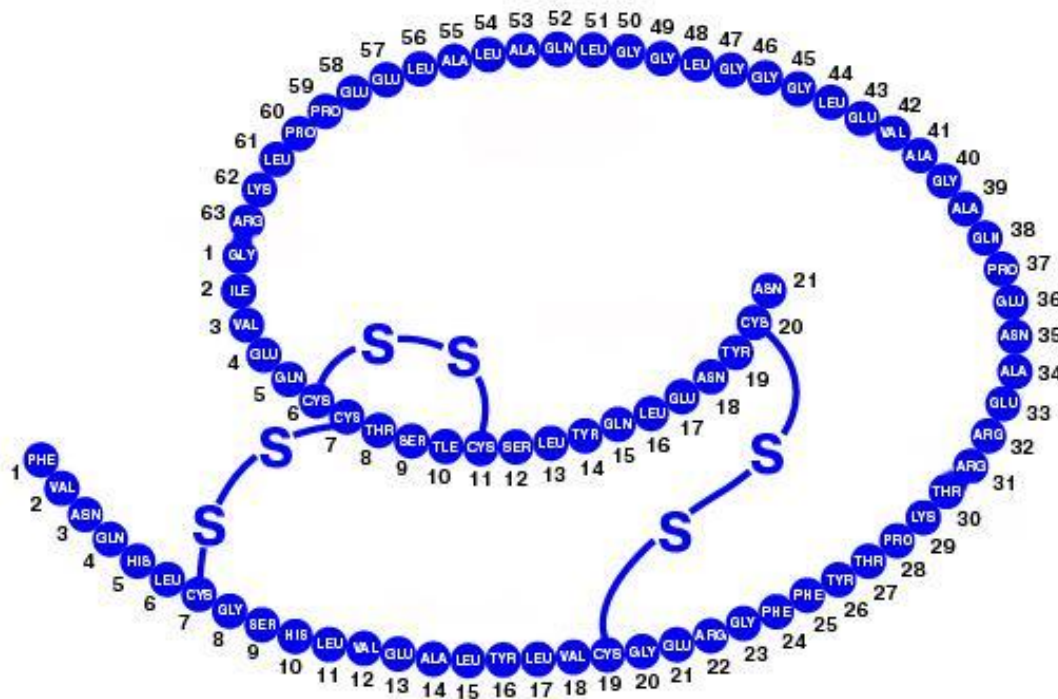
# Глобулярный белок – иммуноглобулин



**Иммуноглобулины** (лат. *immunis* — свободный от повинностей; *globus* — шар) — содержатся в сыворотке крови позвоночных животных и человека, **связывают и обезвреживают проникающие в организм чужеродные белки и микроорганизмы.**

# Глобулярный белок – инсулин

**Инсулин** (лат. *insula* — остров) — гормон белковой природы, вырабатываемый клетками поджелудочной железы.



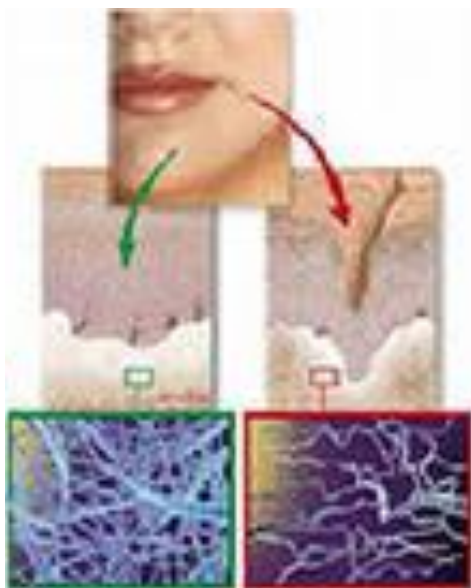
# Фибриллярный белок – кератин

**Кератины** (греч. *kératos* — рог) — белки, волокна которых входят в состав рогового слоя кожи, волос, шерсти, перьев, чешуи, ногтей, рогов, клюва, копыт

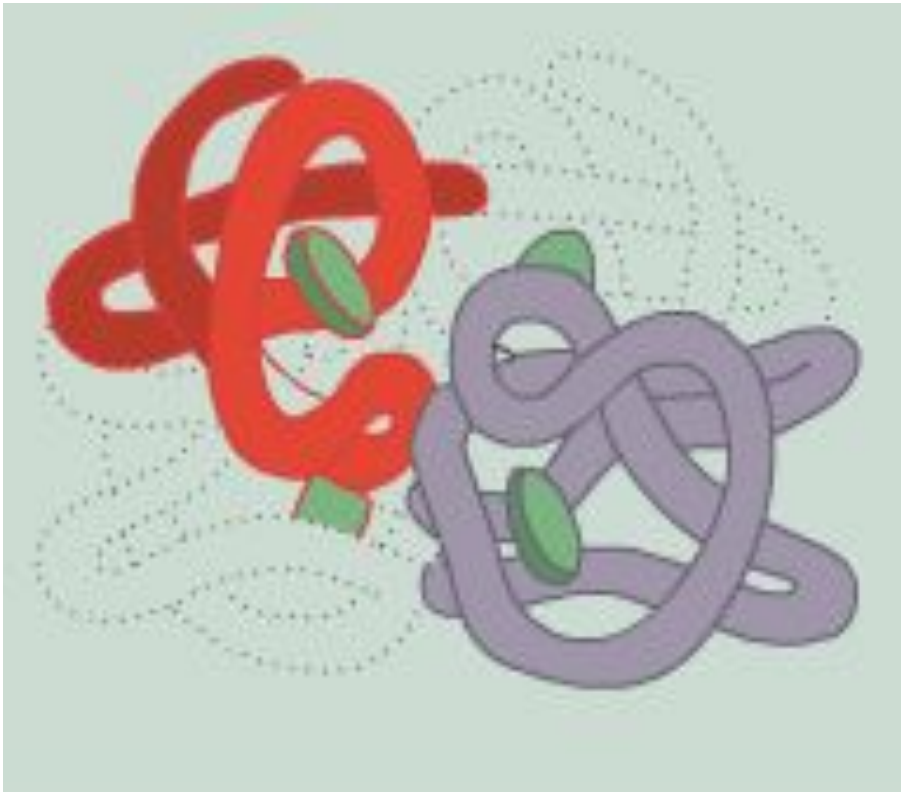


# Фибриллярный белок - коллаген

**Коллаген** (греч. *kólla* — клей и *genés* — рождающий, рожденный) — белок, составляющий основу соединительной ткани животных (сухожилий, связок, хрящей, кожи, костей, чешуи рыб), выполняя главным образом опорные функции



**Четвертичная структура –**  
объединение нескольких (двух и более) глобул  
или фибрилл в единый комплекс

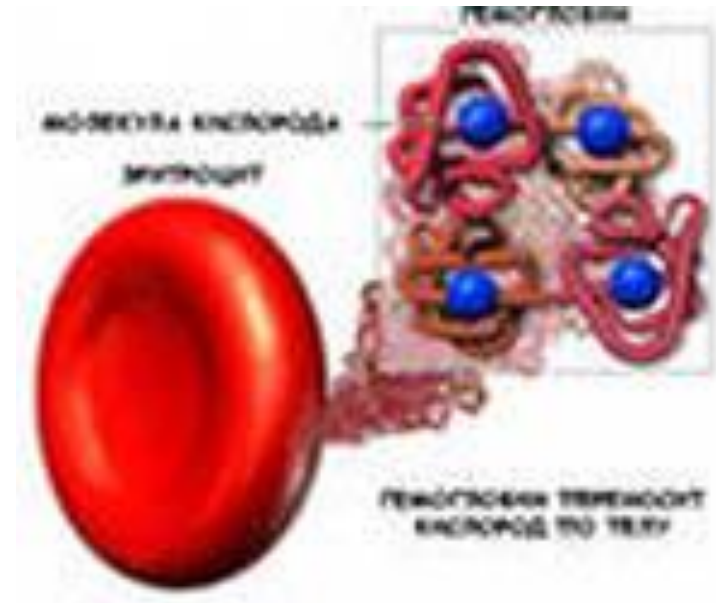


за счет гидрофильно-гидрофобных взаимодействий, а также при помощи водородных и ионных связей

# Гемоглобин

(греч. *haima* — кровь и лат. *globus* — шар)

— красный железосодержащий пигмент крови человека, позвоночных и некоторых беспозвоночных животных. Выполняет функцию переноса кислорода из органов дыхания к тканям; играет также важную роль в переносе углекислого газа от тканей в органы дыхания.





# Свойства белков

**Денатурация белка** (от [лат.](#) *de-* — приставка, отделение, удаление и [лат.](#) *nature* — природа) – **нарушение природных свойств и структуры белка**



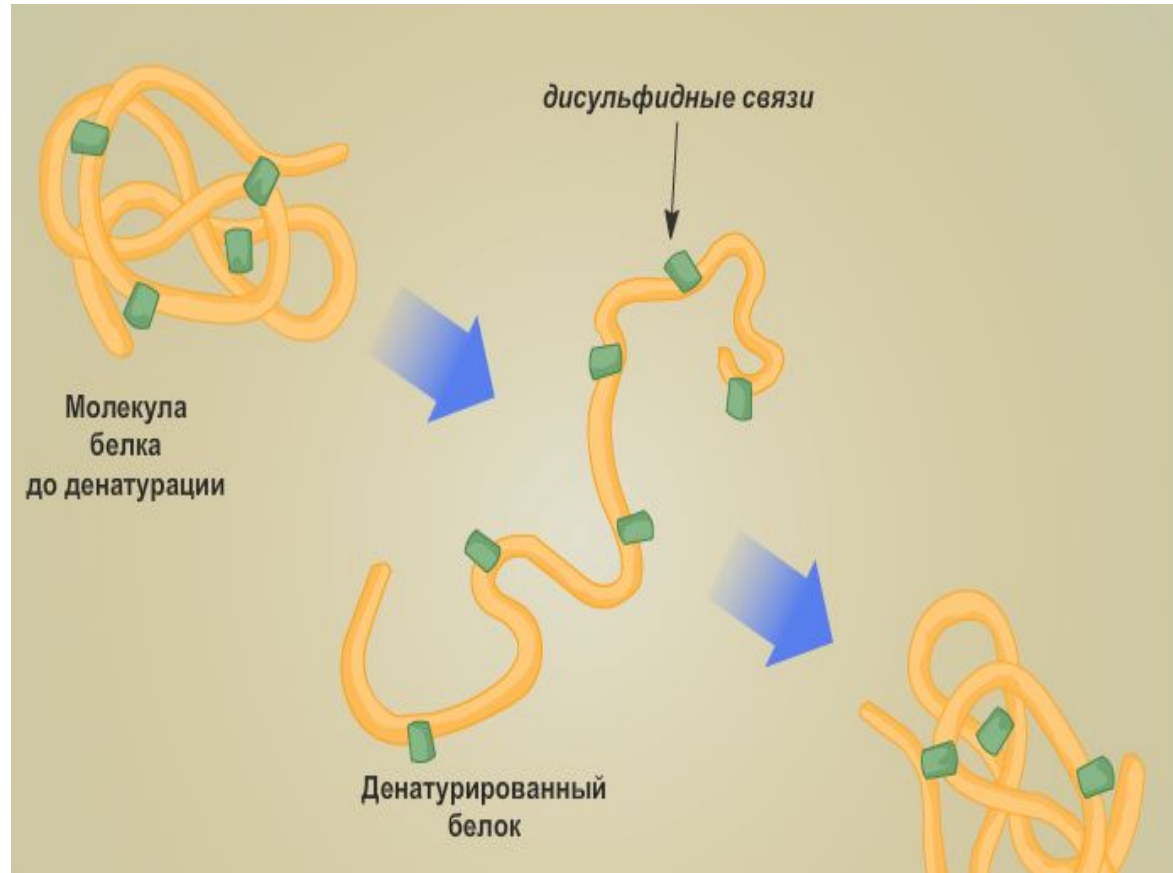
## Причины денатурации:

- изменение температуры,
- радиация,
- сильные кислоты и щелочи,
- тяжелые  $Me$ ,
- органические растворители

Первоначально рвутся наиболее слабые связи, поэтому сначала утрачивается 4-ая, затем 3-ая и 2-ая структуры.

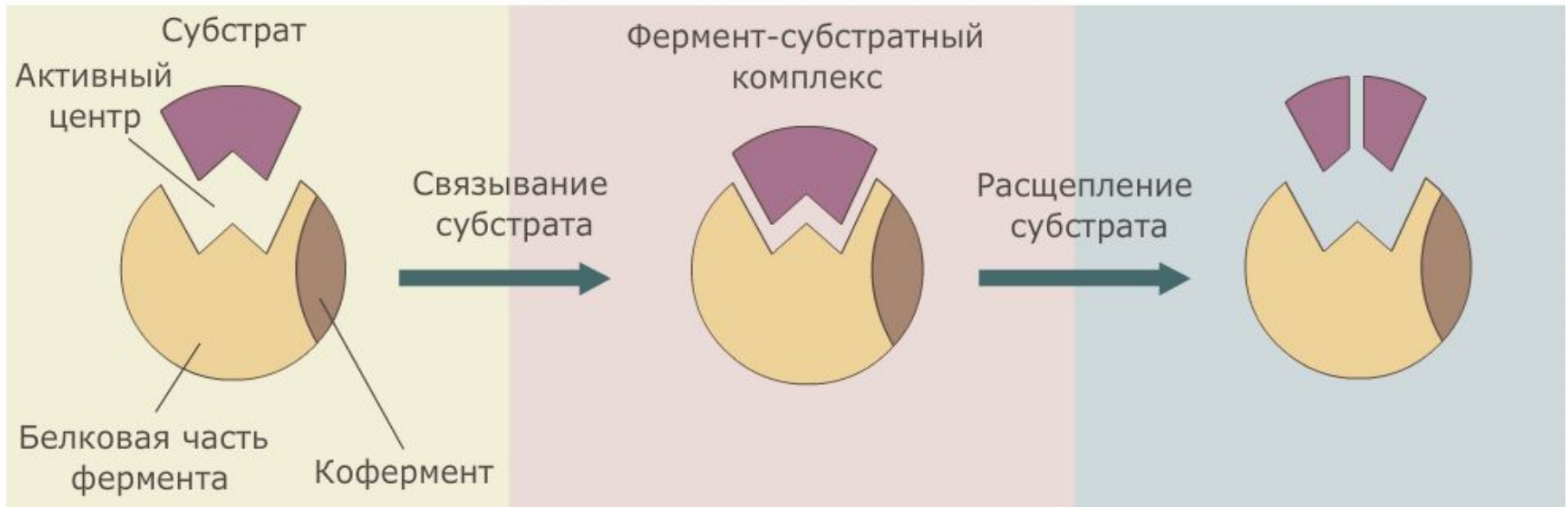
# Денатурация может быть:

**а) обратимой**, если при денатурации первичная структура белка не нарушена, то при восстановлении нормальных условий белок способен восстанавливаться. Этот процесс носит название – **ренатурация**



**б) необратимая**, если восстановление структуры белка невозможно

# Белки-ферменты



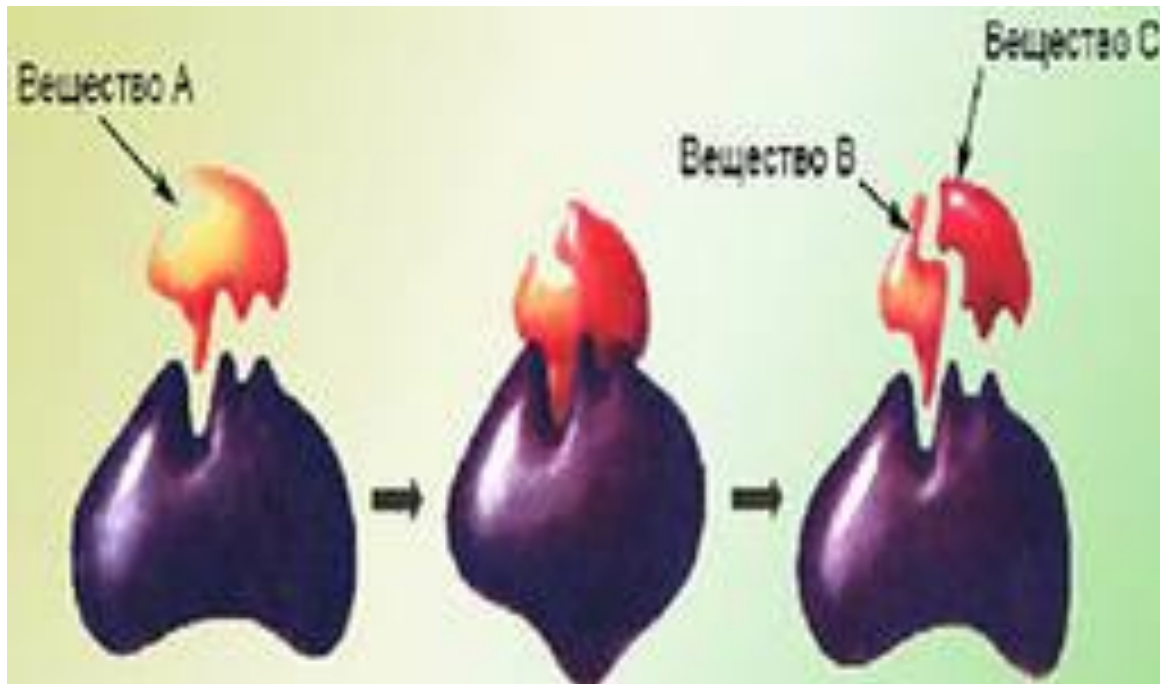
**Ферменты** (лат. *fermentum* — закваска) — специфические белковые катализаторы, присутствующие во всех живых клетках. Почти все биохимические реакции, протекающие в любом организме, катализируются соответствующими ферментами.

Вещество, на которое оказывает действие фермент, называется **субстратом**. Вещества, получающиеся в результате ферментативной реакции, называются **продуктами** реакции.

# Функции белков

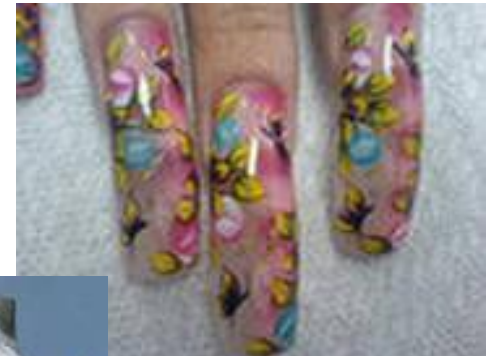
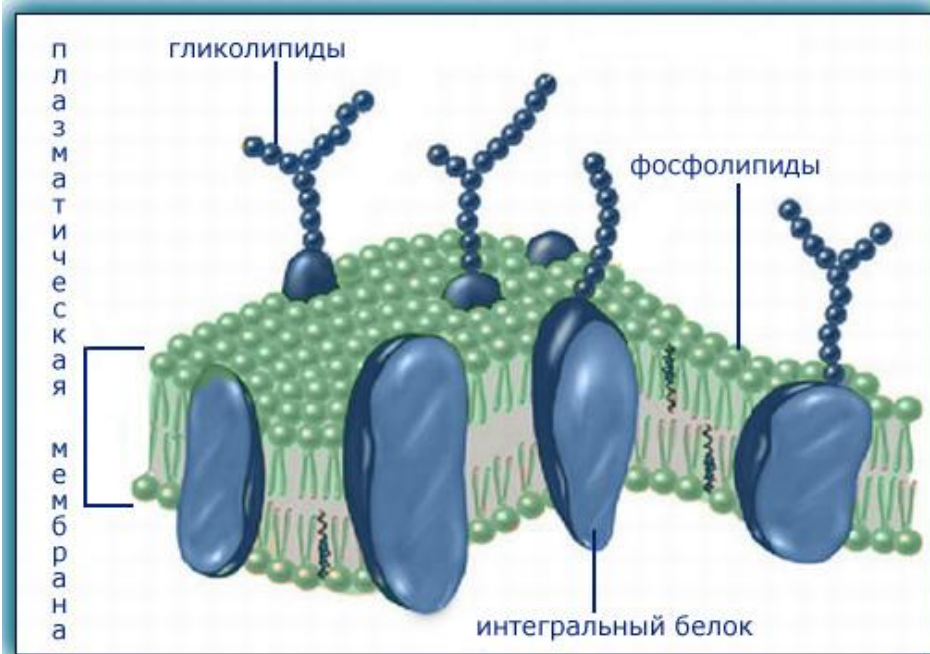
## 1. Каталитическая

Все биологические реакции протекают с огромной скоростью благодаря белкам-ферментам.



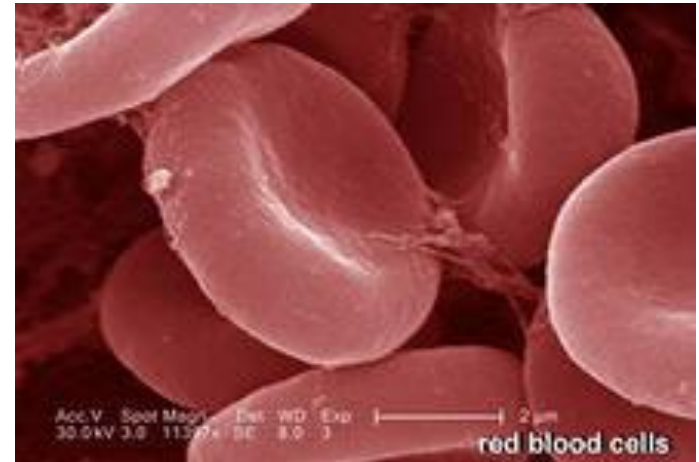
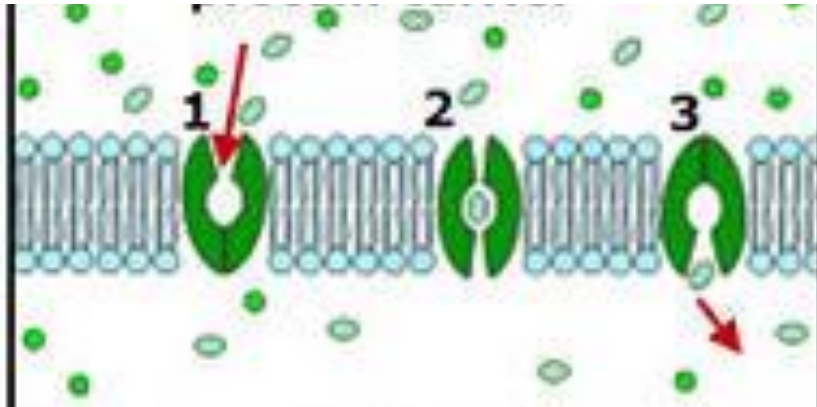
## 2. Структурная (строительная)

Белки входят в состав клеточных мембран ([липопротеиды](#) и [гликопротеиды](#)); волос ([кератин](#)); сухожилий ([коллаген](#)) и др.



# 3. Транспортная

В клеточных мембранах имеются **белки-транспортеры**, которые обеспечивают активный и строго избирательный транспорт внутрь и наружу клетки сахаров, аминокислот, различных ионов.



Гемоглобин переносит кислород

## 4. Регуляторная

Гормон поджелудочной железы (**инсулин**) – регулирующий уровень глюкозы в крови.



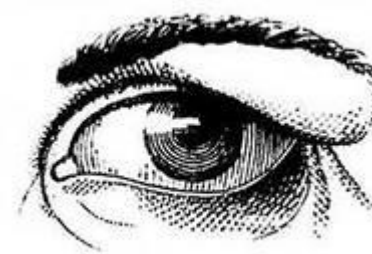
**Фитохром** растений является светочувствительным белком, регулирующим фотопериодическую реакцию у растений.



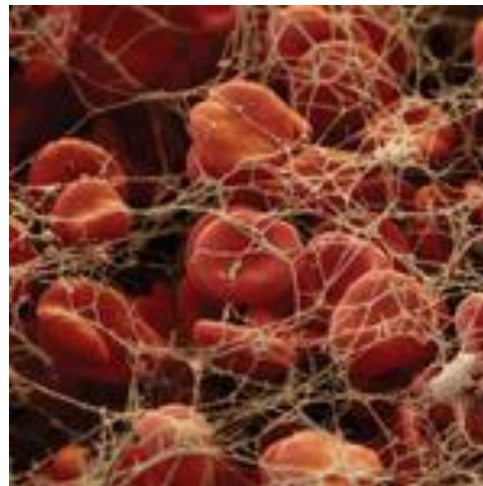
## 5. Защитная



В слюне и слезах содержится белок **лизоцим** – фермент, разрушающий клеточные стенки бактерий.



**Фибрин** и **тромбин** способствуют остановке кровотечений.





## 6. Энергетическая



При распаде **1 г белка** до конечных продуктов выделяется **17,6 кДж** энергии.



## 7. Запасающая

Яичный **альбумин** (лат. *albus* — белый) служит водозапасающим белком в яичном «белке»



**Казеин молока** (лат. *caseus* — сыр) — основной белковый компонент молока и молочных продуктов, является источником энергии



# 8. Двигательная

Белки — актин и миозин —  
обеспечивают сокращение мышц у  
многоклеточных животных

