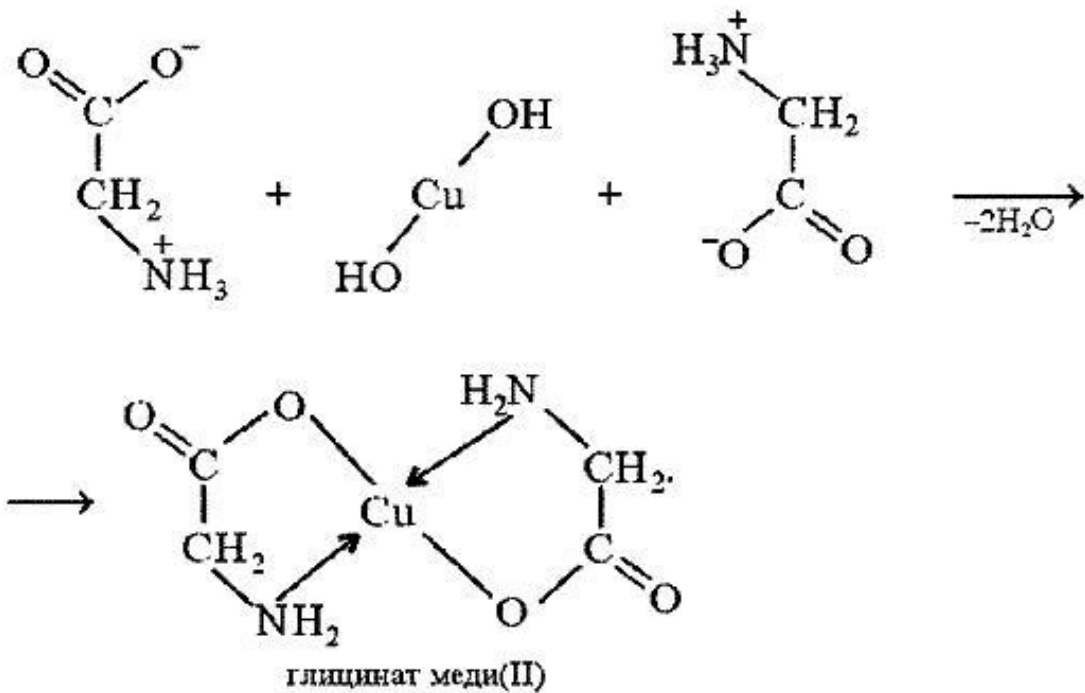
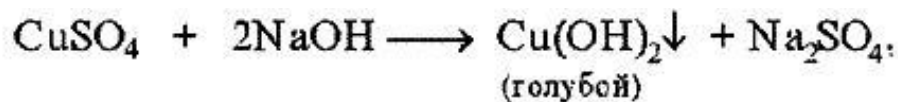


# Качественные реакции на белки

# Качественные реакции на белки

- 1). Биуретовая реакция на пептидную связь: при действии сульфата меди на раствор белка в щелочной среде появляется фиолетовое окрашивание.



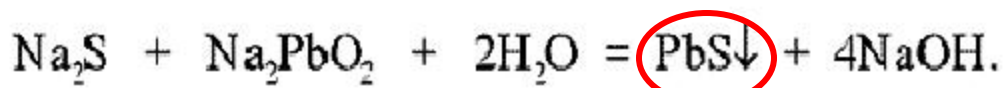
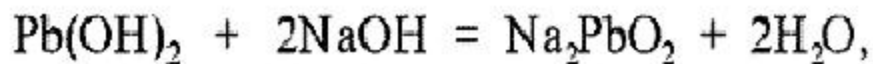
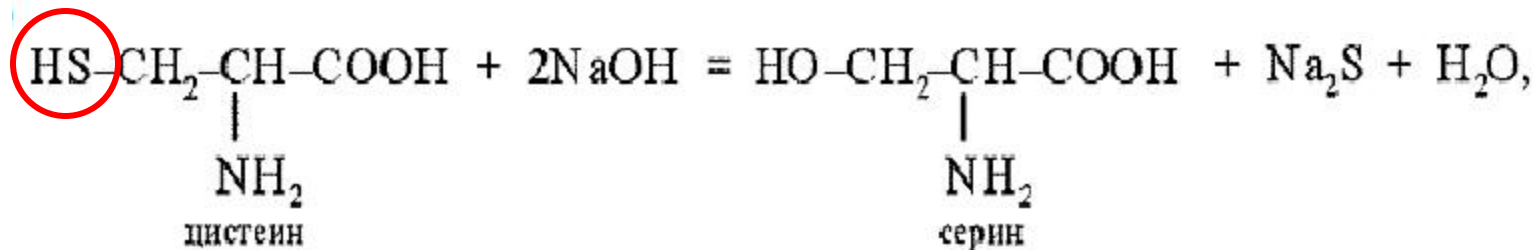
# Качественные реакции на белки

- 2). Ксантопротеиновая реакция – на ароматические радикалы в АМК – при добавлении азотной кислоты к раствору белка появляется желтое окрашивание. Эта реакция может быть отрицательной в том случае, если в белке не содержатся АМК с ароматическими радикалами (например, желатин).



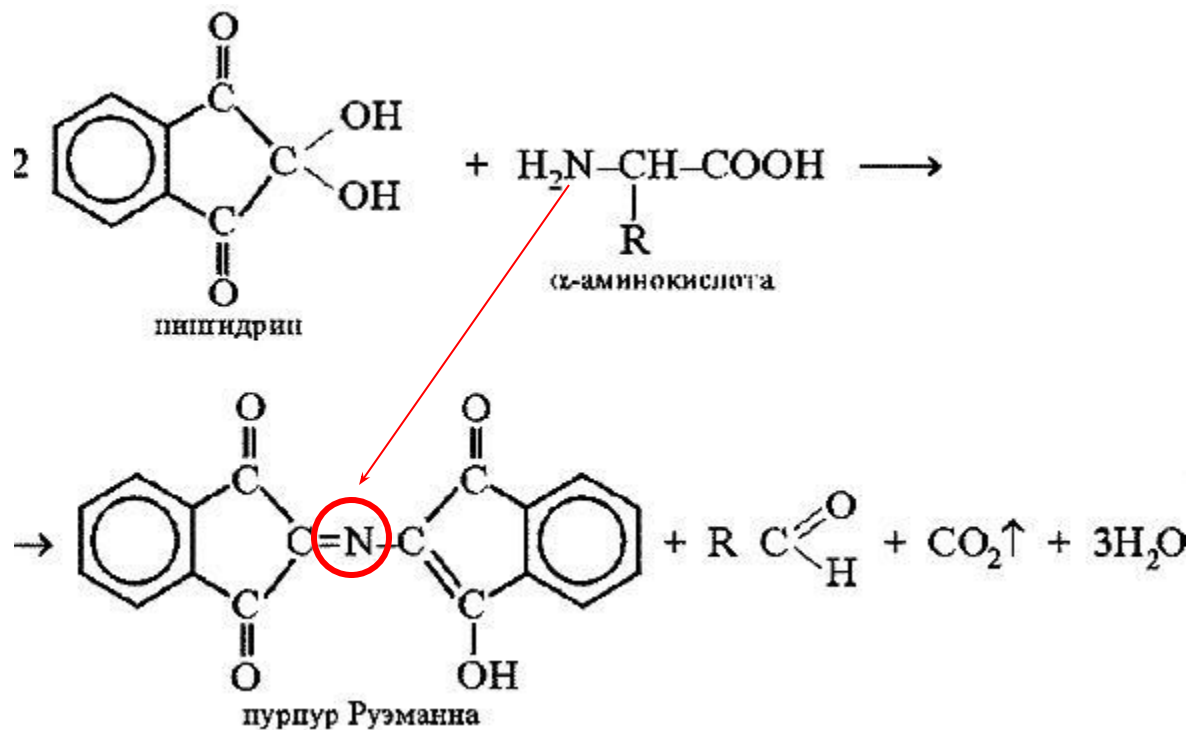
# Качественные реакции на белки

- 3). Сульфгидрильная реакция (на серосодержащие АМК). Выпадающий в осадок сульфид свинца дает черное окрашивание.



# Качественные реакции на белки

- 4). Нингидриновая реакция (на обнаружение аминокруппы).
- Белки и свободные АМК вступают в реакцию конденсации с нингидрином. Продукт конденсации окрашен в фиолетовый цвет.



# Функции белков

## Ферменты (энзимы)

- **1. Каталитическая.** Почти все ферменты являются белками. Для названия большинства ферментов характерен суффикс *-аза*, который чаще всего прибавляют к названию субстрата, с которым взаимодействует фермент (лактаза, липаза, амилаза и т.п.).
- Ферменты строго специфичны – они катализируют одну или несколько реакций определенного типа («как ключ к замку»). Известно более 2 тыс. ферментов. Каждая молекула фермента способна осуществить от нескольких тысяч до нескольких миллионов операций в минуту.
- Ферменты активны в строгом диапазоне условий – температур, кислотности и т.д., поскольку любое нарушение этих условий приведет к денатурации белка.



## Сравнительная характеристика неорганических катализаторов и ферментов:

| Признак                 | Ферменты                                       | Неорганические катализаторы                 |
|-------------------------|--|---|
| Скорость                | В десятки тысяч, миллионы раз выше             | Сравнительно невелика                       |
| Температуры             | 35-45 °С                                       | Очень высокие                               |
| Давление                | Нормальное                                     | Несколько атм                               |
| Сродство, специфичность | Высокое  | Неспецифичны                                |
| Кислотность             | Физиологические значения – слабощелочная среда | Диапазон шире и не имеет решающего значения |

# Ферменты (энзимы)

- Ферменты – глобулярные белки, имеющие, как правило, четвертичную структуру.
- Часто ферменты образуют комплексы с небелковыми компонентами: металлами (марганцем, цинком, железом, медью и др.) или витаминами. Например, фермент *каталаза*, расщепляющая пероксид водорода, содержит железо; витамин РР (никотиновая кислота) является компонентом окислительно-восстановительных ферментов *НАД* и *НАДФ*; витамин В<sub>1</sub> входит в состав ферментов, отщепляющих углерод от молекул органических веществ.
- В этом случае белковую часть фермента принято называть **апоферментом**, а небелковую – **коферментом**. Именно кофермент определяет каталитическую активность фермента.



# Ферменты (энзимы)

- 1). Субстратный центр служит «якорной» площадкой для соединения фермента с субстратом;
- 2). Активный центр – главная часть фермента. Здесь происходит изменение субстрата и образуются продукты реакции. Субстратный и активный центры находятся рядом или совпадают. Функции активного центра часто берут на себя коферменты.
- 3). Регуляторный (аллостерический) центр может изменять конфигурацию активного центра, регулируя таким образом доступ субстрата. Этот центр часто имеет сродство к продуктам реакции и, в зависимости от их количества, тормозит или ускоряет реакцию.

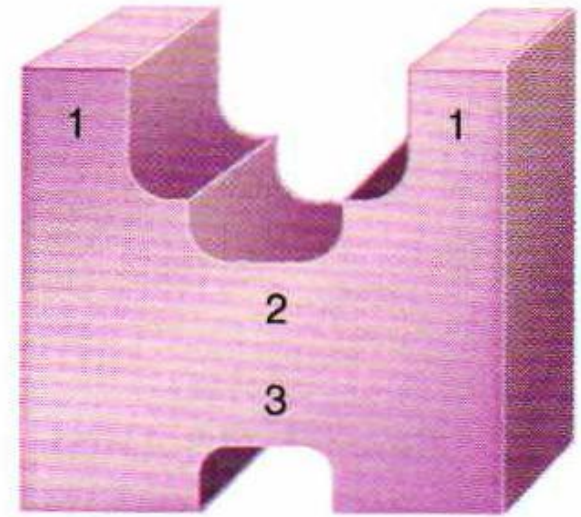
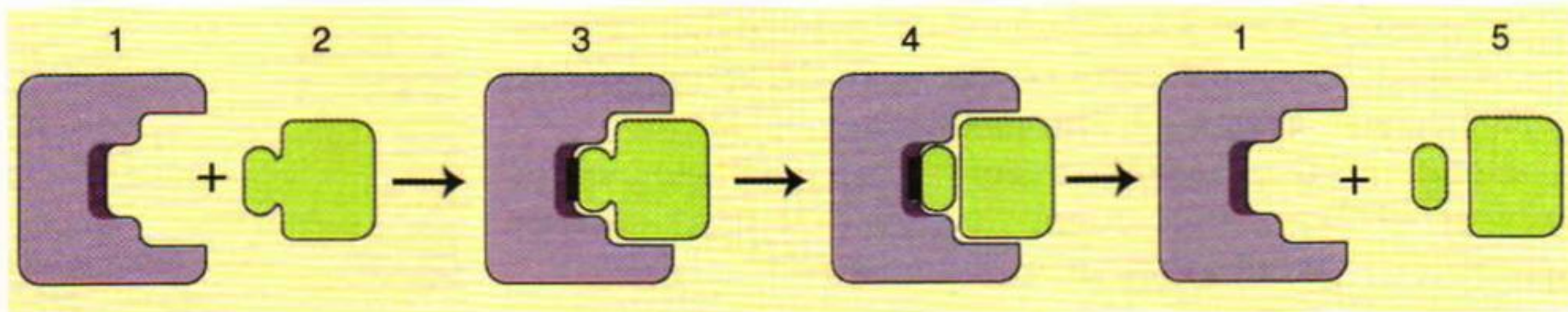


Рис. 68. Схема строения фермента:

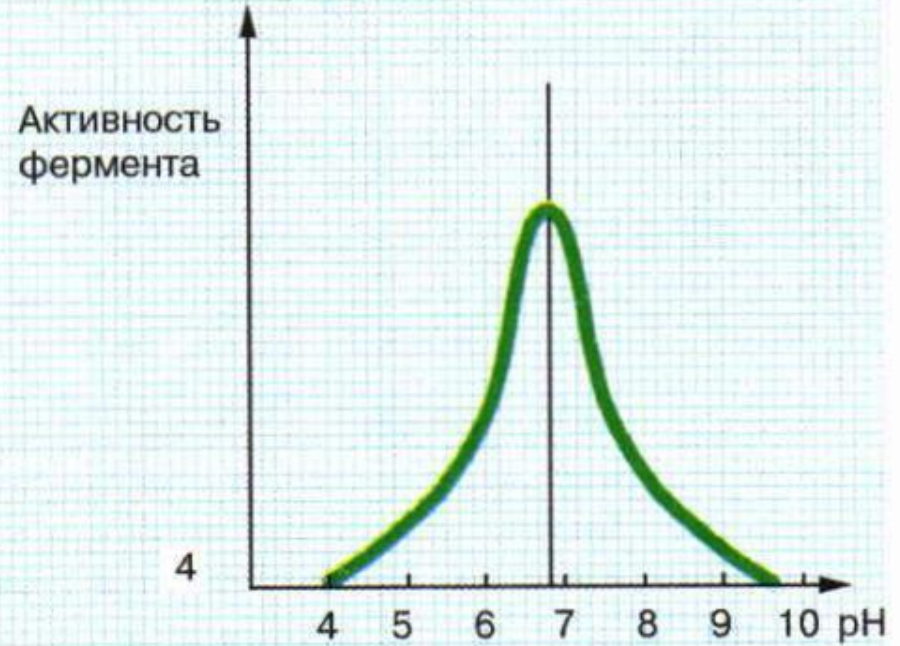
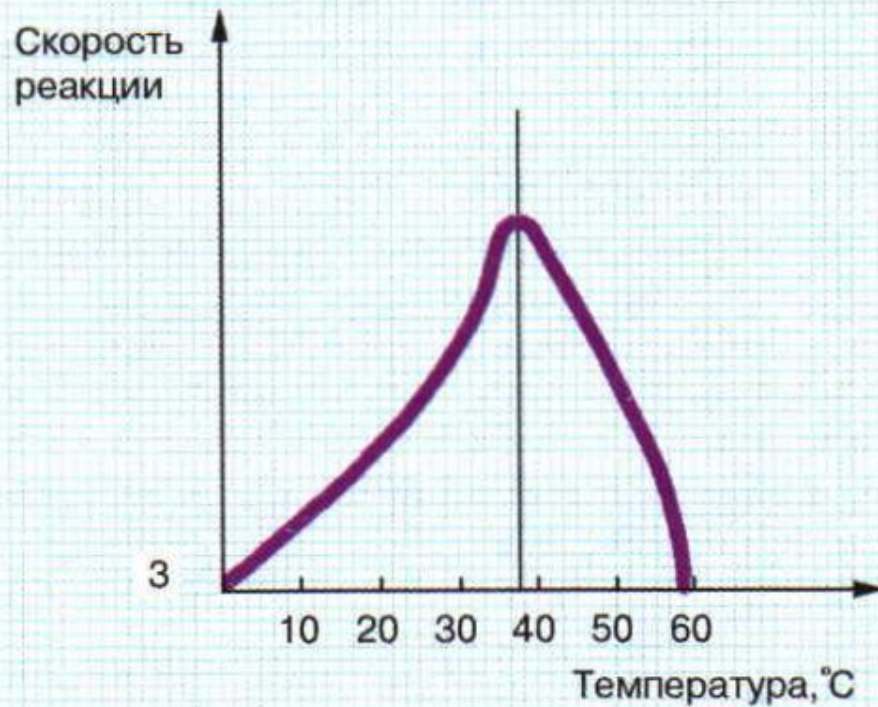
- 1 — субстратный центр;
- 2 — активный центр;
- 3 — регуляторный (аллостерический) центр

# Механизм действия фермента



**Рис. 69.** Механизм действия фермента: 1 — фермент ( $E$ ); 2 — субстрат ( $S$ ); 3 — фермент-субстратный комплекс ( $E-S$ ); 4 — фермент-продуктный комплекс ( $E-P$ ); 5 — продукты реакции ( $P$ )

- 1). Соединение фермента с субстратом;
- 2). Образование фермент-субстратного комплекса;
- 3). Преобразование субстрата;
- 4). Образование фермент-продуктного комплекса;
- 5). Высвобождение продукта, фермент снова готов к работе.



**Возможны варианты**

# Регуляция работы фермента

Вещества, затормаживающие реакции, называются ингибиторами. Различают конкурентные и неконкурентные ингибиторы.

Неконкурентные ингибиторы соединяются с аллостерическим центром, в результате чего меняется конфигурация активного центра.

Конкурентные ингибиторы соединяются непосредственно с активным центром фермента.

На свойстве ингибирования основано действие многих ядов, лекарственных препаратов, тяжелых металлов (ртути, свинца, мышьяка).

Активаторы соединяются с аллостерическим центром, активный центр при этом принимает конфигурацию субстрата.

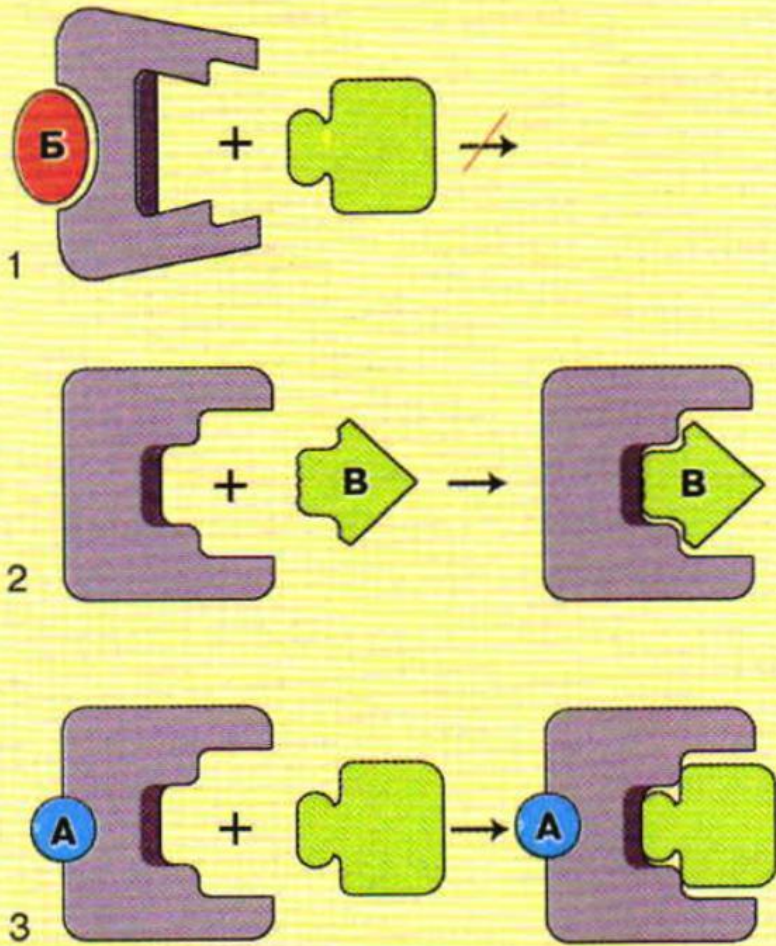


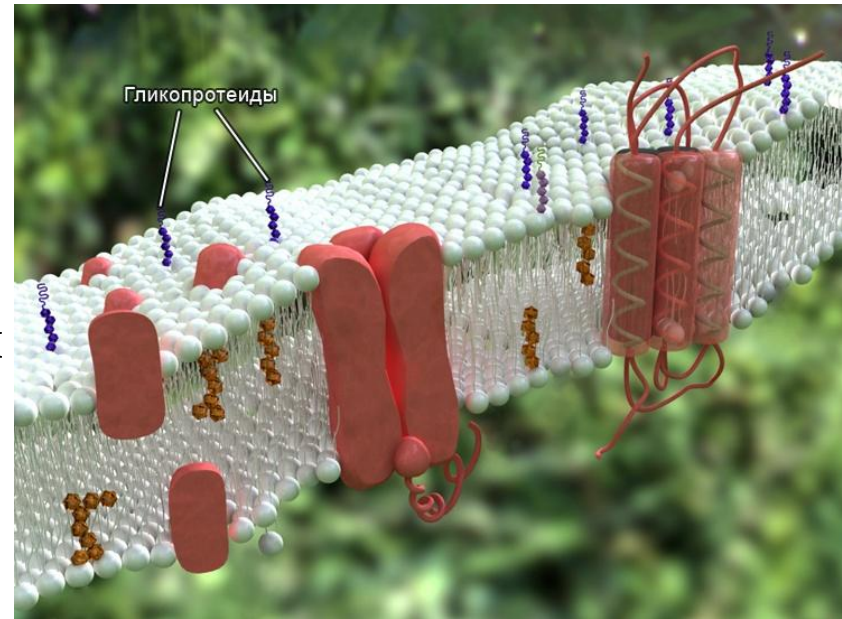
Рис. 71. Действие ингибиторов и активаторов на фермент: 1 — действие неконкурентного ингибитора *Б* приводит к изменению фермента; 2 — конкурентный ингибитор *В* блокирует активный центр; 3 — действие активатора *А* изменяет конфигурацию фермента и облегчает присоединение субстрата

# Виды ферментов

- Различают 6 классов ферментов:
- - *оксидоредуктазы* (катализируют окислительно-восстановительные реакции);
- - *трансферазы* (катализируют реакции переноса различных групп атомов от молекул одних органических соединений – доноров – к другим – акцепторам);
- - *гидролазы* (катализируют реакции гидролиза);
- - *лиазы* (катализируют реакции негидролитического отщепления от субстрата какой-либо группы атомов с образованием двойной связи, а также реакции присоединения атомов и групп атомов по двойным связям);
- - *изомеразы* (катализируют внутримолекулярные реакции перестройки органических соединений, в том числе взаимопревращения изомеров);
- - *лигазы* (*синтетазы*, катализируют реакции присоединения друг к другу двух различных молекул ).

# Функции белков

- **2. Строительная.** Белки входят в состав мембраны клеток, тела рибосом, микротрубочек.
- **3. Транспортная.** Белки связывают различные вещества – кислород, липиды – и переносят их с током крови к местам назначения. Другие белки образуют транспортные каналы в клеточных мембранах. По этим каналам внутрь клетки попадают крупные молекулы, не способные проникать путем диффузии.



**4. Резервная.** Для белков **не свойственна**. Исключение – запас белков в семенах (клейковина), в яйцеклетках (желточные белки), казеин молока.

**5. Двигательная.** Все типы активного движения всегда связаны с белками. **Актин** и **миозин** входят в состав мышц, **тубулин** образует микротрубочки цитоскелета и входит в составе жгутиков у простейших.

# Функции белков

- **6. Регуляторная.** Эту функцию выполняют гормоны, имеющие белковую природу (инсулин, глюкагон, все гормоны гипофиза и гипоталамуса), а также белки-репрессоры, регулирующие процесс транскрипции в ядре.
- **7.** Белки **гистоны** входят в состав хромосом.
- **8. Рецепторные белки**, например, родопсин, входящий в состав светочувствительных клеток сетчатки глаза, обеспечивает появление нервного импульса в ответ на воздействие фотонов света.
- **9. Белки-токсины**, например, нейротоксин, блокируют передачу нервных импульсов. Этот белок – действующее вещество змеиного яда.
- **10. Энергетическая** (белки используются в качестве энергетического резерва в последнюю очередь).

# Функции белков

- **11. Защитная:**
  - **А) структурные белки**, обеспечивающие механическую прочность тканей (кератин, коллаген).
  - **Б) ферменты** разрушают клеточные стенки бактерий (лизоцим).
  - **В) ферменты**, участвующие в процессе свертывания крови.
  - **Г) антитела** (иммуноглобулины), **интерфероны** и **белковые рецепторы лимфоцитов** участвуют в распознавании чужеродных агентов, попадающих в организм.



- **Домашнее задание:**
- **Пасечник - § 11;**
- **Шумный - § 4**