

---

# Ферменты

---

Часть I

# План

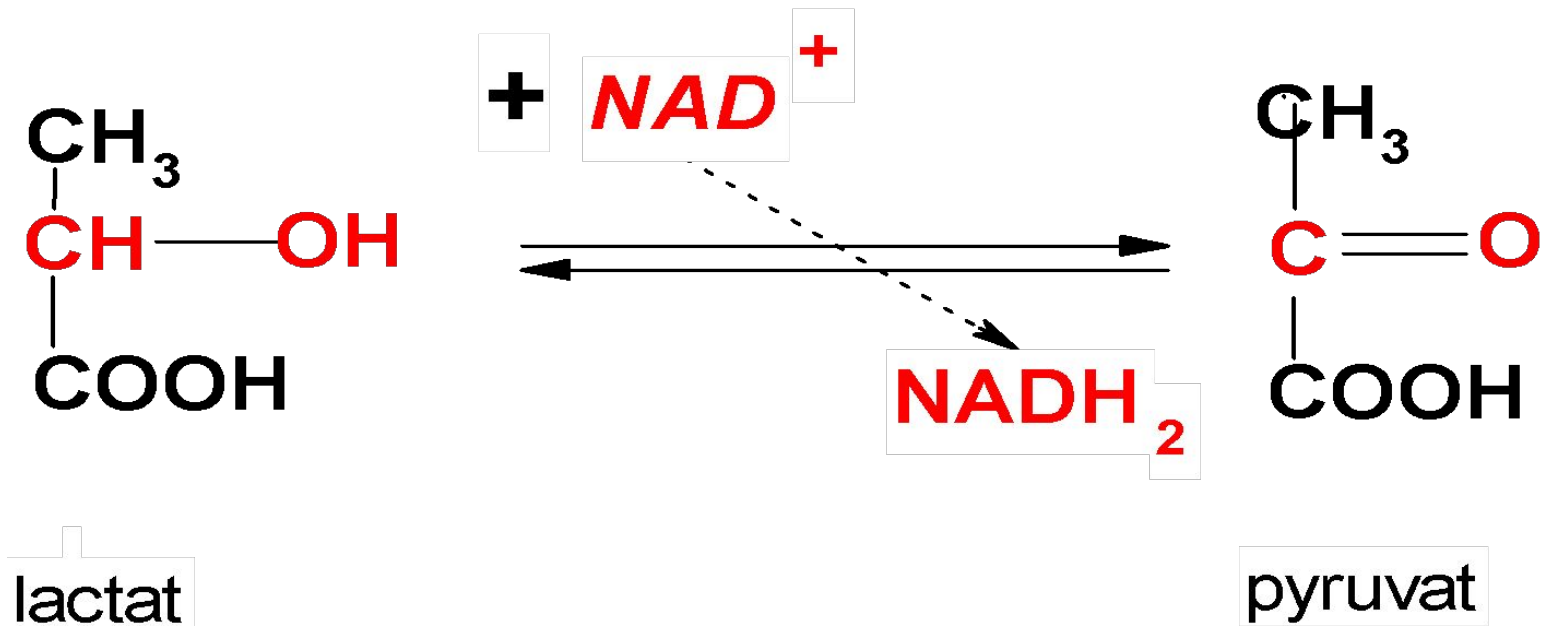
- Определение понятия фермент. Биохимическая природа ферментов. Функции ферментов в живом организме. Специфические черты биологического катализа.
- Классификация ферментов.
- Уравнение скорости ферментативной реакции. Константы ферментативной реакции  $K_m$  и  $V_{max}$ . Единицы ферментативной активности.
- Активный центр. Факторы ферментативного катализа.
- Влияние условий среды на скорость ферментативной реакции

# Классификация ферментов

- В 1861 году комиссия по ферментам Международного биохимического союза приняла принципы систематизации и номенклатуры ферментов, в основе которой лежат типы химических реакций, которые ими катализируются.
- Различают шесть классов ферментов.

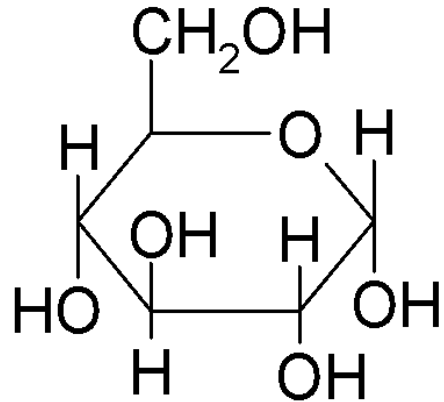
# Окидоредуктазы

## lactatdegydrogenaza

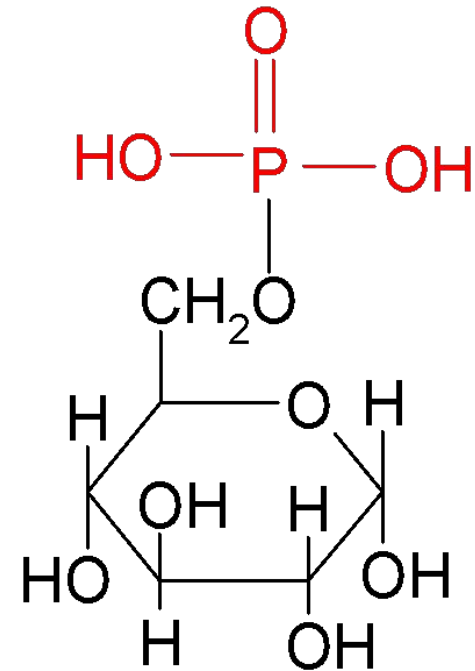
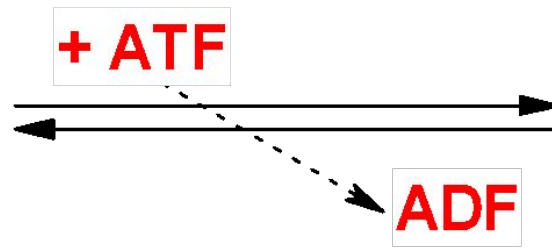


# Трансферазы

**Гексокиназа**



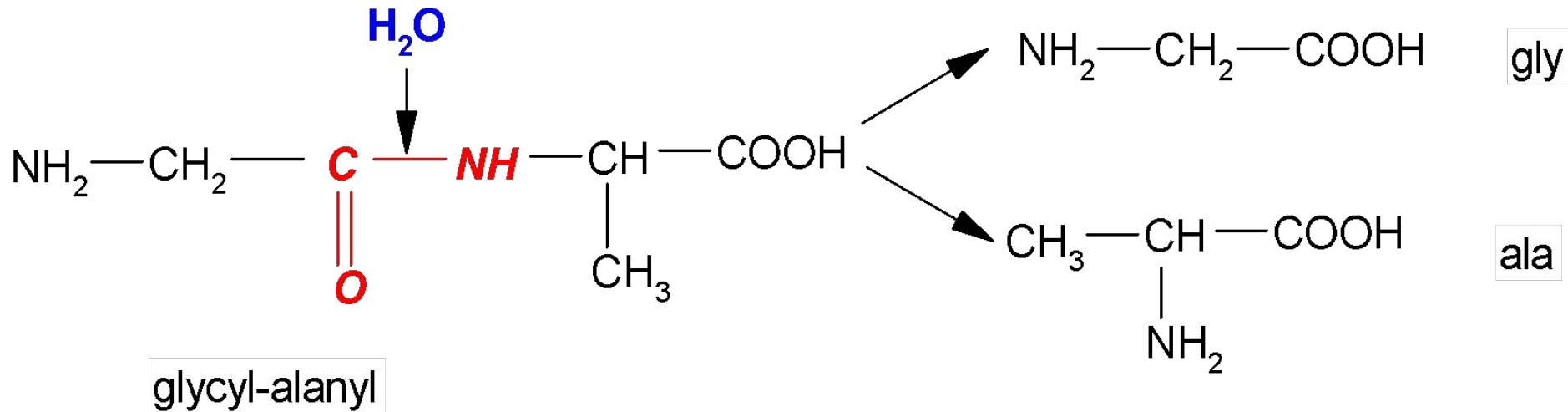
glucoza



glucoza-6-phospat

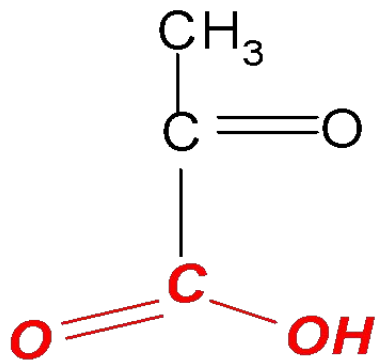
# Гидролазы

## Dipeptidaza

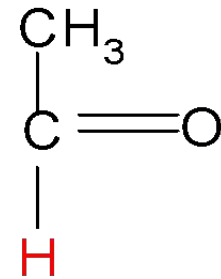
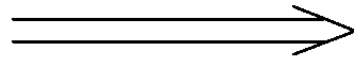


# Лиазы

## Pyruvatdecarbocsyloza



Pyruvat

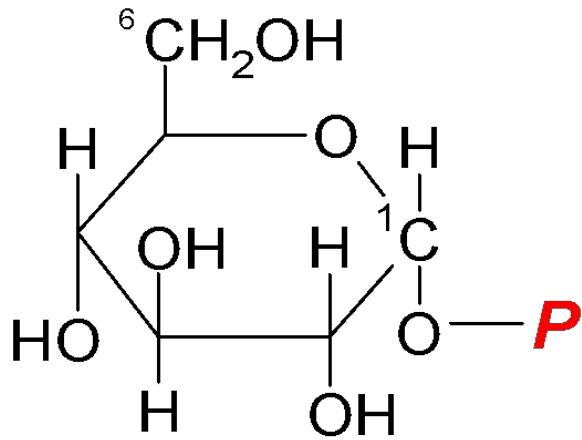


Acetal

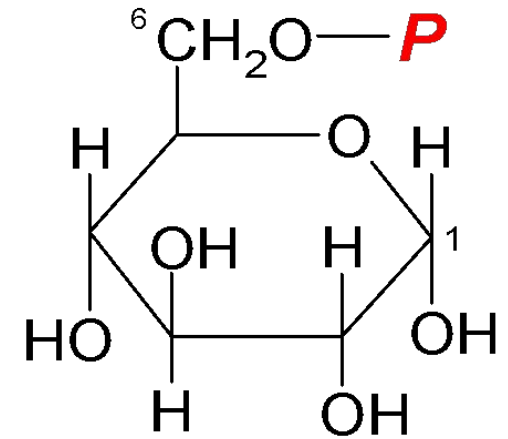
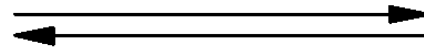


# Изомеразы

## Glucophosphomutaza



glucoza-1-phospat

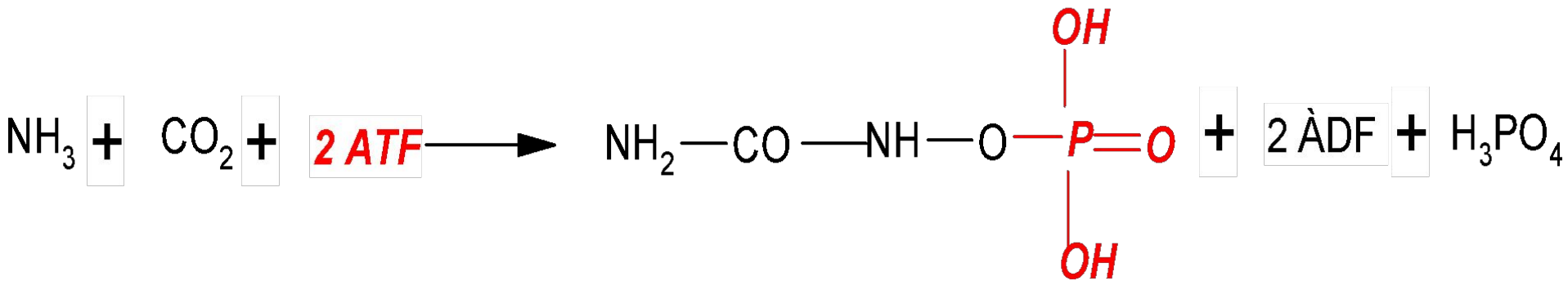


glucoza-6-phospat



# Лигазы (синтетазы)

## Carbomaylphosphatsyntetaza



# Кинетика ферментативной реакции

- Уравнение ферментативной реакции и вывод скорости ферментативной реакции для односубстратной необратимой ферментативной реакции с одним продуктом и лимитирующей стадией распада фермент-субстратного комплекса было впервые предложено **Леонором Михаэлисом и Мод Ментен в 1913 году.**

---

Уравнение односубстратной  
необратимой ферментной реакции



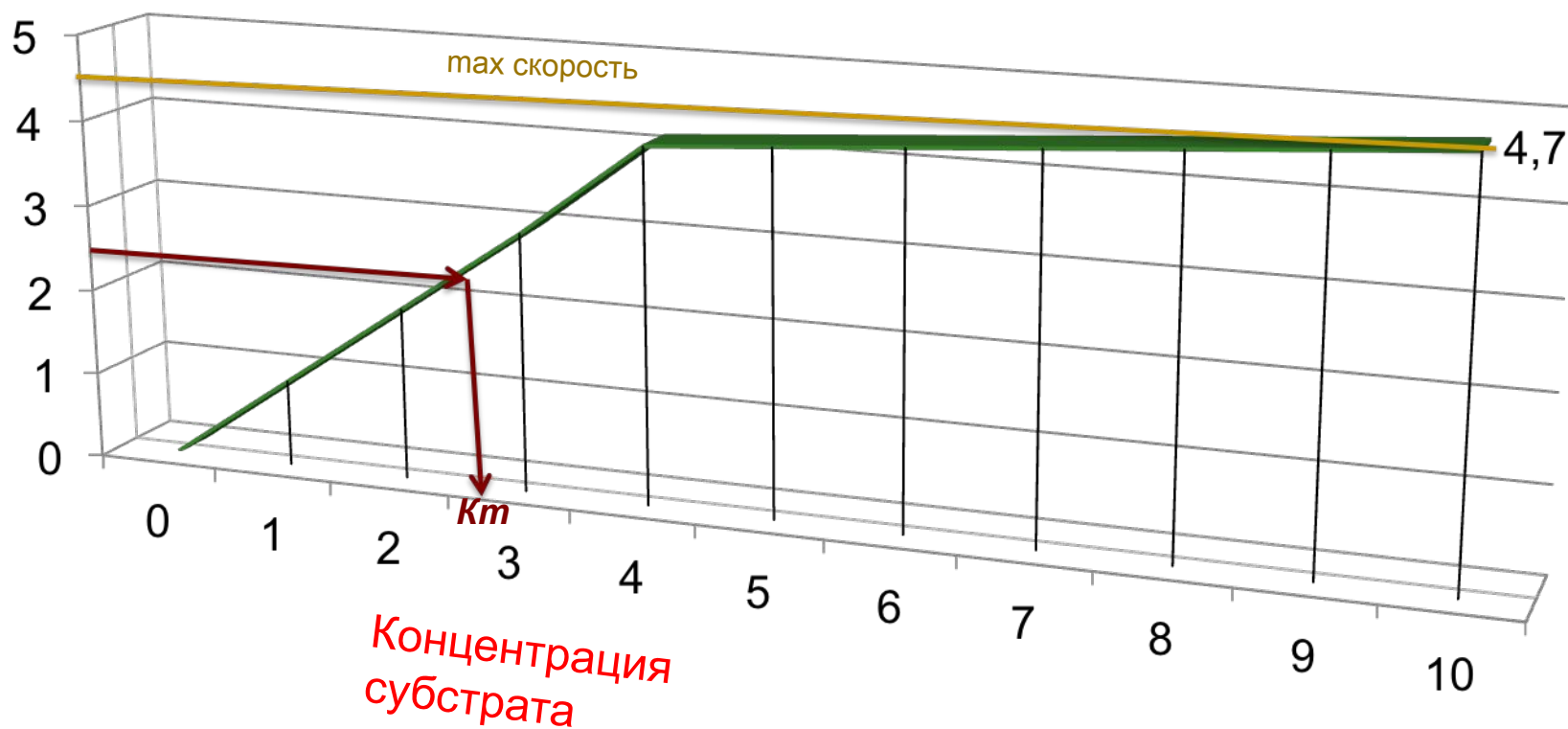
# Уравнение Михаэлиса-Ментен

$$v = \frac{v_{\max}}{1 + \frac{K_m}{[S]}}$$

- $v$  - скорость ферментативной реакции
- $v_{\max}$  - максимальная скорость реакции
- $[S]$  - концентрация субстрата
- $K_m$  - константа Михаэлиса, такая концентрация субстрата, при которой скорость реакции равна половине максимальной скорости

# График ферментативной реакции

Скорость



# Единицы ферментативной активности

- КАТАЛ - это количество фермента, которое обеспечивает превращение 1 моля субстрата за 1 секунду.
- ЮНИТ - это количество фермента, которое превращает 1 мкмоль субстрата за 1 минуту.  $1 \text{ Юнит} = 16,67 \text{ нкатал}$

# Строение ферментов

- По химическому составу ферменты делят на простые, состоящие только из полипептидных цепей, и сложные, которые кроме полипептидов содержат компоненты другой природы. В сложных ферментах различают полипептидную часть - **апофермент** и диссоциирующую непептидную — **кофермент**. Полный комплекс (апофермент + кофермент = холофермент).

---

# Коферменты

Коферменты делятся на:

- Кофакторы - небелковая часть нековалентно связанная с ферментом (можно отделить)
- Простетическая группа - небелковая часть ковалентно связанная с ферментом (нельзя отделить)

*Блокирование аминокислотных радикалов или функциональных групп кофермента путем химической модификации лишает фермент каталитической активности.*

---



---

# Апофермент

На глобуле апофермента можно выделить несколько центров, выполняющих различные функции:

- субстратный центр;
  - каталитический центр;
  - аллостерический центр
-

# Субстратный центр

- **Субстратный центр (якорный центр) – узнавание, захват и удерживание молекулы субстрата.**

*В его состав могут входить боковые цепи Асп, Цис, Глу, Гис, Лиз, Мет, Сер, Трео, а также концевые карбоксильные и амино-группы. Среди этих химических функциональных групп находятся несколько аминокислотных радикалов, взаимодействующих с субстратом и образующих ковалентные и нековалентные ферментные интермедиаты.*

---

# Каталитический центр

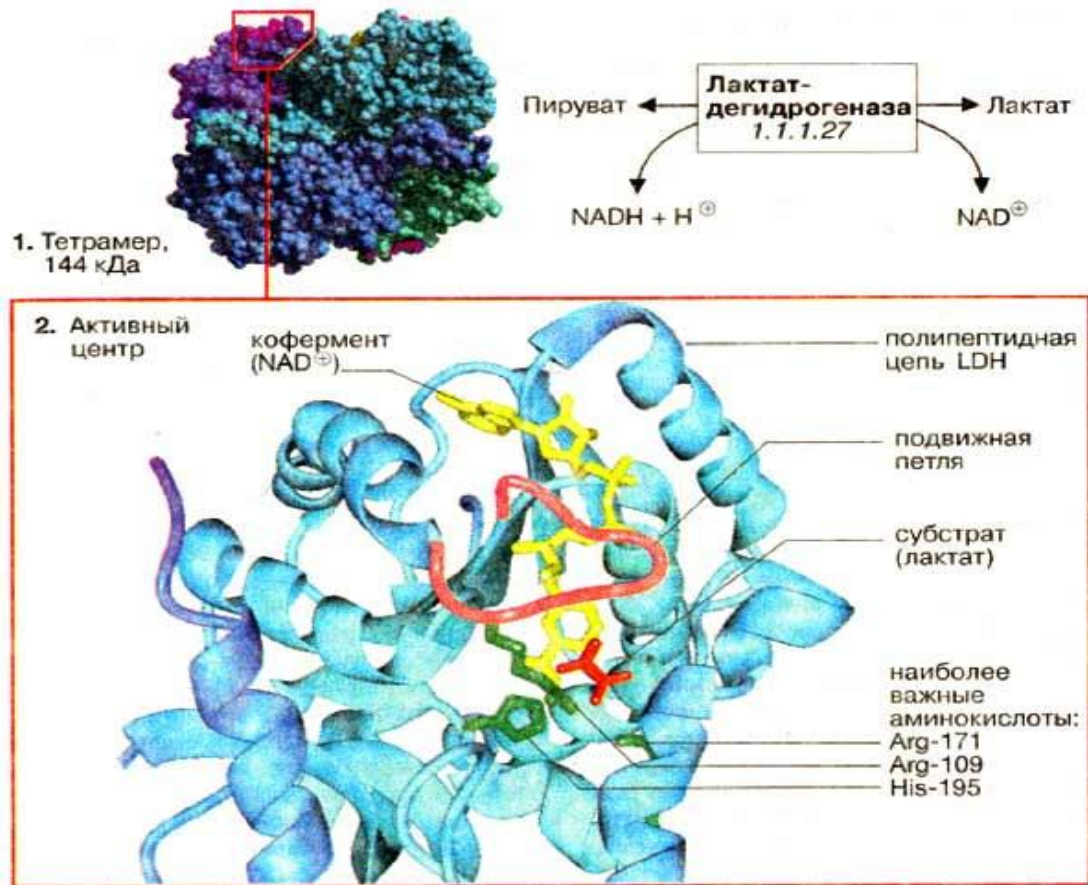
Место на глобуле апофермента где собственно протекает каталитическая реакция (разрыв старых связей и образование новых)

- В состав активного центра входят аминокислотные остатки, находящиеся в различных отделах полипептидной цепи фермента, но сближенных за счет ее изгиба
  - Каталитический центр и субстратный центр составляют активный центр фермента
-

# Аллостерический центр

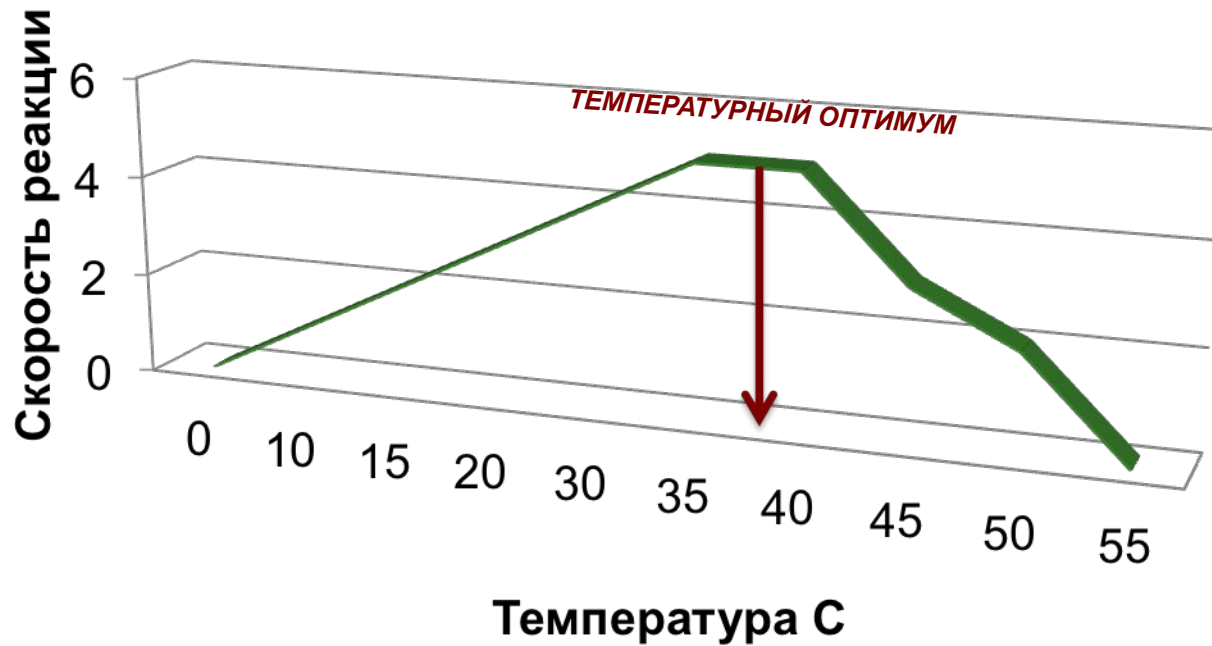
- **АЛЛОСТЕРИЧЕСКИМИ ЦЕНТРАМИ** называют такие участки молекулы фермента вне его активного центра, которые способны связываться **СЛАБЫМИ ТИПАМИ СВЯЗЕЙ** (значит - обратимо) с тем или иным веществом (лигандом). Причем такое связывание приводит к такой конформационной перестройке молекулы фермента, которая распространяется и на активный центр, облегчая, либо затрудняя (замедляя) его работу.

# Лактатдегидрогеназа



А. Лактатдегидрогеназа: структура

# Влияние температуры на скорость ферментативной реакции



# Влияние pH на скорость ферментативной реакции

