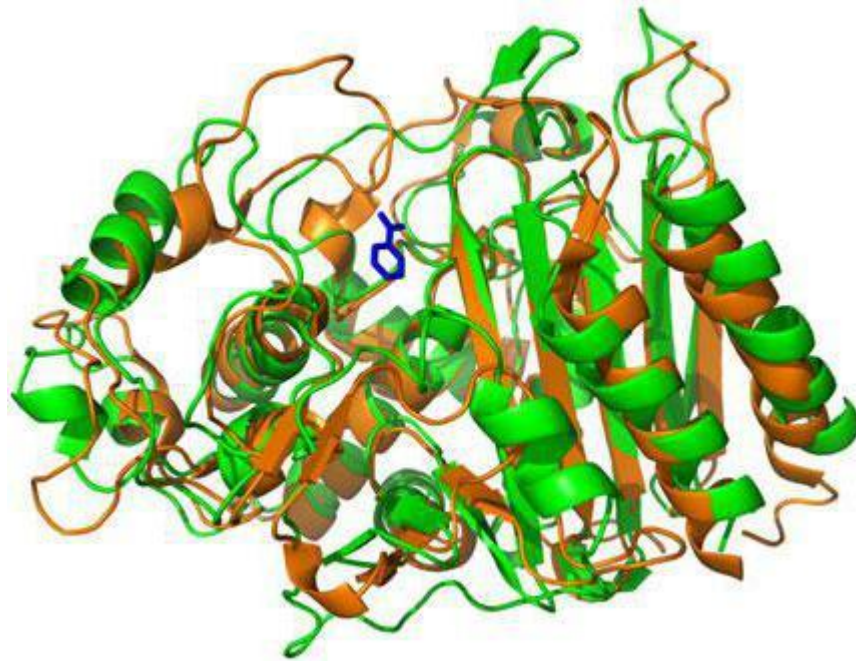


Биохимия белков и ферментов



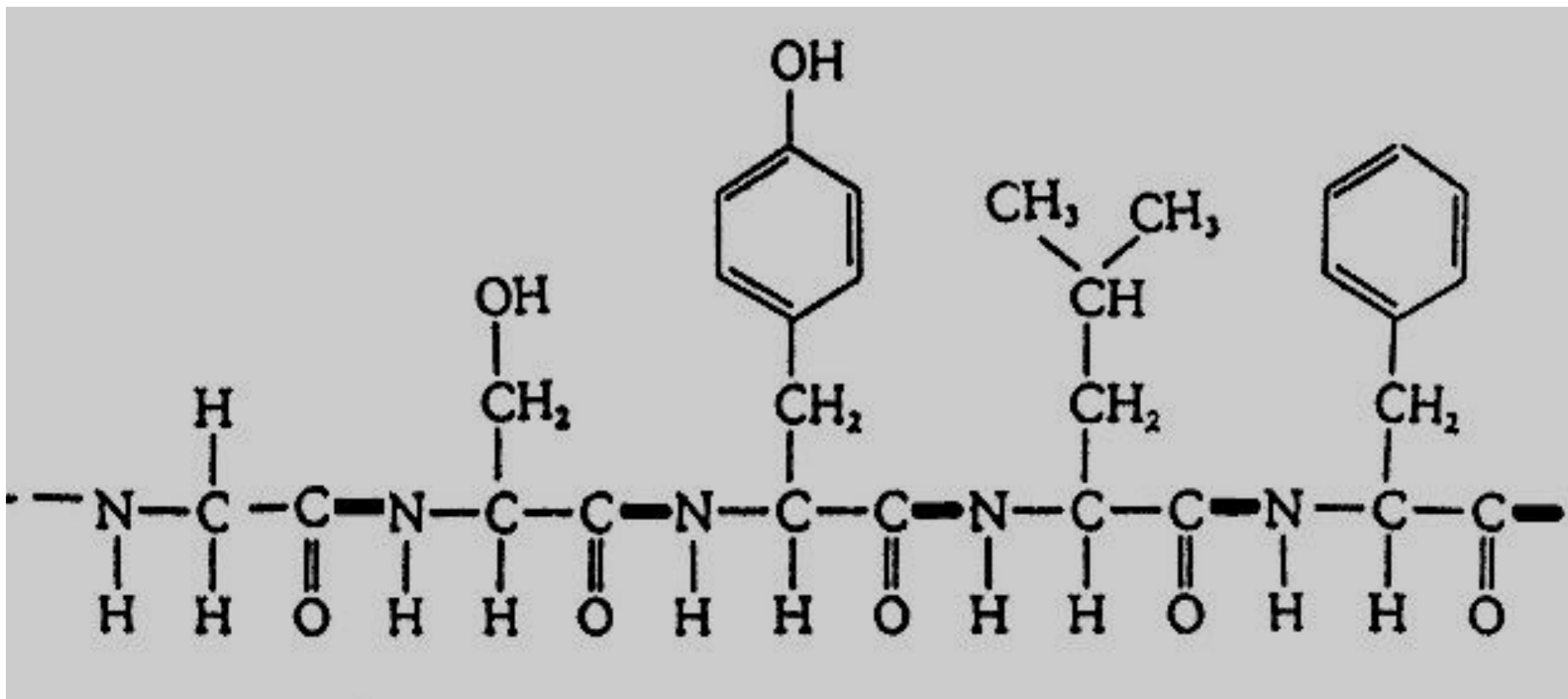
Структурные единицы белков – аминокислоты

Классификация

аминокислот

- 1. Неполярные (гидрофобные)**
- 2. Полярные (гидрофильные)**
- 3. Ароматические**
- 4. (главным образом
неполярные)**
- 5. Отрицательно заряженные**
- 6. Положительно заряженные**

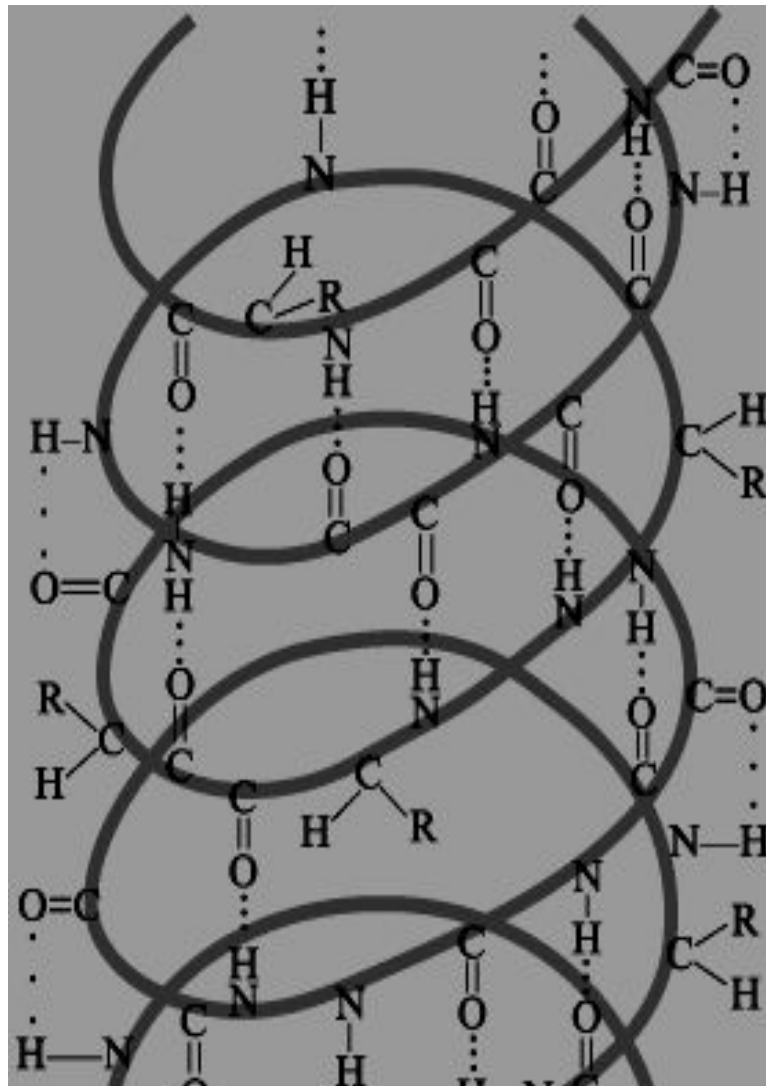
Первичная структура белка



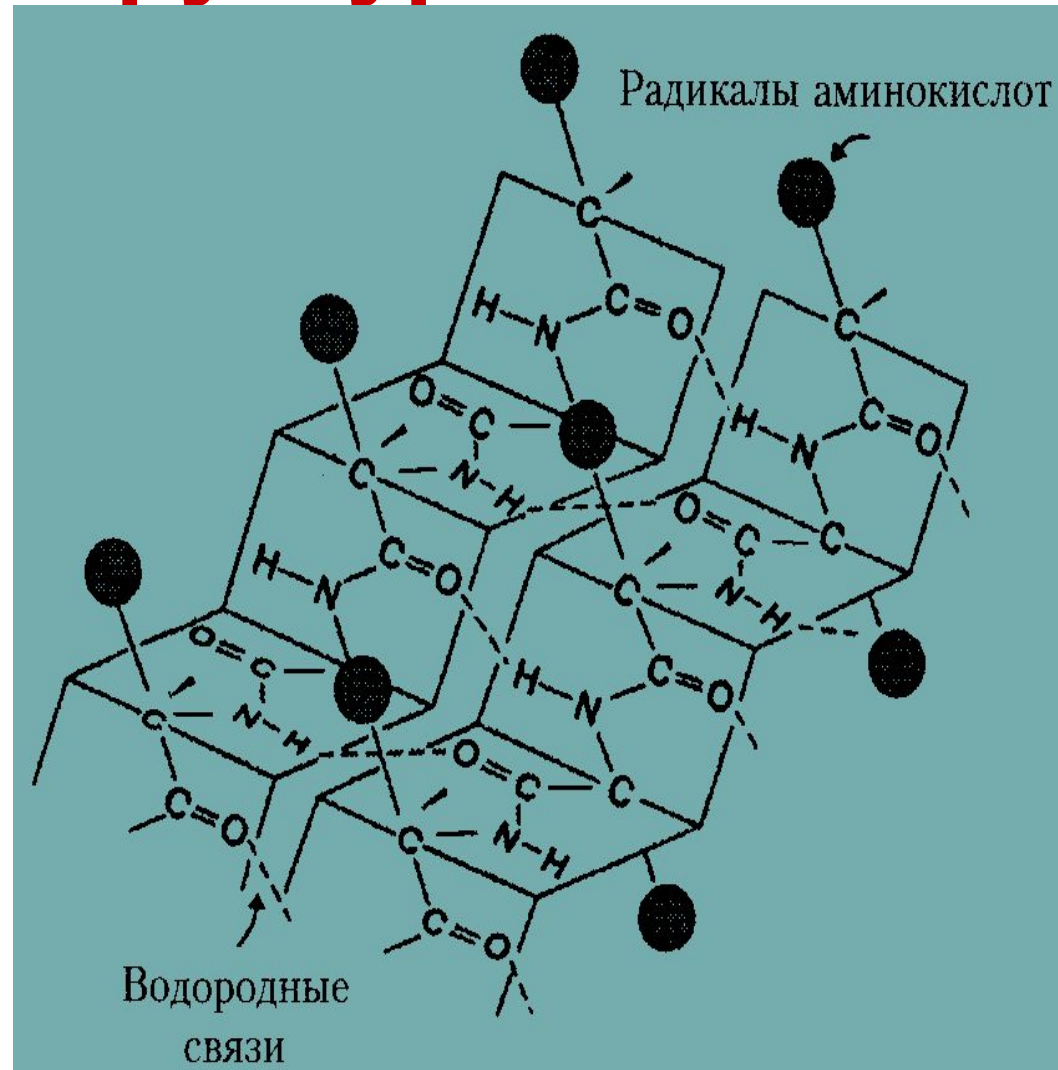
Установление первичной структуры

Гидролизующее вещество	Остатки аминокислот
Цианогенбромид (CNBr)	мет
Гидроксиламин	между асп и гли
N-бромсукцинамид	три
Пепсин	фен, тир, глу
Трипсин	арг, лиз
Химотрипсин	три, тир, фен

Вторичная структура белка



α -спираль



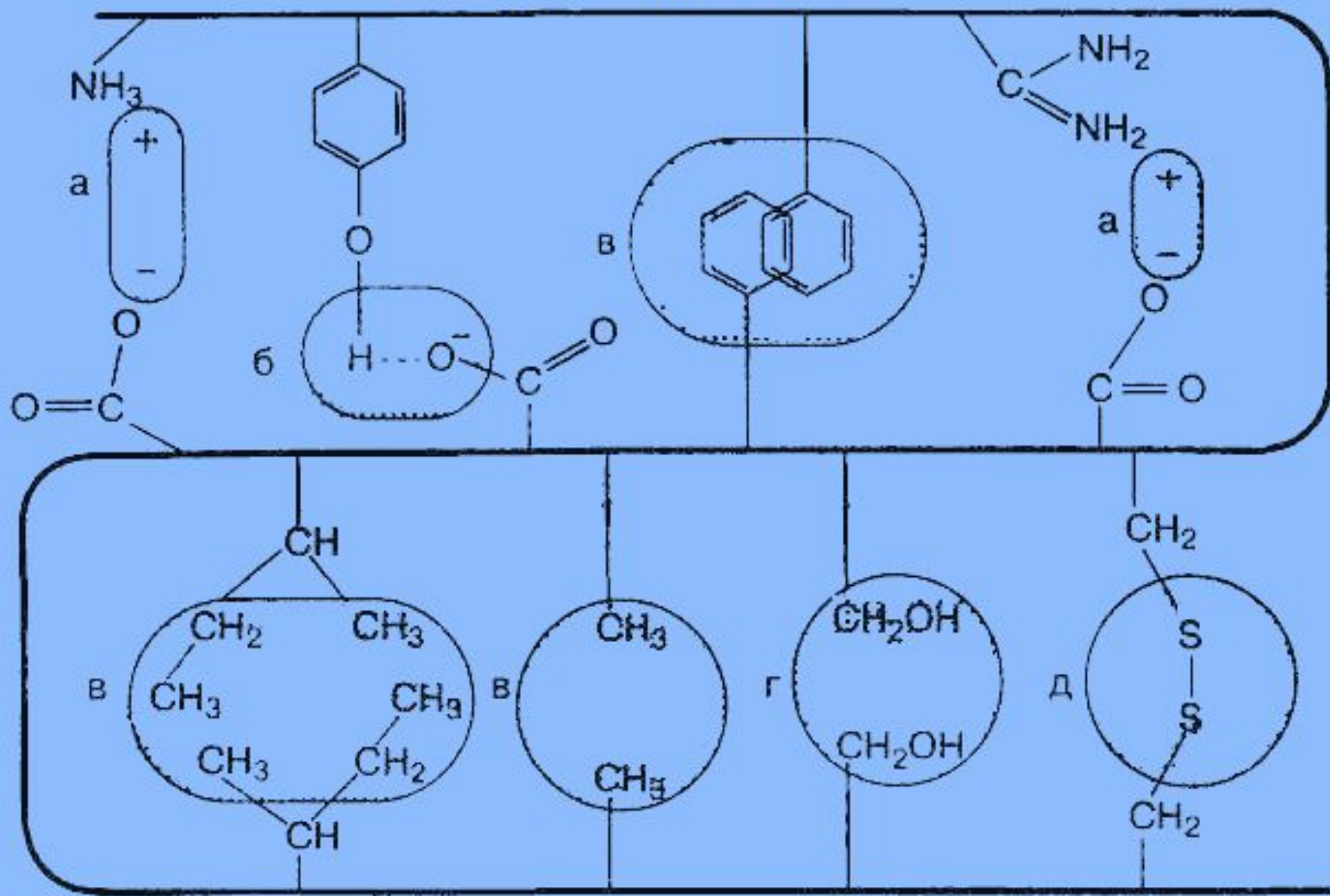
β -складчатый слой

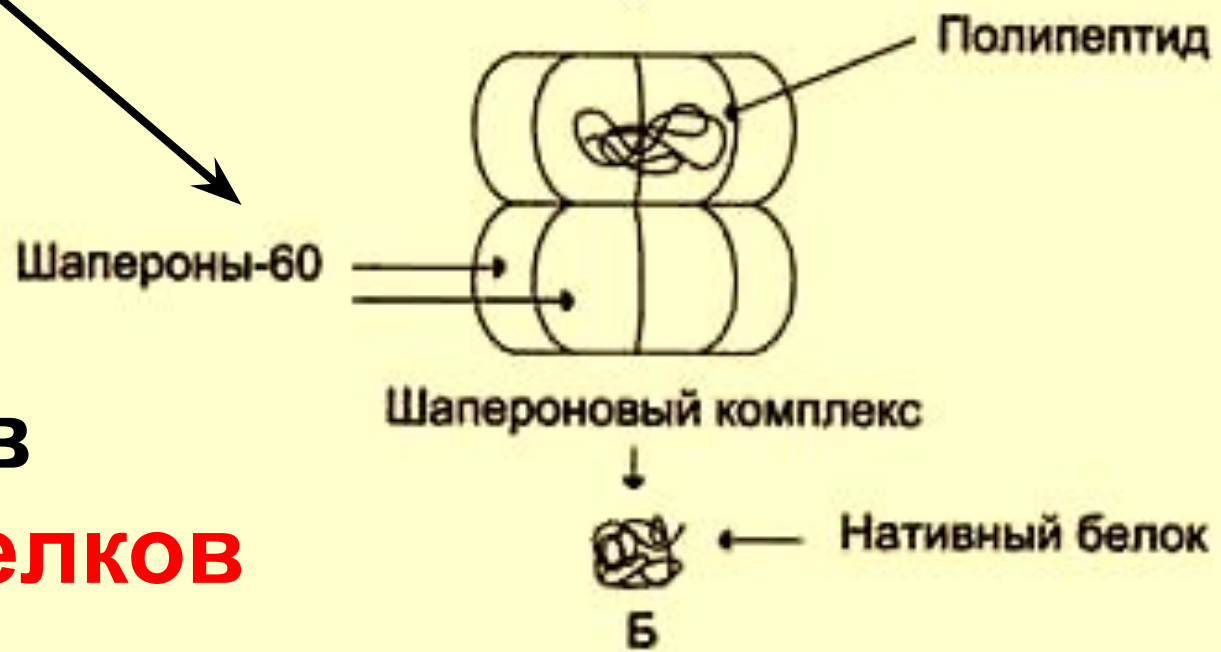
Третичная структура белка



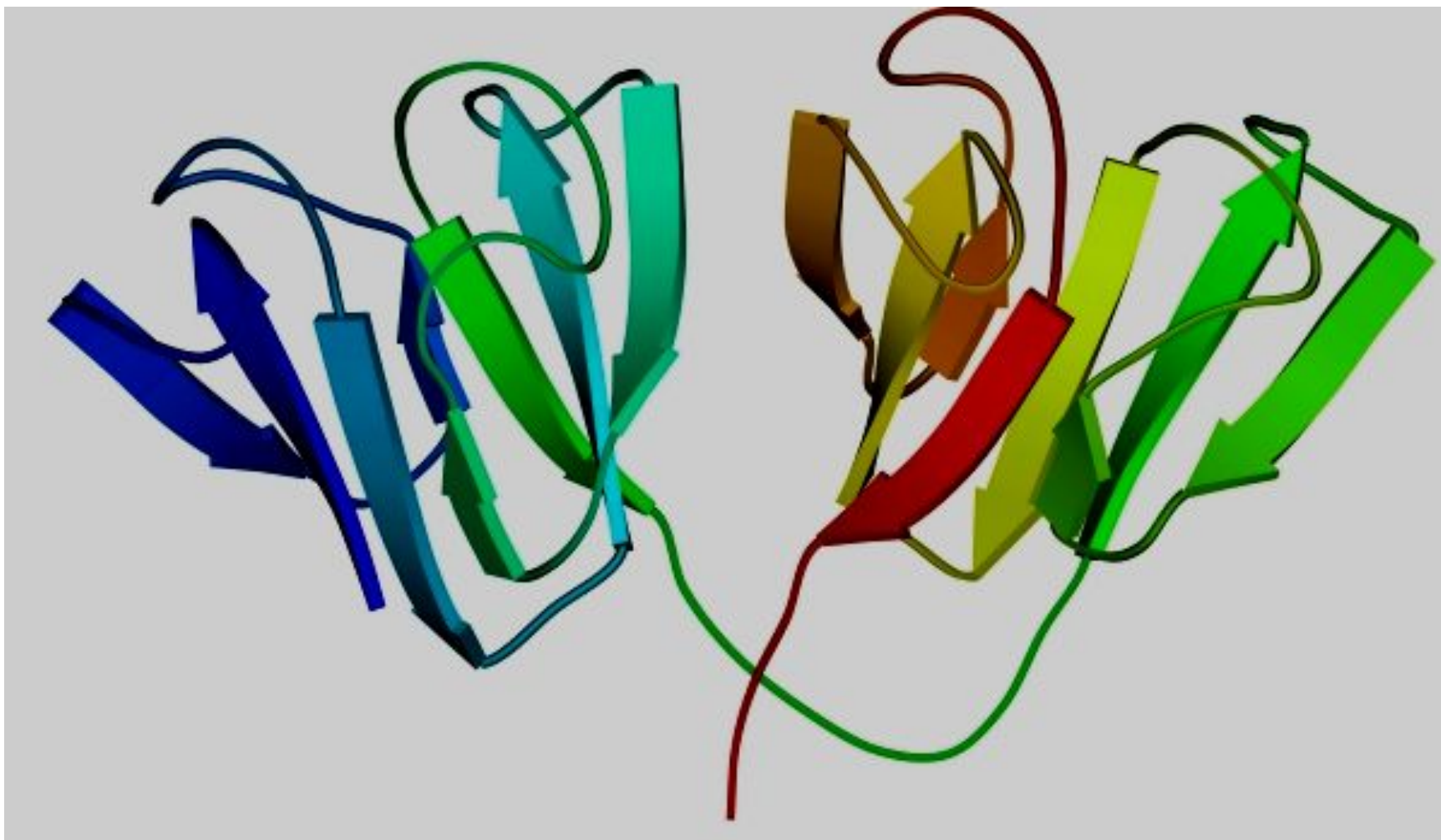
Типы связей

Полипептидная цепь



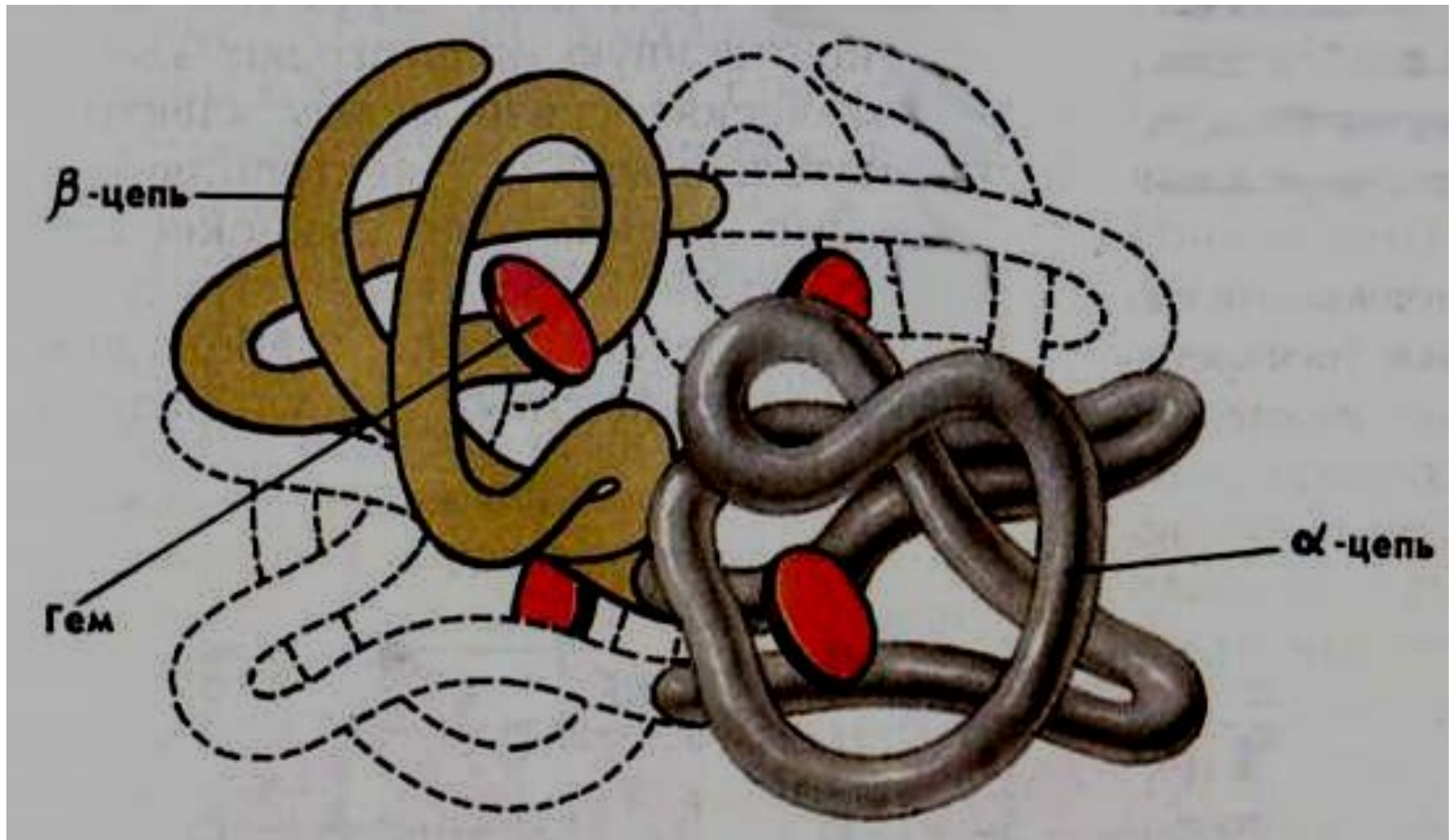


**Участие
шаперонов в
фолдинге белков**

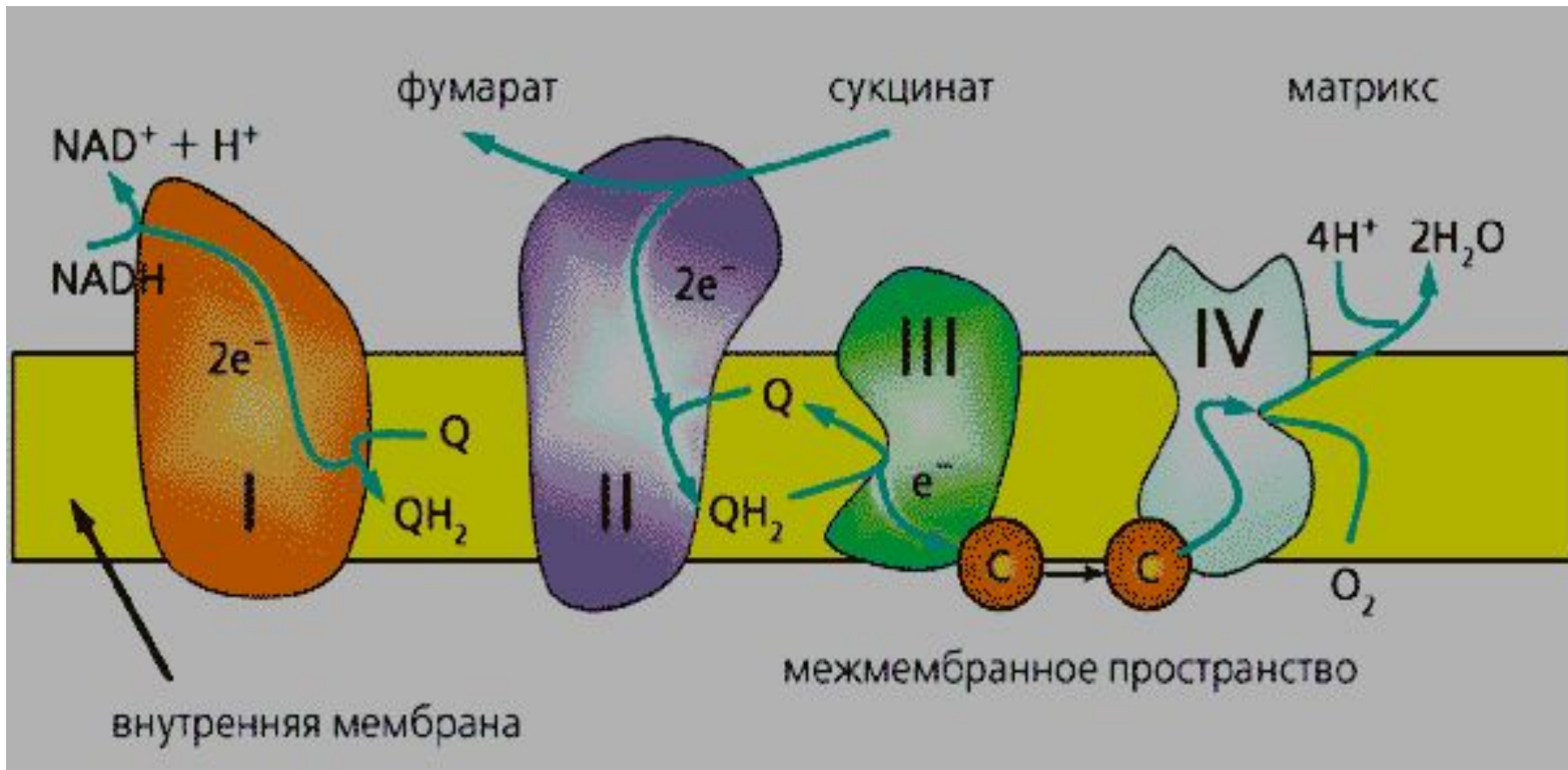


Глобулярные домены в γ -кристаллине (белке хрусталика глаза)

Четвертичная структура гемоглобина



Пятый уровень структурной организации - метаболон



**I, II, III и IV – комплексы
дыхательной цепи митохондрий**

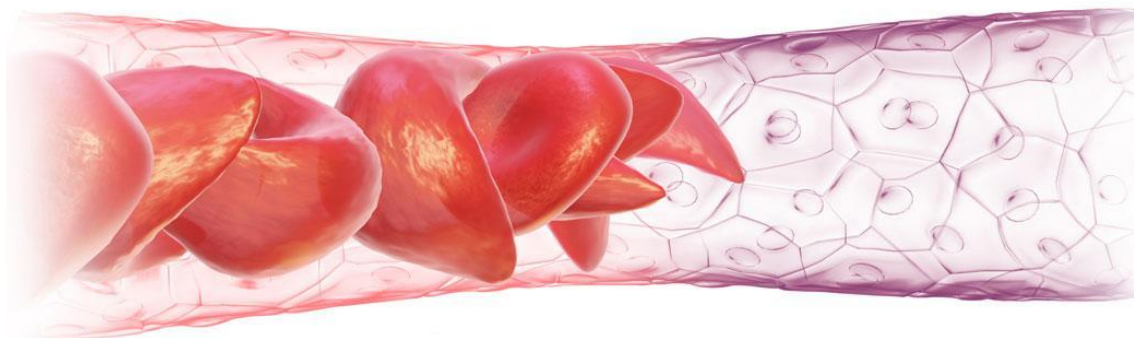
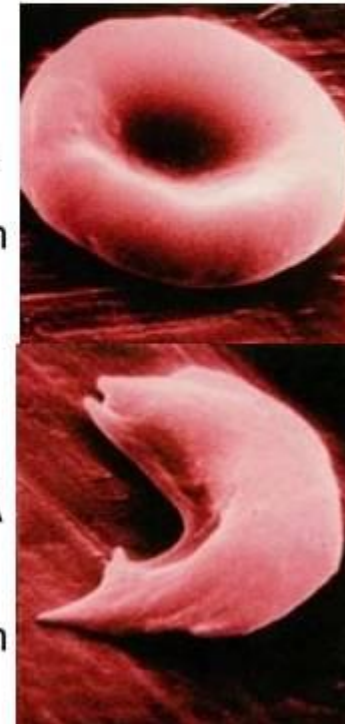
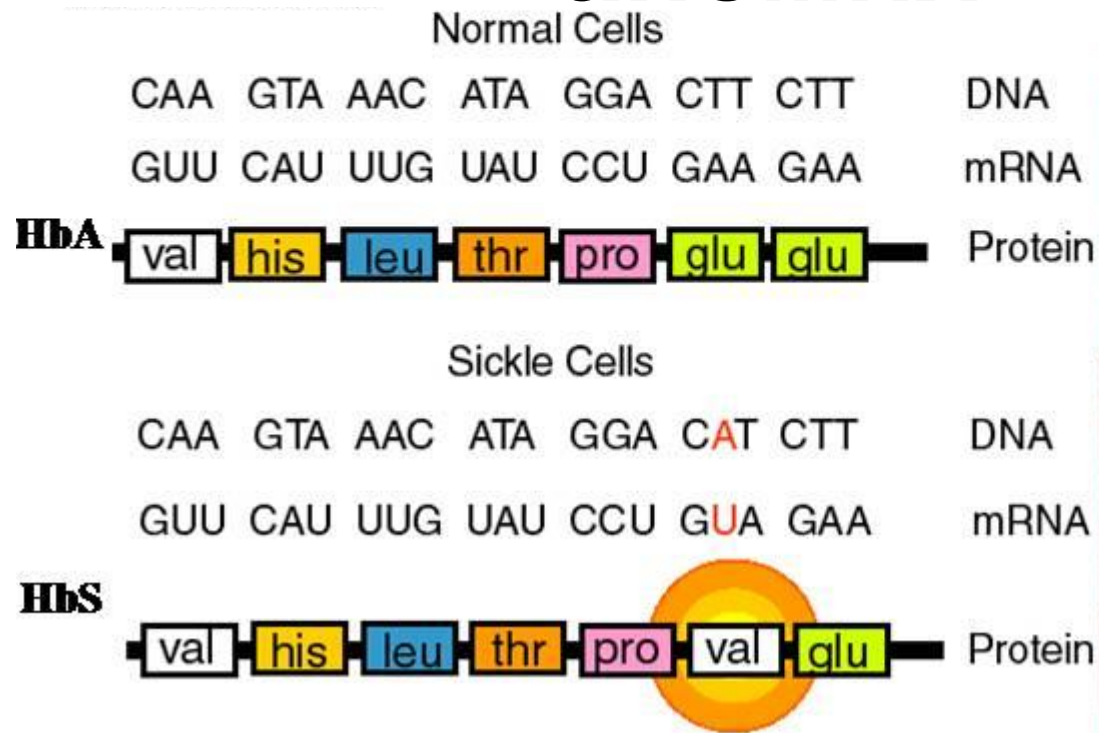
Классификация белков

Простые	Сложные
Альбумины	Хромопротеины
Глобулины	Гликопротеины
Гистоны	Липопротеины
Протамины	Фосфопротеины
Глютелины	Нуклеопротеины
Проламины	Металлопротеины

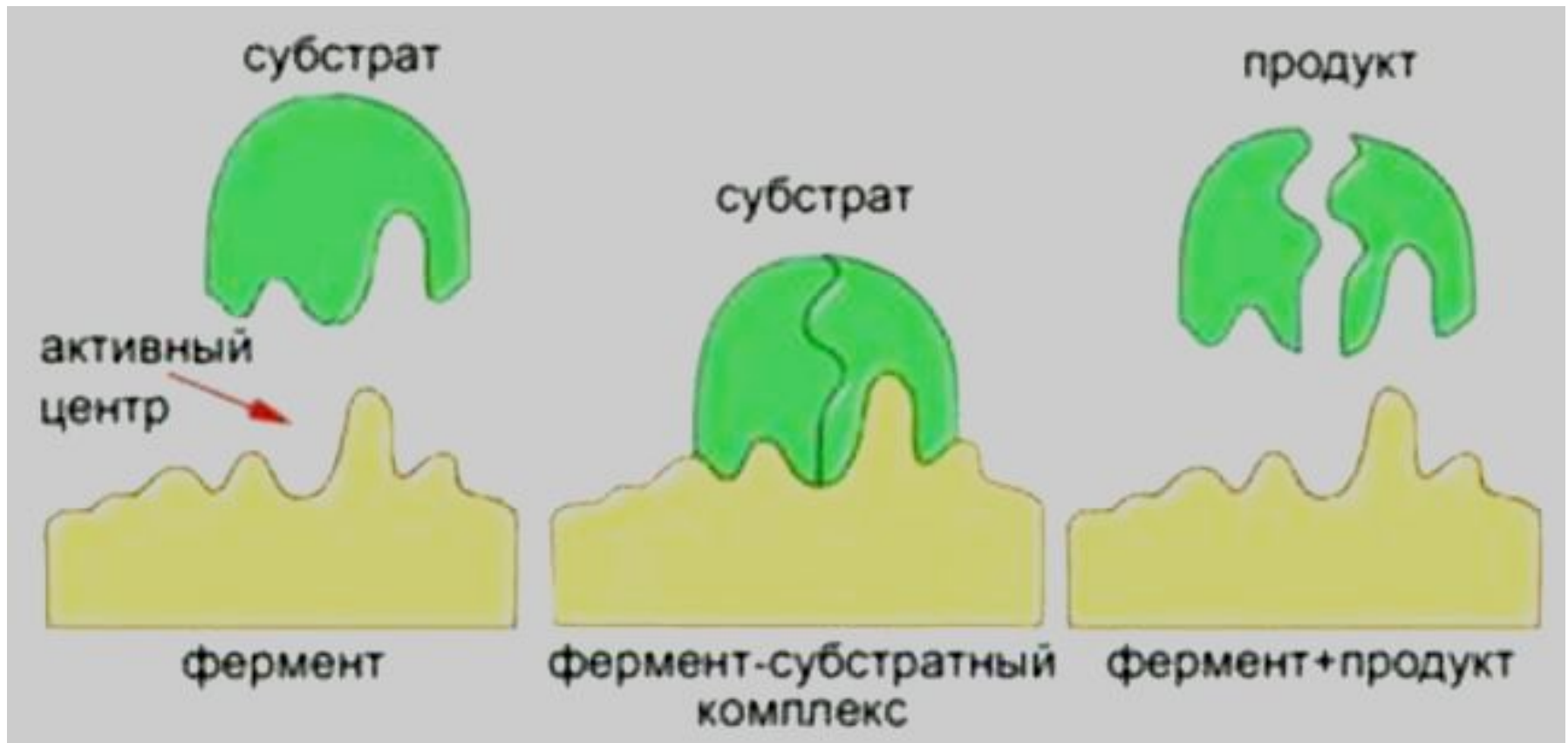
Аномальные гемоглобины

Тип гемоглобина	Состав	Норма	Замена
S	$\alpha_2\beta_2$	Глу 6 в β	Вал
C	$\alpha_2\beta_2$	Глу 6 в β	Лиз
D	$\alpha_2\beta_2$	Лей 28 в β	Глу
H	β_4		

Серповидно-клеточная анемия



Ферменты – биологические катализаторы



Классификация ферментов

- 1. Оксидоредуктазы**
- 2. Трансферазы**
- 3. Гидролазы**
- 4. Лиазы**
- 5. Изомеразы**
- 6. Лигазы**

Сложные ферменты

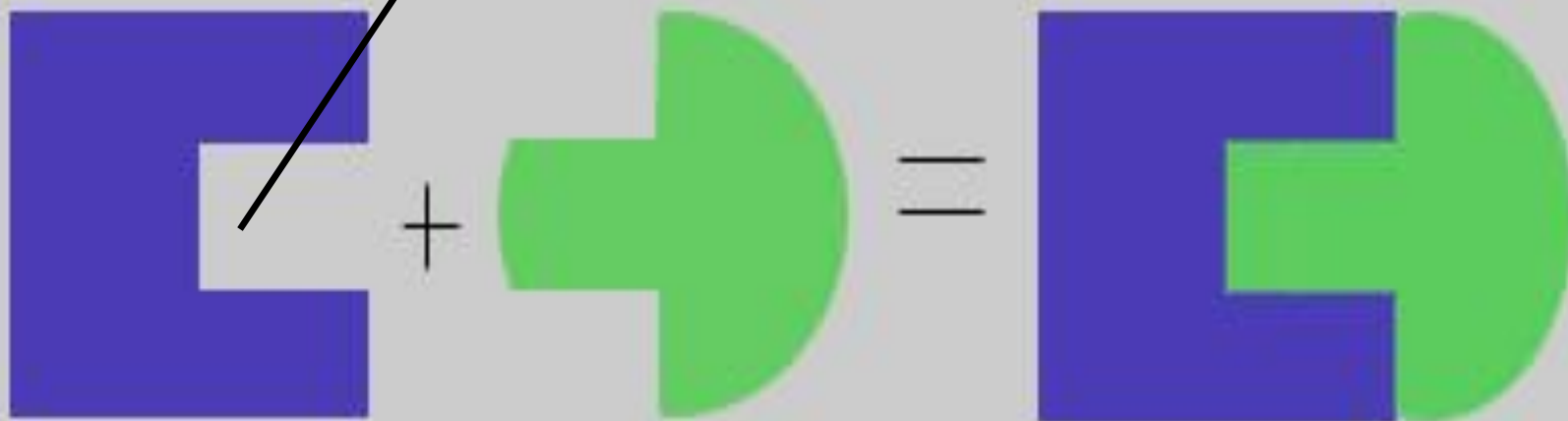
кофермент связывающий

домен

неактивный
фермент

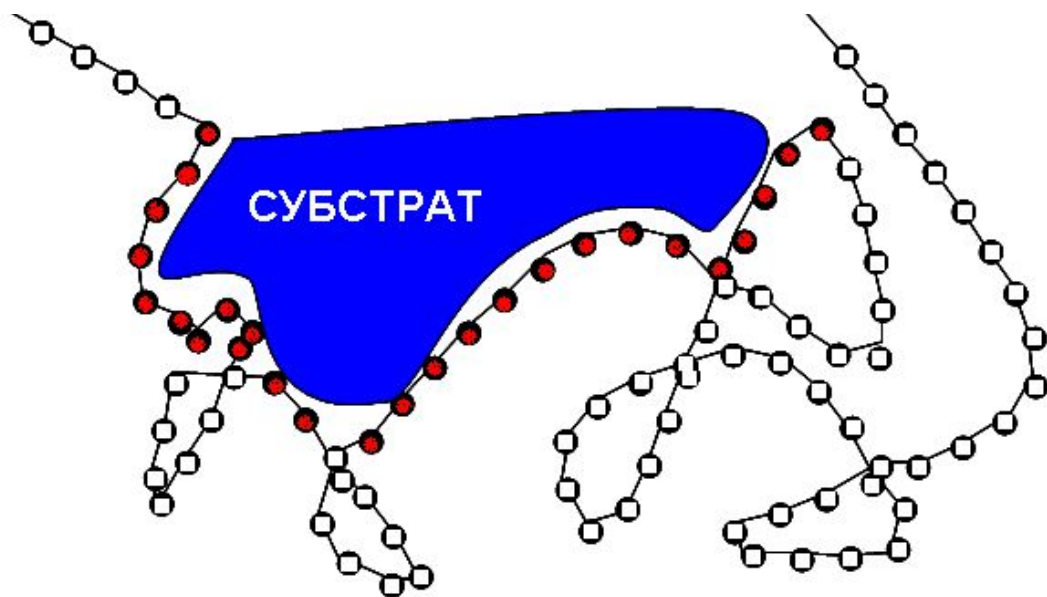
ВИТАМИН

активный
фермент



Кофермент	Биохимическая функция	Витамин-предшественник
Кофермент А	Активация и перенос ацильных групп	Пантотеновая кислота
Пиридоксаль-фосфат	Перенос аминогрупп	Пиридоксин - витамин В ₆
НАД	Перенос водорода (электронов)	Никотинамид – витамин РР

АКТИВНЫЙ ЦЕНТР ФЕРМЕНТО В



Аллостерический фермент

Активный
центр

Аллостерический
центр



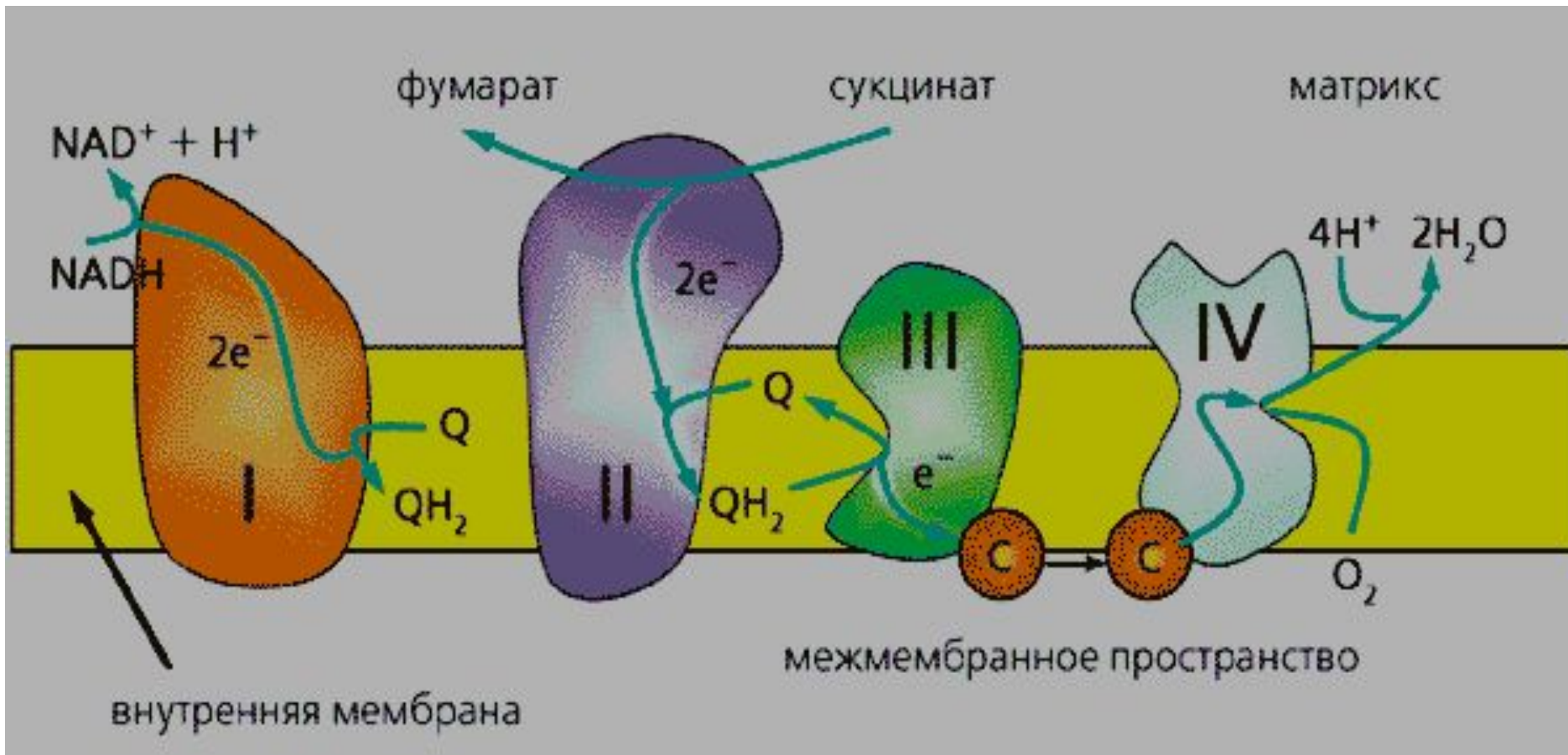
Полифункциональный фермент



Киназный домен

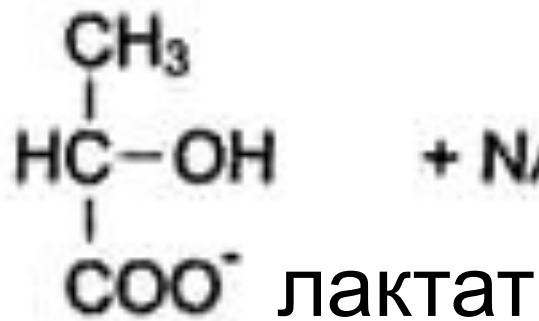
Фосфатазный домен

МУЛЬТИМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ФЕРМЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ

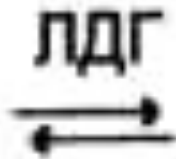


Дыхательная цепь митохондрий

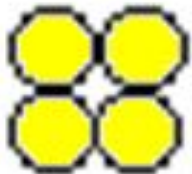
Изоферменты



+ NAD⁺

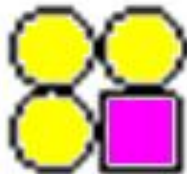


+ NADH + H⁺



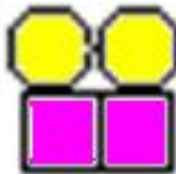
H₄

ЛДГ₁



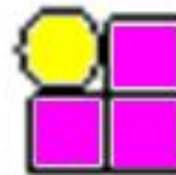
H₃M

ЛДГ₂



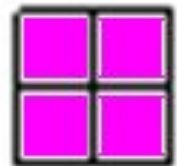
H₂M₂

ЛДГ₃



HM₃

ЛДГ₄



M₄

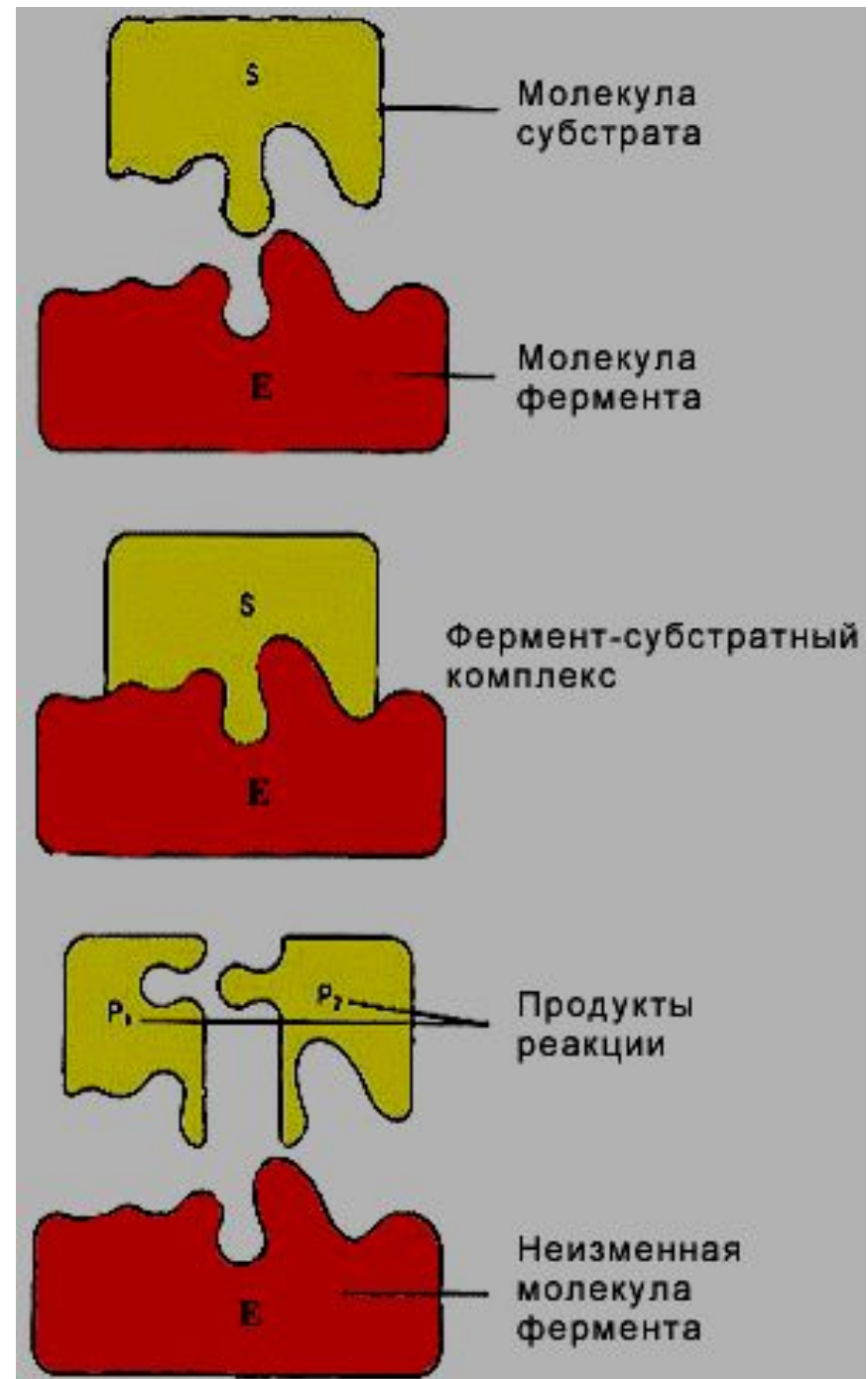
ЛДГ₅

Теории ферментативного катализа

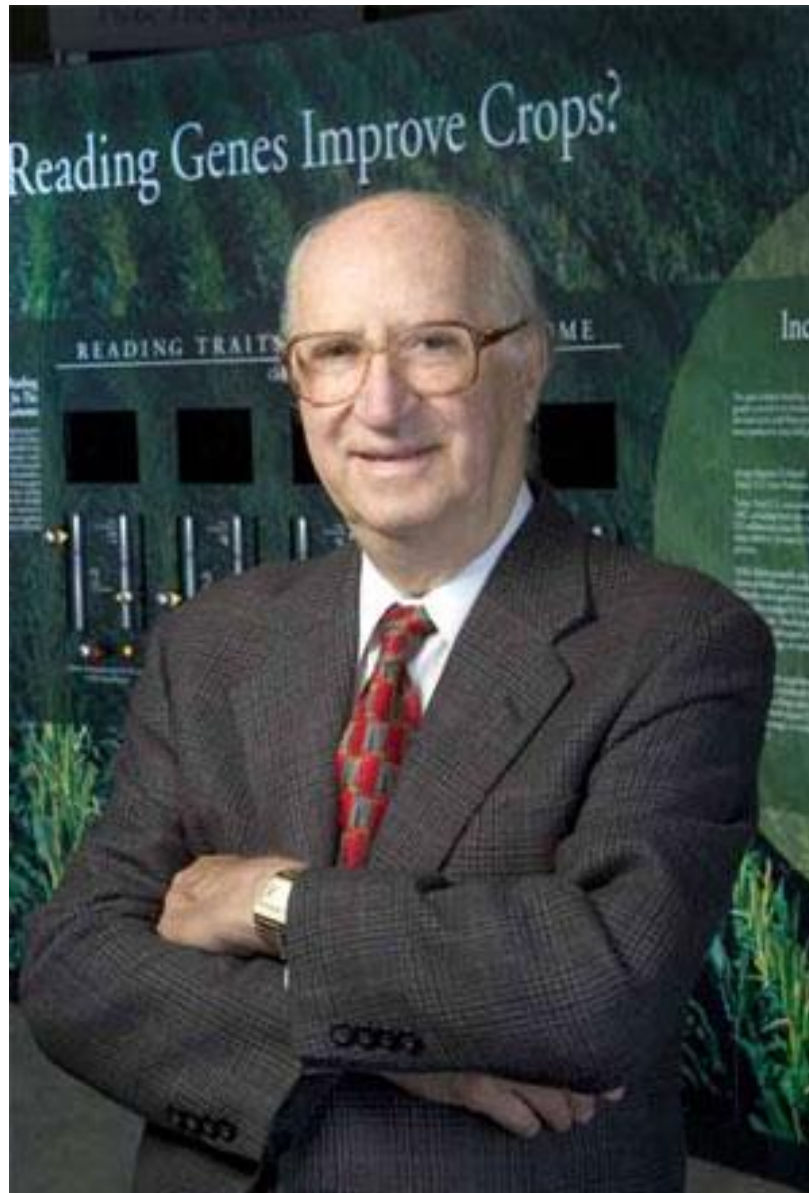
Герман Эмиль Фишер (1852 – 1919)



Теория «ключ - замок» Фишера

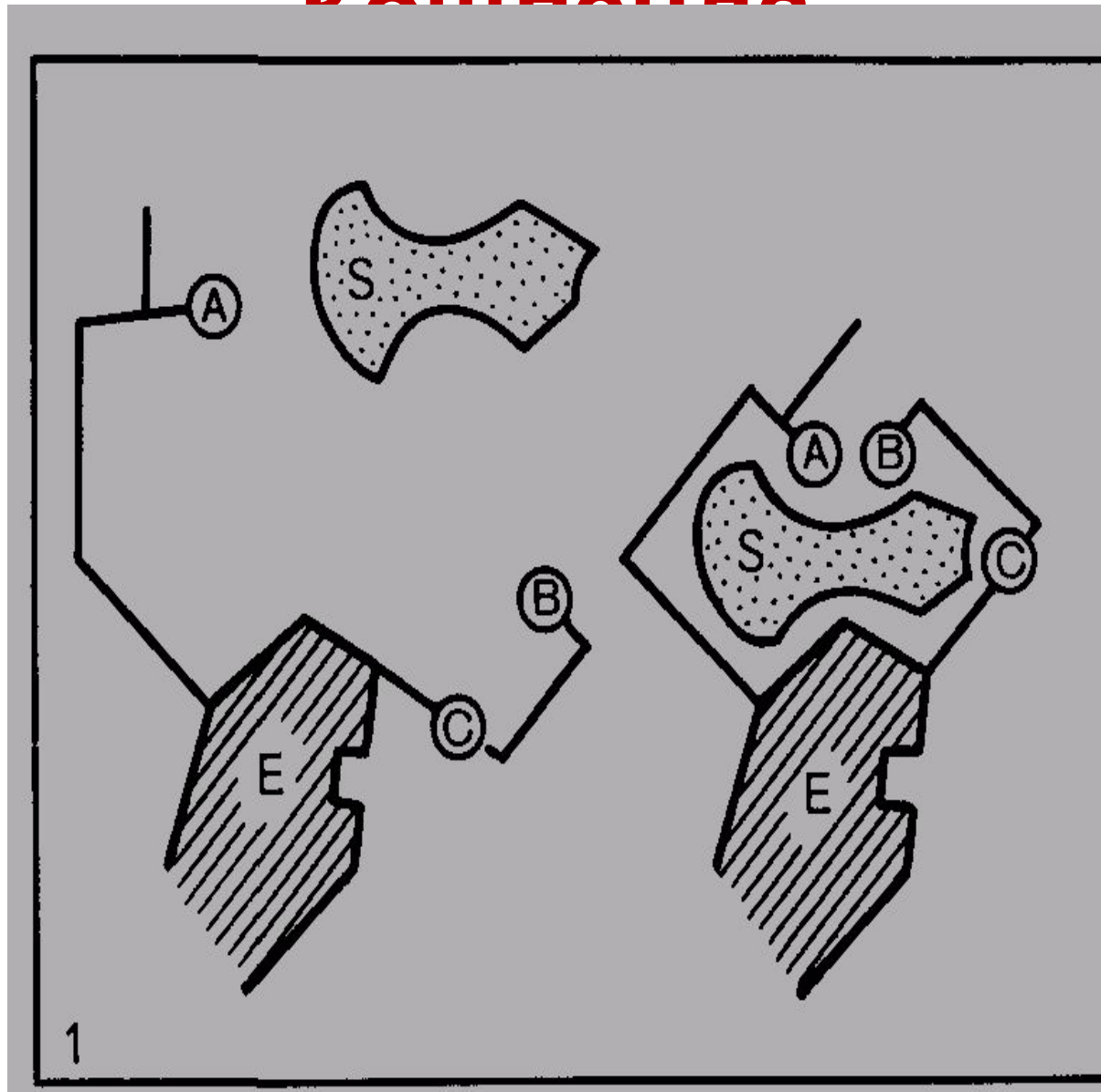


Дэниел Кошланд (1920 – 2007)

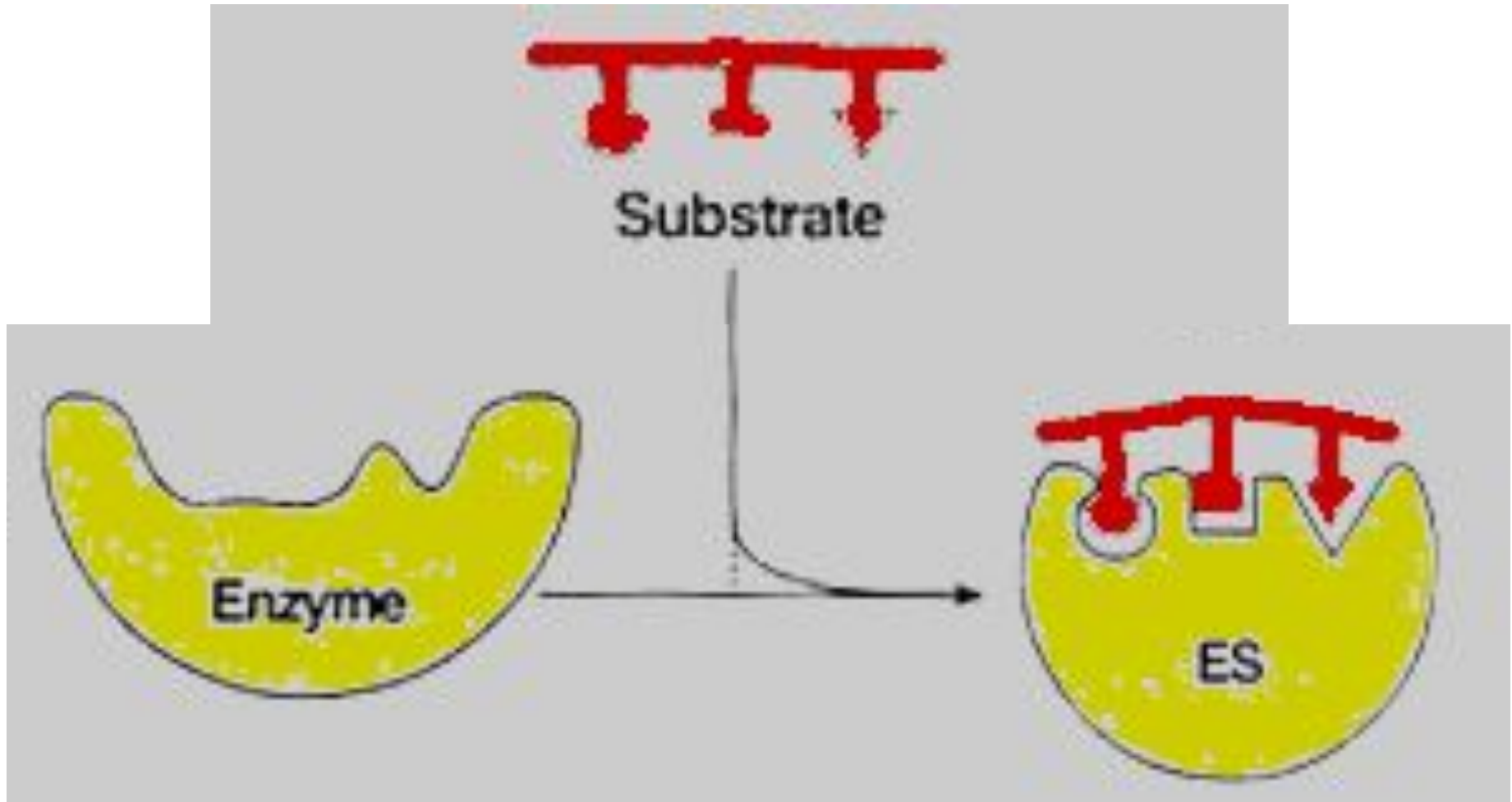


Теория «перчатка - рука»

Концепция



Гипотеза топохимического соответствия



Ферментативная КИНЕТИКА

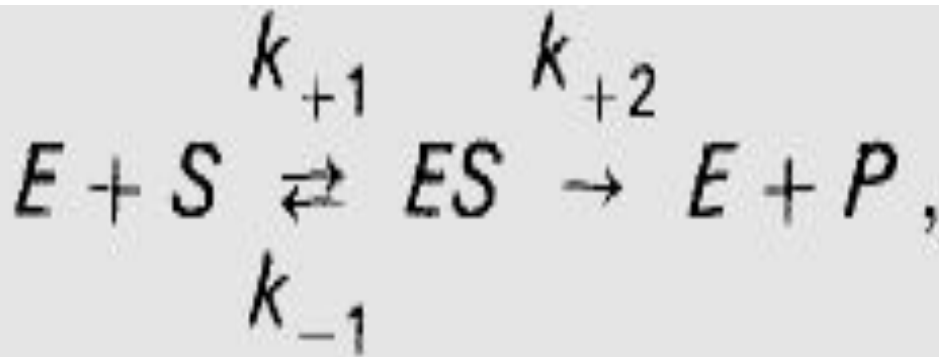


МИХАЭЛИС
Леонор



МЕНТЕН Мод
Леонора





**Уравнение
Михаэлиса-Ментен**

**Уравнение
Бриггса-Холдейна**

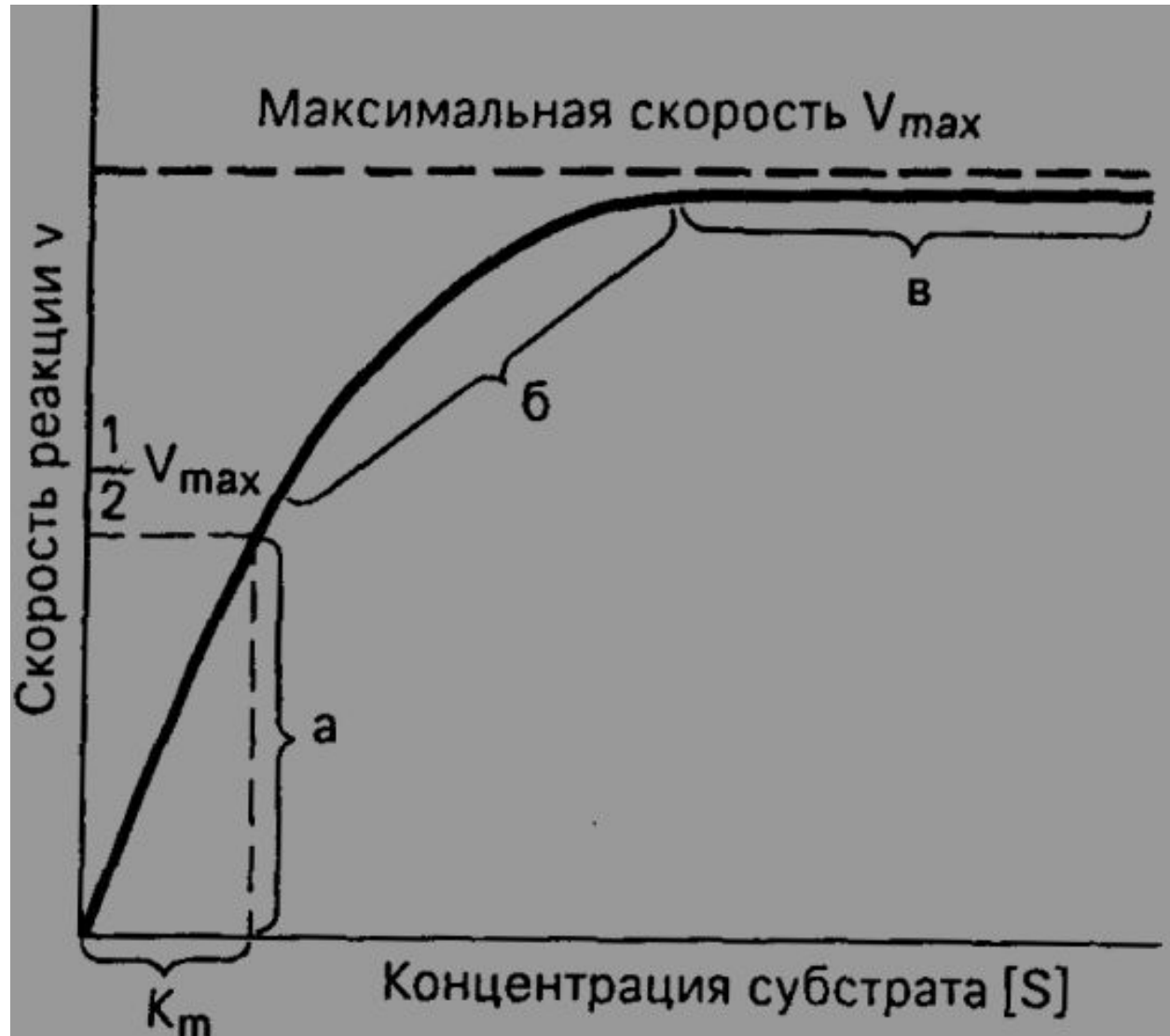
$$\mathcal{V} = \frac{\mathcal{V}_{\max} [S]}{K_m + [S]}$$

$$K_S = \frac{[E][S]}{[ES]} = \frac{k_{-1}}{k_{+1}}$$

$$\mathcal{V} = \frac{V_{\max} [S]}{K_S + [S]}$$

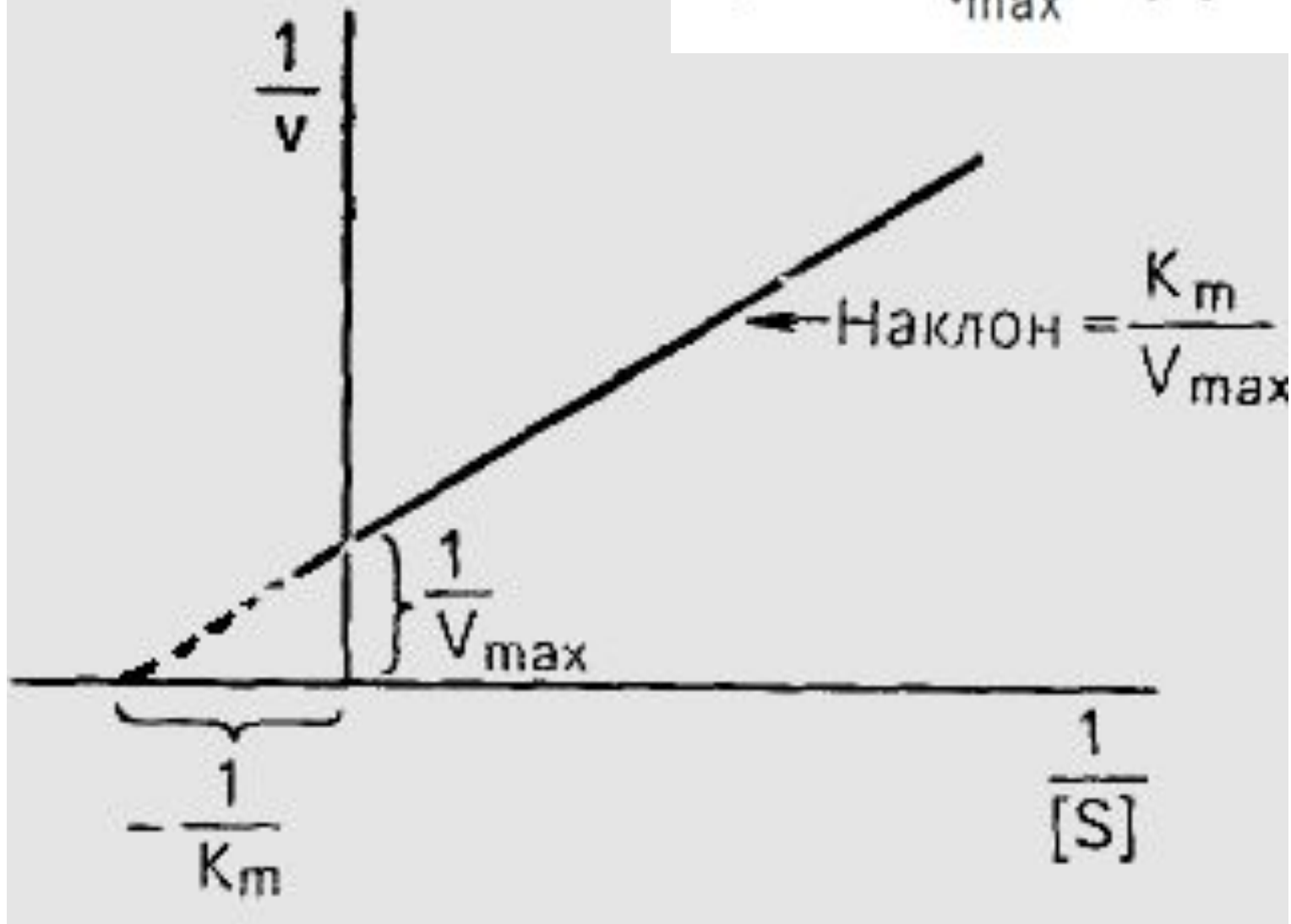
$$K_m = K_S + \frac{k_{+2}}{k_{+1}}$$

Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата

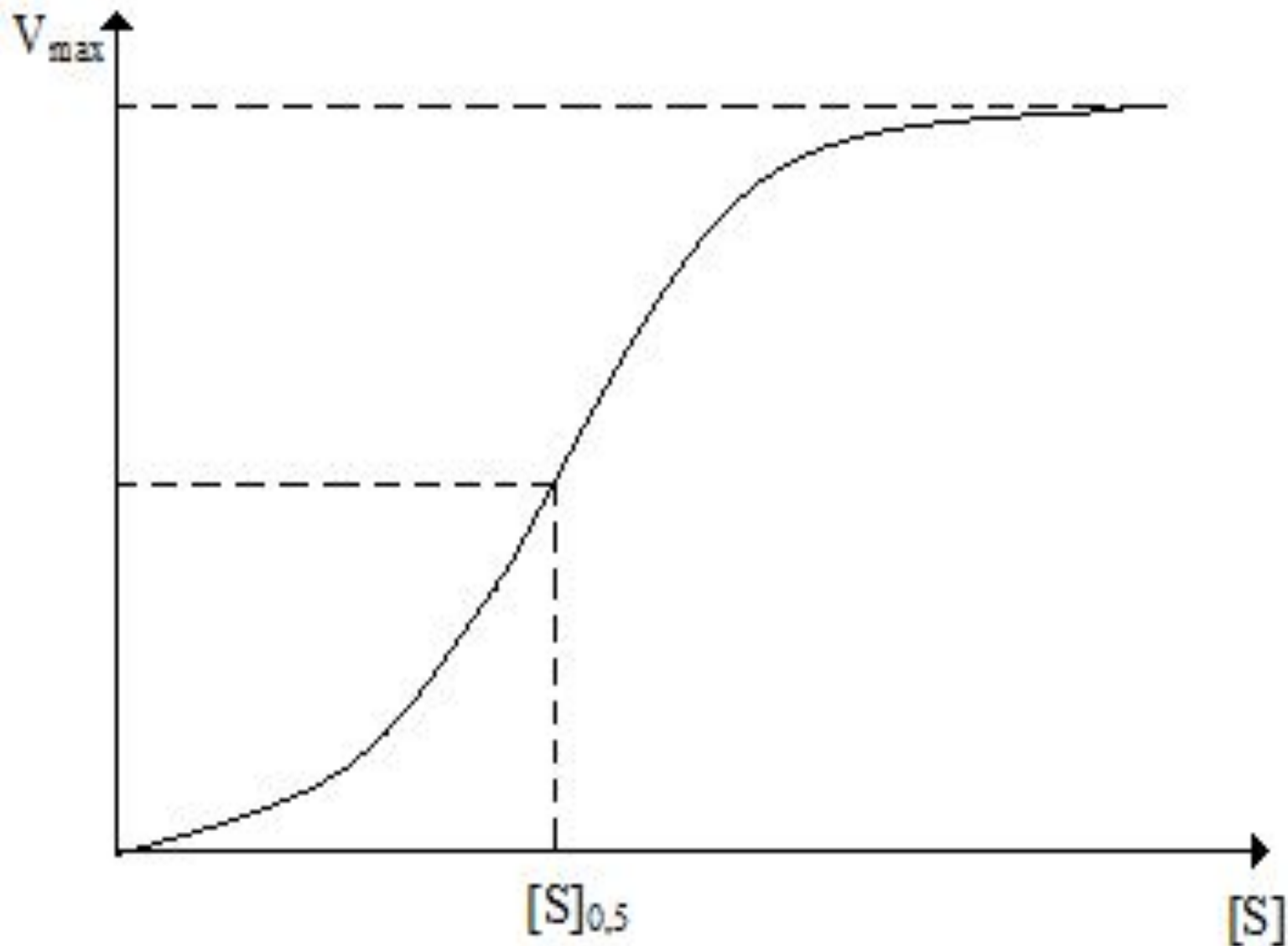


Уравнение Лайнуивера-Берка

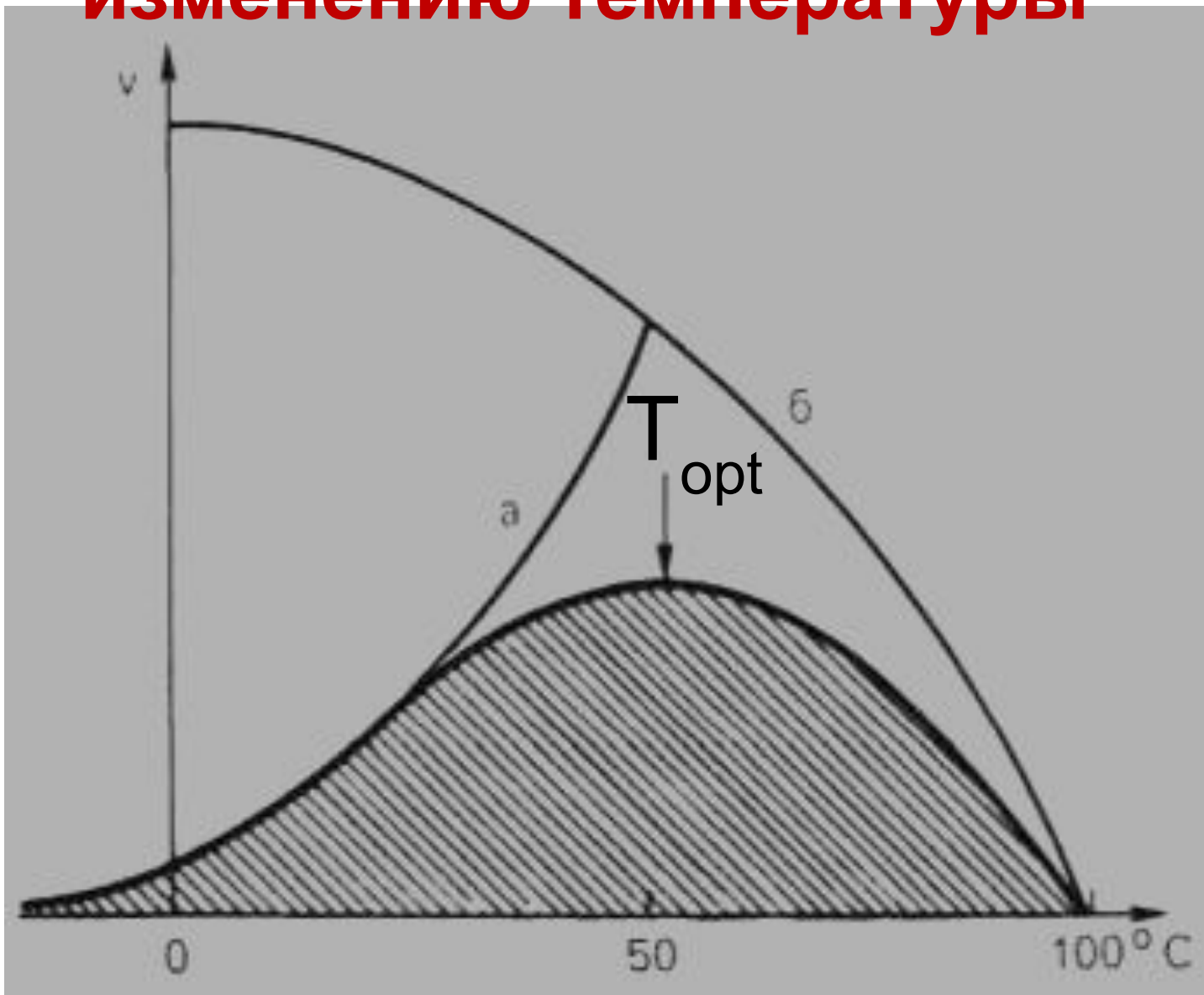
$$\frac{1}{v} = \left(\frac{K_m}{V_{\max}} \right) \left(\frac{1}{[S]} \right) + \frac{1}{V_{\max}}$$



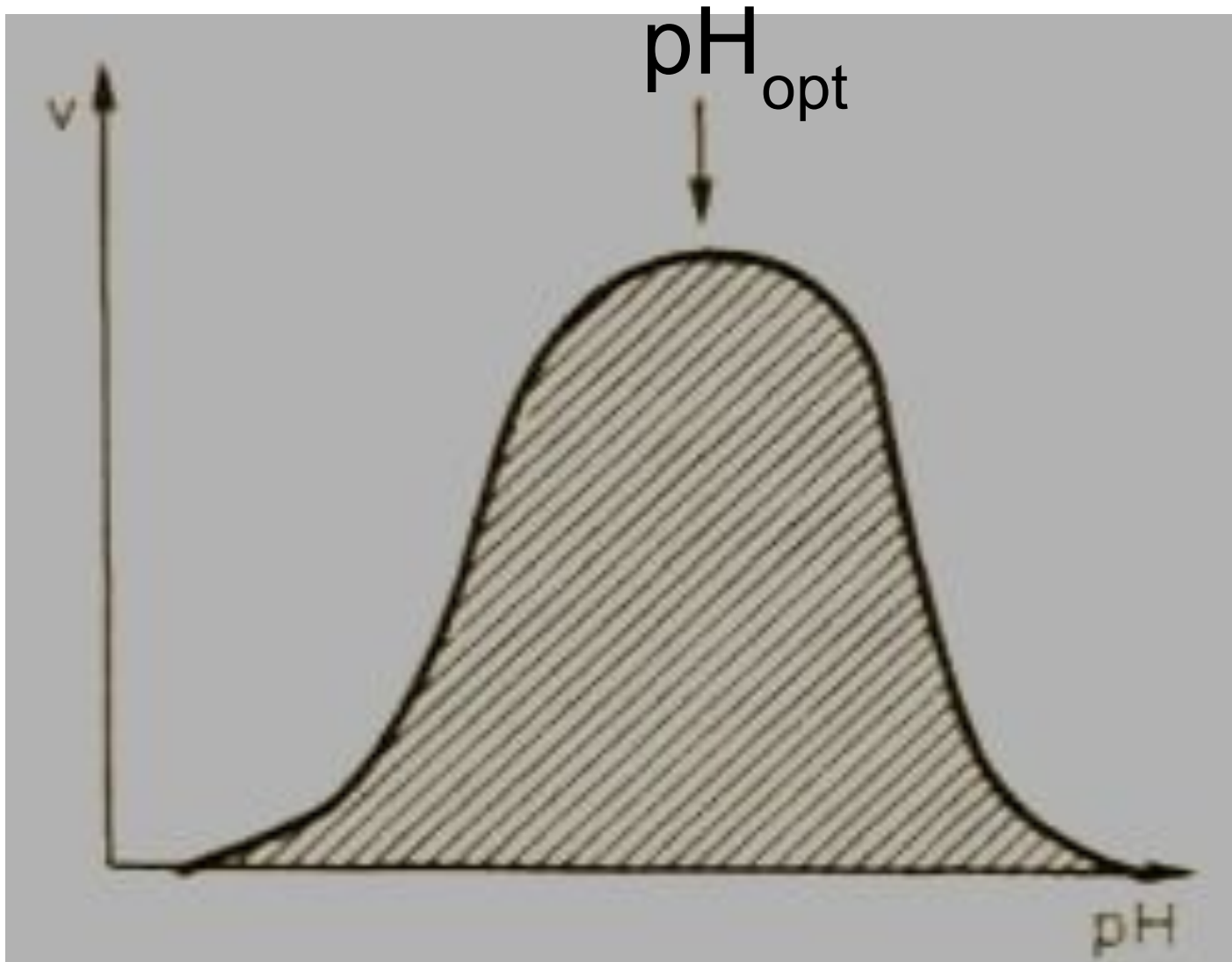
Сигмоидная кривая



Ферменты чувствительны к изменению температуры



Ферменты чувствительны к изменению pH

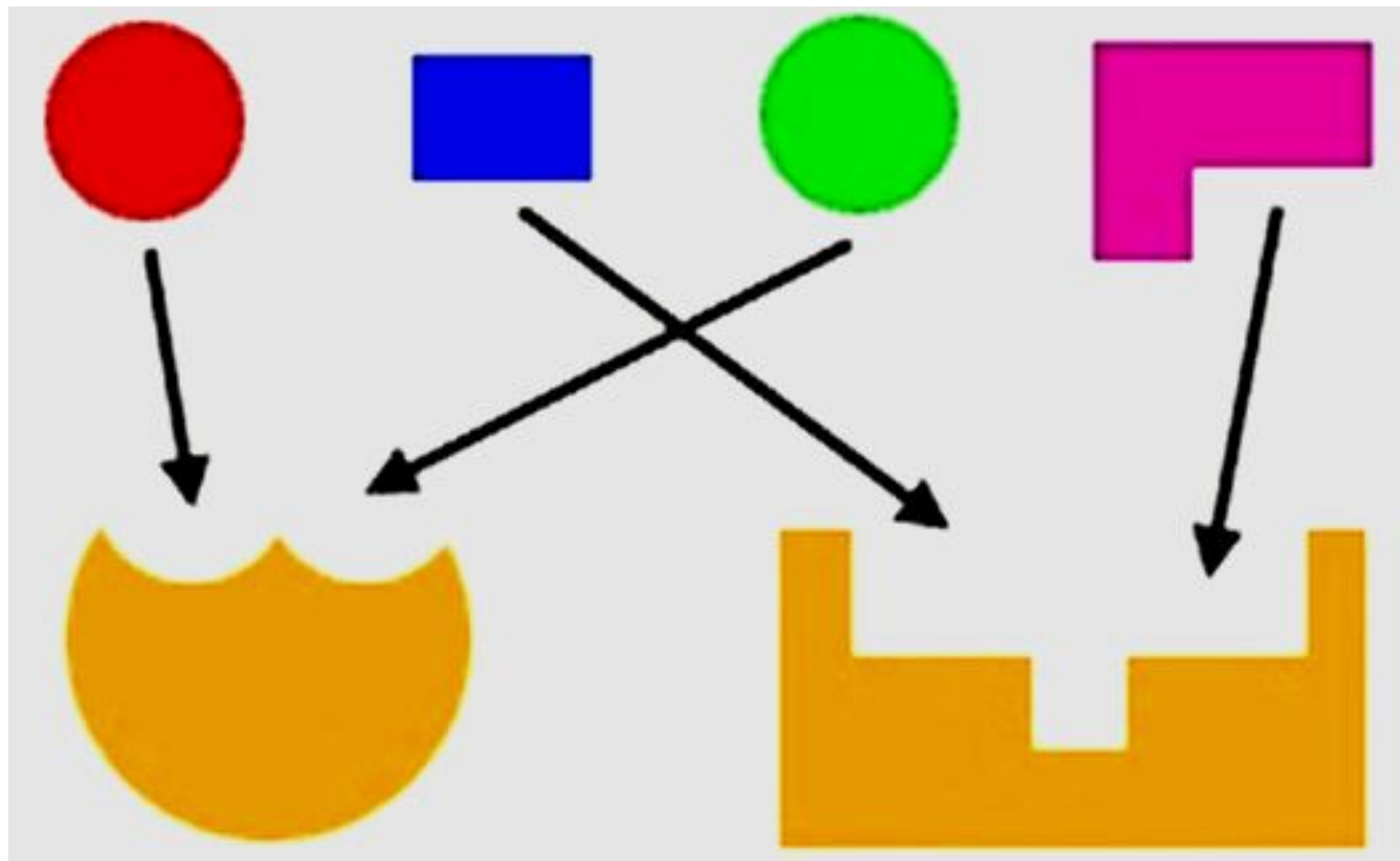


Зависимость активности фермента от pH

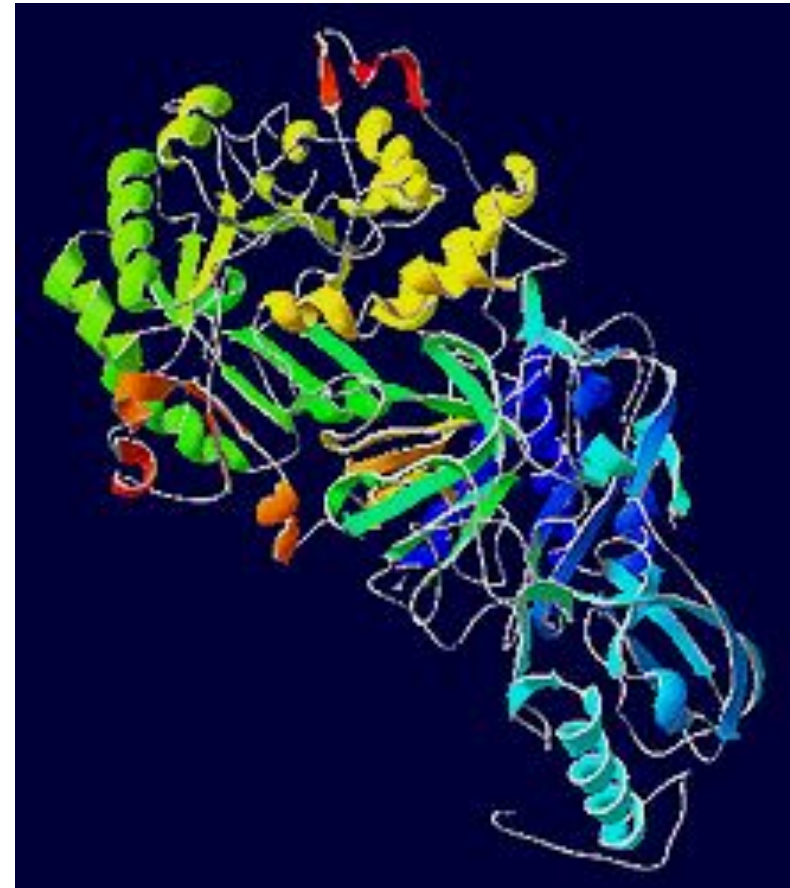
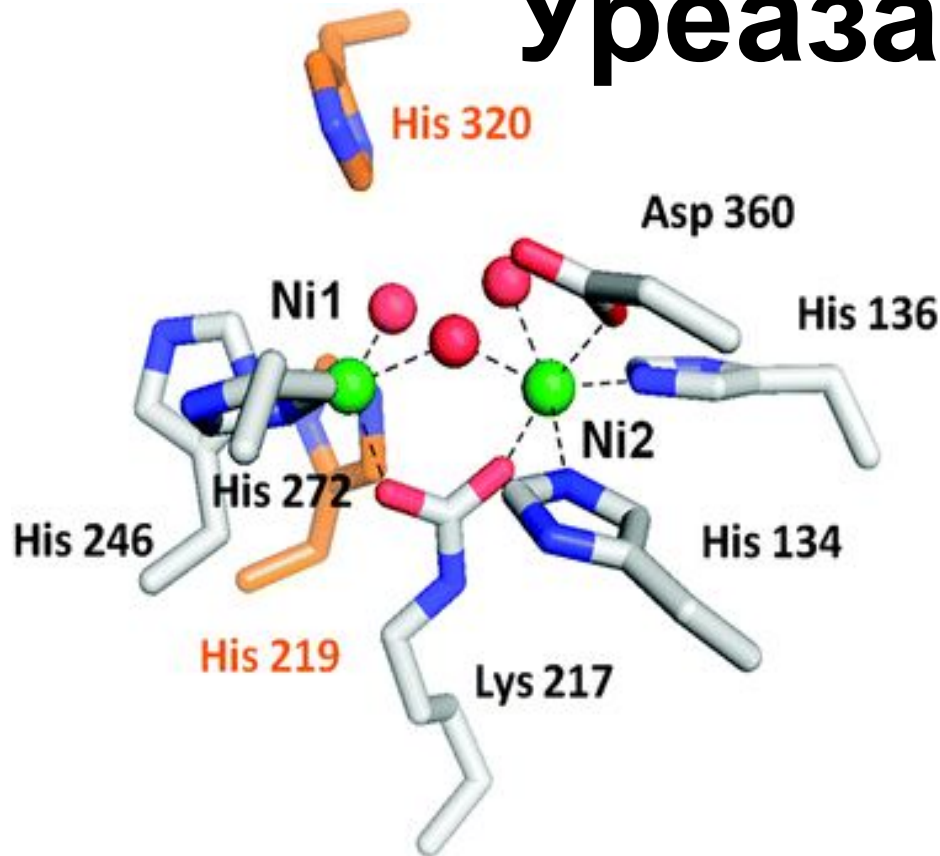
Фермент	Оптимум pH
Пепсин	1,5
Каталаза	7,6
Трипсин	7,7
Рибонуклеаза	7,8
Аргиназа	9,7

Ферменты специфичны

(действуют только на
определенный субстрат)

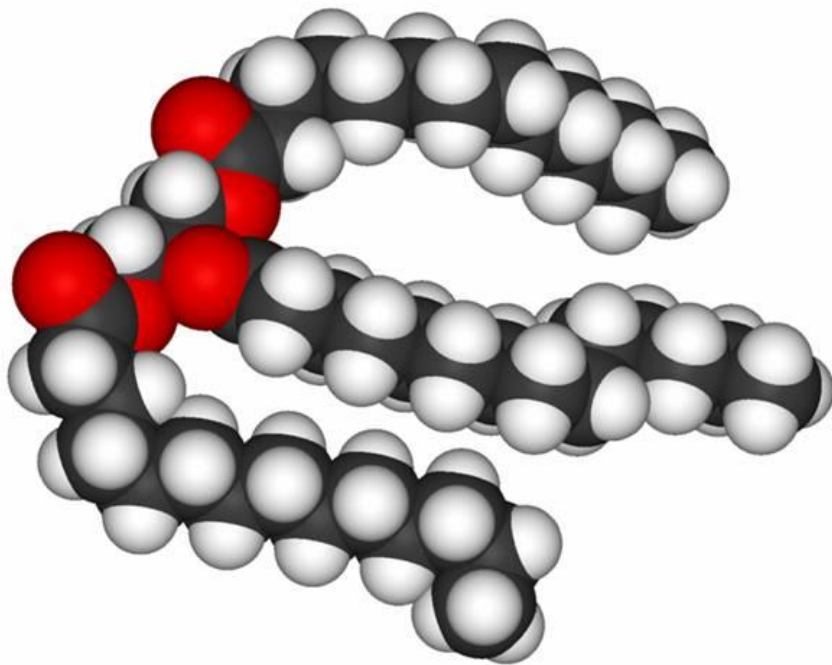


Абсолютная специфичность Уреаза

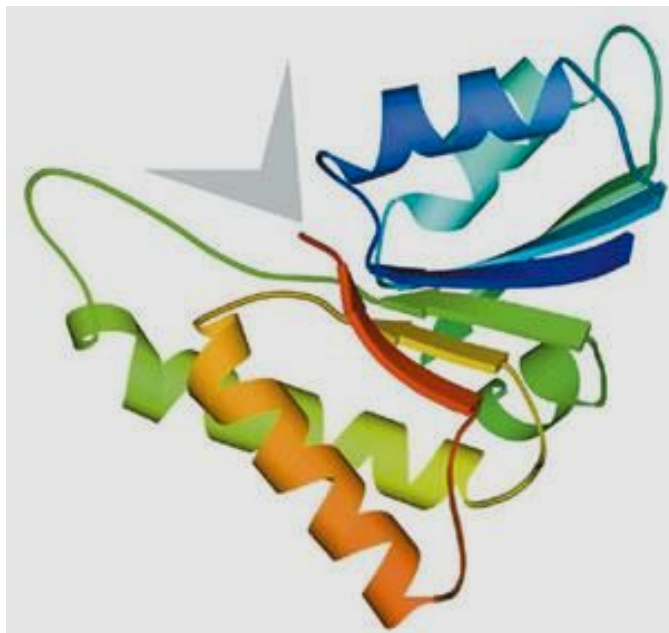


**Групповая
(относительная)
специфичность**

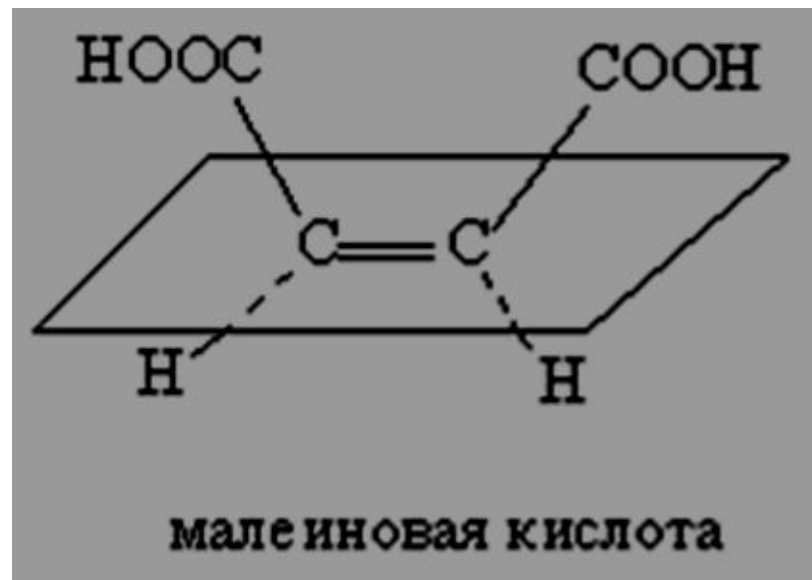
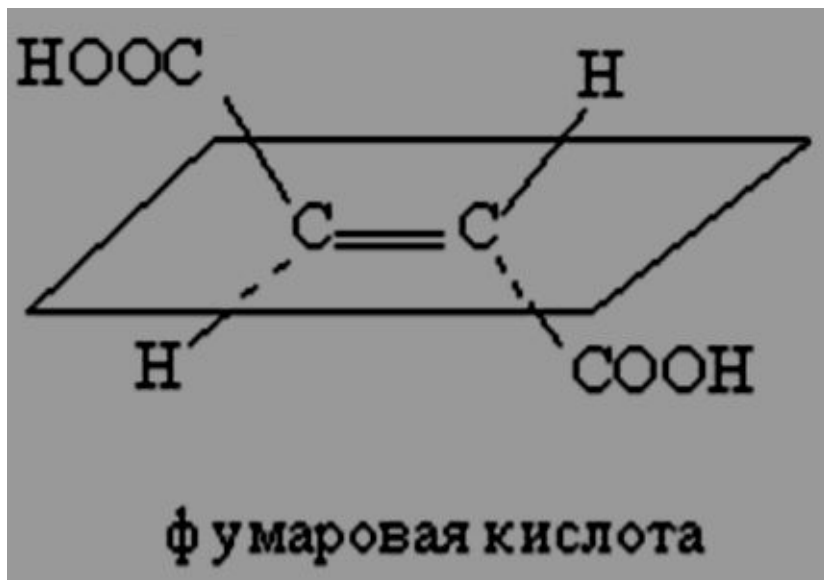
**Панкреатическая
липаза**



Стереоспецифичность



**Фумараза
(малатдегидрогеназа)**



Регуляция метаболизма

Активность E

Количество E

```
graph TD; A[Активность E] --> C[Скорость химических реакций]; B[Количество E] --> C; C --> D[Концентрации метаболитов]; D --> E[Гомеостаз; функционирование организма];
```

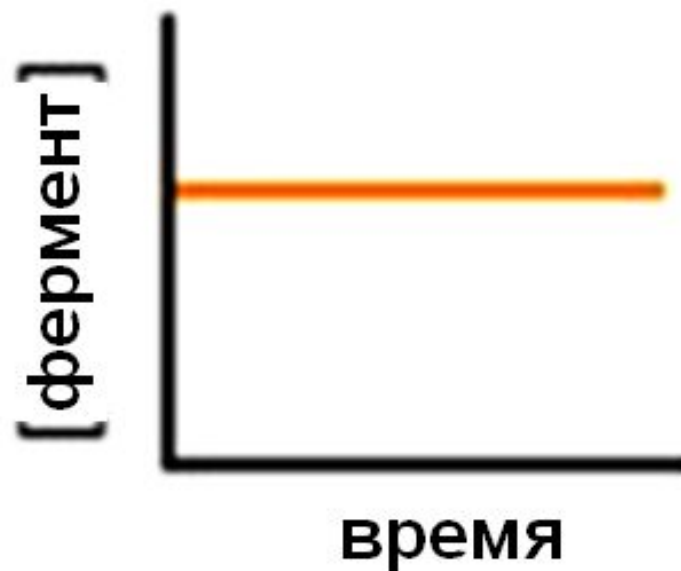
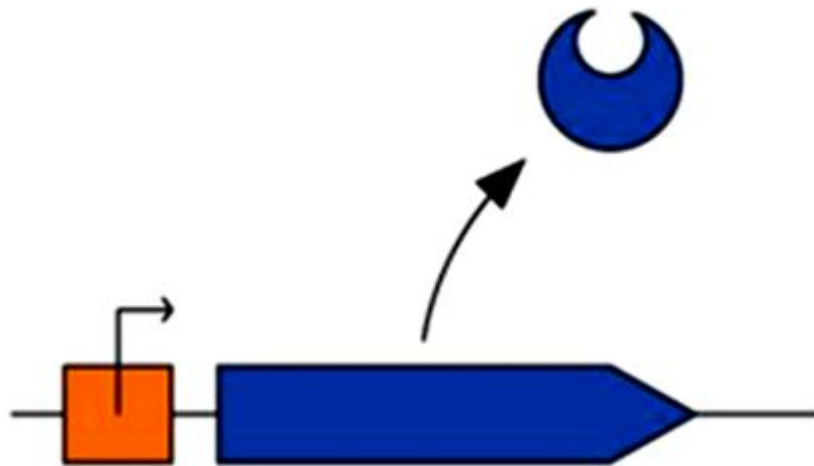
Скорость химических реакций

Концентрации метаболитов

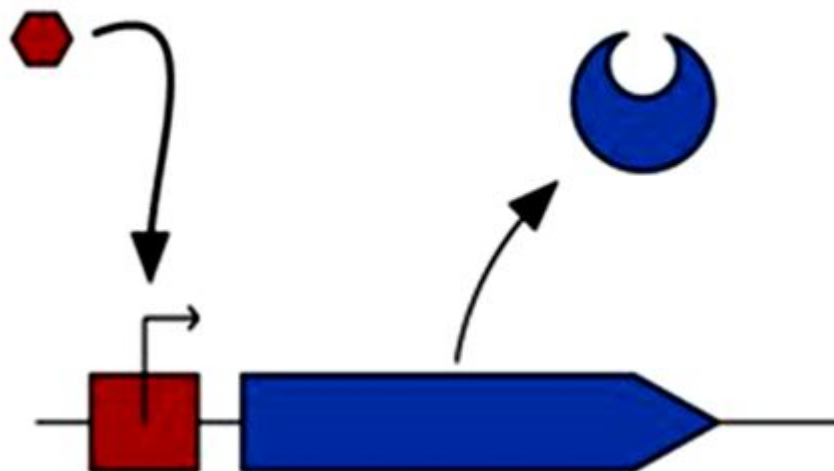
Гомеостаз;
функционирование организма

Регуляция синтеза ферментов

Конститутивные



Индукцируемые



Регуляция активности ферментов

Единицы ферментативной

активности
E (U) = 1 мкмоль/мин

1 кат = 1 моль/с

1 E = 16.67 нкат

Активаторы ферментов

Фермент	Активатор
Цитохромы	Fe^{2+}
Холинэстераза	Mn^{2+}
Амилаза	Cl^-
Липаза	Желчные

Типы ингибирования

- неспецифическое
- специфическое
- необратимое
- обратимое
- конкурентное
- неконкурентное
- бесконкурентное