

КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

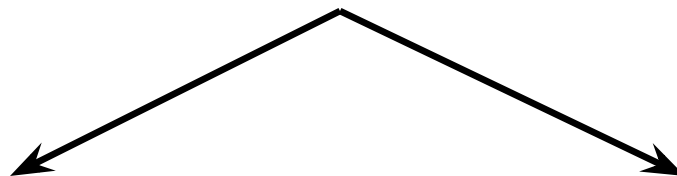
КАФЕДРА ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И
КЛИНИЧЕСКОЙ БИОХИМИИ

Лекция по теме:

«ФЕРМЕНТЫ - 2»

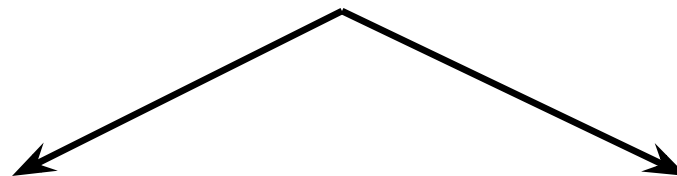
КРАСНОДАР
2009

Эффекторы



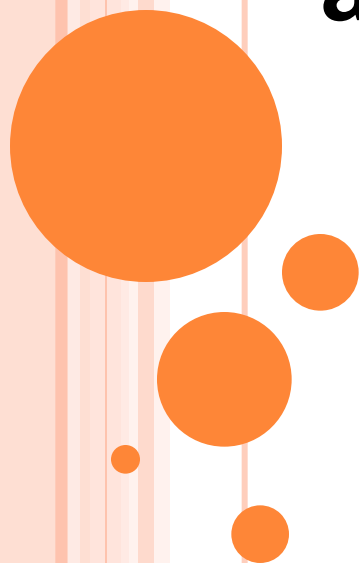
активаторы

ингибиторы



обратимые

необратимые



Активаторы

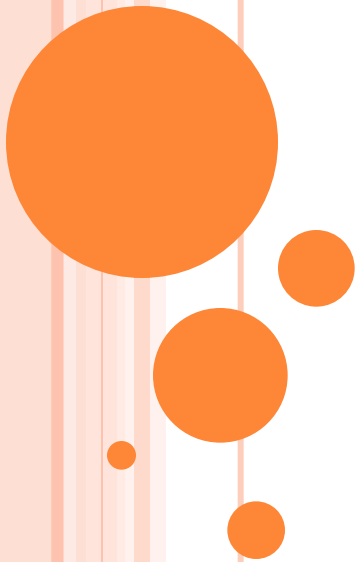
- ▣ Неорганические вещества
- ▣ Низкомолекулярные органические вещества
- ▣ Белки

Основные механизмы действия активаторов

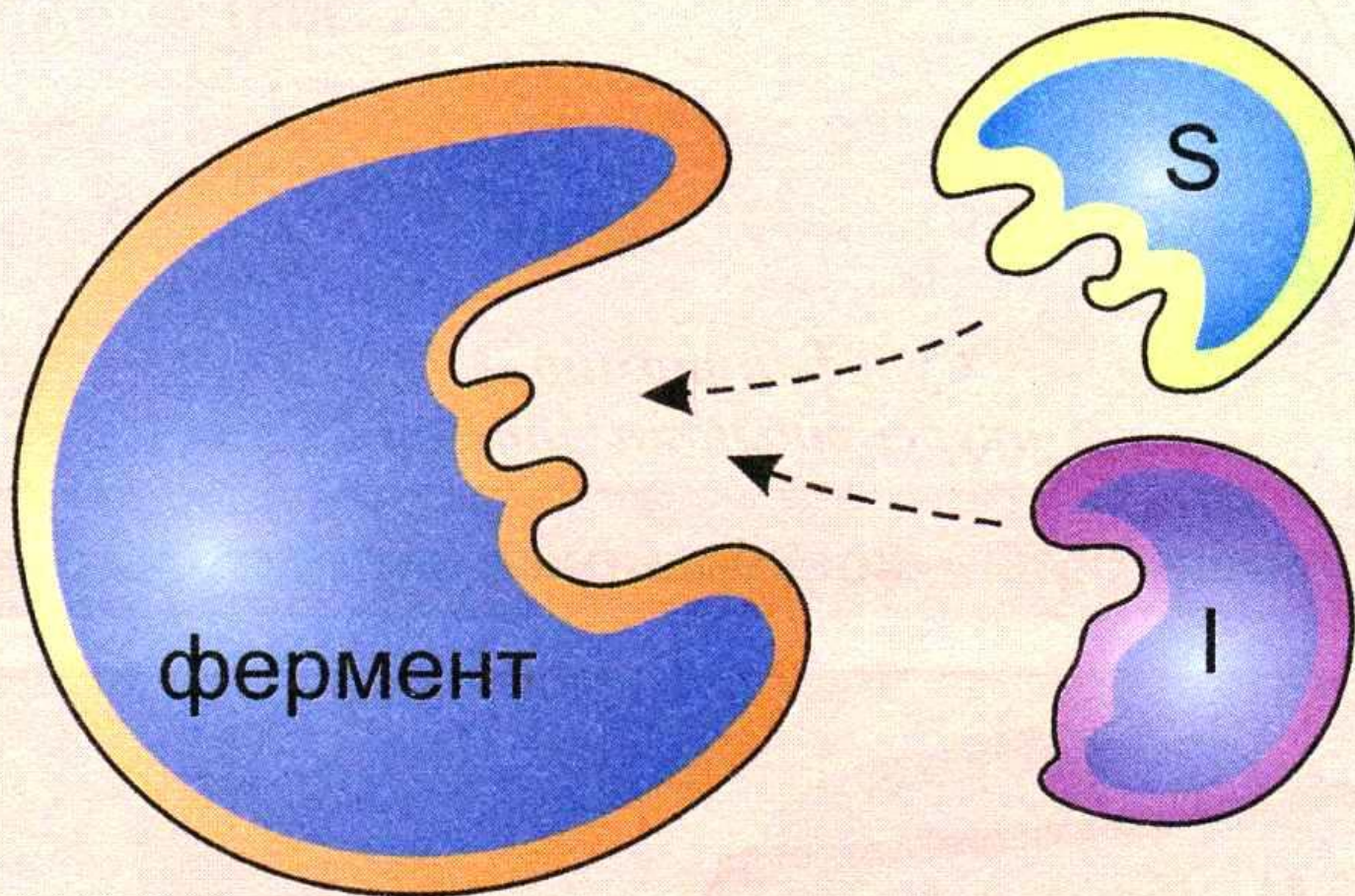
- Площадка для взаимодействия фермента и субстрата
- Повышение сродства фермента и субстрата
- Отщепление ингибитора

Механизмы ингибирования

- Конкурентное
- Неконкурентное
- Бесконкурентное
- Субстратное
- Аллостерическое



Конкурентное ингибирование



Конкурентное ингибирование

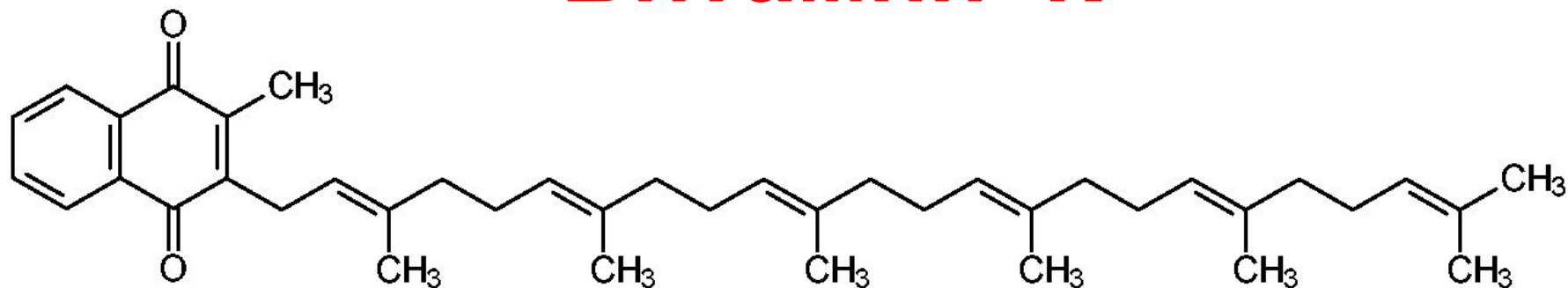
субстрат



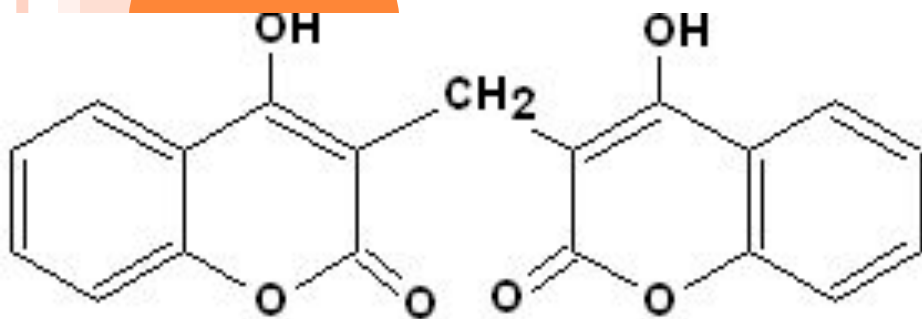
конкурентный
ингибитор



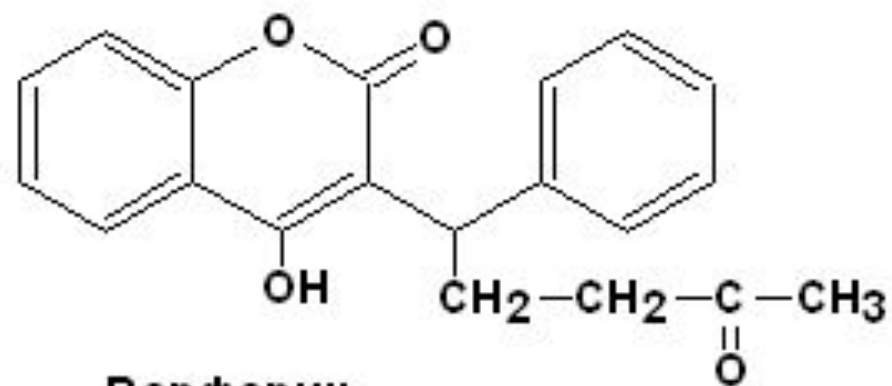
Витамин К



и антивитамины витамина К

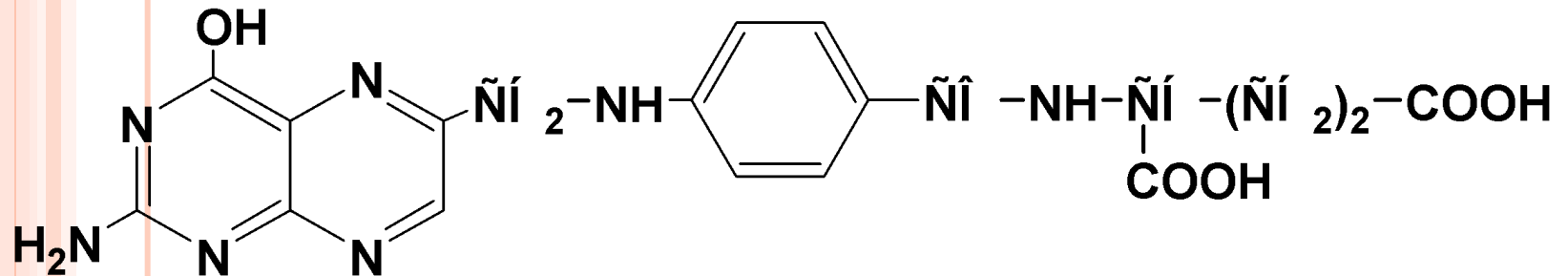


Дикумарол

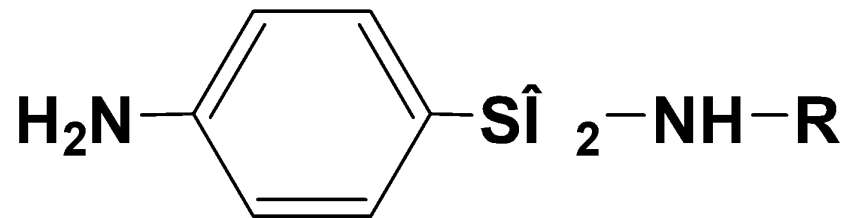


Варфарин

Фолиевая кислота (В₉)

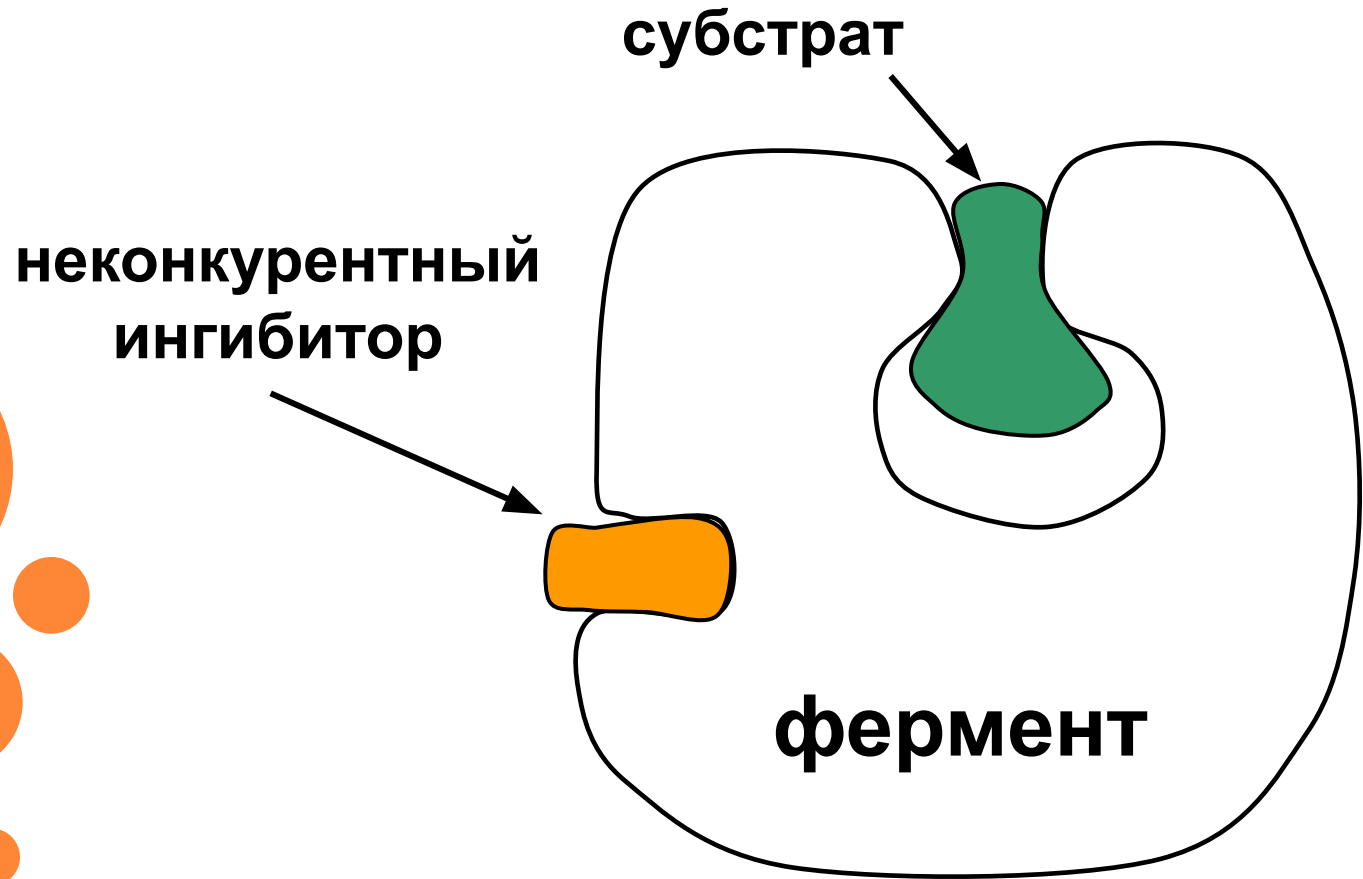


и её антивитамины

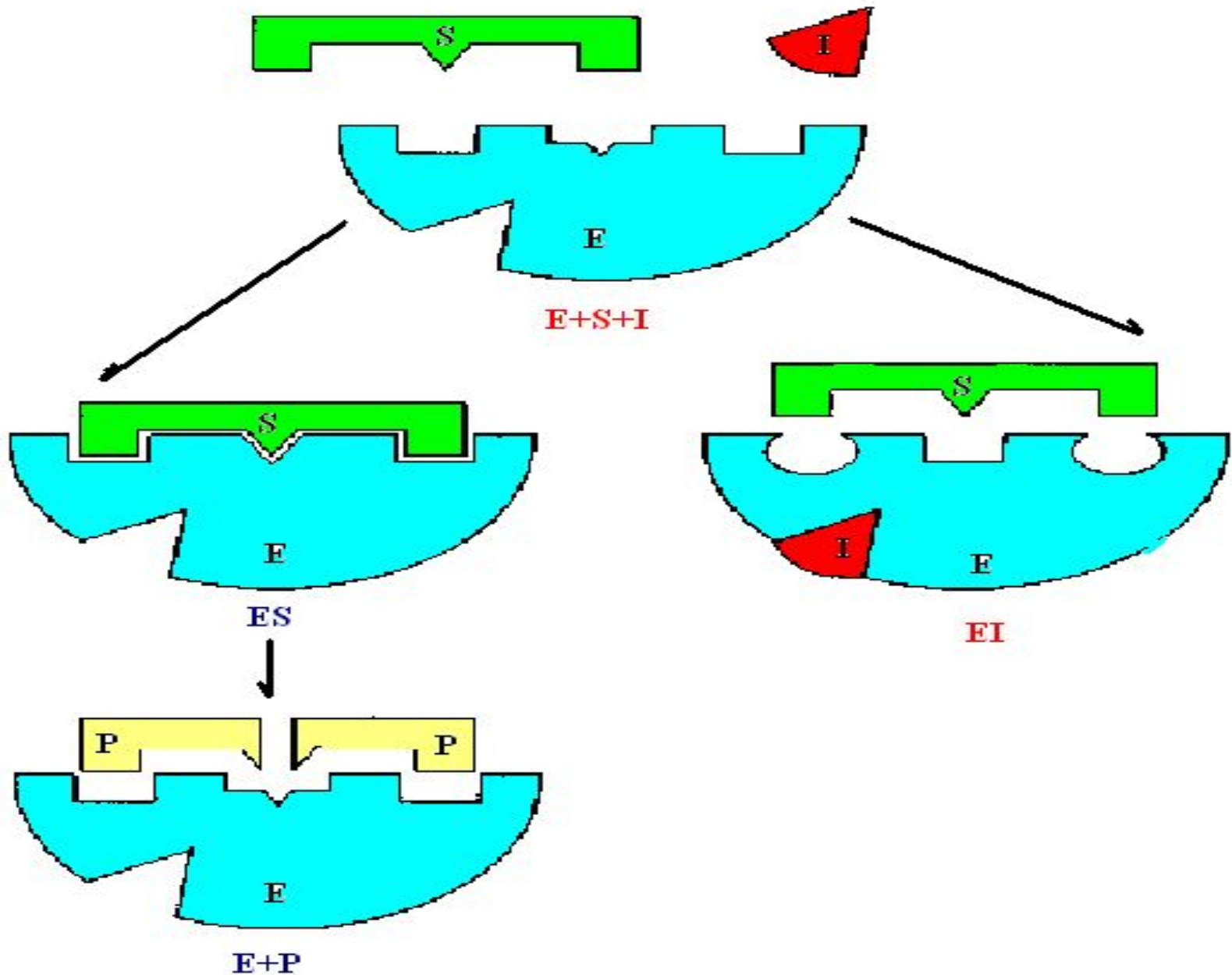


Но её антивитамины

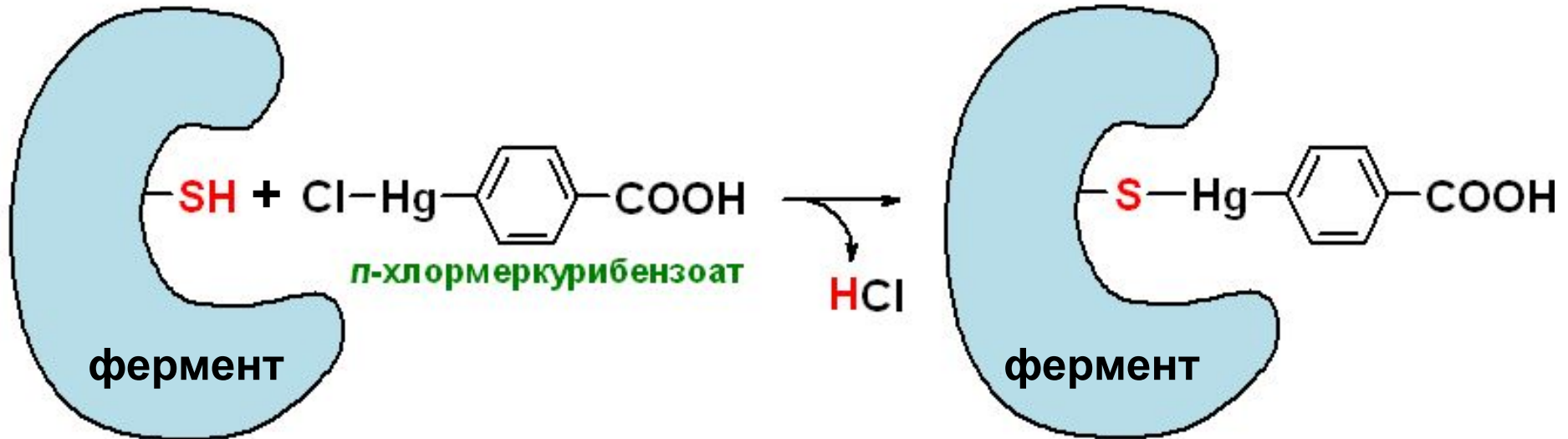
Неконкурентное ингибирование



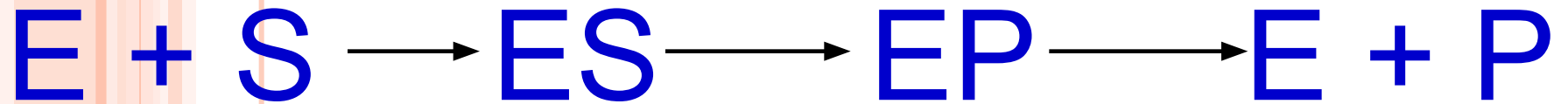
Неконкурентное ингибирование



Неконкурентное ингибирование



Бесконкурентное ингибирование

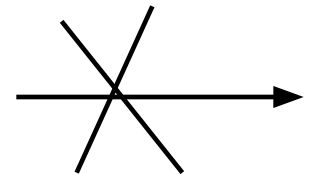


ES

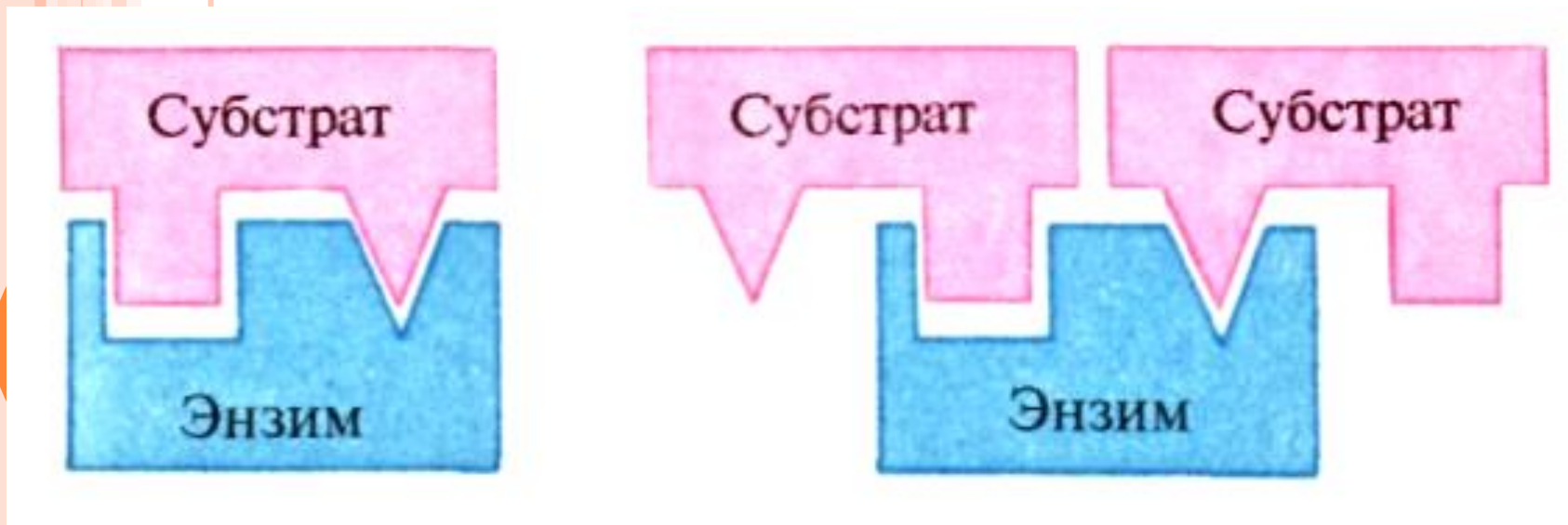
+ I



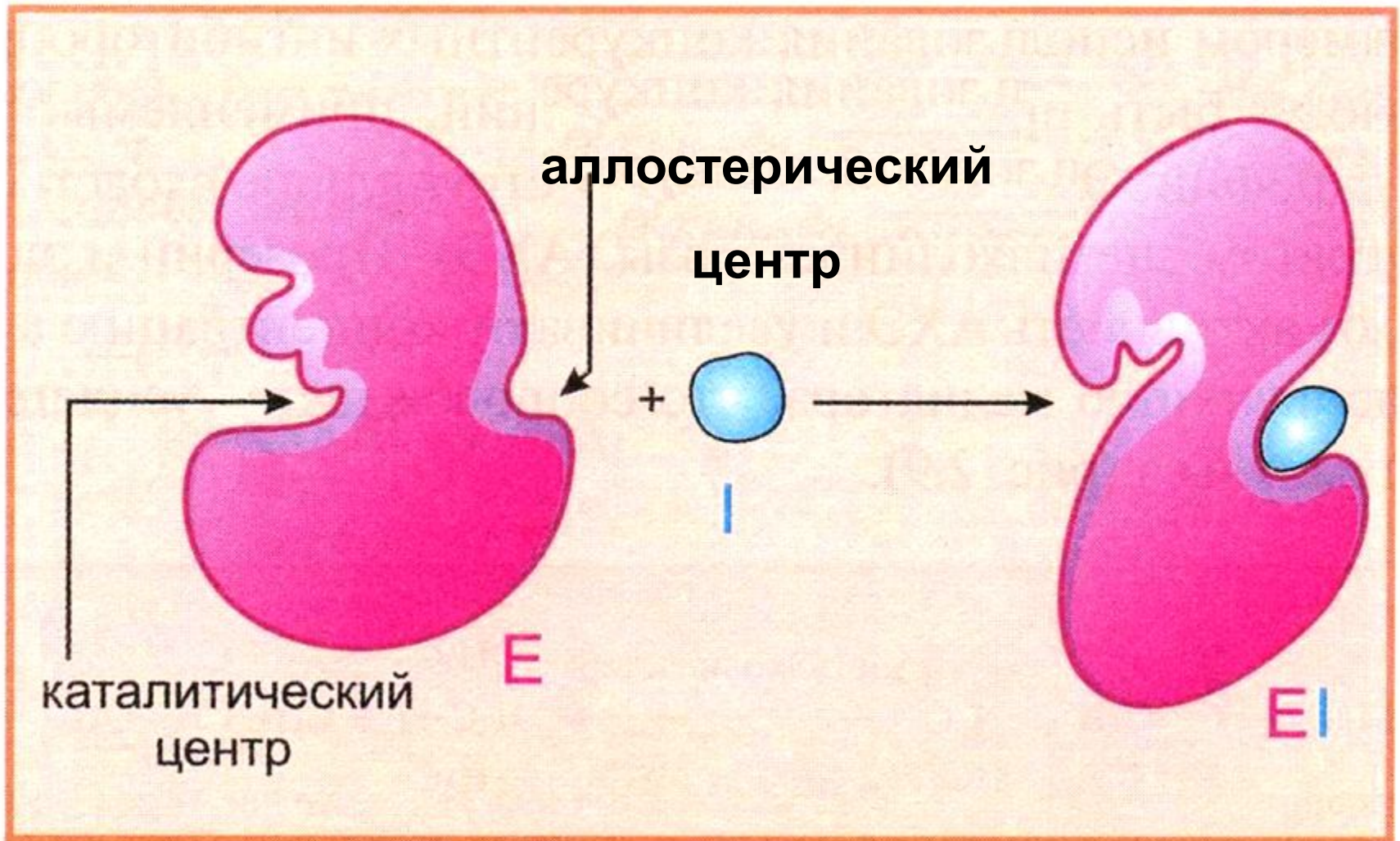
ESI



Субстратное ингибирование



Алlostерическое ингибирование



Ферменты

**Одно-
компонентные**
(ТОЛЬКО
аминокислоты)

Двухкомпонентные

Апофермент (ак) Кофактор

Кофермент

**Простетическая
группа (Me²⁺)**

**Витаминного
происхождения**

**Невитаминного
происхождения**

Металлы, содержащиеся в ферментах

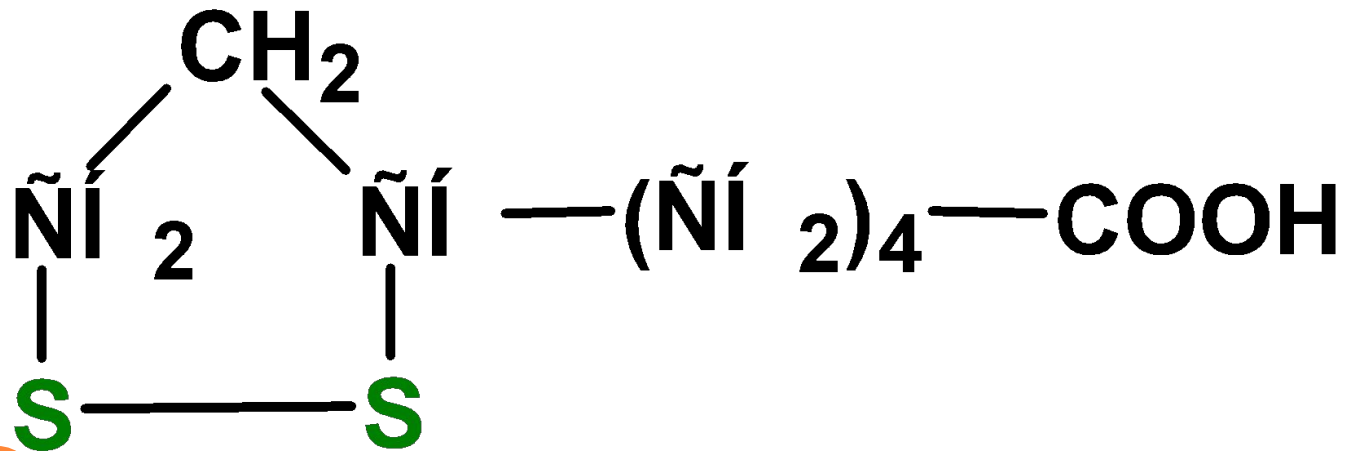
| | |
|--|-----------|
| Алкогольдегидрогеназа, карбоангидраза | Zn |
| Аргиназа, аминопептидаза | Mn |
| Дипептидаза | Co |
| Фосфатаза, фосфокиназа | Mg |
| Тирозиназа | Cu |
| Сукцинатдегидрогеназа | Fe |
| Ксантиноксидаза | Mo |

Классификация коферментов

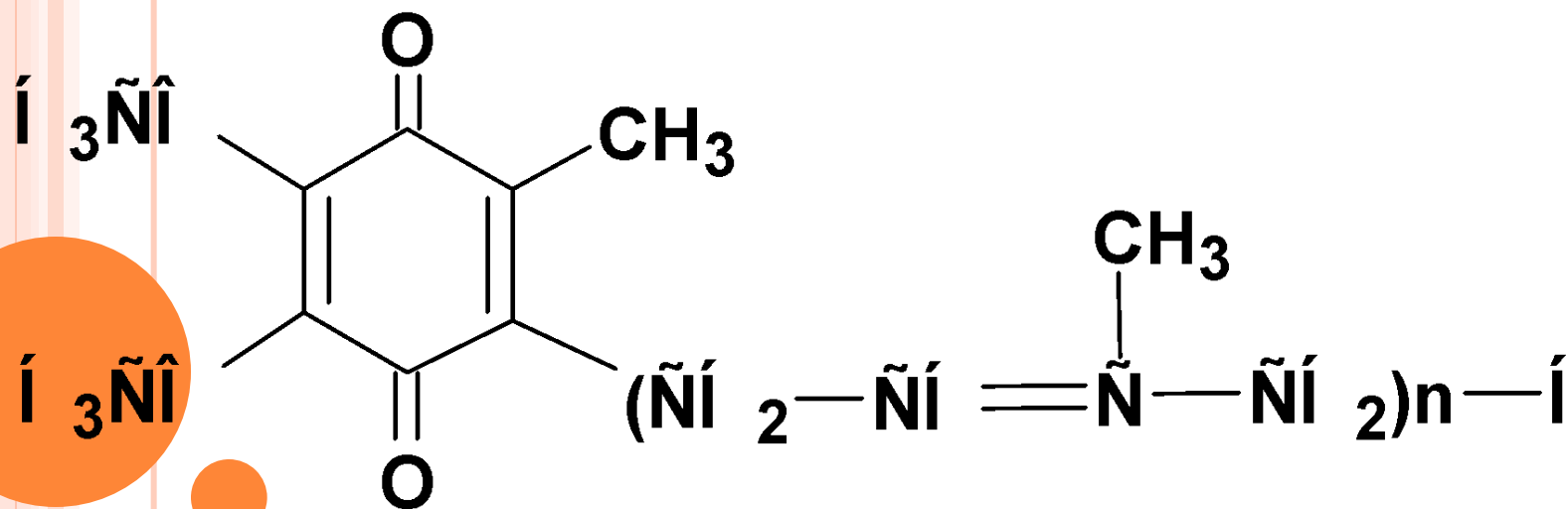
По химическому строению

1. **Алифатические** (липоевая кислота);
2. **Ароматические** (коэнзим Q);
3. **Гетероциклические** (ТПФ, ПФ);
4. **Нуклеотиды** (НАД, НАДФ, ФАД, ФМН)

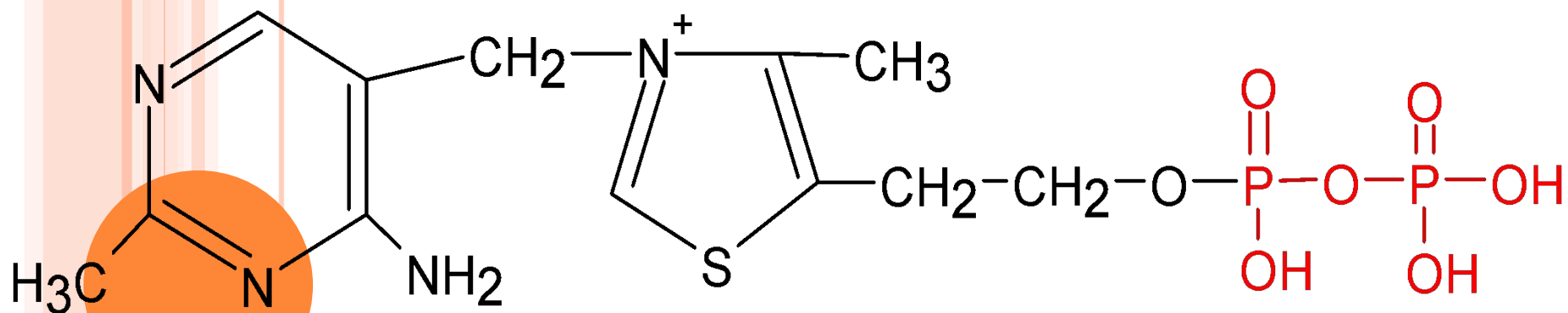
Липоевая кислота



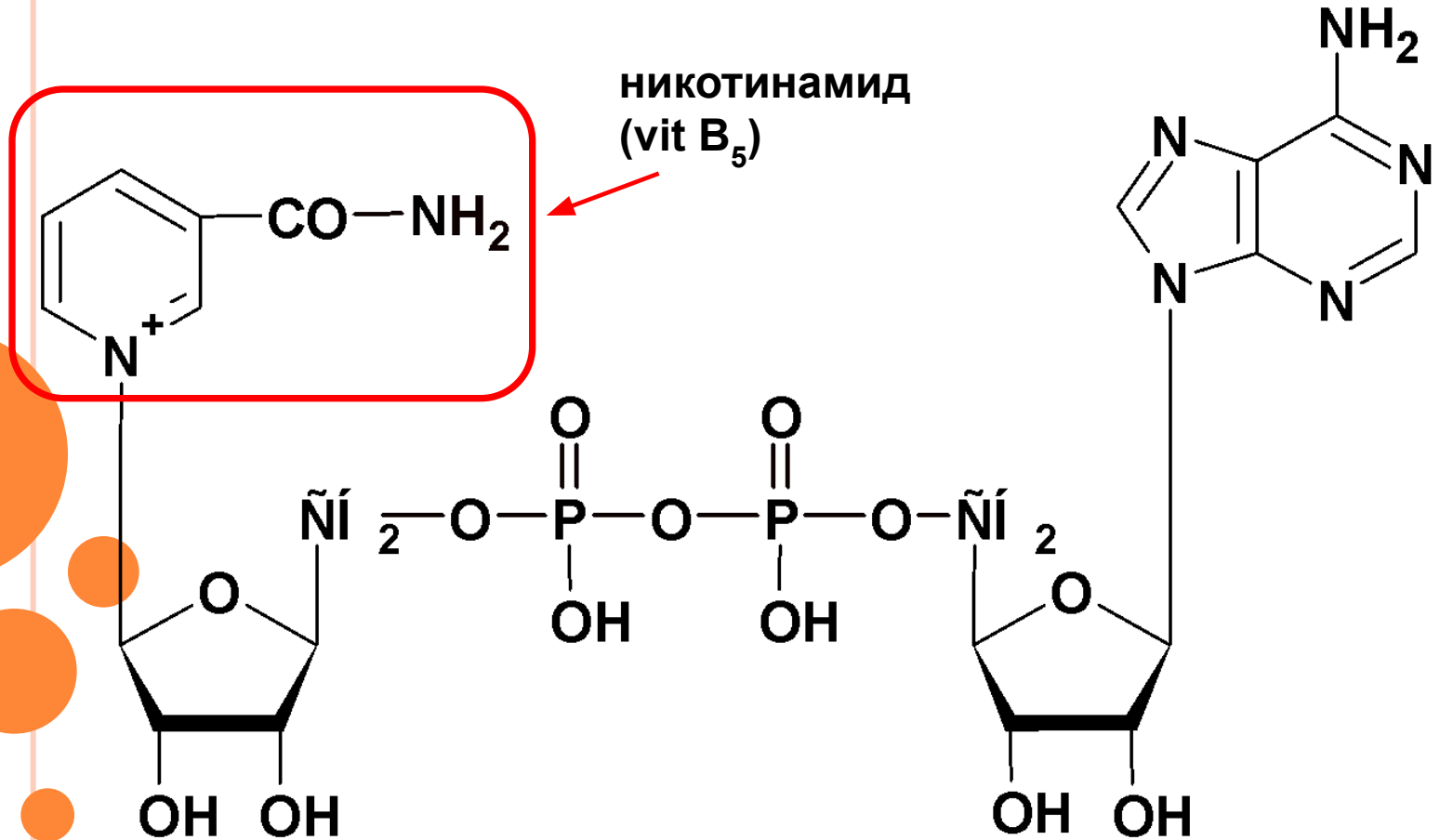
КоQ (коэнзим Q, убихинон)



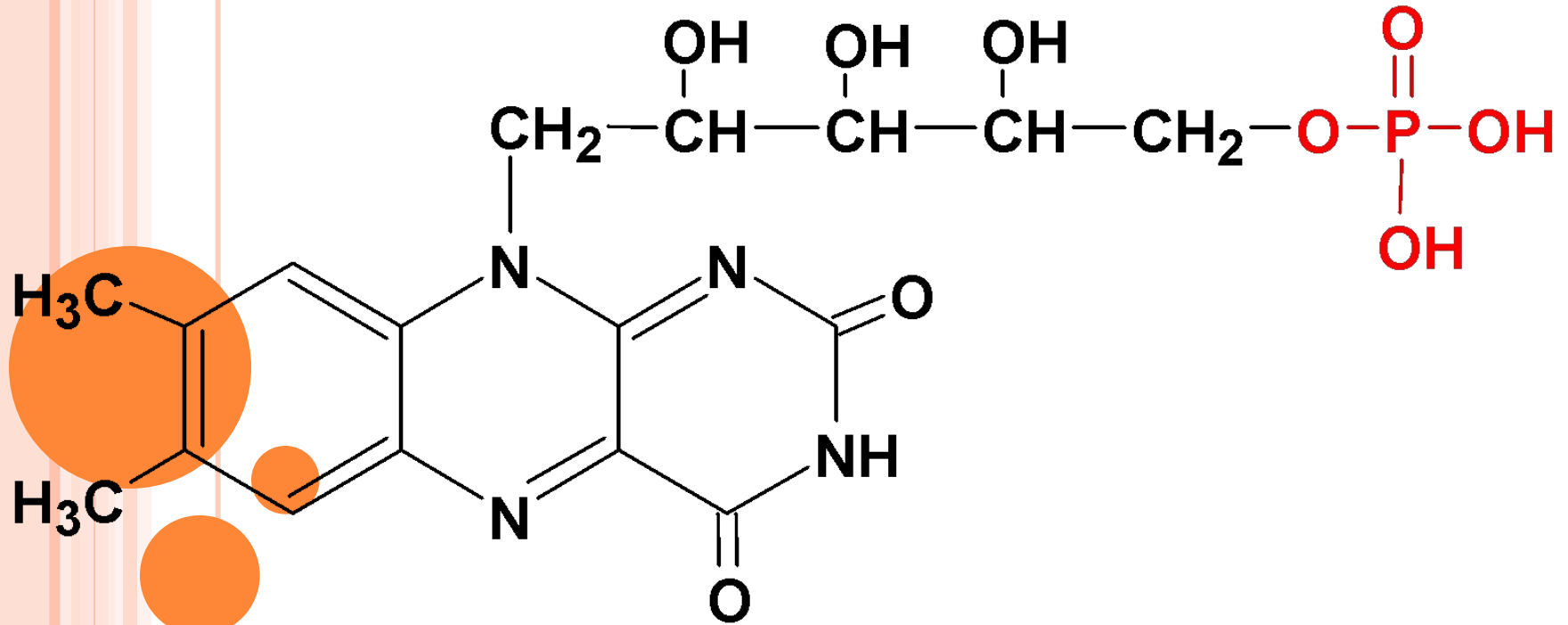
Тиаминпирофосфат (ТПФ)



Никотинамидадениндинуклеотид (НАД⁺)



Флавинмононуклеотид (ФМН)



По выполняемым функциям

1. **Переносчики протонов и электронов** (НАД, ФАД, Ко Q);
2. **Переносчики групп** (ТПФ, ПФ, КоА);
3. **Коферменты синтеза и изомеризации**

По механизму действия

1. Коферменты с высоким потенциалом переноса энергии (переносчики энергии);
2. Коферменты, участвующие в окислительно-восстановительных реакциях;
3. Коферменты, формирующие активный центр фермента.

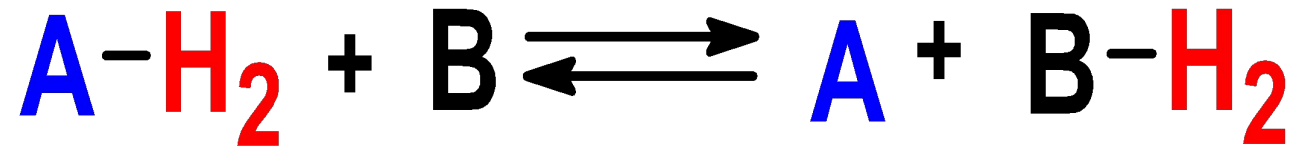
Коферментные функции водорастворимых ВИТАМИНОВ

| Витамин | Коферментная форма | Тип катализируемой реакции |
|---|--------------------------------|--|
| В1, тиамин, антиневритный | Тиаминпиро- фосфат (ТПФ) | Окислительное декарбоксилирование α -кетокислот |
| В2 Рибофлавин | ФМН, ФАД | Перенос протонов и электронов (ОВР) (дегидрогеназы) |
| В3 Пантотеновая кислота, антидерма- титный | Кофермент (коэнзим) А | Перенос ацильных групп (ацилтрансферазы) |
| В5, РР Никоти- новая кислота, антипеллагри- ческий | НАД, НАДФ | Перенос протонов и электронов (ОВР) (дегидрогеназы) |

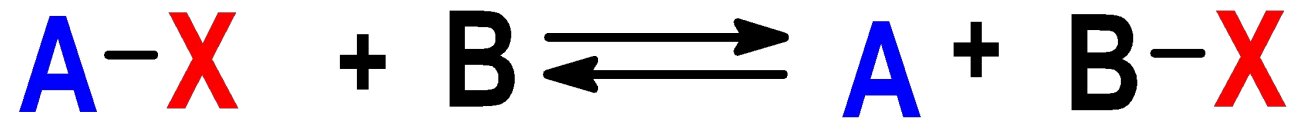
| | | |
|--|--|--|
| <p>В₆ Пиридоксин, антидерматитный</p> | <p>Пиридоксальфосфат (ПФ)</p> | <p>Перенос аминогрупп (трансаминазы) и декарбоксилирование (декарбоксилазы)</p> |
| <p>В₉, В_с Фолиевая кислота, антианемический</p> | <p>Тетрагидрофолат (ТГФК)</p> | <p>Перенос одноуглеродных групп (метилтрансферазы)</p> |
| <p>В₁₂ Кобаламин, антианемический</p> | <p>Дезоксиаденозил- кобаламин, метилкобаламин</p> | <p>Изомеразы, метилтрансферазы</p> |
| <p>С Аскорбиновая кислота, антискорбутный</p> | <p>Не известна</p> | <p>Реакции гидроксилирования (гидроксилазы)</p> |
| <p>Н Биотин, антисеборейный</p> | <p>Биотин кофермент</p> | <p>Фиксация СО₂ (карбоксилазы)</p> |

Классификация ферментов

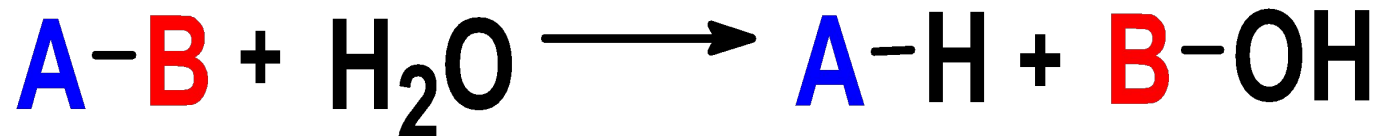
1. Оксидоредуктазы



2. Трансферазы



3. Гидролазы



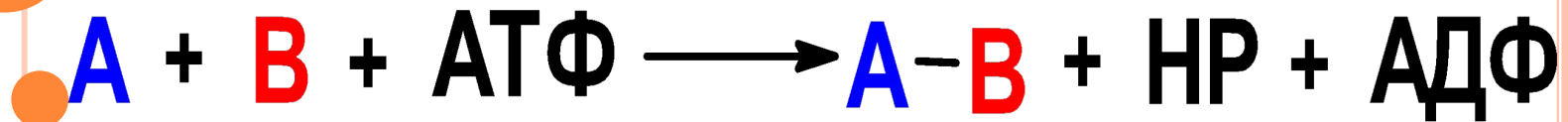
4. Лиазы



5. Изомеразы



6. Лигазы (синтетазы)



| класс | под-класс | катализируемая реакция |
|--------------------------|------------|---|
| 1.оксидоредуктазы | | Гидрогенизация и дегидрогенизация |
| | 1.1 | $\begin{array}{c} \text{—CH—OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$ |
| | 1.2 | $\begin{array}{c} \text{—C=O} \\ \end{array}$ |
| | 1.3 | —CH=CH— |
| | 1.4 | $\begin{array}{c} \text{—CH—NH}_2 \\ \\ \text{H} \end{array}$ |
| | 1.5 | $\begin{array}{c} \text{—CH—NH—} \\ \\ \text{H} \end{array}$ |
| | 1.6 | НАДН, НАДФН |

| класс | под-класс | катализируемая реакция |
|-----------------------|------------------|---|
| 2.транс-феразы | | перенос функциональных групп |
| | 2.1 | Одноуглеродных групп |
| | 2.2 | Альдегидной или кетогруппы |
| | 2.3 | Ацила |
| | 2.4 | Гликозила |
| | 2.5 | Алкильной (но не метила) или арильной группы |
| | 2.6 | Азотсодержащей группы |
| | 2.7 | Фосфатсодержащей группы |
| | 2.8 | Серосодержащей группы |

| класс | под-класс | катализируемая реакция |
|--------------------|------------------|--------------------------------|
| 3.гидролазы | | гидролитические реакции |
| | 3.1 | Сложных эфиров |
| | 3.2 | Гликозидов |
| | 3.3 | Простых эфиров |
| | 3.4 | Пептидов |
| | 3.5 | Других С—N-связей |
| | 3.6 | Ангидридов кислот |

Enzyme
Classification

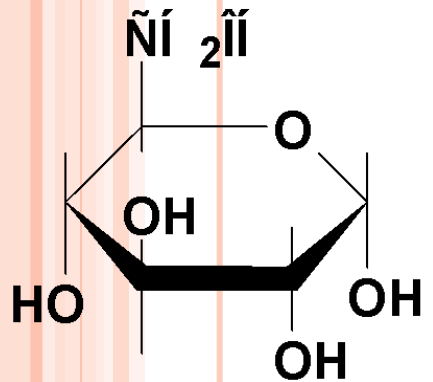
class

подкласс

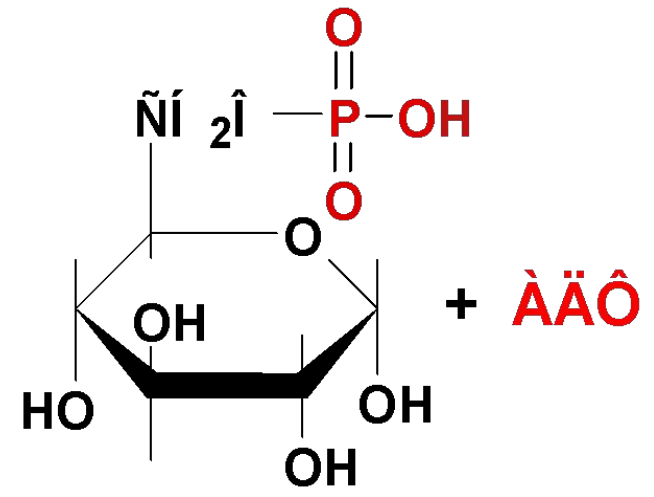
подподкласс

порядковый
номер

EC 1.1.1.1



α-D-глюкоза



α-D-глюкоза-6-фосфат

EC 2.7.1.1

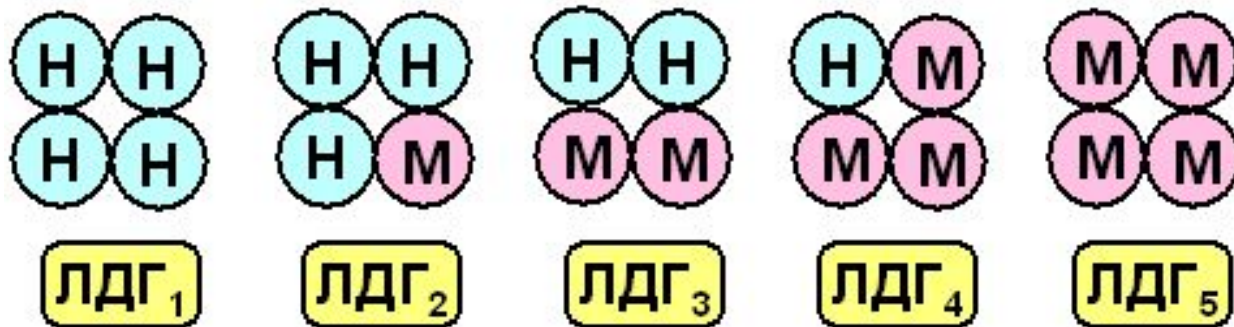
класс 2 –
трансфераза

подподкласс 1 –
акцептором фосфата
является OH-группа

подкласс 7 –
перенос фосфата

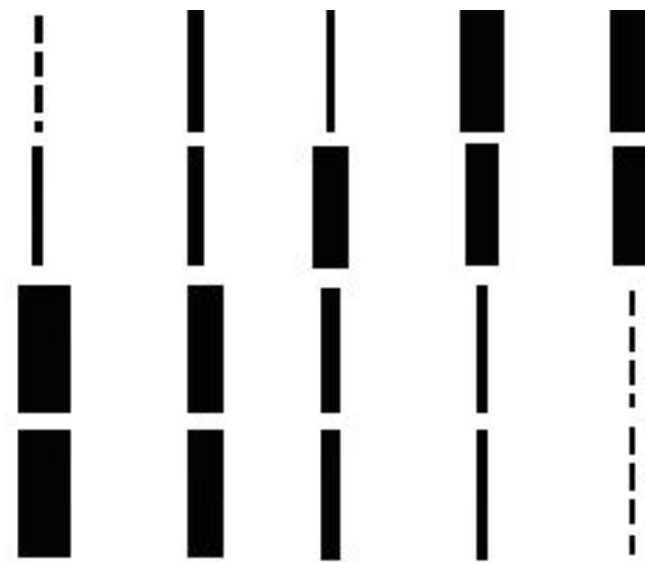
D-гексозо-6-фосфотрансфераза

Изоферменты ЛДГ



LDG₅ LDG₄ LDG₃ LDG₂ LDG₁

Сердце
Почки
Печень
Мышцы

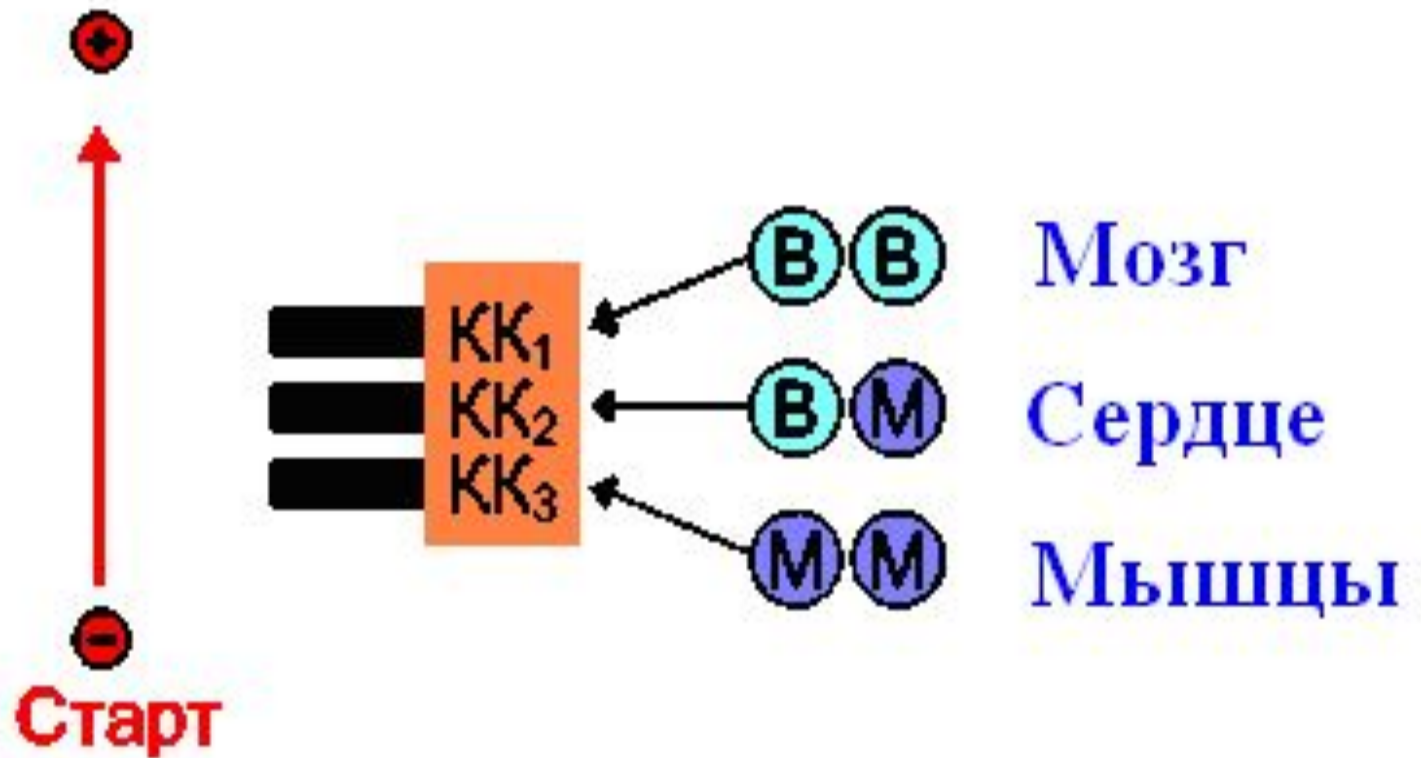


—



+

Изоферменты **креатинкиназы**

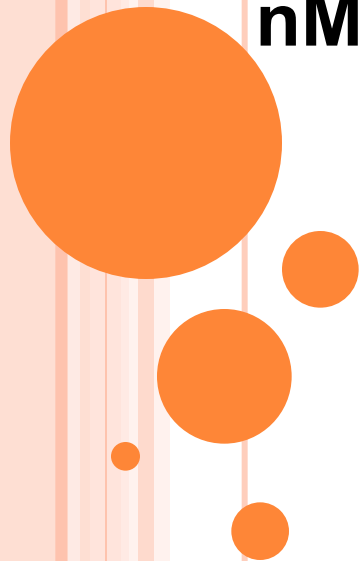


Единицы измерения количества и активности фермента


$$1 \text{ ME} = \frac{1 \text{ мкмоль превращенного S}}{1 \text{ мин}}$$

nME – количество единиц активности

$$nME = \frac{\text{Кол-во превращенного S (мкмоль)}}{\text{Время (мин)}}$$



Катал

1 моль превращенного S

1 катал =

1 секунда

Связь международной единицы ферментативной активности с каталом

$$1 \text{ кат} = 1 \text{ моль S/с} = 60 \text{ моль S/мин} = 60 \times 10^6 \text{ мкмоль/мин} = 6 \times 10^7 \text{ ME},$$

$$1 \text{ ME} = 1 \text{ мкмоль/мин} = 1/60 \text{ мкмоль/с} = 1/60 \text{ мкат} = 16,67 \text{ нкат}.$$