

КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И
КЛИНИЧЕСКОЙ БИОХИМИИ

Лекция по теме:

«ФЕРМЕНТЫ - 2»

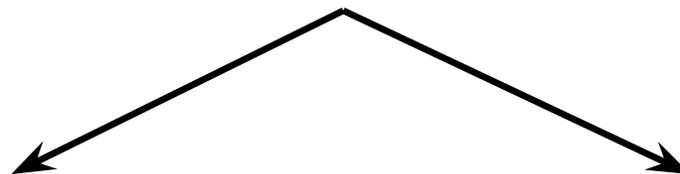
КРАСНОДАР
2009

Эффекторы



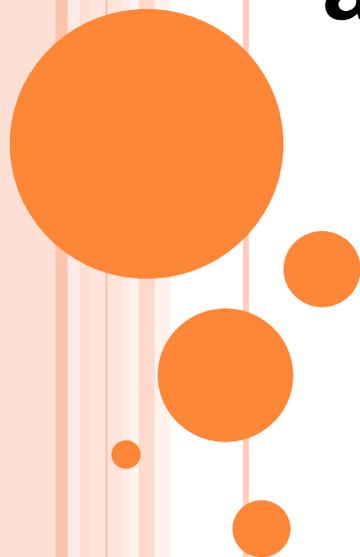
активаторы

ингибиторы



обратимые

необратимые



Активаторы

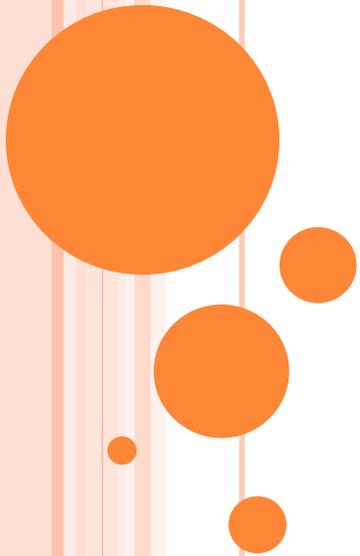
- ▣ Неорганические вещества
- ▣ Низкомолекулярные органические вещества
- ▣ Белки

Основные механизмы действия активаторов

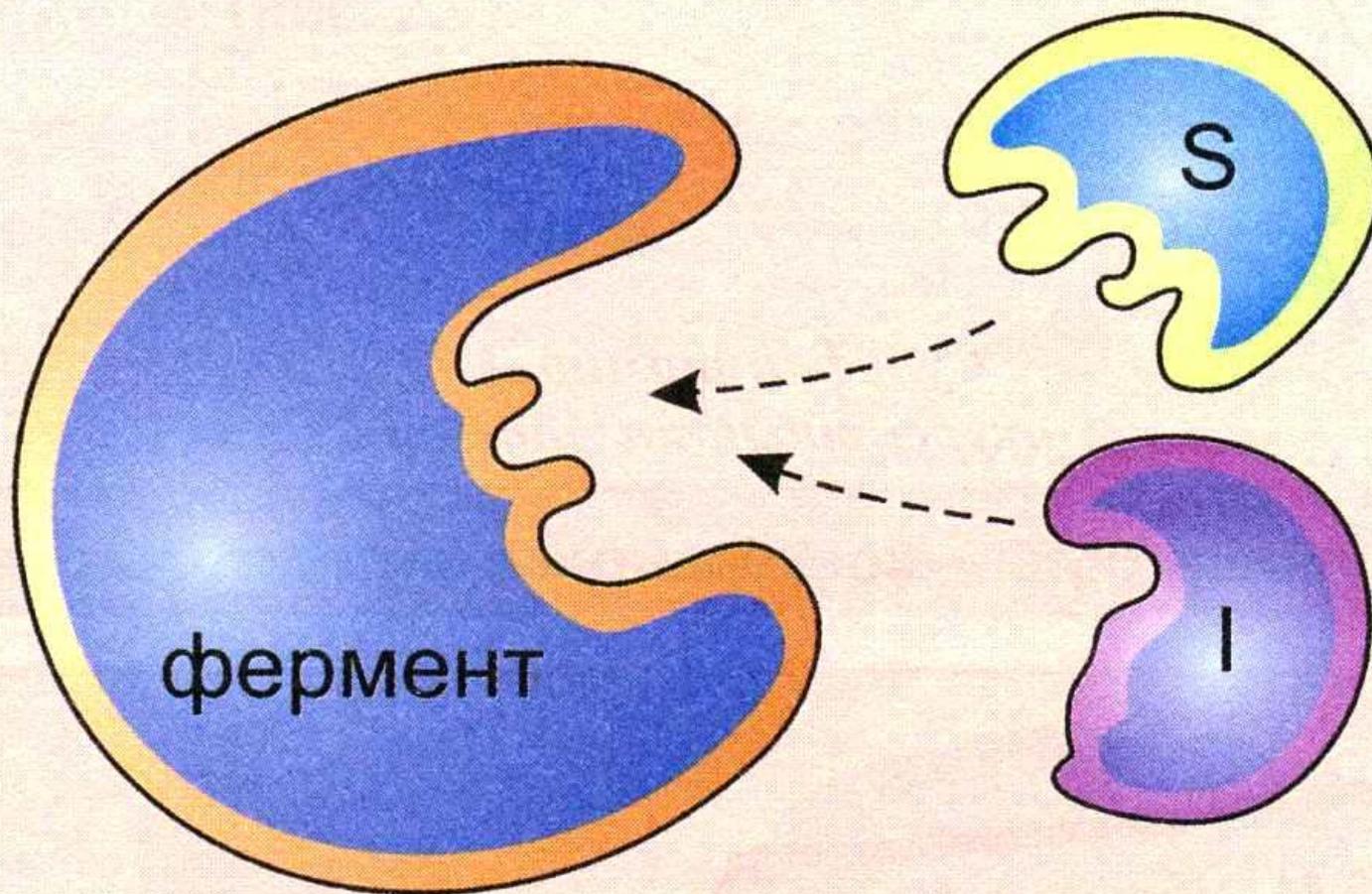
- Площадка для взаимодействия фермента и субстрата
- Повышение сродства фермента и субстрата
- Отщепление ингибитора

Механизмы ингибирования

- Конкурентное
- Неконкурентное
- Бесконкурентное
- Субстратное
- Аллостерическое



Конкурентное ингибирование



Конкурентное ингибирование

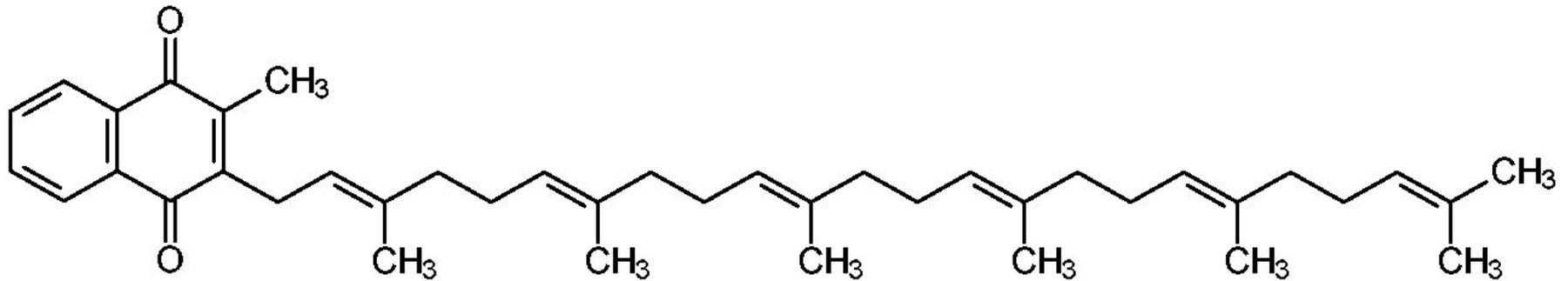
субстрат



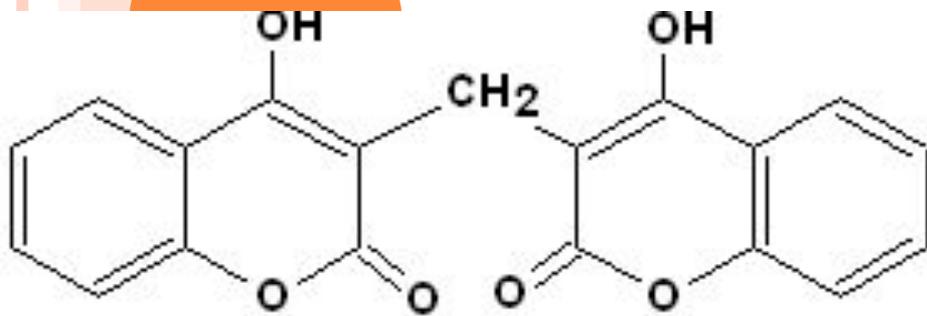
конкурентный
ингибитор



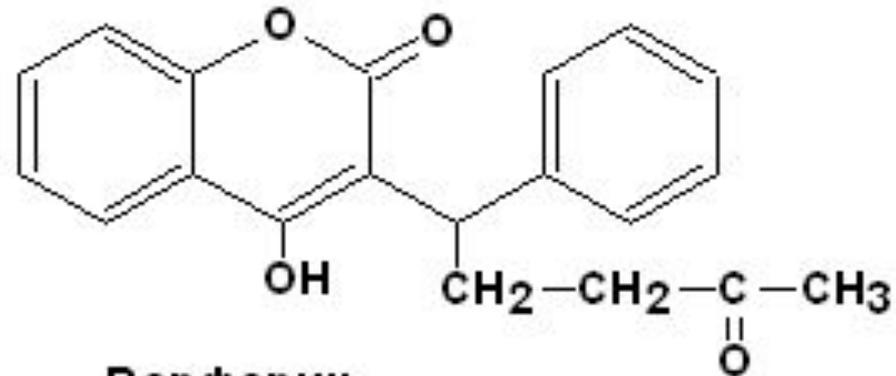
Витамин К



и антивитаминны витамина К

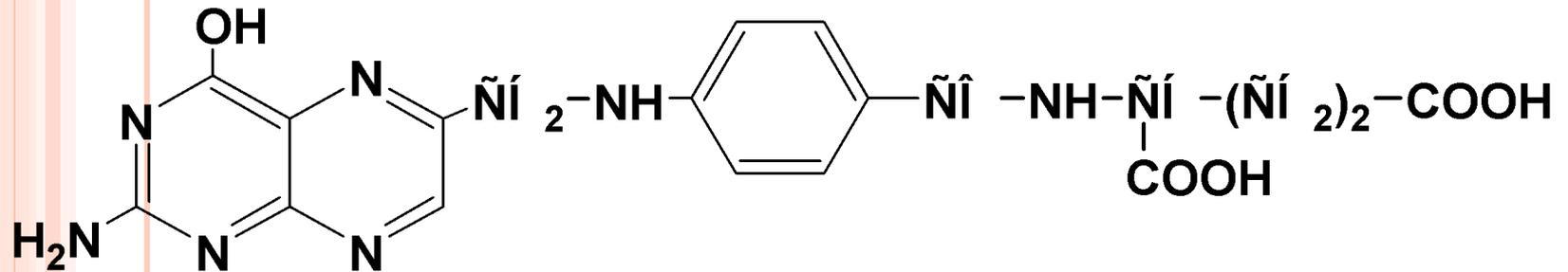


Дикумарол

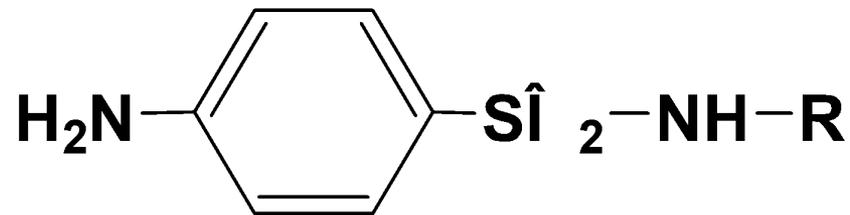


Варфарин

Фолиевая кислота (В₉)

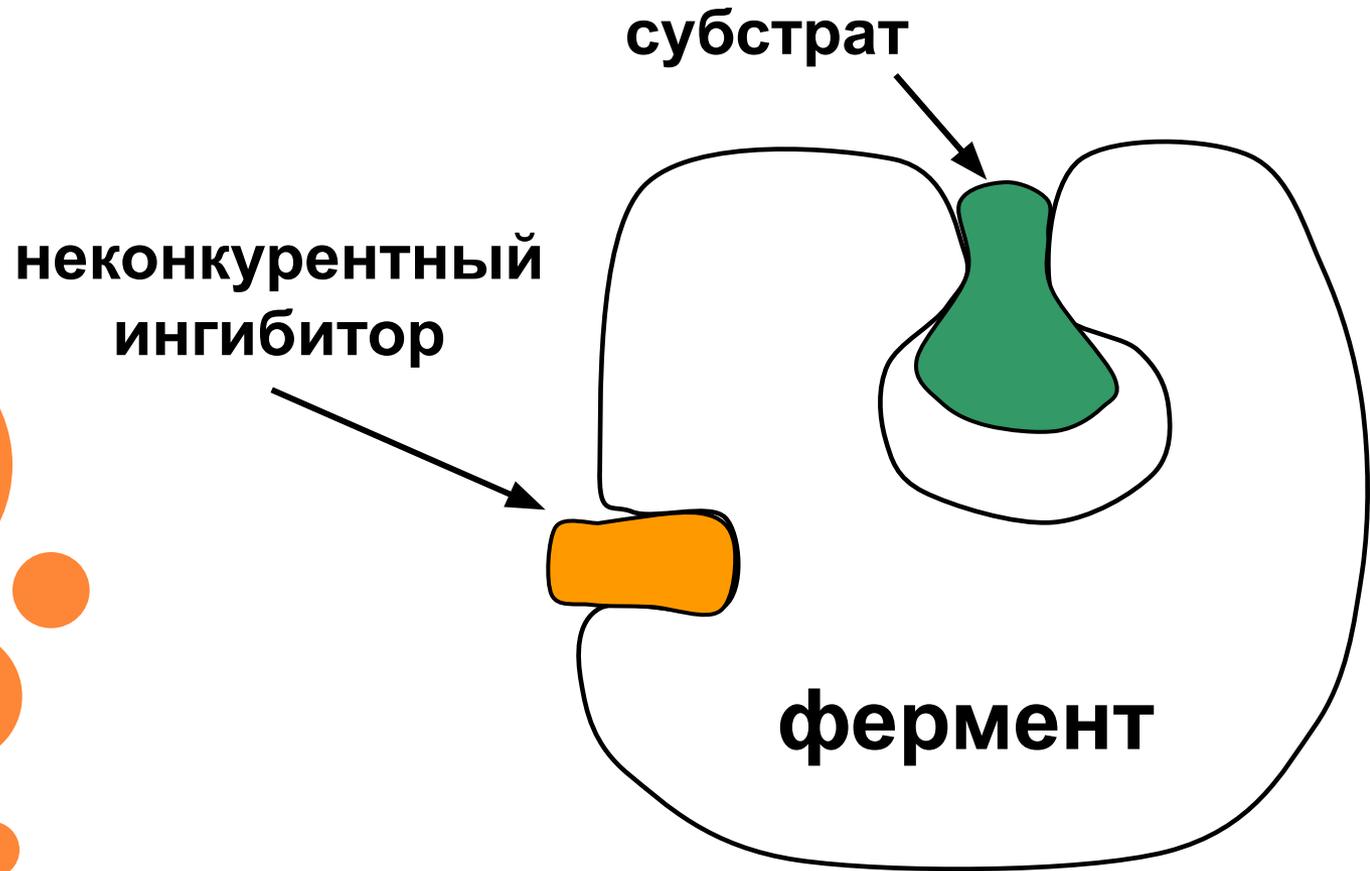


и её антивитамины

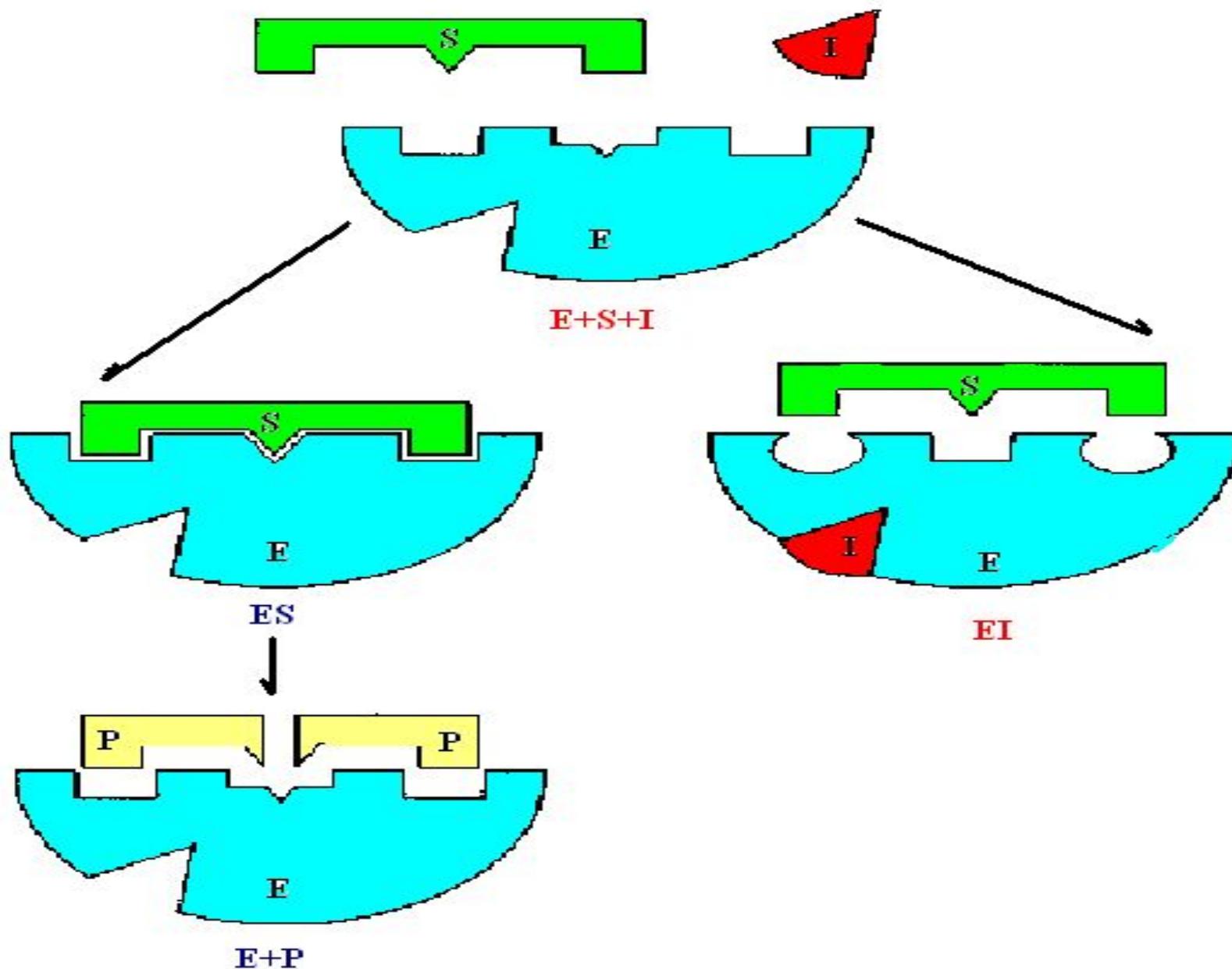


Но её антивитамины

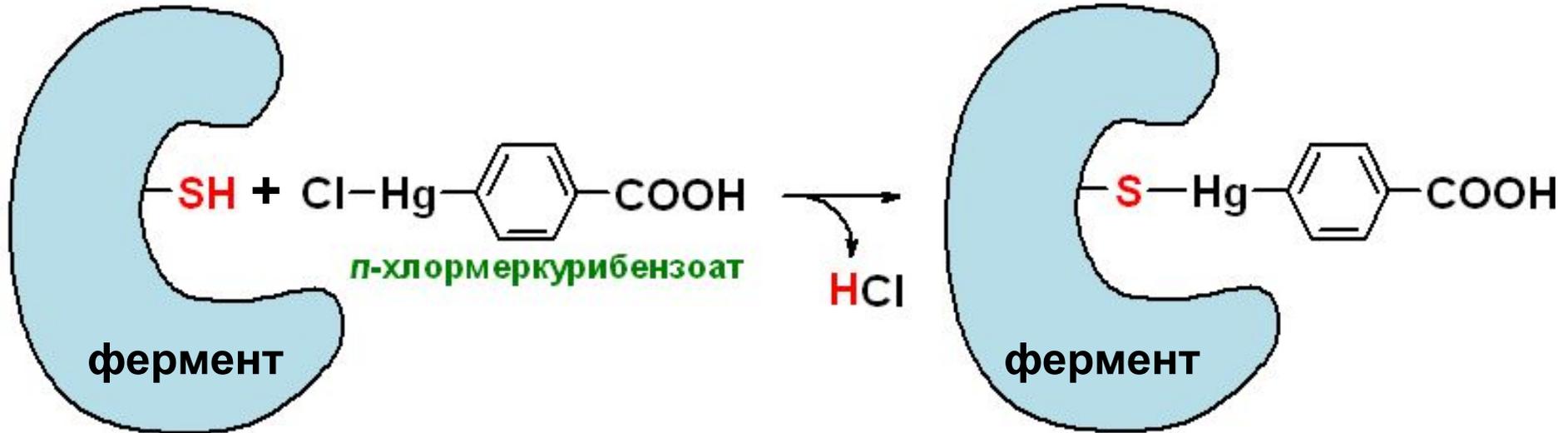
Неконкурентное ингибирование



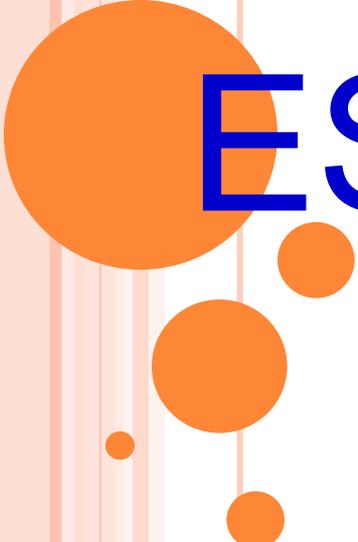
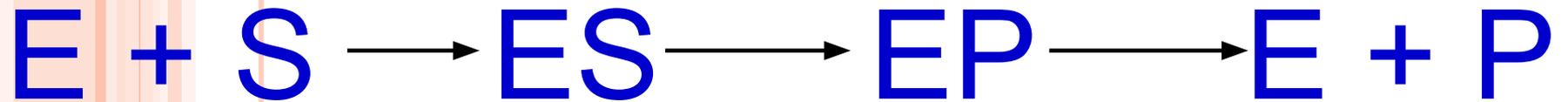
Неконкурентное ингибирование



Неконкурентное ингибирование



Бесконкурентное ингибирование

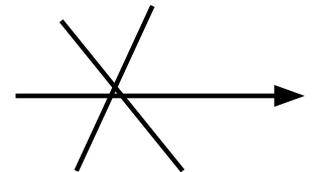


ES

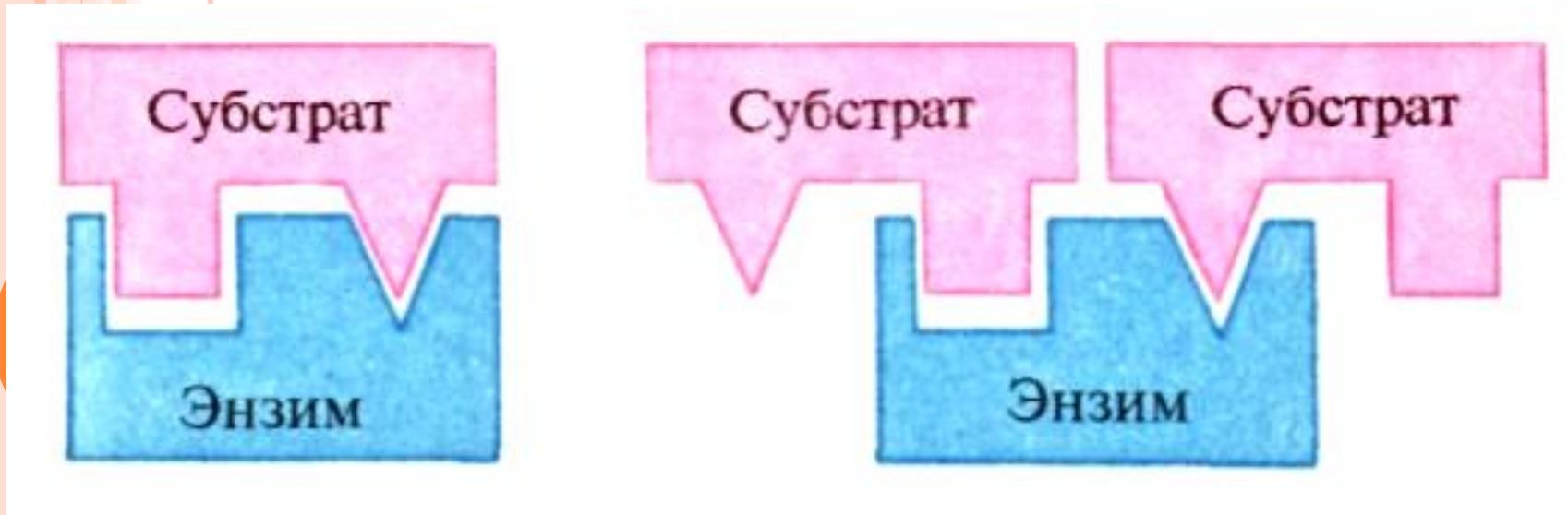
+ I



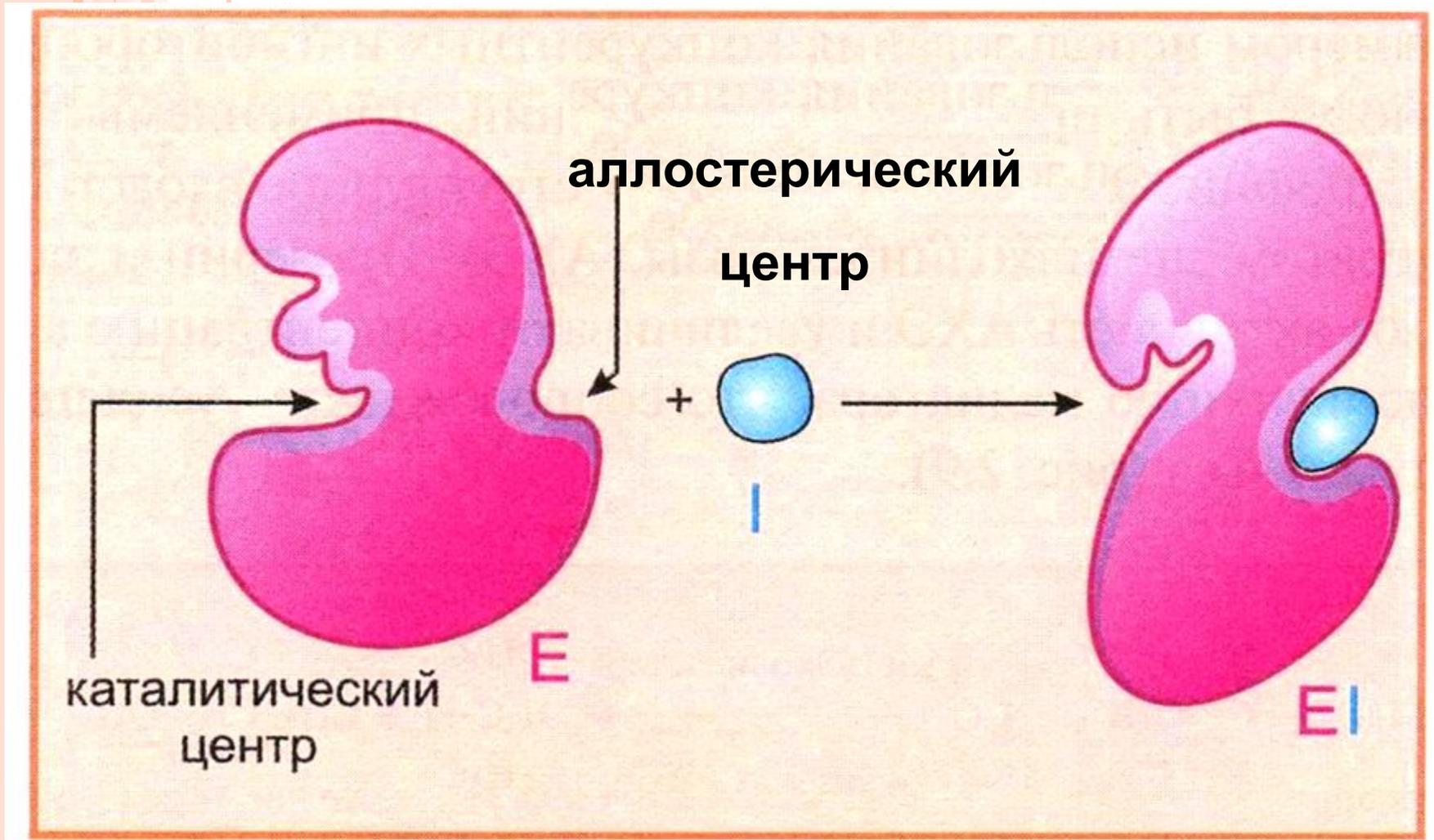
ESI



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

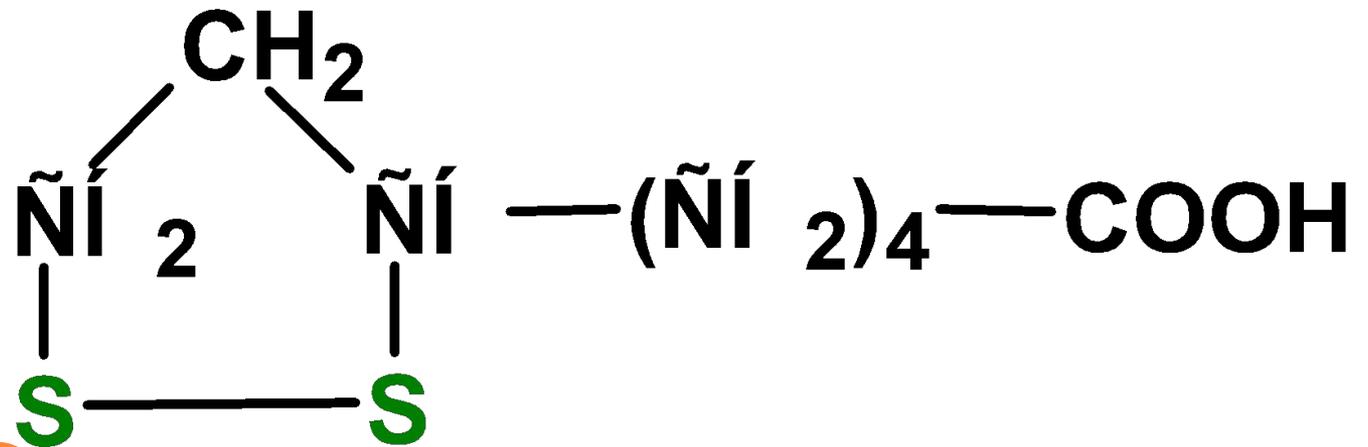
Алкогольдегидрогеназа, карбоангидраза	Zn
Аргиназа, аминопептидаза	Mn
Дипептидаза	Co
Фосфатаза, фосфокиназа	Mg
Тирозиназа	Cu
Сукцинатдегидрогеназа	Fe
Ксантиноксидаза	Mo

Классификация коферментов

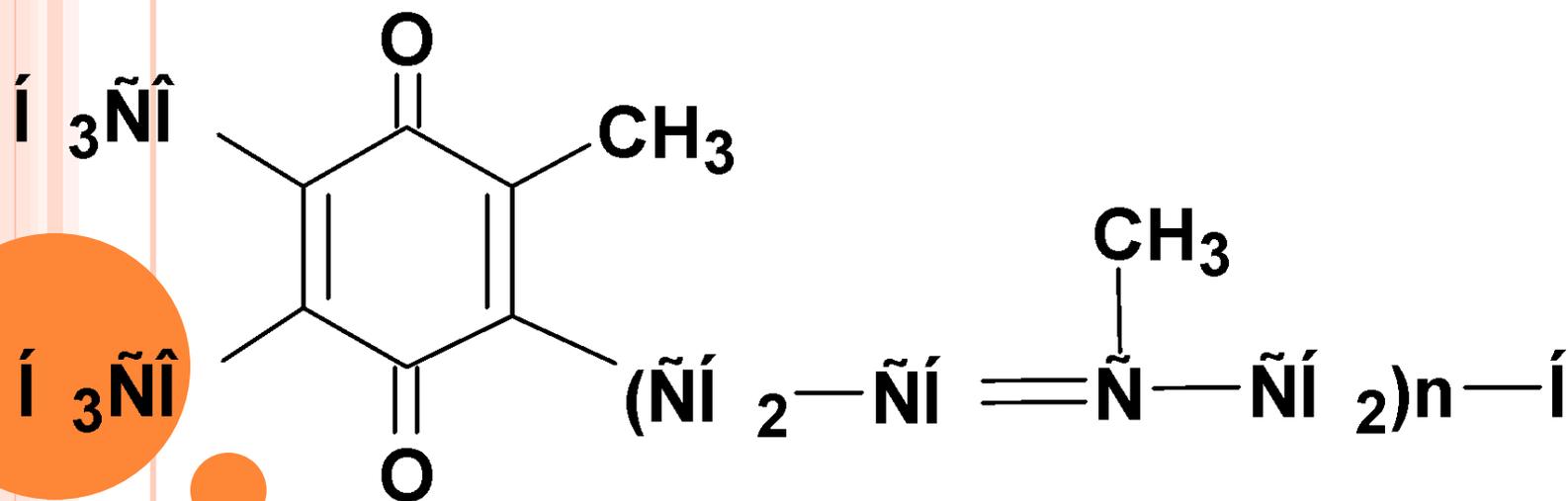
По химическому строению

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

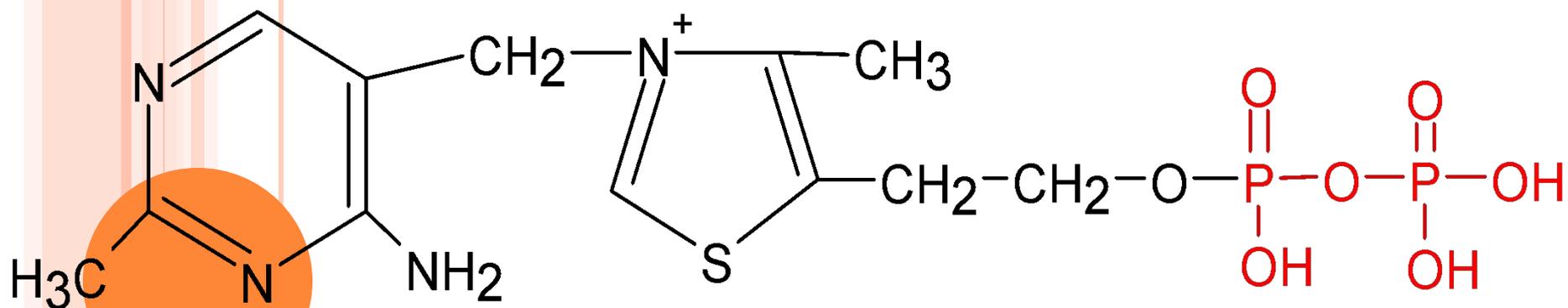
Липоевая кислота



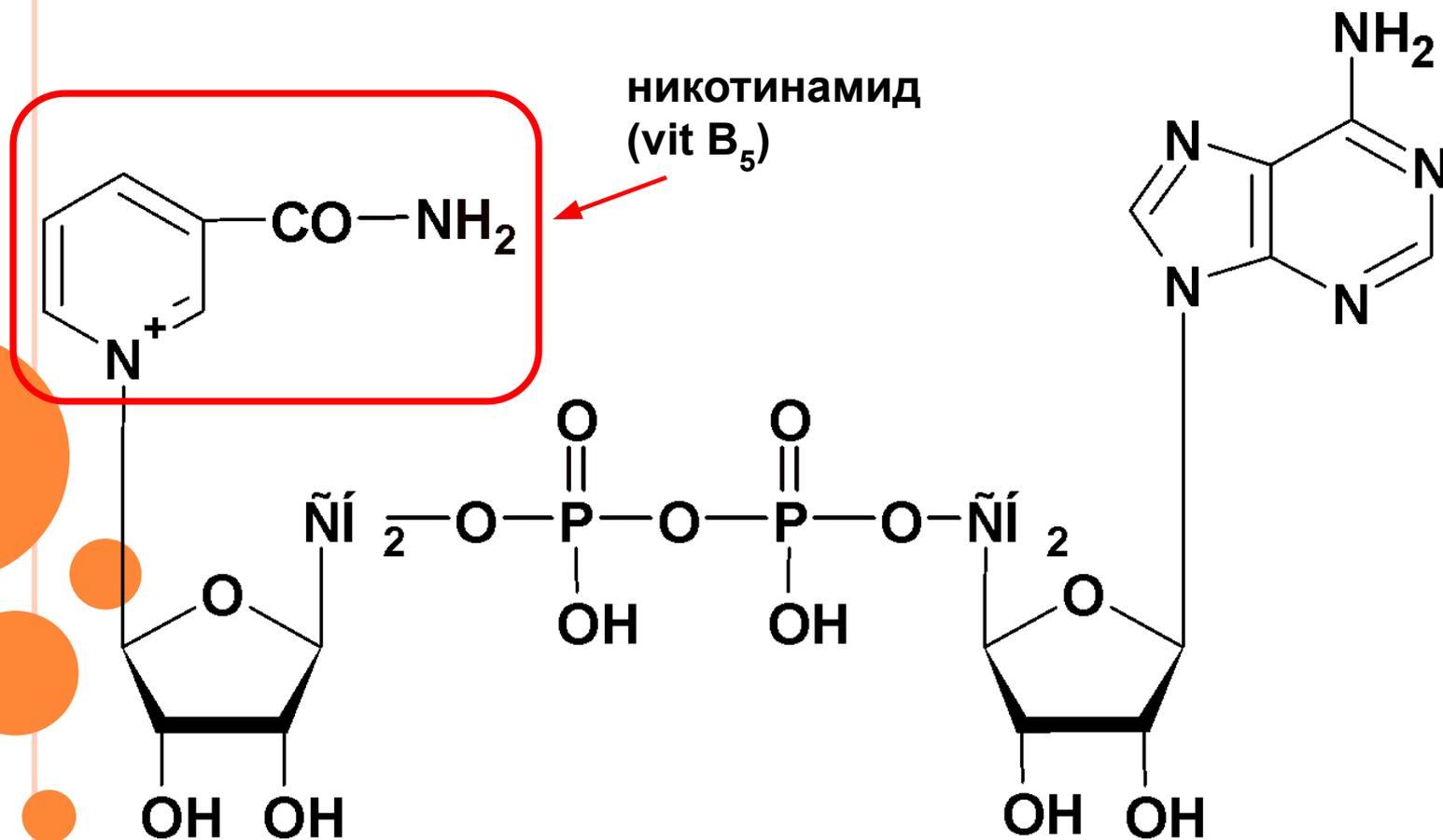
КоQ (коэнзим Q, убихинон)



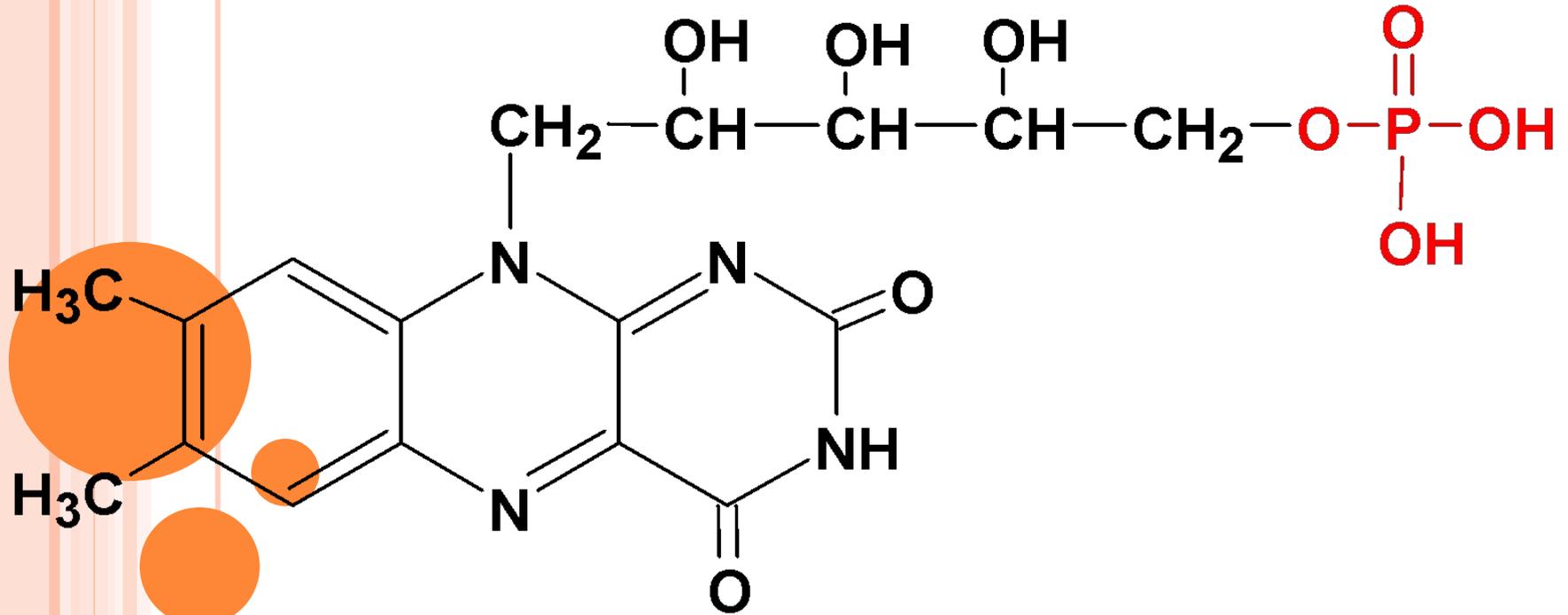
Тиаминпирофосфат (ТПФ)



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.

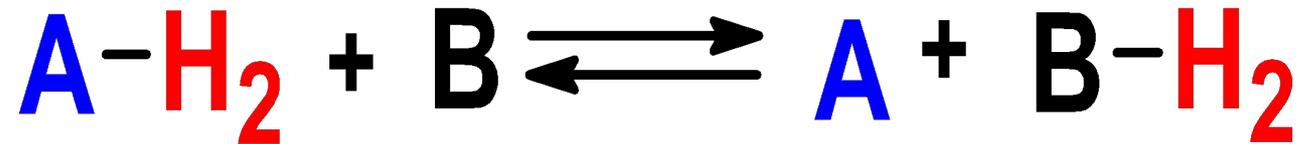
Коферментные функции водорастворимых ВИТАМИНОВ

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)

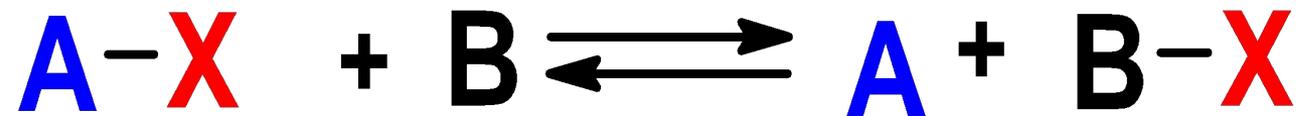
В₆ Пиридоксин, антидерматитный	Пиридоксальфосфат (ПФ)	Перенос аминогрупп (трансаминазы) и декарбоксилирование (декарбоксилазы)
В₉, В_с Фолиевая кислота, антианемический	Тетрагидрофолат (ТГФК)	Перенос одноуглеродных групп (метилтрансферазы)
В₁₂ Кобаламин, антианемический	Дезоксиаденозил- кобаламин, метилкобаламин	Изомеразы, метилтрансферазы
С Аскорбиновая кислота, антискорбутный	Не известна	Реакции гидроксилирования (гидроксилазы)
Н Биотин, антисеборейный	Биотин кофермент	Фиксация СО ₂ (карбоксилазы)

Классификация ферментов

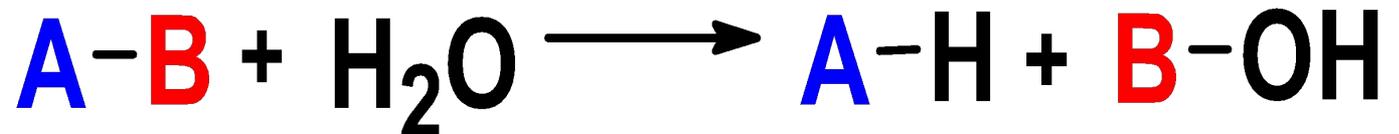
1. Оксидоредуктазы



2. Трансферазы



3. Гидролазы



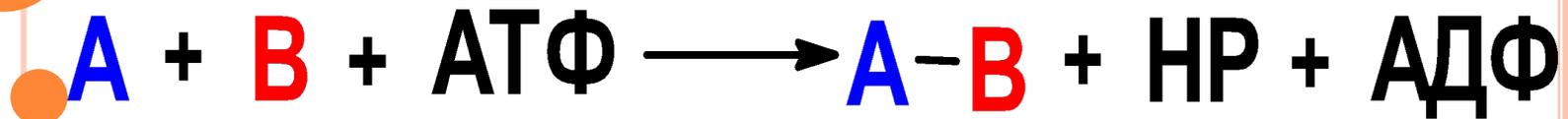
4. Лиазы



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

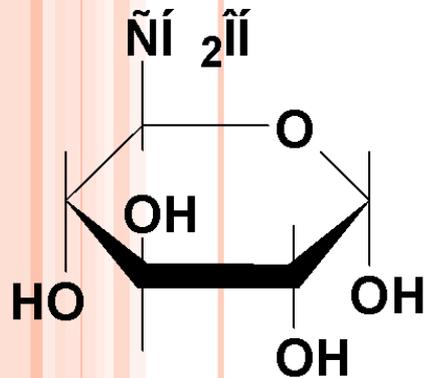
class

подкласс

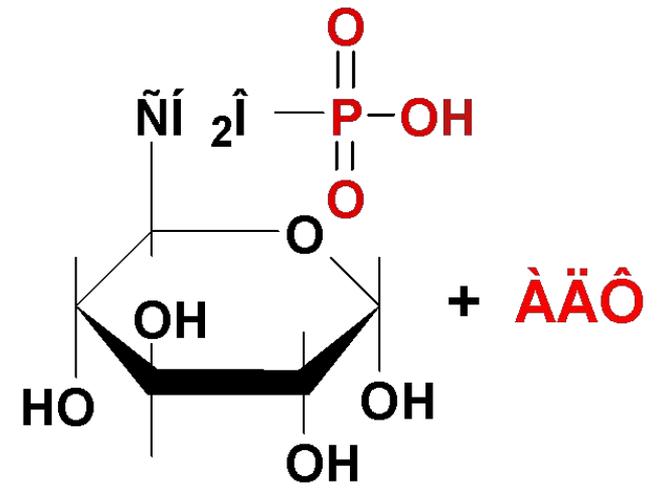
подподкласс

порядковый
номер

EC 1.1.1.1



α-D-глюкоза



α-D-глюкоза-6-фосфат

EC 2.7.1.1

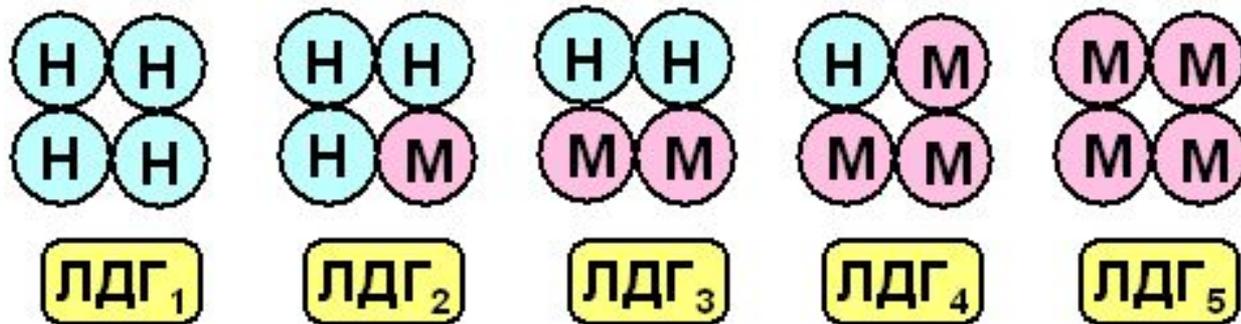
класс 2 –
трансфераза

подподкласс 1 –
акцептором фосфата
является OH-группа

подкласс 7 –
перенос фосфата

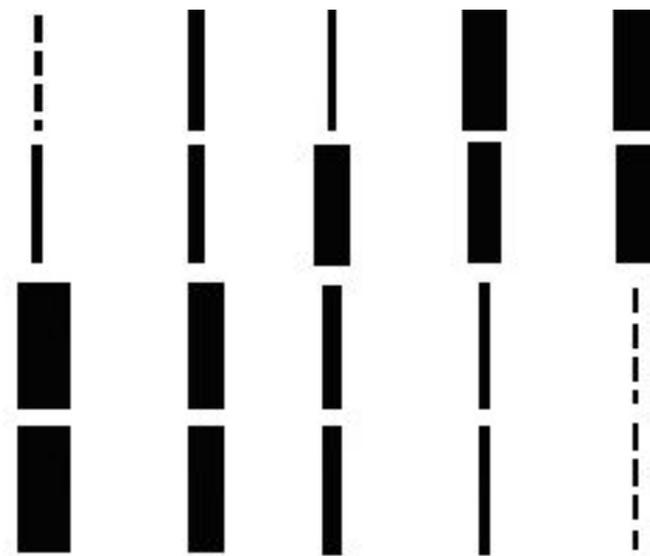
D-гексозо-6-фосфотрансфераза

Изоферменты ЛДГ



LDG₅ LDG₄ LDG₃ LDG₂ LDG₁

Сердце
Почки
Печень
Мышцы

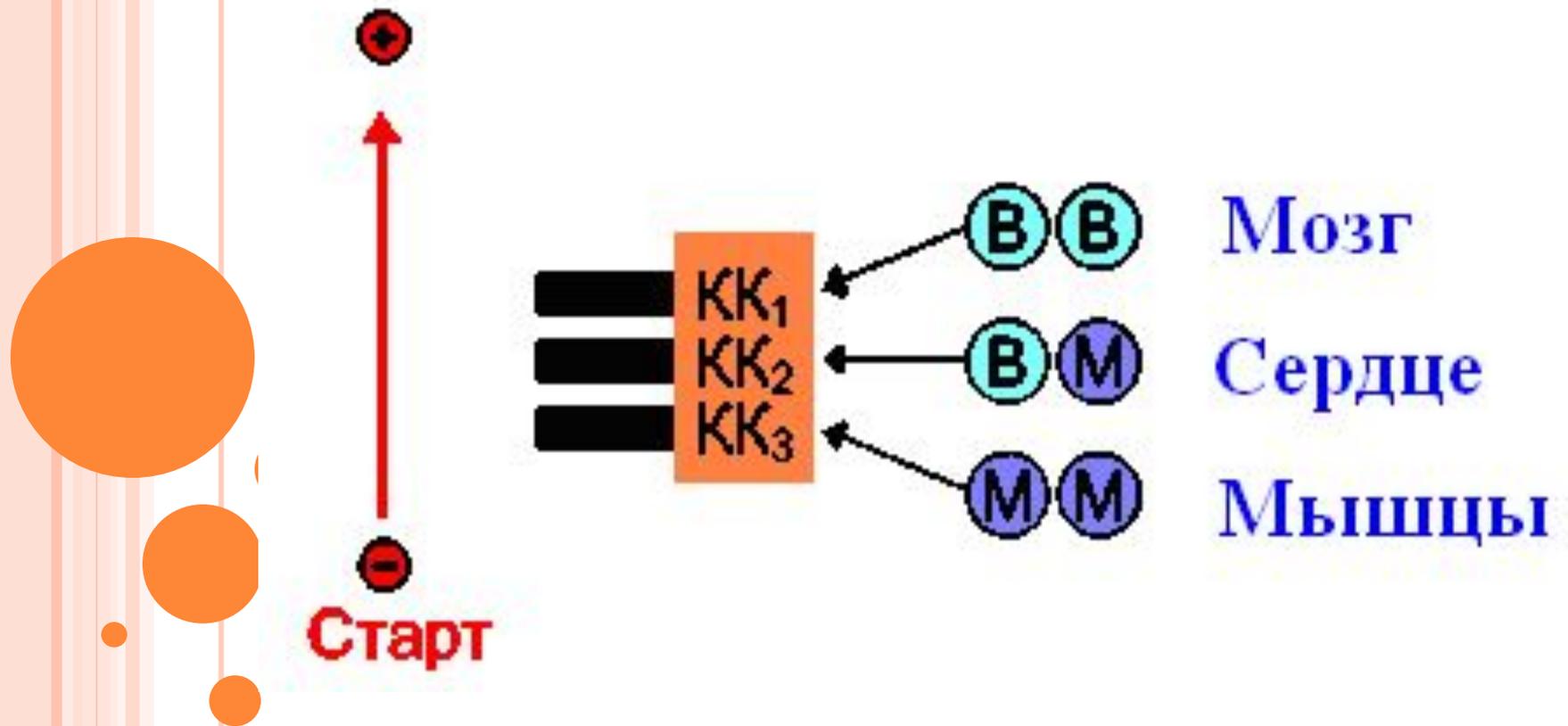


—

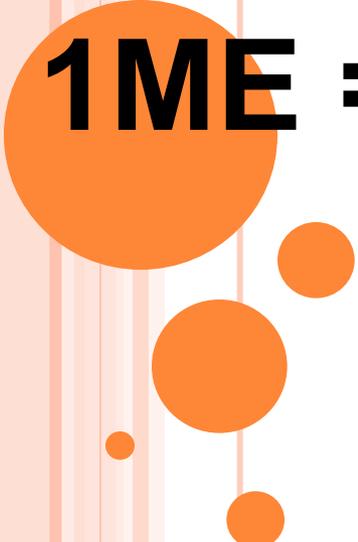


+

Изоферменты **креатинкиназы**

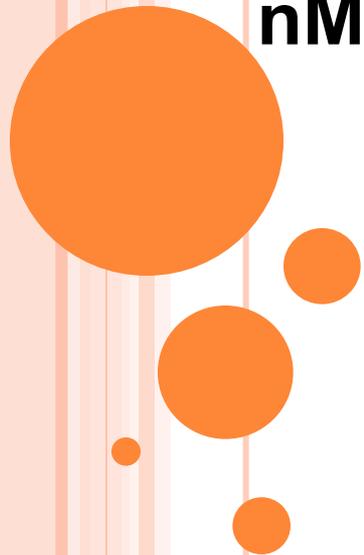


Единицы измерения количества и активности фермента


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

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

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

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