

МЕТАБОЛИЗМ

(*metabole* – греч. изменение, превращение)

- это совокупность процессов превращения веществ и энергии в организме, происходящих с участием ферментов.

МЕТАБОЛИЗМ = ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

Вещества, участвующие в метаболизме, называются **метаболитами**.

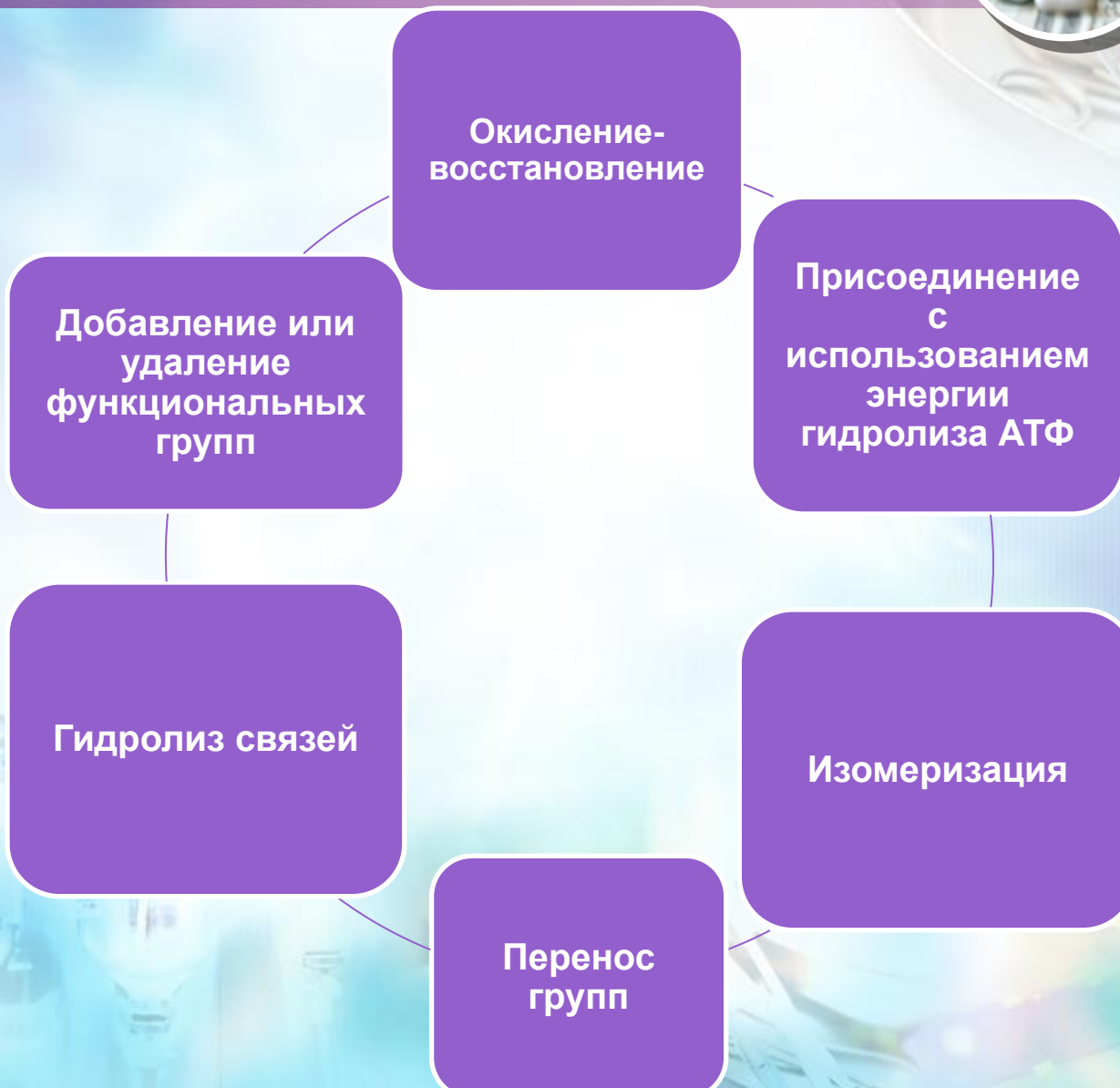


Функции метаболизма



- 1. Обеспечение организма энергией, полученной при расщеплении богатых энергией пищевых веществ или путем преобразования энергии Солнца;**
- 1. Превращение пищевых молекул в предшественники, которые используются в клетке для биосинтеза собственных макромолекул;**
- 1. Сборка макромолекулярных и надмолекулярных структур живого организма, т.е. пластическое и энергетическое поддержание его структуры;**
- 1. Синтез и разрушение биомолекул, выполняющих специфические функции в организме (мембранные липиды, внутриклеточные посредники и пигменты).**

Типы химических реакций



Метаболические пути



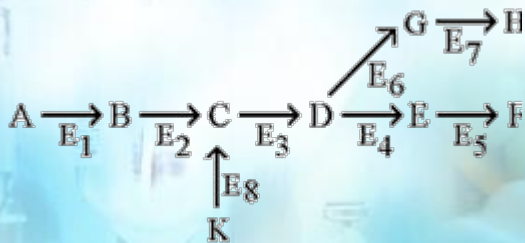
Ферментативная цепь химических реакций называется **метаболическим путем**.

линейный



циклический

разветвленный



Механизмы регуляции метаболизма



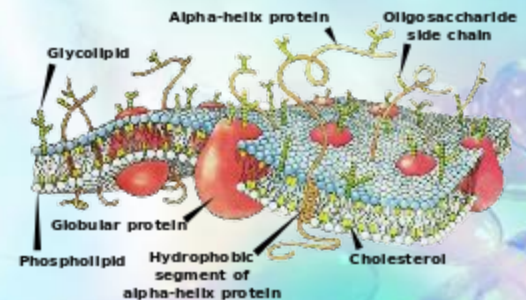
- Изменение активности ферментов



- Изменение количества фермента в клетке



- Изменение проницаемости мембран



Фазы метаболизма



- **Катаболизм** – это ферментативное расщепление крупных пищевых или депонированных молекул до более простых с выделением энергии и запасанием ее в виде АТФ или восстановительных эквивалентов (НАДН, НАДФН, ФАДН).
- **Анаболизм** – ферментативный синтез крупных полимерных молекул из простых предшественников с затратой АТФ или восстановительных эквивалентов (НАДН, НАДФН, ФАДН).

Амфиболические пути расположены в точках переключения метаболизма и связывают катаболизм и анаболизм (например, ЦТК)

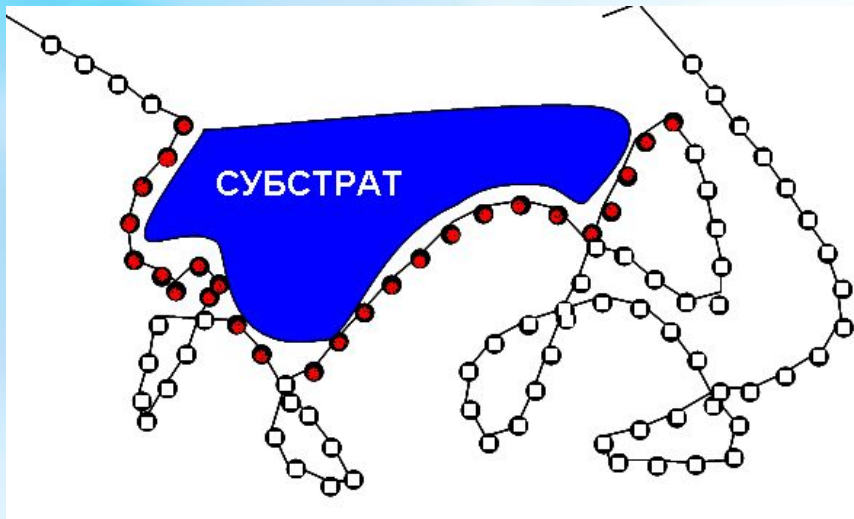
Взаимосвязь катаболизма и анаболизма:



L/O/G/O

Ферменты

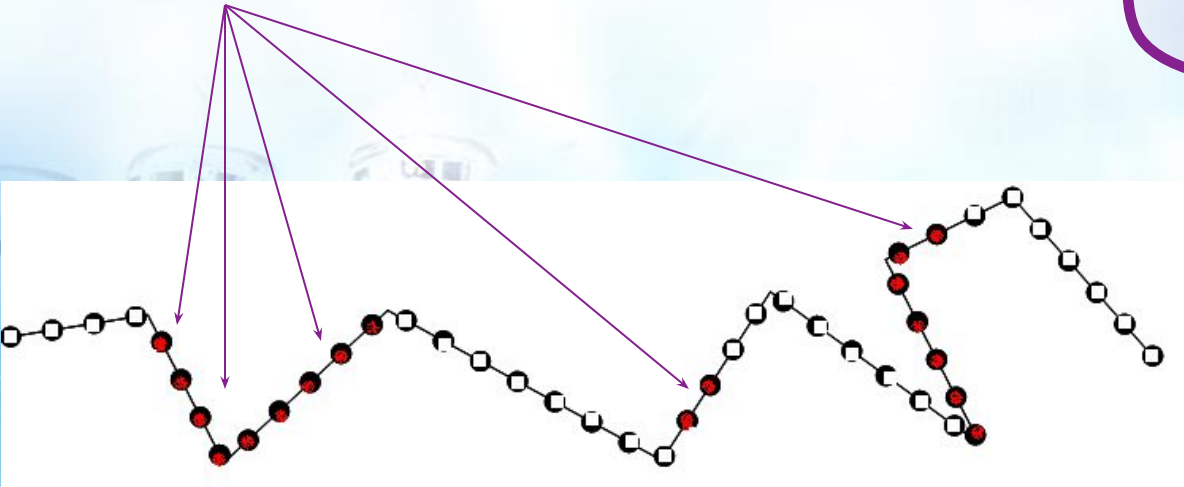


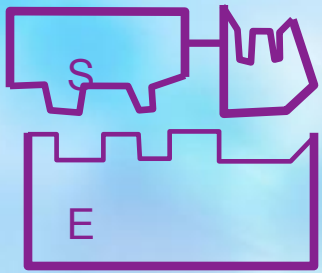


Строение активного центра фермента



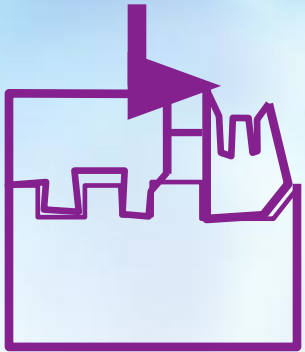
Аминокислоты, образующие активный центр





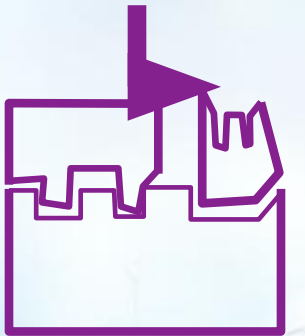
1

Сближение и ориентация субстрата относительно активного центра



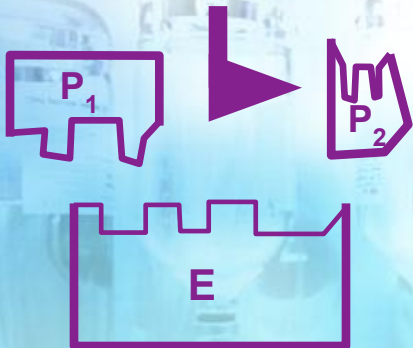
2

Образование фермент – субстратного комплекса



3

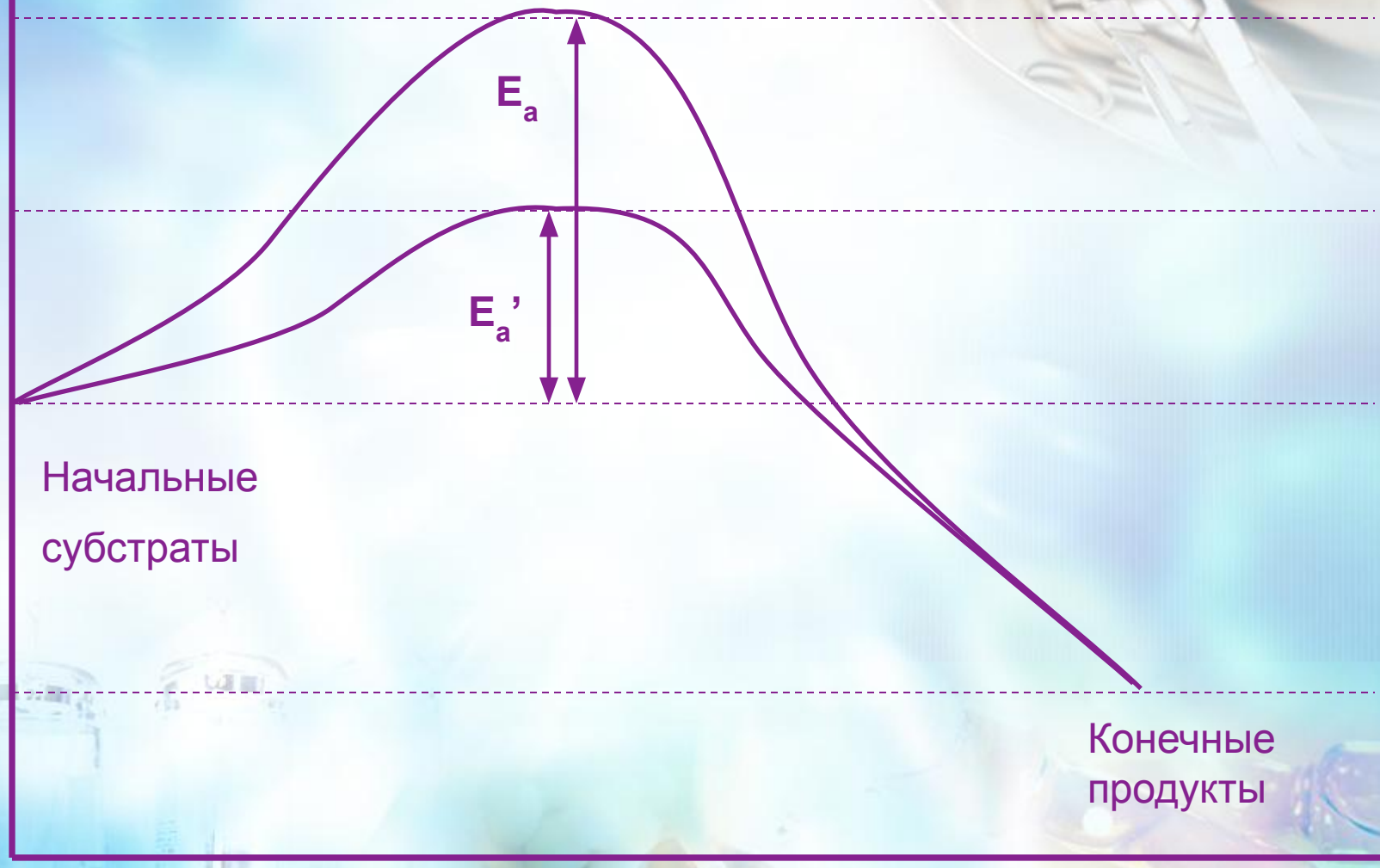
Образование нестабильного комплекса фермент - продукт



4

Распад комплекса с высвобождением продуктов реакции

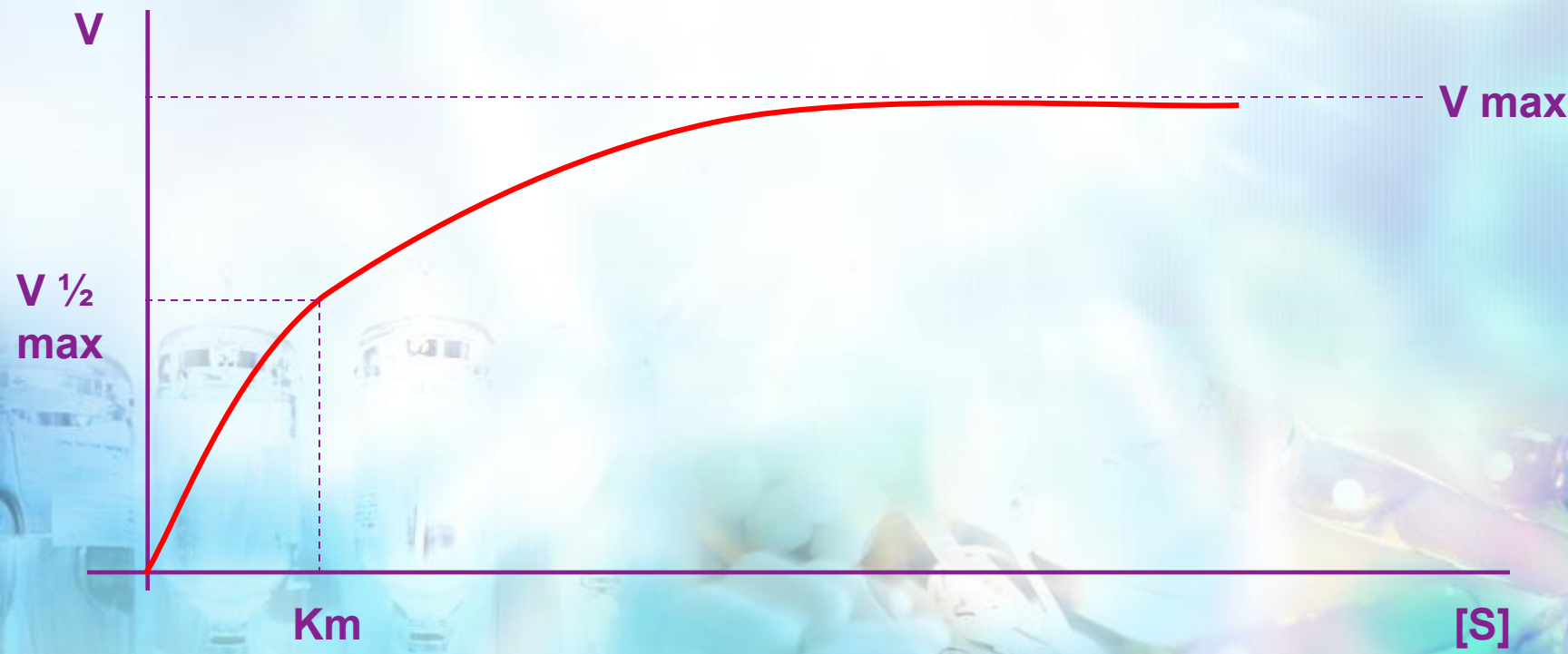
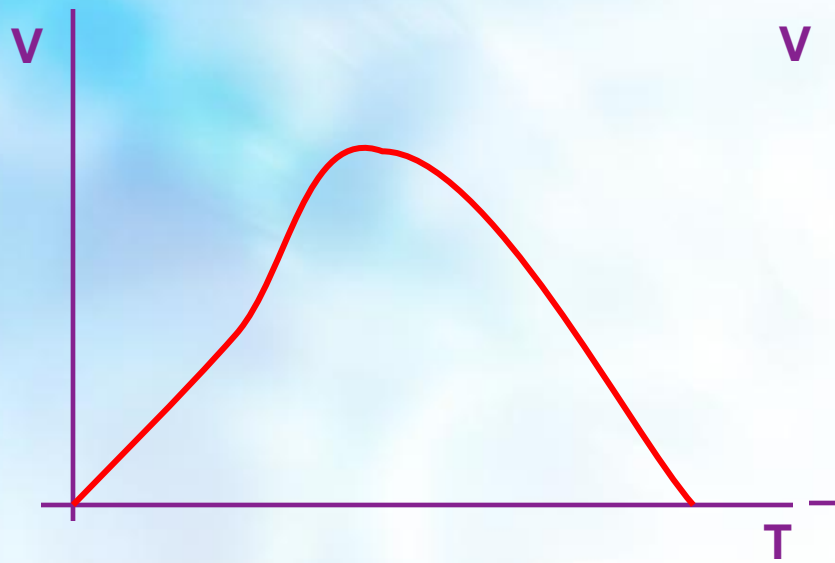
Свободная энергия

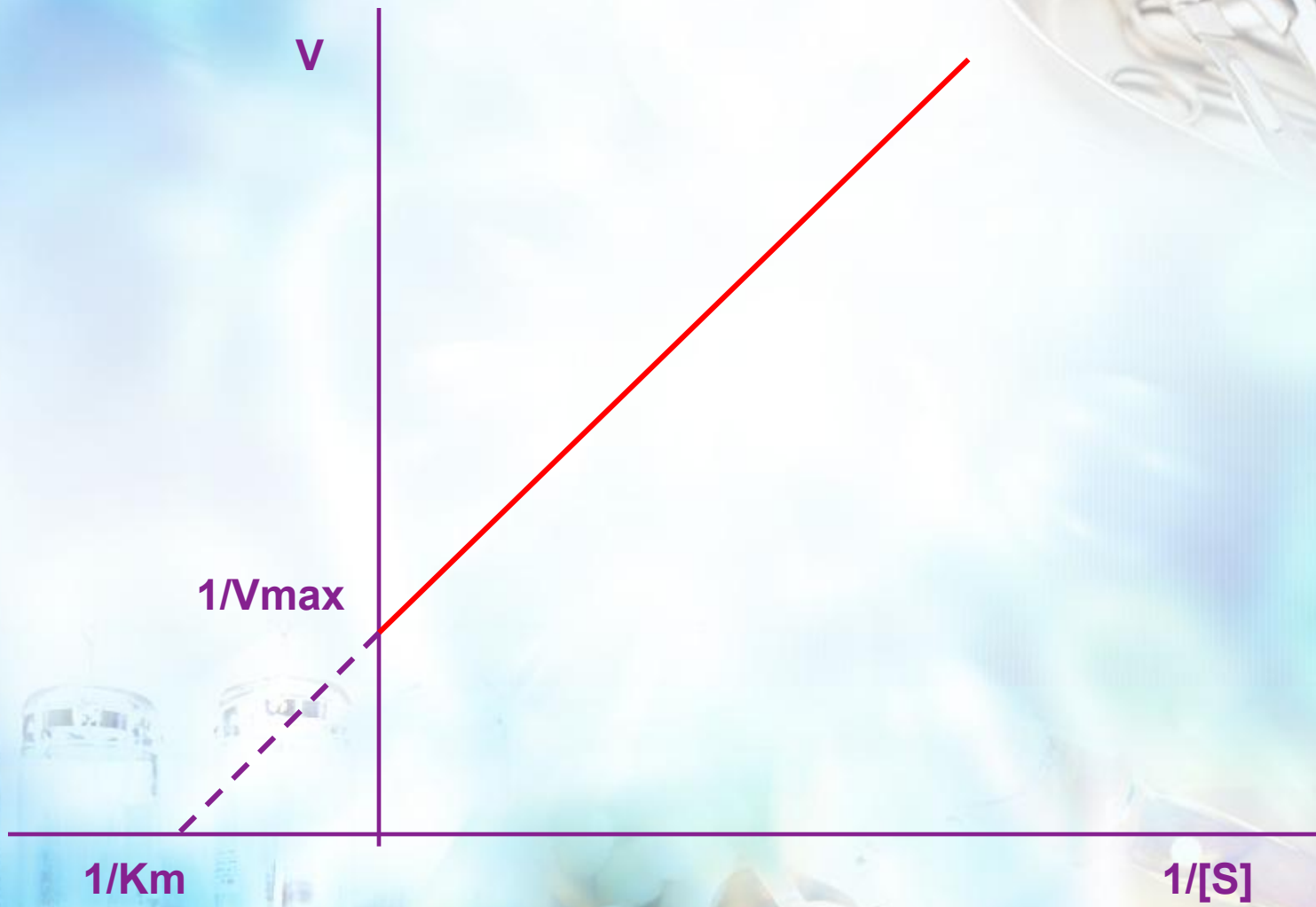


E_a – энергия активации некатализируемой реакции

E_a' – энергия активации реакции, катализируемой ферментом

Время





Скорость реакции измеряют количеством продукта, образовавшегося под действием фермента, или количеством исчезающего субстрата (за единицу времени).

Следовательно, скорость реакции выражают в количестве вещества, отнесенного ко времени, затраченному на его образование или исчезновение.

Единицы ферментативной активности.

Эффект фермента зависит при прочих равных условиях от его активности и именно активность и концентрация фермента определяют скорость катализируемой реакции. Поэтому можно пользоваться *условными единицами* активности фермента.

Удельная активность фермента равна числу ЕА в исследуемом образце, отнесенному к масса белка в этом же образце , МК моль/мин на 1 мг

Молярная активность количество молекул субстрата, превращенных одной молекулой фермента за 1 мин(число оборотов)

Катал - количество фермента, способное превращать 1 моль субстрата за 1 секунду

Международная единица активности (МЕ) количество фермента, катализирующего превращение 1 мкмоль субстрата за 1 минуту, т.е число каталов, отнесенное к числу молей фермента

Старт

+

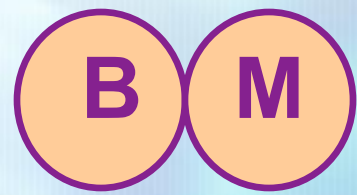
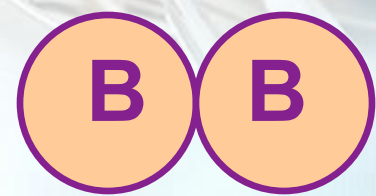
-

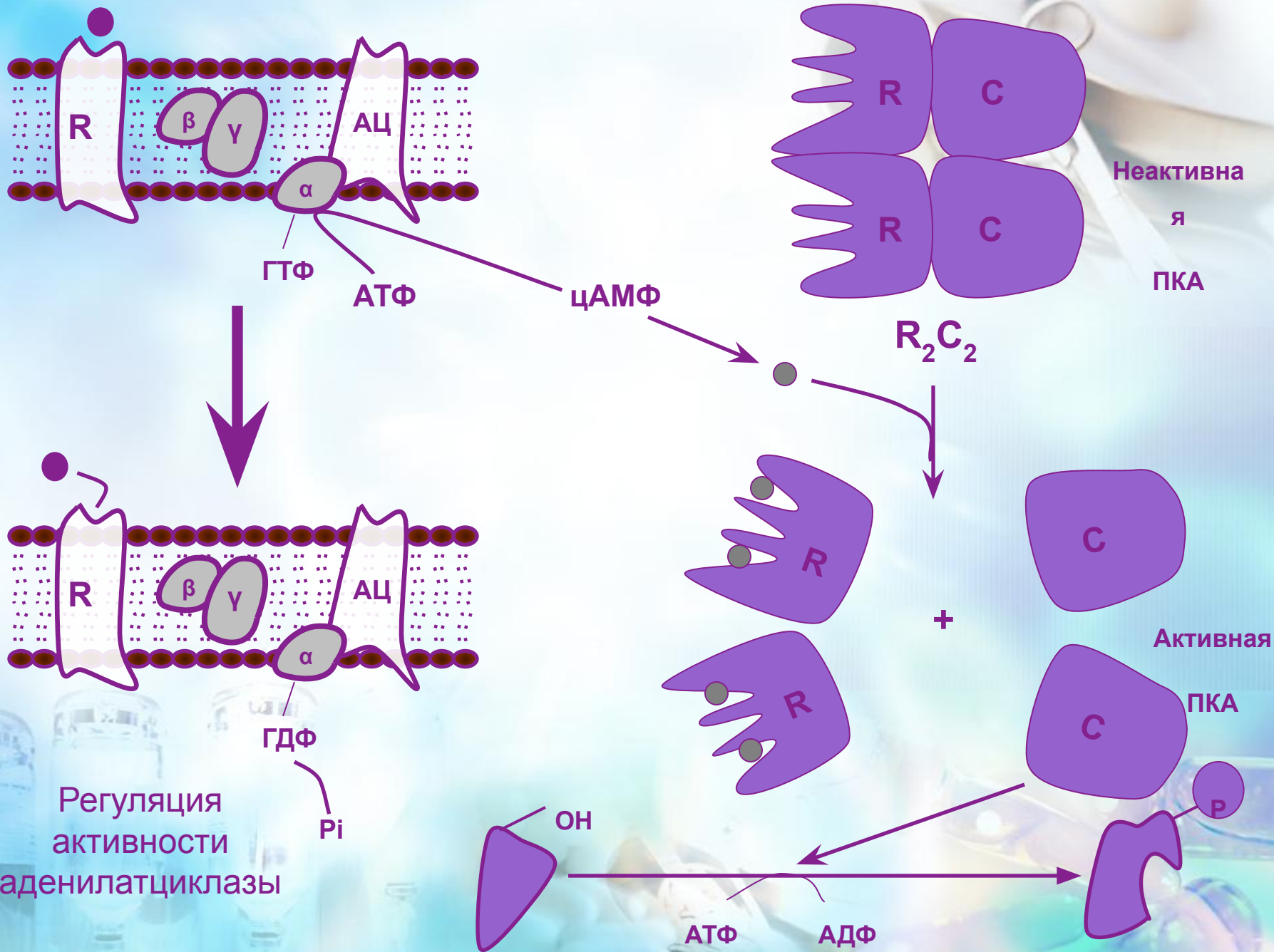


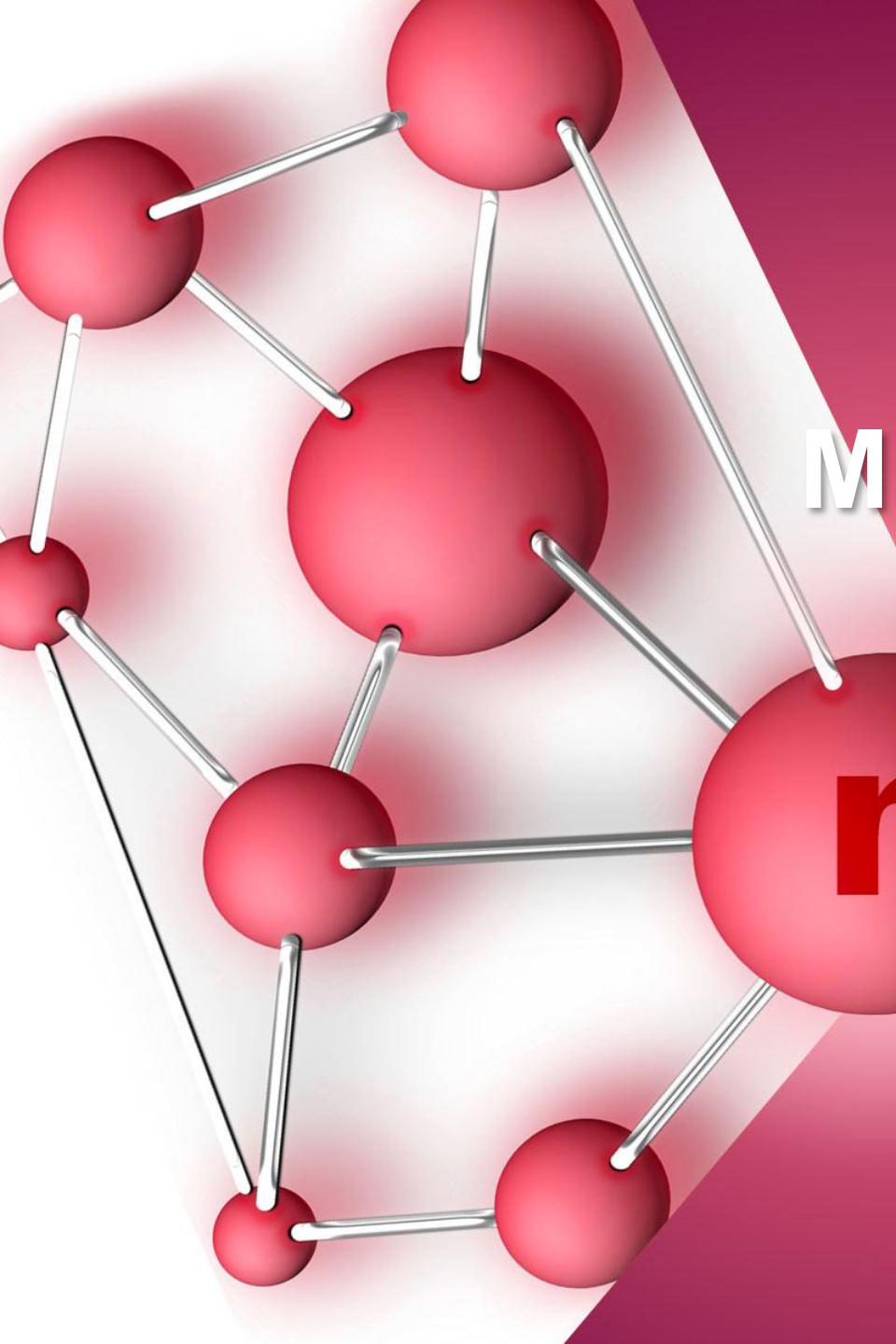
KK₁

KK₂

KK₃







РЕГУЛЯЦИЯ МЕТАБОЛИЗМА

molecule



РЕГУЛЯЦИЯ МЕТАБОЛИЗМА

необходима по следующим причинам:

- Регуляция каждого метаболического пути обеспечивает синтез веществ, необходимых для сохранения структуры и функции клеток, в оптимальных количествах;
- Регуляция процессов образования энергии в клетке обеспечивает контроль количества поступающих питательных веществ, необходимых для ее продукции;
- В результате увеличения или уменьшения скорости специфических реакций, клетка относительно быстро реагирует на изменение окружающей среды (t, pH, ионный состав).

molecule

РЕГУЛЯЦИЯ МЕТАБОЛИЗМА

ВНЕКЛЕТОЧНАЯ

- Нервная регуляция
- Гормональная регуляция

Мембранный комплекс
гормон-рецептор

Цитоплазматический
комплекс
гормон-рецептор

ВНУТРИКЛЕТОЧНАЯ

- Аллостерическая регуляция
Изменение каталитической активности готовой молекулы путем связывания ее с регуляторным центром



molecule

ВНЕКЛЕТОЧНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

Обеспечивает химическую модификацию ферментов (фосфорилирование/дефосфорилирование) и изменение количества фермента путем изменения экспрессии генов



СИГНАЛЬНЫЕ ПУТИ

Мембранные комплексы

Реализация через
вторичные мессенджеры:
цАМФ
цГМФ

Цитоплазматические КОМПЛЕКСЫ

Реализация через рецепторы,
расположенные в цитозоле и
ядре клеток.

molecule

РЕГУЛЯЦИЯ МЕТАБОЛИЗМА

ВНЕКЛЕТОЧНАЯ

- Нервная регуляция
- Гормональная регуляция

Мембранный комплекс
гормон-рецептор

Цитоплазматический
комплекс
гормон-рецептор

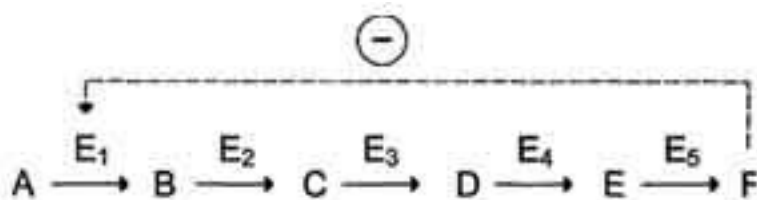
ВНУТРИКЛЕТОЧНАЯ

- Аллостерическая регуляция
Изменение каталитической активности готовой молекулы путем связывания ее с регуляторным центром

molecule

ВНУТРИКЛЕТОЧНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ АЛЛОСТЕРИЧЕСКАЯ РЕГУЛЯЦИЯ

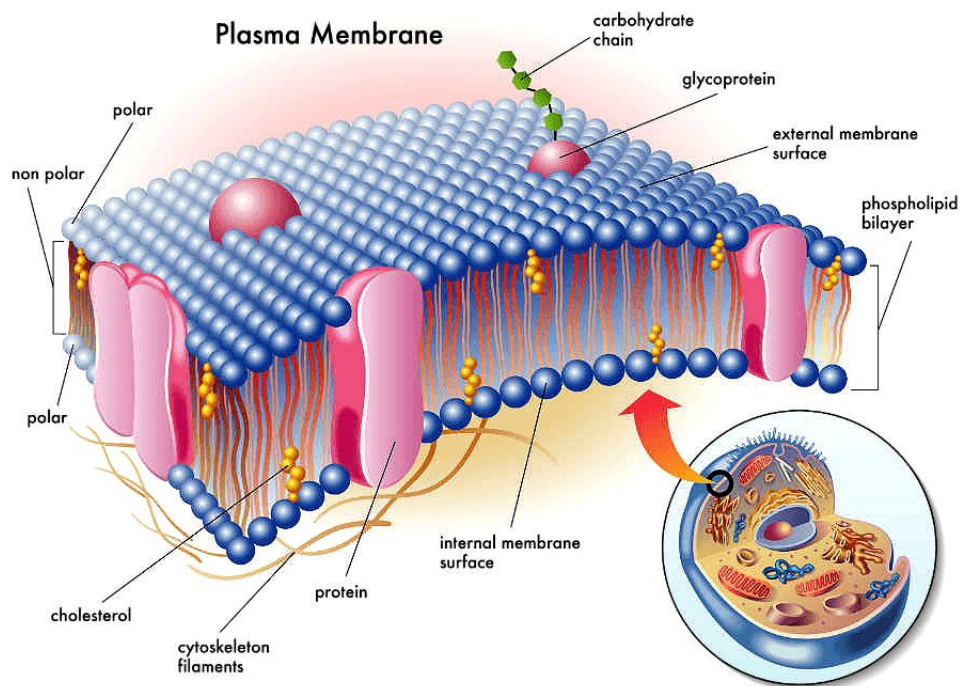
[греч. allos — другой и stereos — пространственный; лат. regulare — приводить в порядок, налаживать] — регуляция скорости протекания отдельных метаболических процессов в организме за счет изменения активности регуляторных (аллостерических) ферментов. Направлена на наиболее экономичное использование материальных и энергетических ресурсов клетки.



molecule

БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕМБРАНЫ

Важнейшая функция биологических мембран - регуляция обмена веществ между клеткой и средой, а также между различными компартментами внутри самой клетки.



molecule

КОМПОНЕНТЫ РЕГУЛЯТОРНОЙ СИСТЕМЫ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕМБРАН

Рецепторы

**каталитические
рецепторы,
проявляющие
ферментативную
активность**

Например:

- рецепторы, проявляющие гуанилатциклазную активность
- рецепторы, проявляющие фосфатазную активность
- рецепторы, проявляющие тирозинкиназную активность (рецепторы инсулина, многих ростовых факторов)

**рецепторы,
сопряженные
с G-белками**

- Например:
- холинэргические
 - адренэргические

**рецепторы-
каналы**

Например:

- ионные каналы
- никотиновый ацетилхолиновый рецептор в нервно – мышечном соединении
- Ca²⁺-каналы саркоплазматического ретикулула

**рецепторы, не
проявляющие
каталитической
активности, но
сопряженные с
тирозинкиназой**

Например:

- рецепторы цитоцинов
- рецепторы интерферонов

molecule

КОМПОНЕНТЫ РЕГУЛЯТОРНОЙ СИСТЕМЫ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕМБРАН

Рецепторы

**каталитические
рецепторы,
проявляющие
ферментативную
активность**

Например:

- рецепторы, проявляющие гуанилатциклазную активность
- рецепторы, проявляющие фосфатазную активность
- рецепторы, проявляющие тирозинкиназную активность (рецепторы инсулина, многих ростовых факторов)

**рецепторы,
сопряженные
с G-белками**

- Например:
- холинэргические
 - адренэргические

**рецепторы-
каналы**

Например:

- ионные каналы
- никотиновый ацетилхолиновый рецептор в нервно – мышечном соединении
- Ca²⁺-каналы саркоплазматического ретикулула

**рецепторы, не
проявляющие
каталитической
активности, но
сопряженные с
тирозинкиназой**

Например:

- рецепторы цитоцинов
- рецепторы интерферонов

molecule

КОМПОНЕНТЫ РЕГУЛЯТОРНОЙ СИСТЕМЫ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕМБРАН

Рецепторы

**каталитические
рецепторы,
проявляющие
ферментативную
активность**

Например:

- рецепторы, проявляющие гуанилатциклазную активность
- рецепторы, проявляющие фосфатазную активность
- рецепторы, проявляющие тирозинкиназную активность (рецепторы инсулина, многих ростовых факторов)

**рецепторы,
сопряженные
с G-белками**

- Например:
- холинэргические
 - адренэргические

**рецепторы-
каналы**

Например:

- ионные каналы
- никотиновый ацетилхолиновый рецептор в нервно – мышечном соединении
- Ca²⁺-каналы саркоплазматического ретикулула

**рецепторы, не
проявляющие
каталитической
активности, но
сопряженные с
тирозинкиназой**

Например:

- рецепторы цитоцинов
- рецепторы интерферонов

molecule

КОМПОНЕНТЫ РЕГУЛЯТОРНОЙ СИСТЕМЫ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕМБРАН

Рецепторы

**каталитические
рецепторы,
проявляющие
ферментативную
активность**

Например:

- рецепторы, проявляющие гуанилатциклазную активность
- рецепторы, проявляющие фосфатазную активность
- рецепторы, проявляющие тирозинкиназную активность (рецепторы инсулина, многих ростовых факторов)

**рецепторы,
сопряженные
с G-белками**

- Например:
- холинэргические
 - адренэргические

**рецепторы-
каналы**

Например:

- ионные каналы
- никотиновый ацетилхолиновый рецептор в нервно – мышечном соединении
- Ca^{2+} -каналы саркоплазматического ретикулула

**рецепторы, не
проявляющие
каталитической
активности, но
сопряженные с
тирозинкиназой**

Например:

- рецепторы цитоцинов
- рецепторы интерферонов