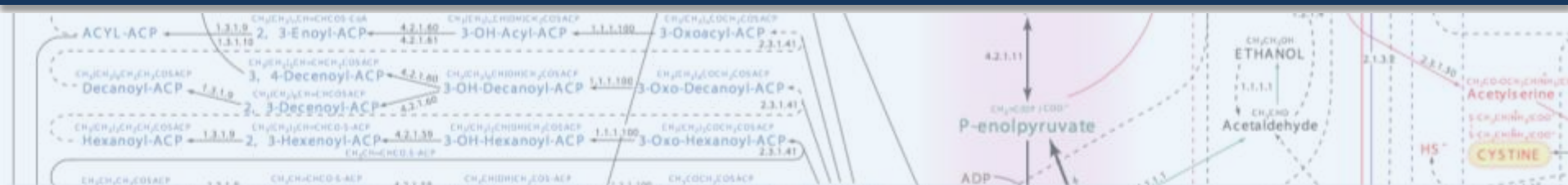


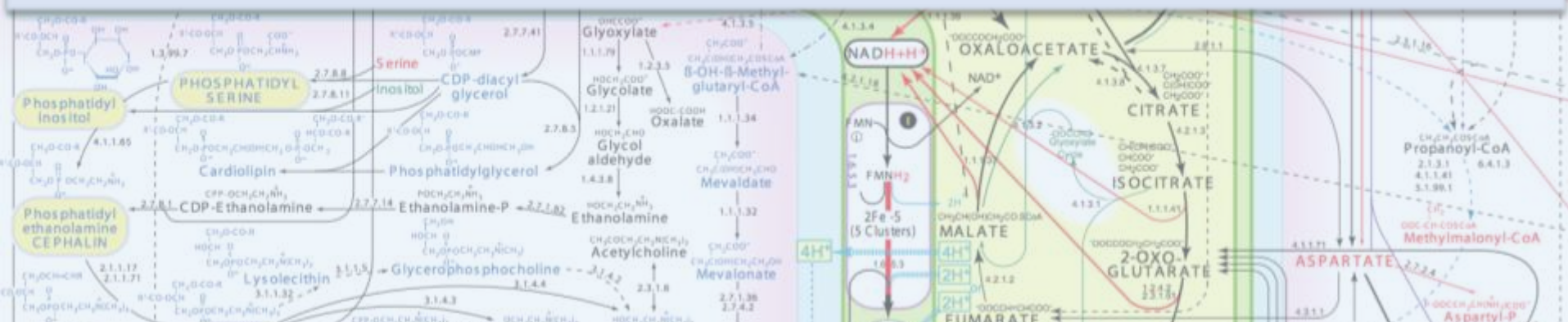
«Биоэнергетика»

Курс лекций кафедры фундаментальной медицины и биологии ВолгГМУ
для студентов медико-биологического факультета



Тема лекции:

«Введение в биоэнергетику».

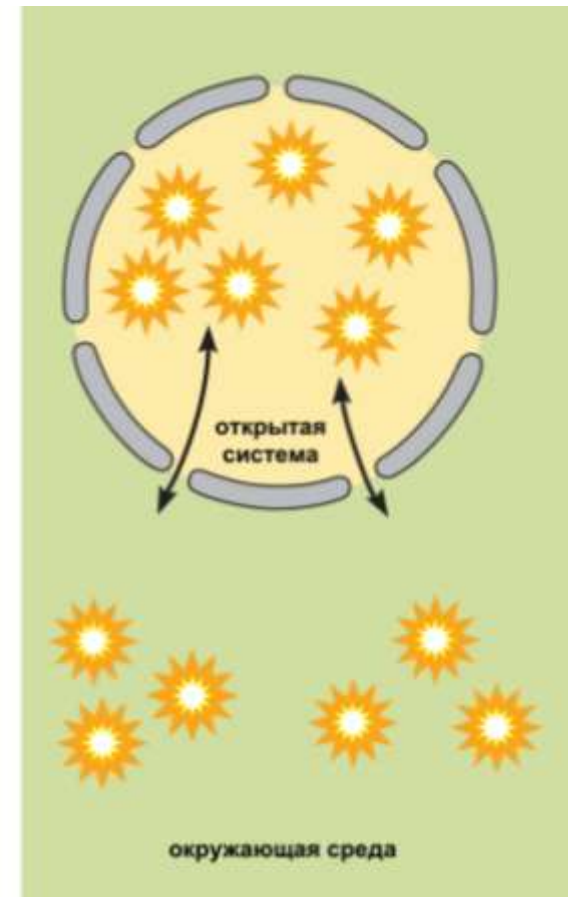
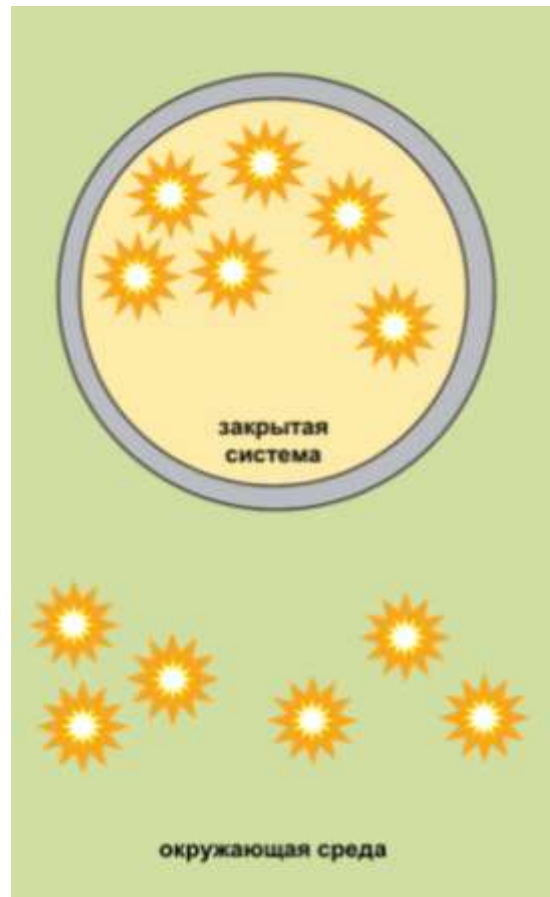


Принципы биоэнергетики

Клетка – открытая термодинамическая система

Живые организмы являются **открытыми** термодинамическими системами:

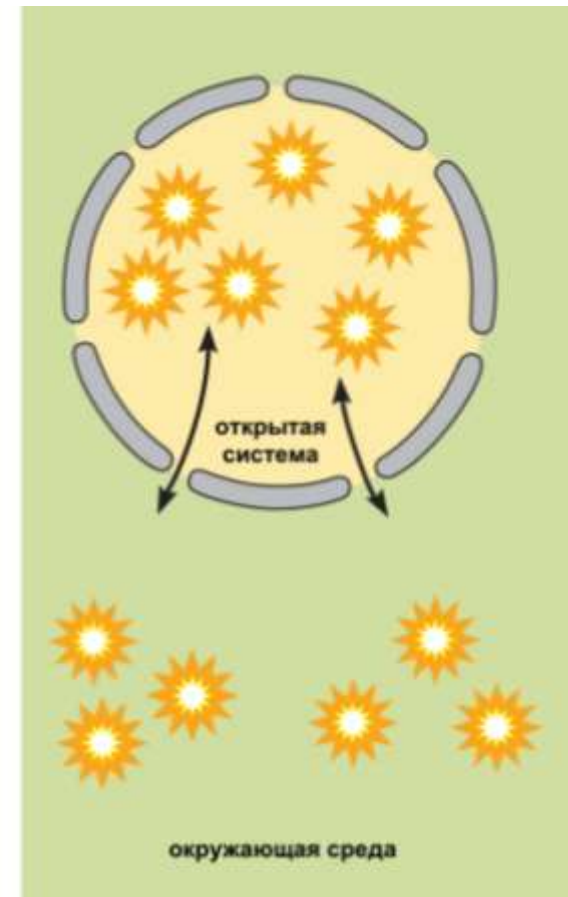
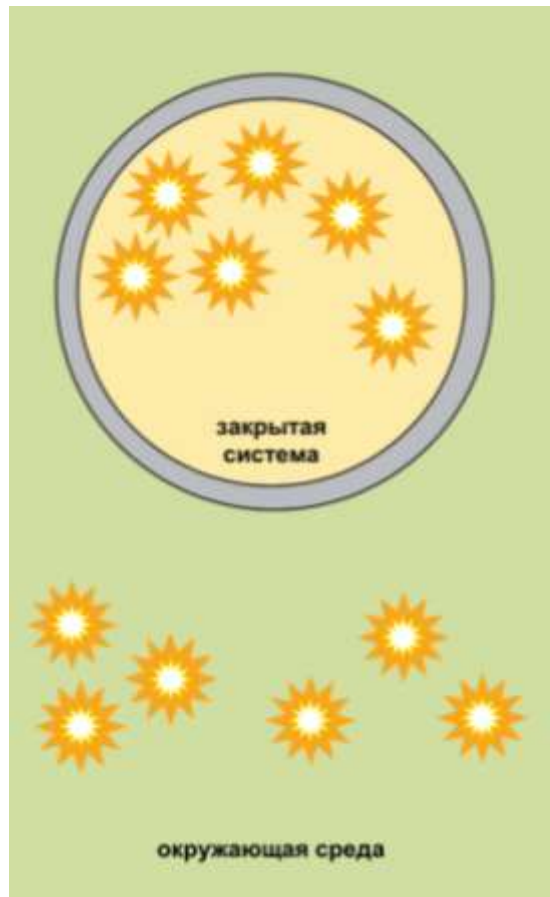
между ними и окружающей средой происходит непрерывный **обмен веществами и энергией**.



Принципы биоэнергетики

Клетка – открытая термодинамическая система

Данный обмен
веществами и энергией
подчиняется **законам
термодинамики.**

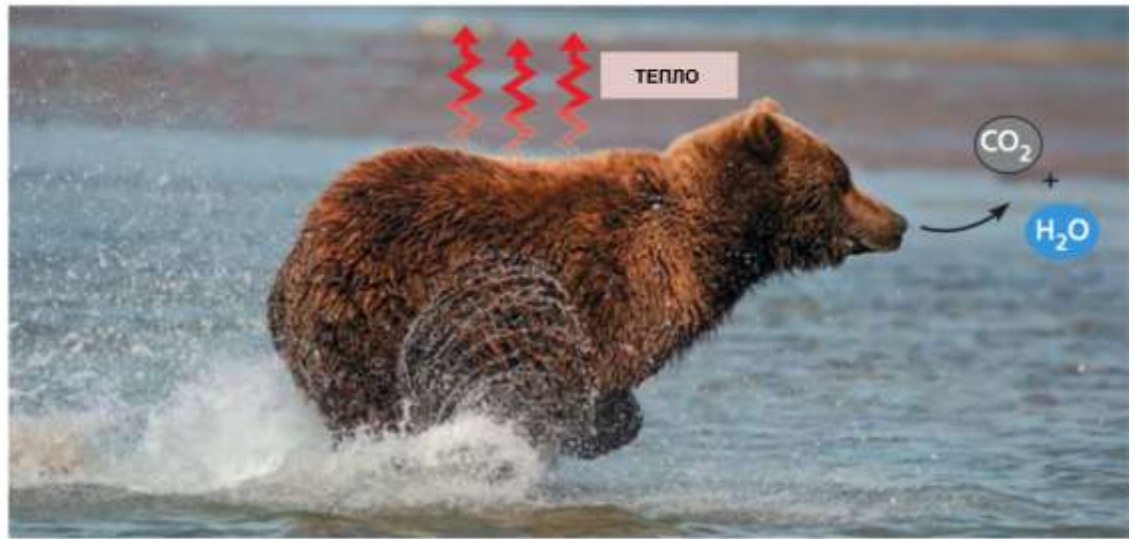


Принципы биоэнергетики

Законы термодинамики



Первый закон термодинамики (закон сохранения энергии): общая энергия системы и окружающей среды является постоянной величиной.



Второй закон термодинамики физические и химические процессы в системе стремятся к необратимому переходу полезной энергии в неупорядоченную (хаотическую) форму.

Принципы биоэнергетики

Основные понятия термодинамики



- **Свободная энергия (G)** – часть внутренней энергии системы, которая может быть использована для выполнения полезной работы.



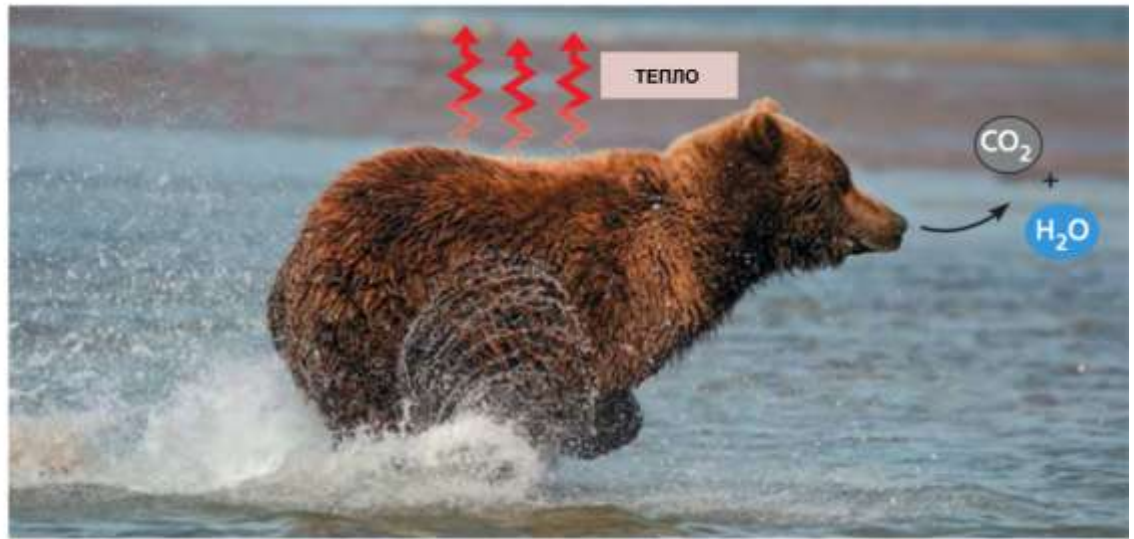
- **Энтропия (S)** – мера неупорядоченности системы.
- При увеличении энтропии (хаотичности) свободная (полезная) энергия снижается.

Принципы биоэнергетики

Законы термодинамики



- **Свободная энергия (G)**
— часть внутренней энергии системы, которая может быть использована для выполнения полезной работы.



- Для уменьшения энтропии требуется совершение работы.
- Для совершения работы необходим внешний приток свободной энергии.

Принципы биоэнергетики: изменение энтропии

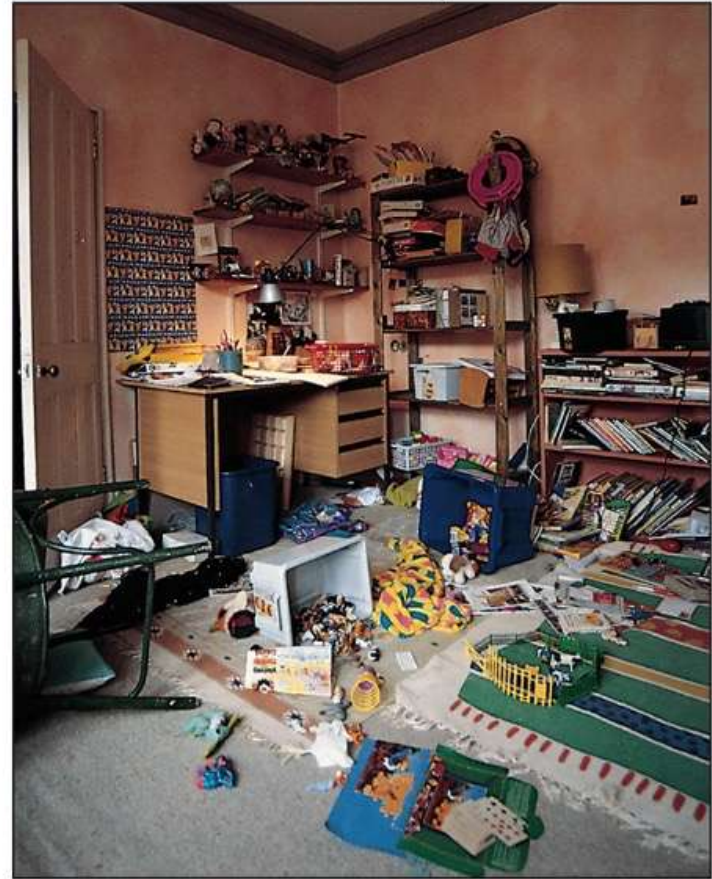
"спонтанная" реакция
без затрат энергии



вынужденная работа
с затратой энергии

Принципы биоэнергетики: изменение энтропии

ПОВЫШЕНИЕ ЭНТРОПИИ



СНИЖЕНИЕ ЭНТРОПИИ

Принципы биоэнергетики

Энергия может переходить из одной формы в другую

Находясь на трамплине, ныряльщик обладает **большим** запасом **потенциальной энергии**, чем в воде



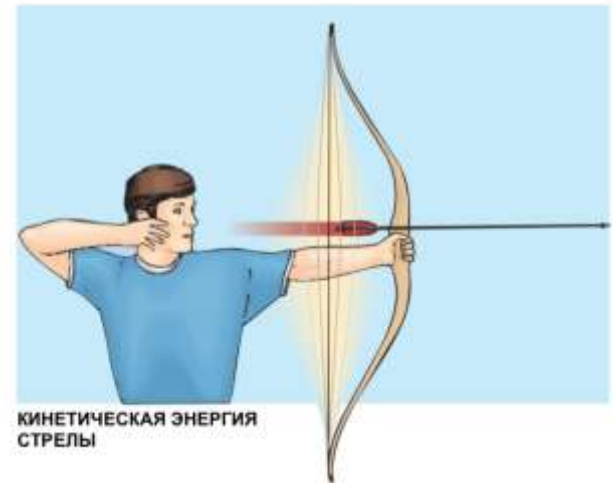
При прыжке с трамплина **потенциальная энергия трансформировуется в кинетическую**

При поднятии на трамплин **кинетическая энергия трансформировуется в потенциальную**

Находясь в воде, ныряльщик обладает **меньшим** запасом **потенциальной энергии**, чем на трамплине



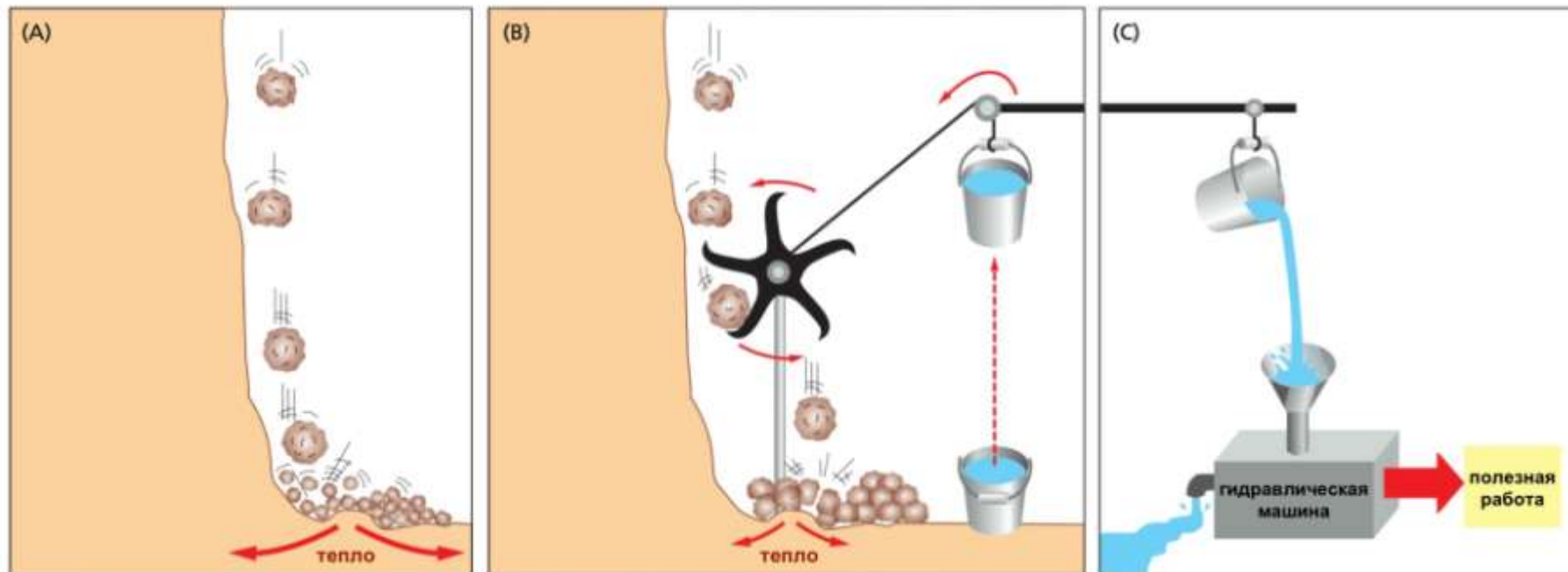
ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ СРЕЛЫ



КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ СРЕЛЫ

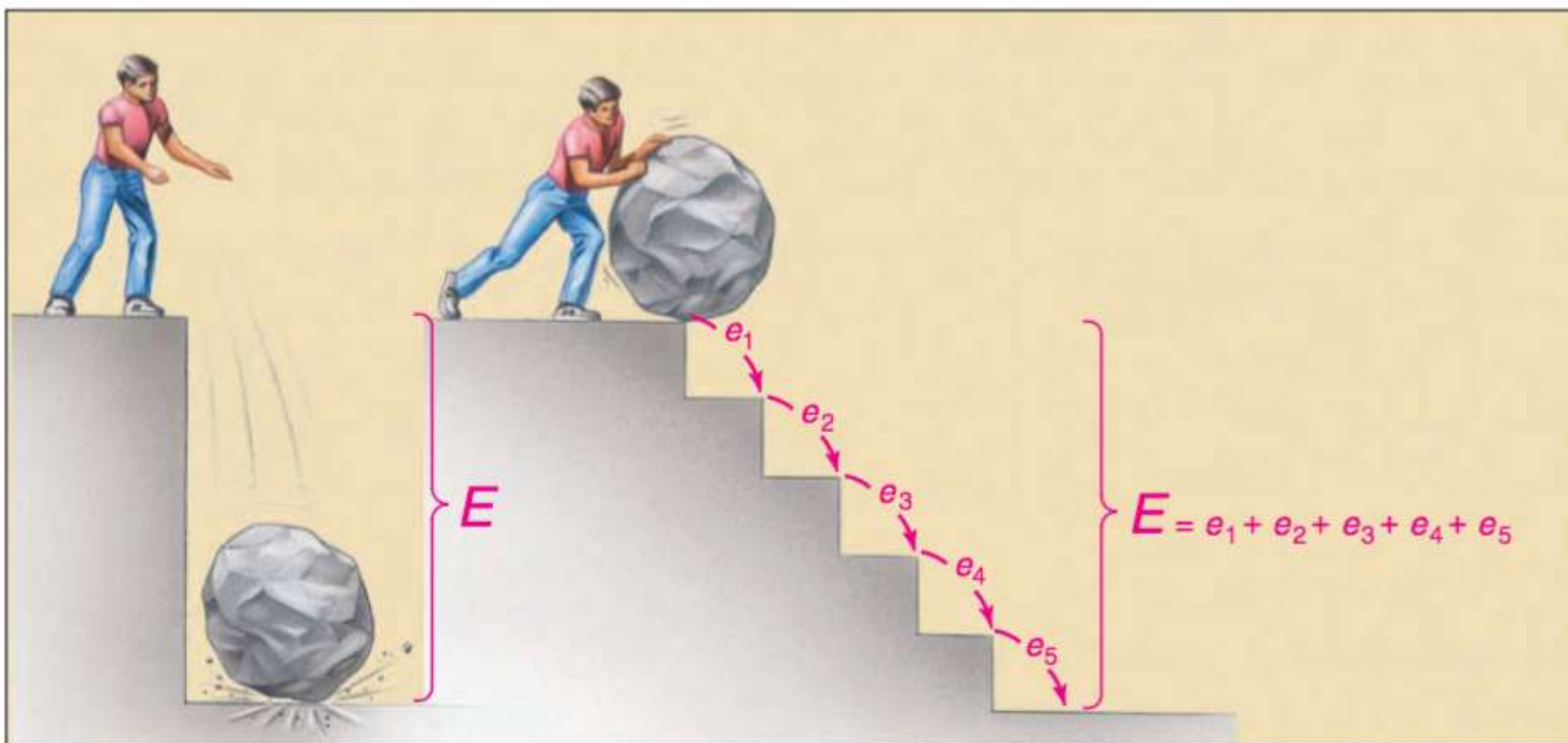
Принципы биоэнергетики

Трансформация энергии



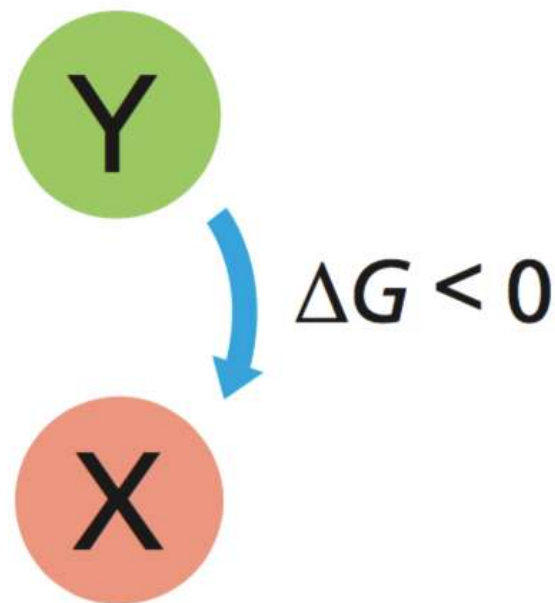
Принципы биоэнергетики: свободная энергия

Уменьшение внутренней энергии системы может происходить как одномоментно, так и ступенчато:



Принципы биоэнергетики

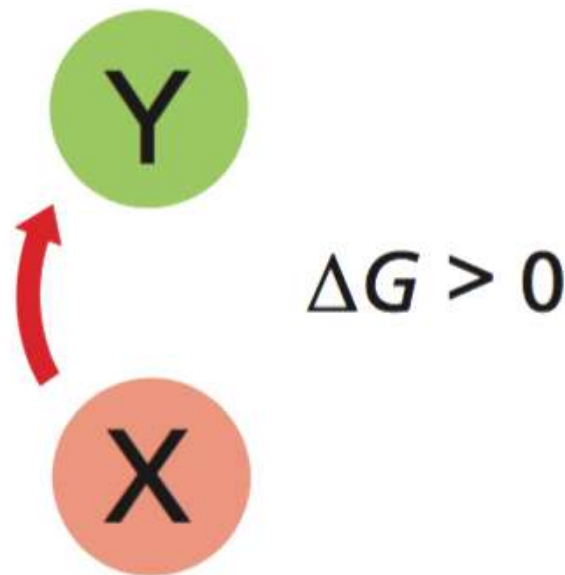
Направление химической реакции определяется значением изменения свободной энергии ΔG :



энергетически выгодные реакции
(сопровождающиеся уменьшением свободной энергии и увеличением энтропии)
протекают спонтанно

Принципы биоэнергетики

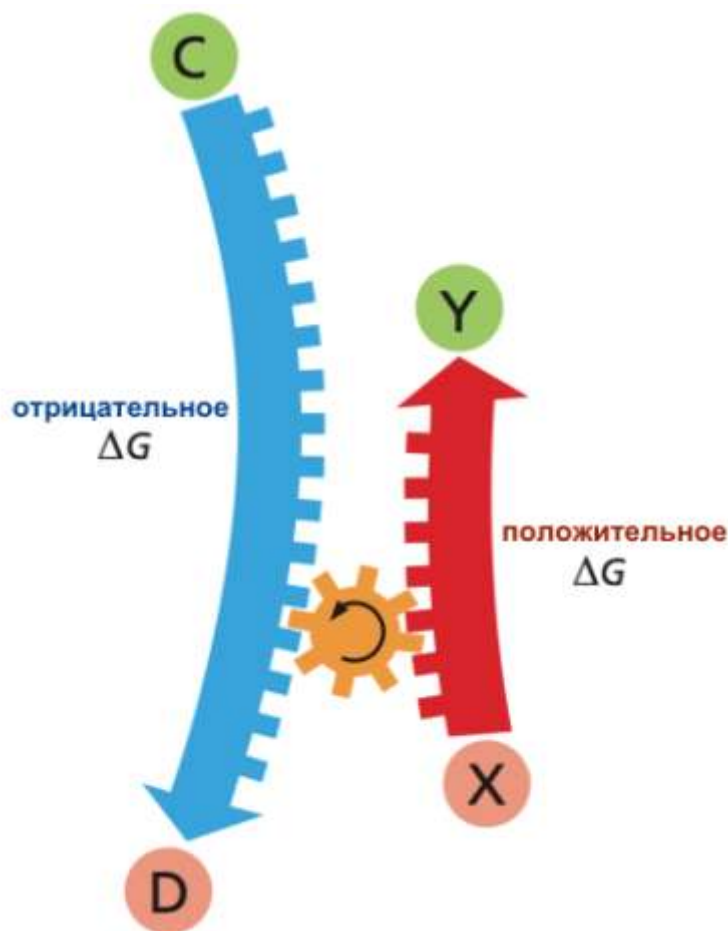
Направление химической реакции определяется значением изменения свободной энергии ΔG :



энергетически невыгодные реакции
(сопровождающиеся увеличением свободной энергии и уменьшением энтропии)
могут протекать только будучи сопряжёнными с второй,
энергетически выгодной реакцией

Принципы биоэнергетики

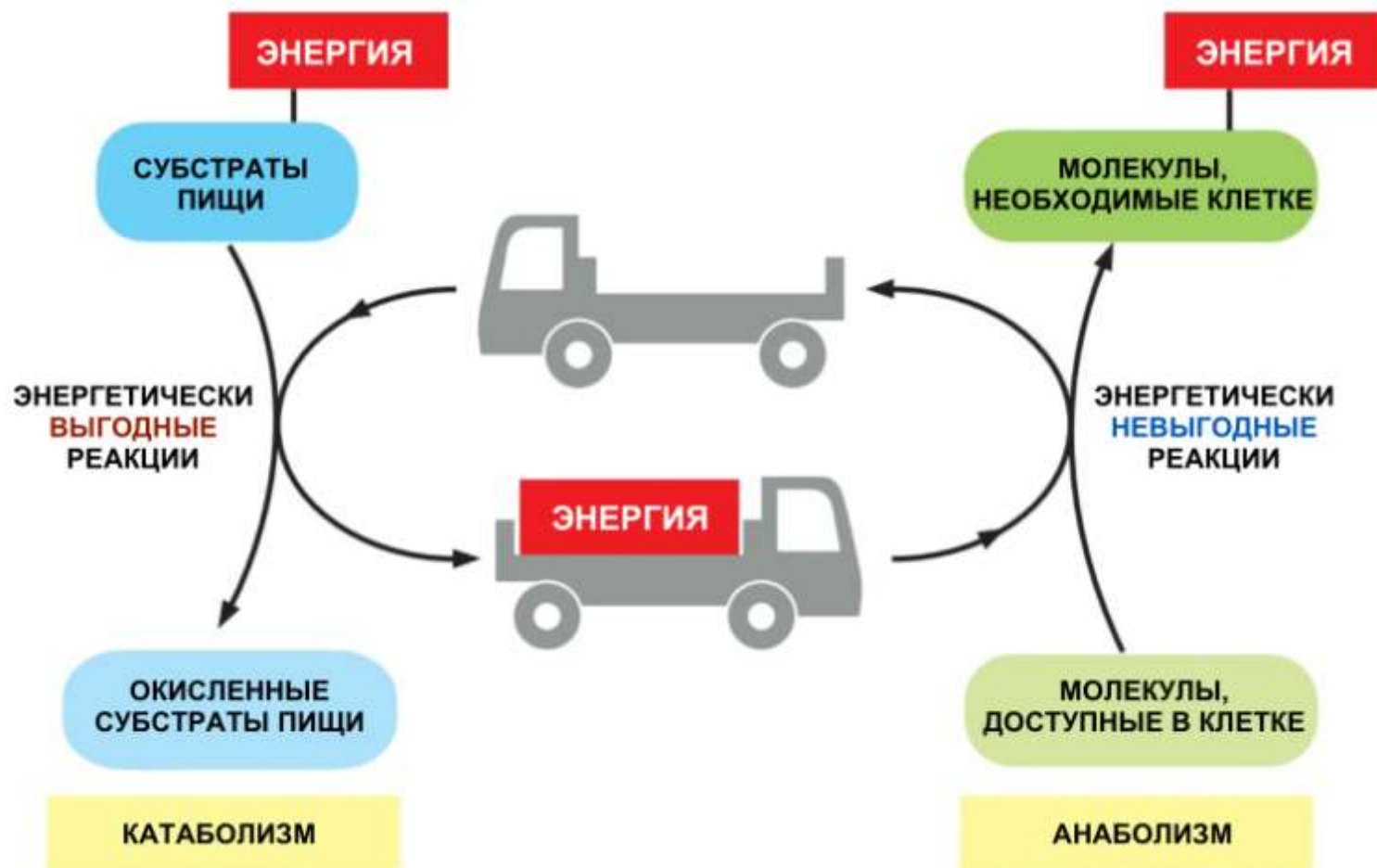
Энергетическое сопряжение химических реакций



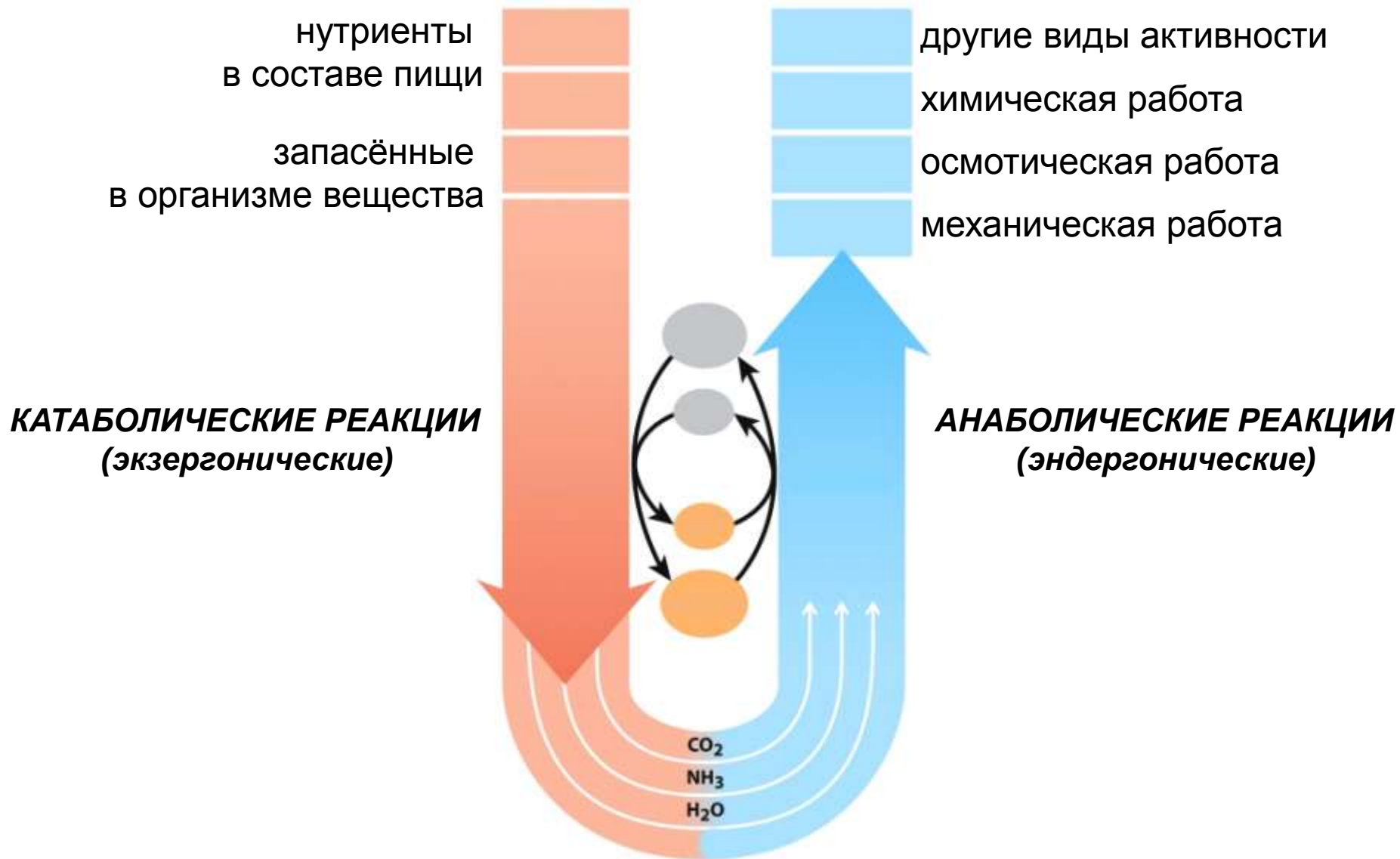
- В биологических системах эндергонические (термодинамически невыгодные) реакции могут протекать лишь за счёт энергии экзергонических реакций.
- Такие реакции называют **энергетически сопряжёнными**.

Принципы биоэнергетики

Энергетическое сопряжение химических реакций

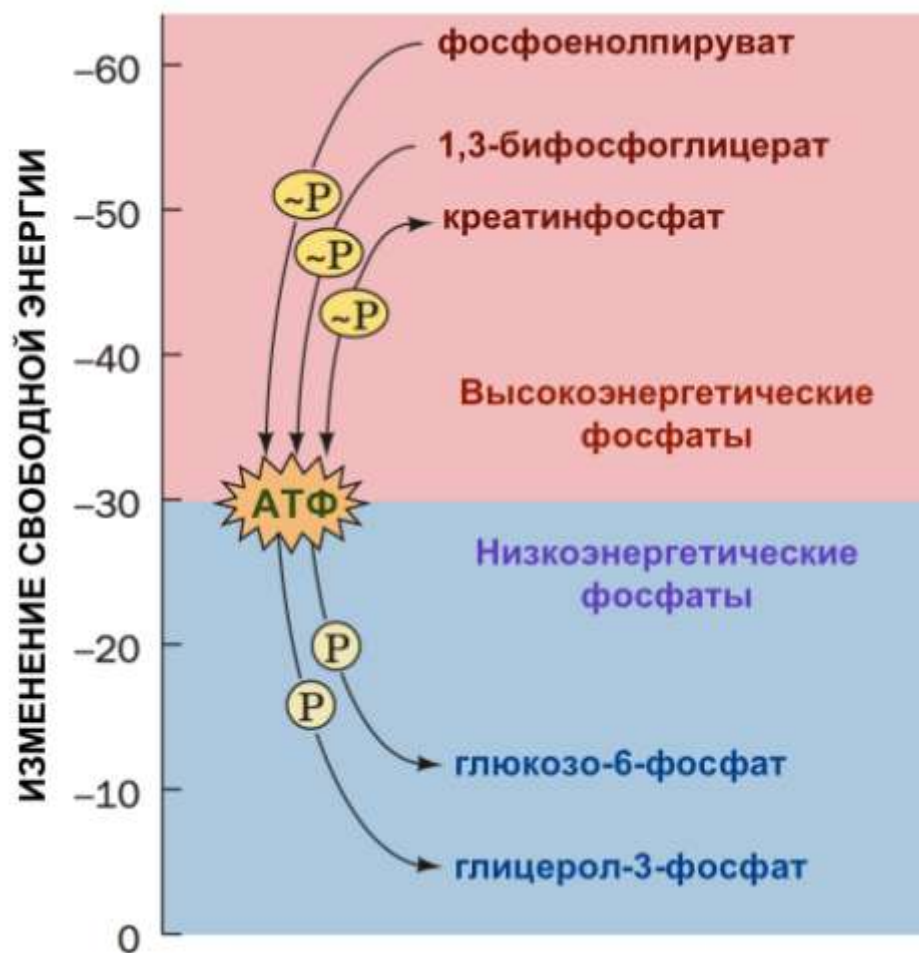


Принципы биоэнергетики: роль АТФ



Принципы биоэнергетики

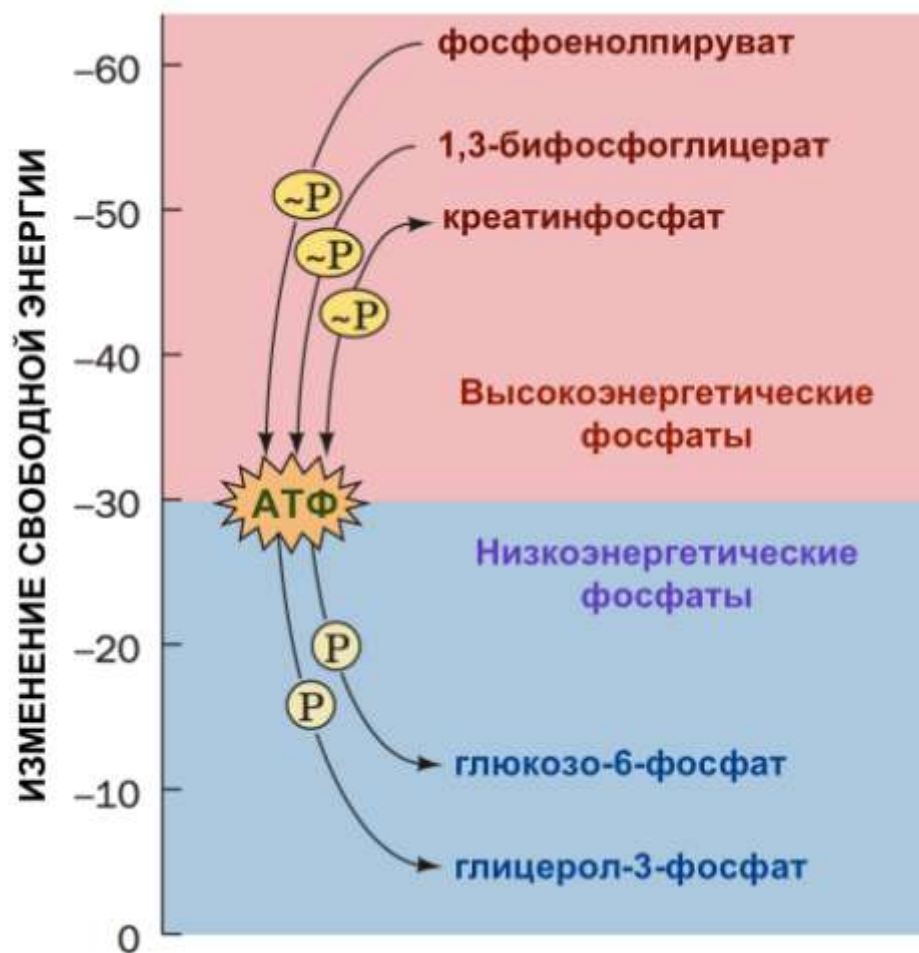
Высокоэнергетические фосфаты



- Энергия химических связей расщепляемых соединений запасается в виде связей в макроэнергических соединениях.
- Чаще всего такими богатыми энергией соединениями являются различные органические фосфаты.

Принципы биоэнергетики

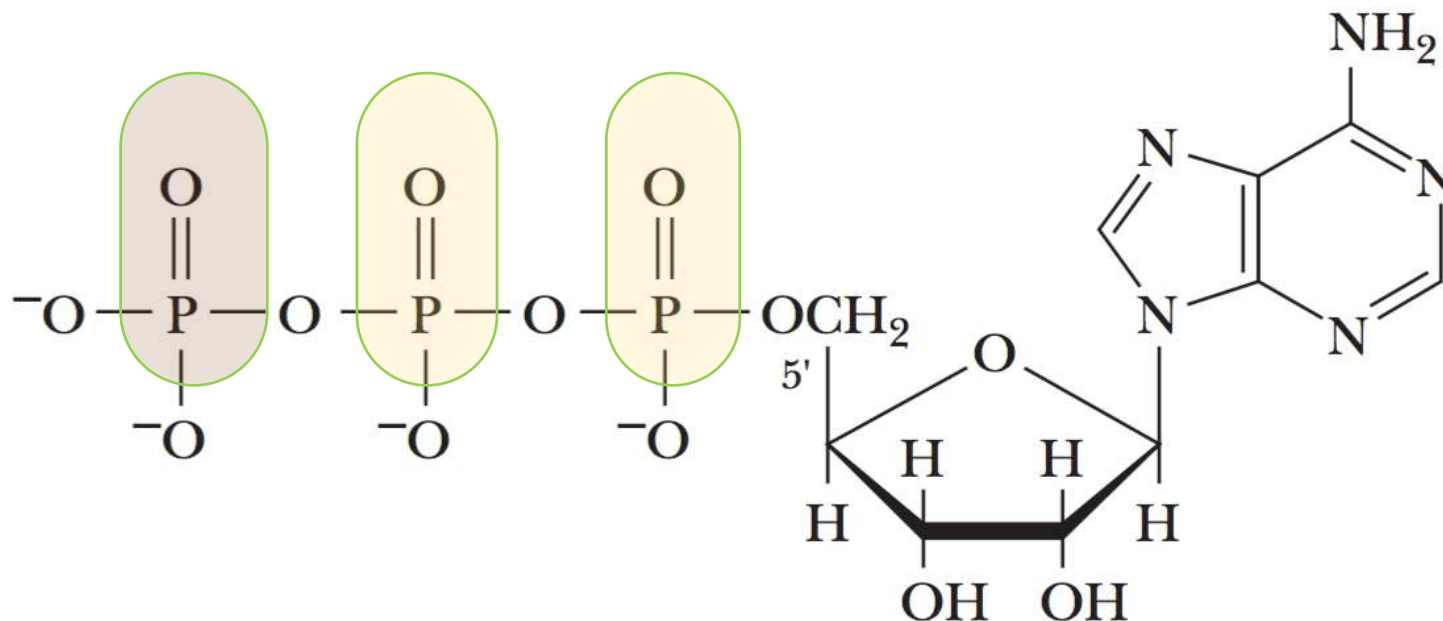
Высокоэнергетические фосфаты



- Энергия запасается в их фосфоэфирных связях.
- Гидролиз этих фосфоэфирных связей приводит к высвобождению заключённой в них энергии.

Принципы биоэнергетики

АТФ – основной источник энергии в клетке



Принципы биоэнергетики

Цикл АТФ-АДФ

