

БИОЭНЕРГЕТИКА

- Реакции биологического окисления
- Принципы структурно-функциональной организации электронтранспортной цепи митохондрий
- Сопряжение окисления и фосфорилирования в электронтранспортной цепи митохондрий

Основные биоэнергетические процессы:

- ❖ **запасание химической энергии** в форме АТФ, сопряженное с экзергоническими реакциями окисления субстратов - реакциями катаболизма;
- ❖ **утилизация энергии** путем гидролиза АТФ, сопряженная с эндергоническими реакциями синтеза - реакциями анаболизма.

Синтез АТФ - *фосфорилирование АДФ* -
основной вопрос биоэнергетики.

Фосфорилирование АДФ - эндергонический
процесс ($\Delta G > 0$).

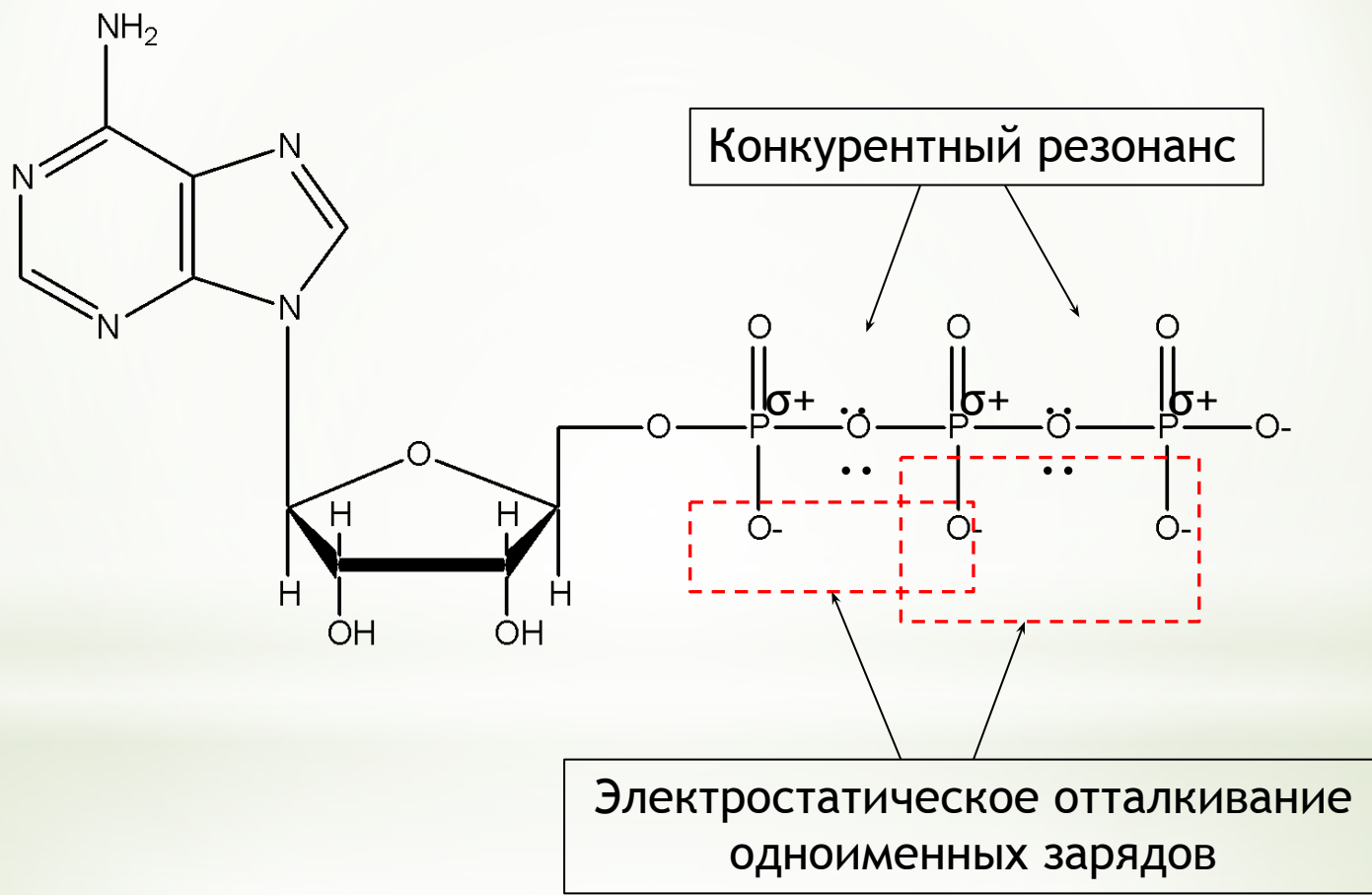
Источники энергии для синтеза АТФ:

- химическая энергия;
- солнечная энергия.

Фосфорилирование АДФ:

1. **Фотосинтетическое** - синтез АТФ в световой стадии фотосинтеза (фототрофы);
2. **Окислительное** - энергия окисления органических соединений трансформируется в макроэргические связи АТФ;
3. **Субстратное** - донорами Фн являются метаболиты, акцептором АДФ.

АТФ (аденозинтрифосфорная кислота) - термодинамически нестойкое соединение



Независимо от типа фосфорилирования
синтез АТФ связан с реакциями **окисления!**

Совокупность реакций окисления
органических соединений (субстратов) -
биологическое окисление.

Аэробное окисление -
конечный акцептор e^- O_2 - *дыхание*.

Анаэробное окисление -
конечный акцептор e^- органические
соединения.

Передача e^- от субстрата на кислород происходит с участием ряда **промежуточных переносчиков** (промежуточных акцепторов).

Промежуточные переносчики организованы в сложную систему, локализованную во внутренней мембране митохондрий.



Совокупность последовательных окислительно-восстановительных реакций осуществляется цепью переноса (транспорта) электронов, или **дыхательной цепью**.

Система образована окислительно-восстановительными ферментами и кофакторами:

- ❖ Пиридинзависимые дегидрогеназы;
КоЕ: НАД⁺
- ❖ Флавинзависимые дегидрогеназы;
КоЕ: ФАД, ФМН
- ❖ Убихинон (КоQ)
- ❖ Цитохромы с, с₁, b, a, a₃
- ❖ FeS-белки

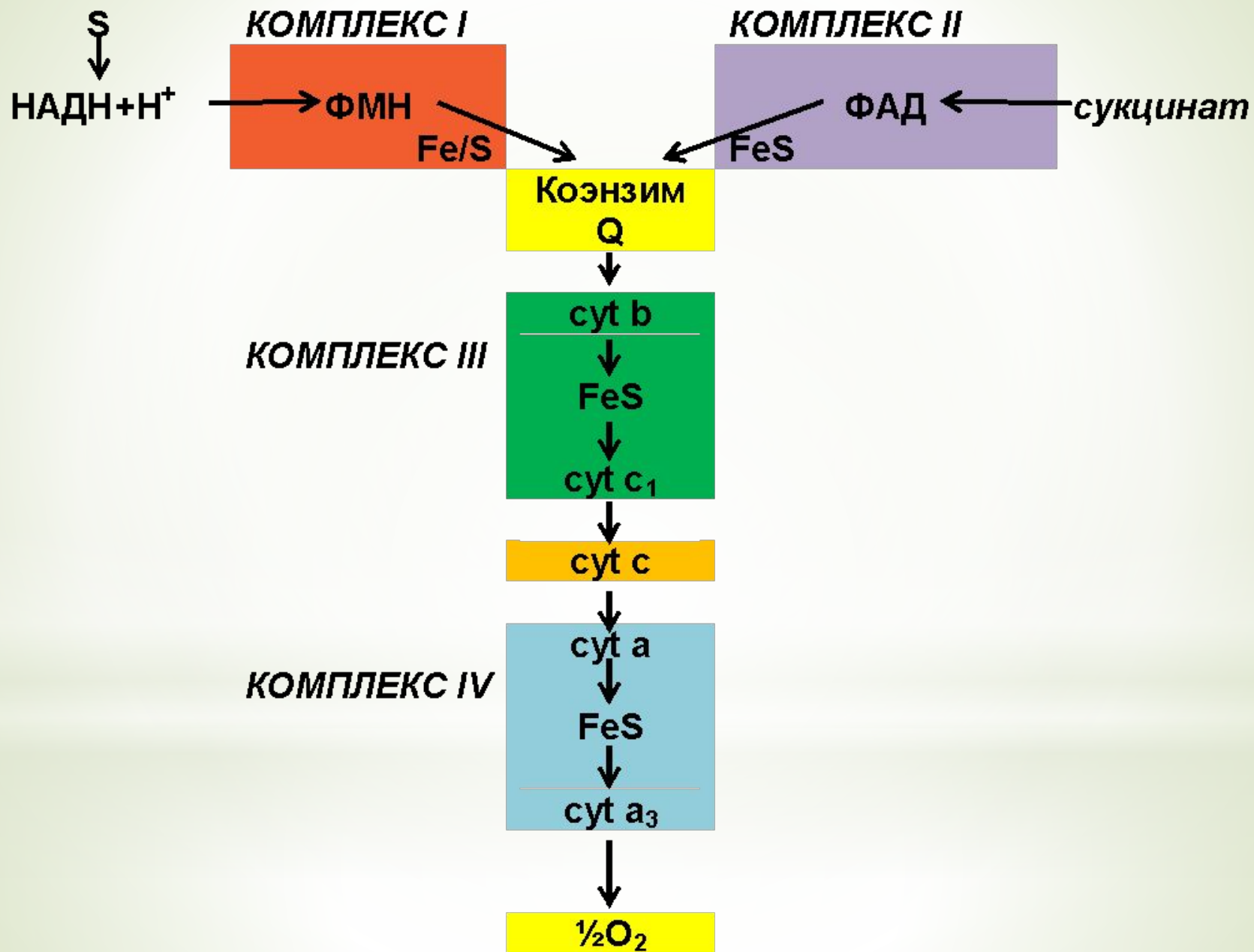
Компоненты электрон-транспортной цепи организованы в 4 комплекса:

Комплекс I: ФМН-зависимая НАДН : КоQ-оксидоредуктаза

Комплекс II: ФАД-зависимая сукцинат : КоQ-оксидоредуктаза

Комплекс III: КоQH₂ : сyt c-оксидоредуктаза

Комплекс IV: цитохромоксидаза



Направление потока электронов в ЭТЦ определяется окислительно-восстановительными потенциалами компонентов цепи (E_o').

ΔG всей цепи = ***-220 кДж/моль.***

Образующаяся при окислении энергия используется для фосфорилирования АДФ.

В ЭТЦ есть 3 участка, на которых выделяется более 30 кДж/моль (макроэргическая связь >30 кДж/моль) - **участки сопряжения окисления и синтеза АТФ.**

При переносе **$2e^-$** от субстрата по электрон-транспортной цепи на атом кислорода синтезируется **3 молекулы АТФ.**

Среднесуточное потребление кислорода - **27 моль**.

Из них:

- ✓ 2 моль расходуется на оксигеназные и оксидазные реакции;
- ✓ **25 моль - на дыхание** (восстанавливается в ЭТЦ митохондрий).

Следовательно, синтезируется **125 моль АТФ** (при P/O = 2,5 - среднее значение).

$M(\text{АТФ}) = 507,2 \text{ г/моль}$, т.е. синтезируется **~ 63 кг**.

Масса АТФ в организме - **20-30 г**.

Следовательно, каждая молекула АТФ за сутки гидролизуется и фосфорилируется **~ 2500 раз**.

- ✓ Каким образом транспорт электронов служит источником энергии?
- ✓ Как эта энергия передается в реакцию фосфорилирования АДФ: $\text{АДФ} + \text{Фн} \rightarrow \text{АТФ}$?



Петер Митчелл (1920-1992)
Лауреат Нобелевской премии
по химии (1978)
за вклад в понимание процессов
преобразования энергии
в живых организмах и
формулировку
хемиосмотической теории