

Рис. 60. Схема метаболизма бактерий

- Чтобы понять роль организмов в природе, нужно знать многообразие их метаболизма. Организмы могут проводить сотни и тысячи реакций, которые не могут происходить в природных условиях чисто химических путем.
- Это объясняется тем, что организмы влияют на химические превращения с помощью ферментов — биокатализаторов белковой природы — причем могут осуществлять энергоемкие процессы, подводя извне необходимую энергию, например в виде АТФ (АТР)

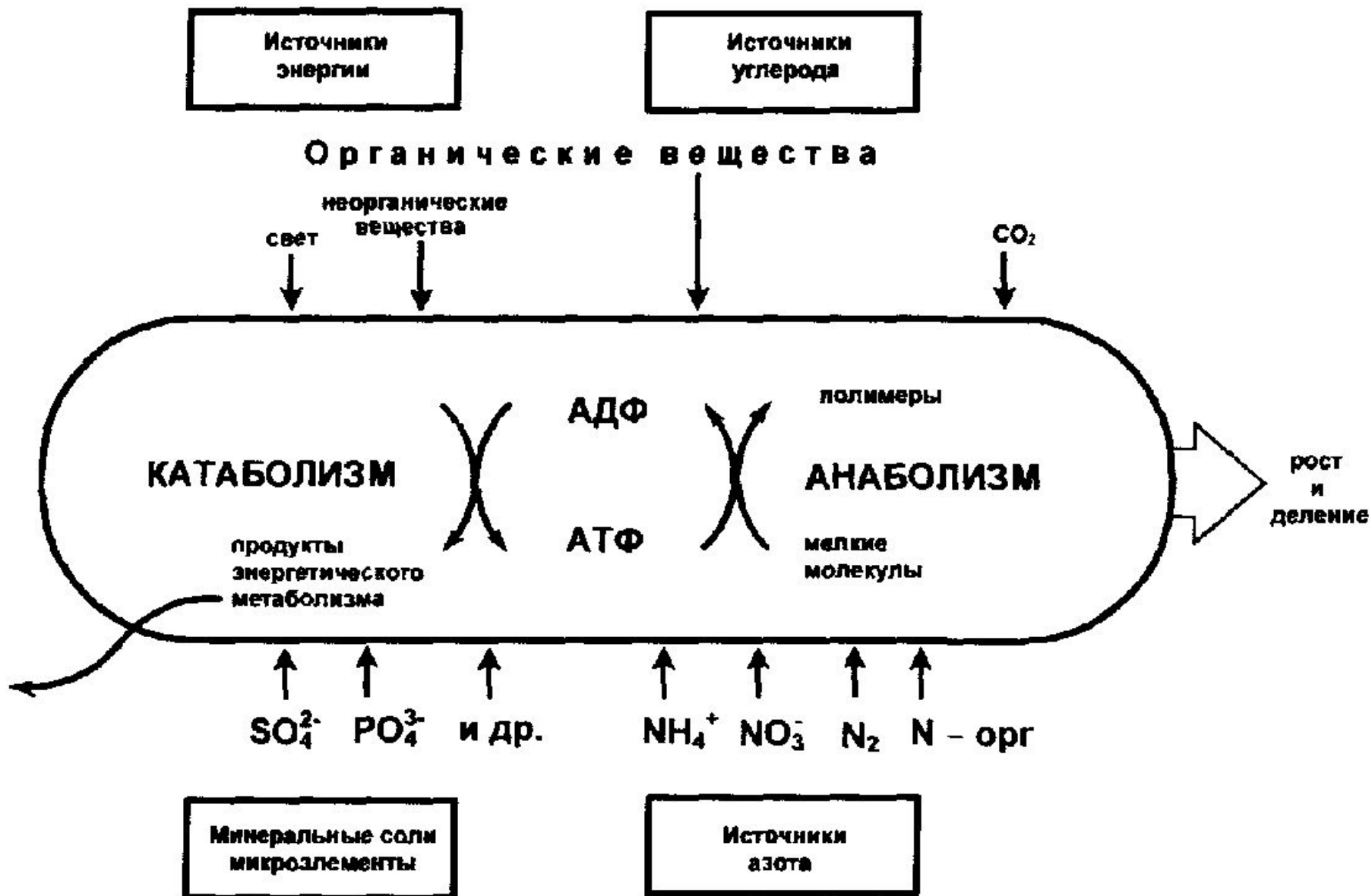


Рис. 60. Схема метаболизма бактерий

- Ферменты (энзимы) – самый крупный и высокоспециализированный класс белковых молекул.
- Ферменты – катализаторы биохимических реакций
- Осуществляют гетерогенный катализ
- Ферментный катализ отличается от химического катализа:
  - -ограниченный диапазон  $t$ , рН, давления (в клетке)
  - - строгая специфичность
  - - кооперативность и строгая последовательность (мультиферментные комплексы)
  - - наличие механизмов регуляции (а) регуляция синтеза ферментов, (б)регуляция активности ферментов

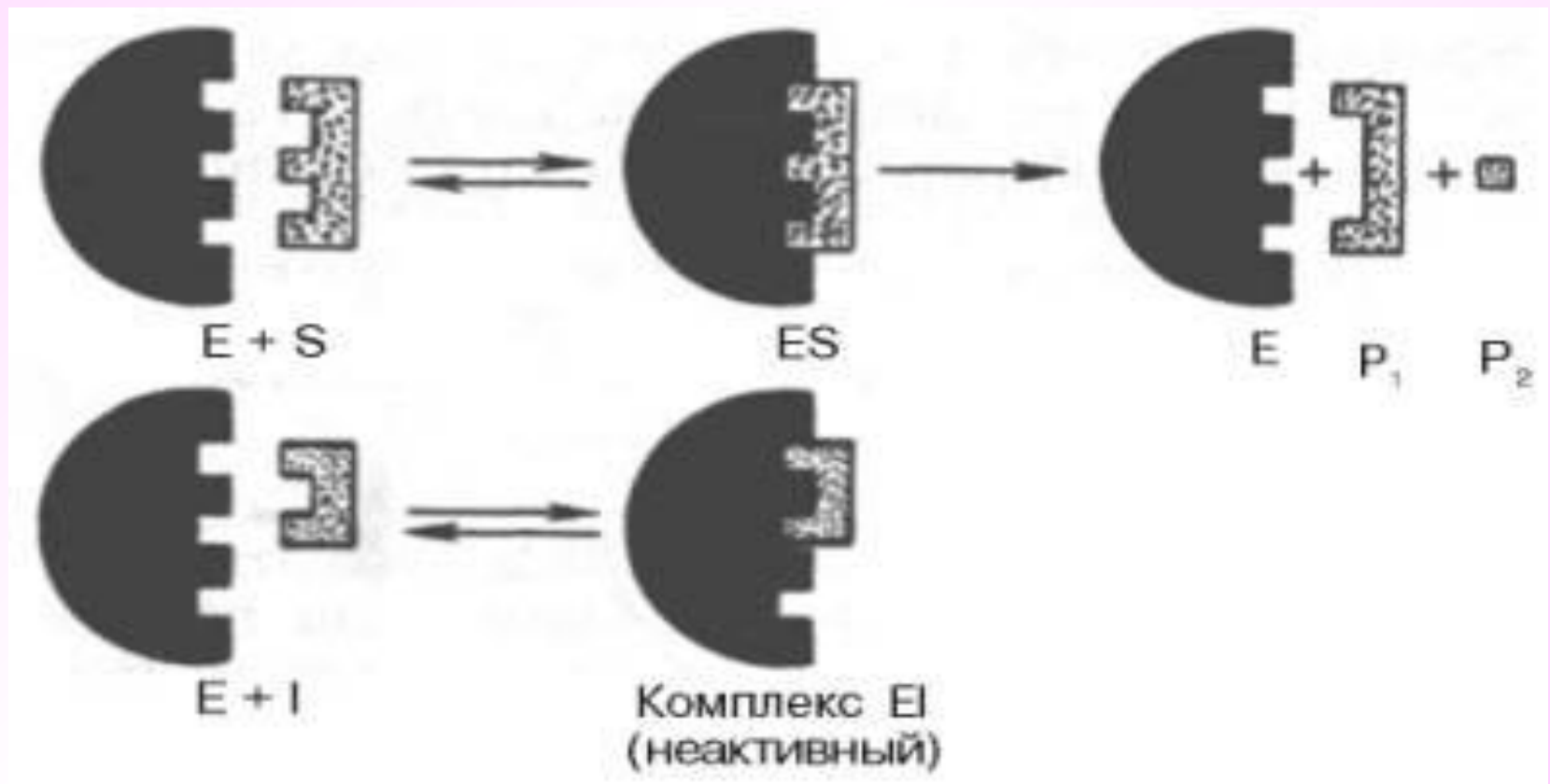
По строению ферменты могут быть

- однокомпонентными, простыми белками, состоящими только из аминокислот и
- двухкомпонентными, сложными белками. Во втором случае в составе фермента обнаруживается добавочная группа небелковой природы



Чаще всего добавочную группу, прочно связанную, не отделяемую от белковой части (апофермента), называют **простетической группой**; в отличие от этого добавочную группу, легко отделяющуюся от апофермента и способную к самостоятельному существованию, обычно именуют **кофактором**.

Ингибирование конкурентное и неконкурентное



# Ингибирование: обратимое и необратимое

конкурентное

неконкурентное

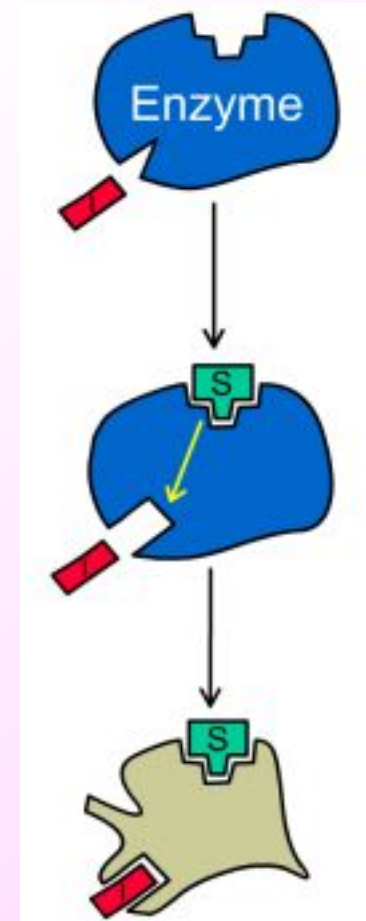
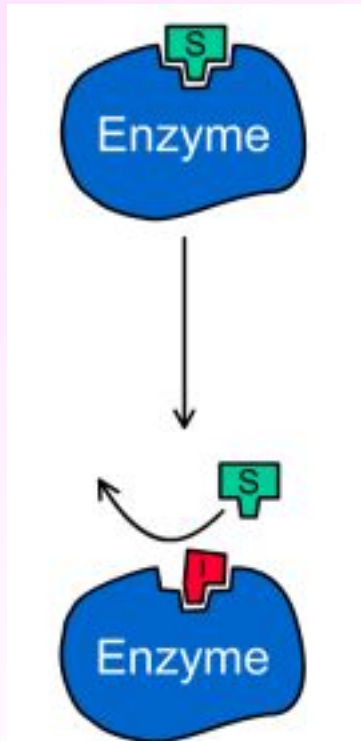


Таблица 4.5. Международная классификация ферментов

№	Класс	Тип катализируемой реакции
1	Оксидоредуктазы	Перенос электронов и протонов
2	Трансферазы	Перенос групп атомов, отличных от атомов водорода
3	Гидролазы	Гидролиз различных связей (с участием молекулы воды)
4	Лиазы	Образование двойных связей за счет удаления групп или добавление групп за счет разрыва двойных связей
5	Изомеразы	Внутримолекулярный перенос групп с образованием изомерных форм
6	Лигаза (синтетаза)	Соединение двух молекул и образование связей C—C, C—O, C—S и C—N, сопряженных с разрывом пирофосфатной связи АТФ



**-Первичные дегидрогеназы (НАД(Ф) –зависимые  
-Вторичные дегидрогеназы (ФАД) или (ФМН) –зависимые  
-Хиноны**

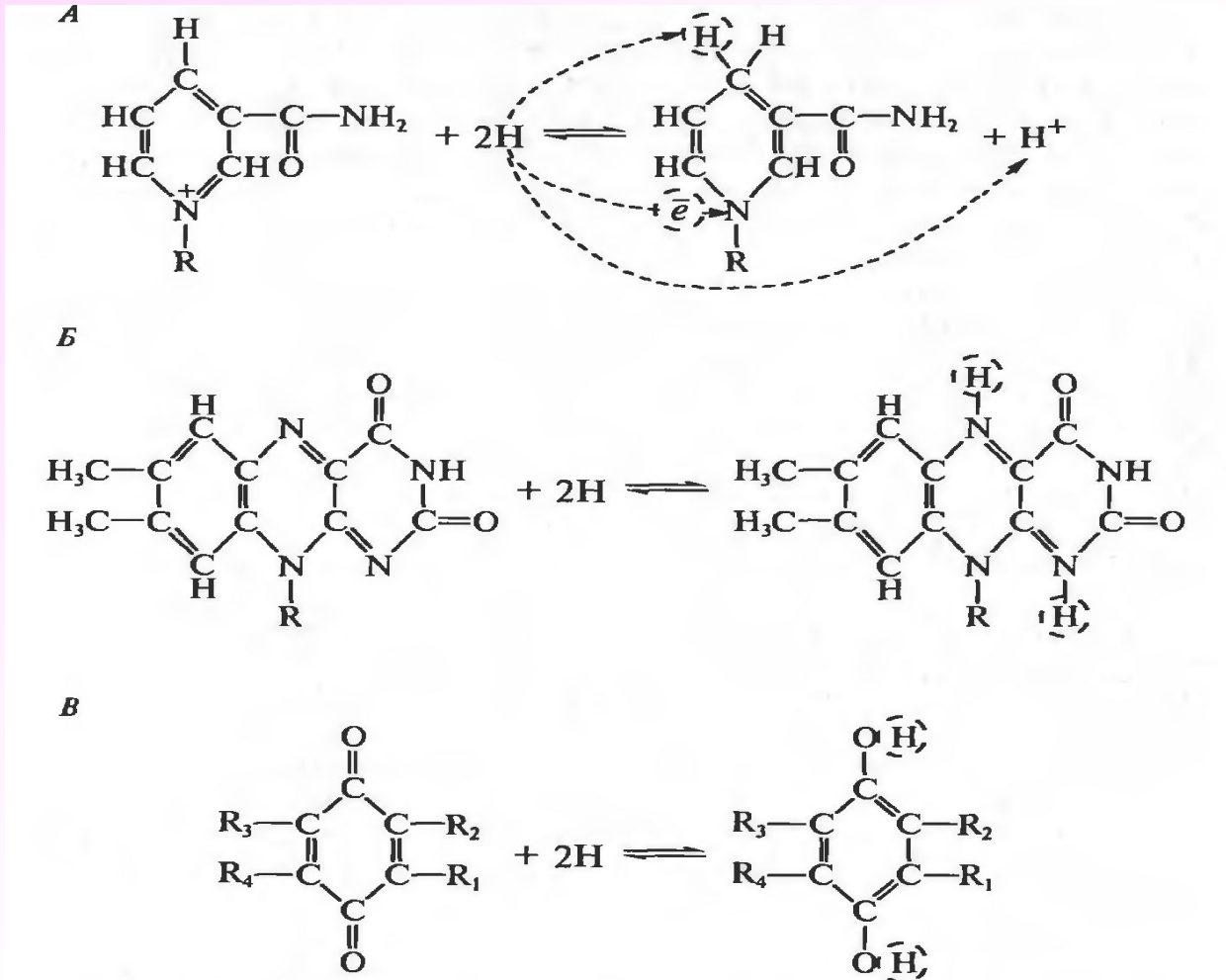
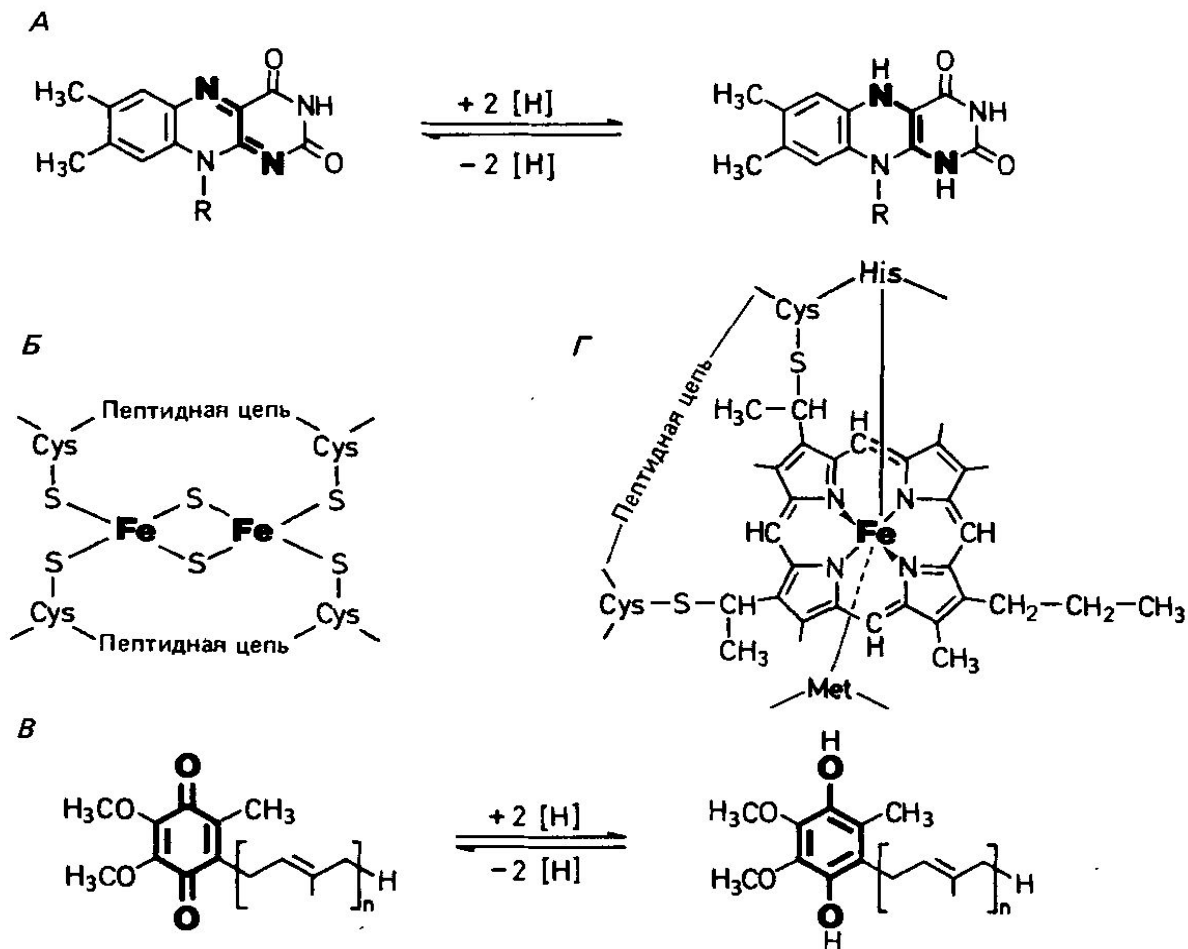


Рис. 93. Механизмы обратимого окисления и восстановления некоторых переносчиков водорода:

*A* — пиридиновое кольцо НАД(Ф); *Б* — изоаллоксазиновое кольцо рибофлавина ФМН или ФАД; *В* — хиноидное кольцо. Присоединенные атомы водорода и электрон пиридинового кольца обведены пунктиром (по Dagley, Nicholson, 1973)

# Цитотохромы (Г)



**Рис. 7.9.** Структурные формулы некоторых важнейших компонентов дыхательной цепи. **А.** Изоаллоксазиновая кольцевая система FMN или FAD в окисленной и восстановленной форме. **Б.**  $[2\text{Fe} + 2\text{S}]$ -центр железосерного белка. **В.** Восстановление убинона до убигидрохинона. **Г.** Активный участок цитохрома *c*.

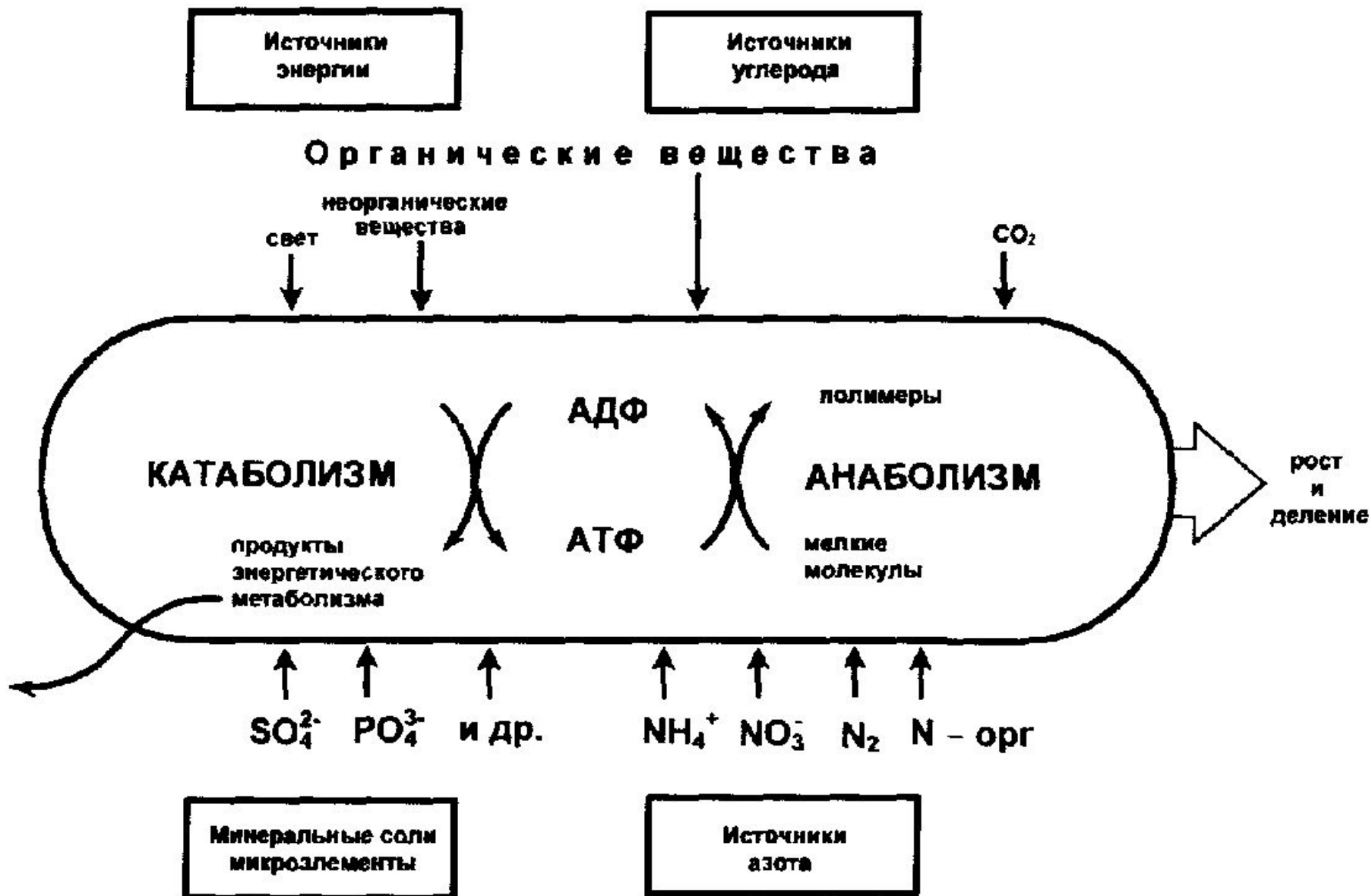
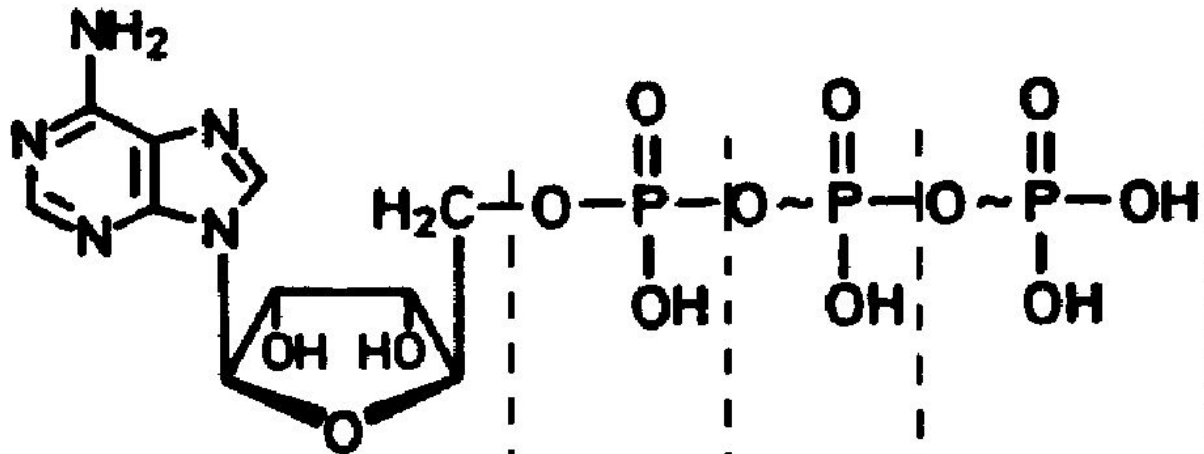


Рис. 60. Схема метаболизма бактерий

**Аденин**

**Рибоза**

**Фосфат**



Аденозин

Аденозинмонофосфат (AMP)

Аденозиндифосфат (ADP)

Аденозинтрифосфат (АТФ)

*Рис. 59.* Структура аденозинтрифосфата (АТФ)

- **Все микроорганизмы подразделяются на**
  - **- фототрофы и хемотрофы**
- (в зависимости от источника энергии для получения АТФ)
- Фосфорилирование: субстратное, окислительное, фотофосфорилирование
  - **- литотрофы и органотрофы**
- (в зависимости от доноров электронов в окислительно-восстановительных реакциях энергетического обмена )
  - **-автотрофы и гетеротрофы**
- (в зависимости от источника С, используемого в конструктивных целях)

Источник энергии

Источник углерода

Органические молекулы, возникающие абиогенным путем

Брожение (субстратное фосфорилирование)

В среде отсутствует кислород

Неизвестно, (несерные пурп. бакт)

Фотоиндуцированный циклический элект. транспорт

свет

Орг. молекулы

свет

CO<sub>2</sub>

НАД(Ф) H<sub>2</sub>

Фотоиндуцированный нециклический элект. транспорт

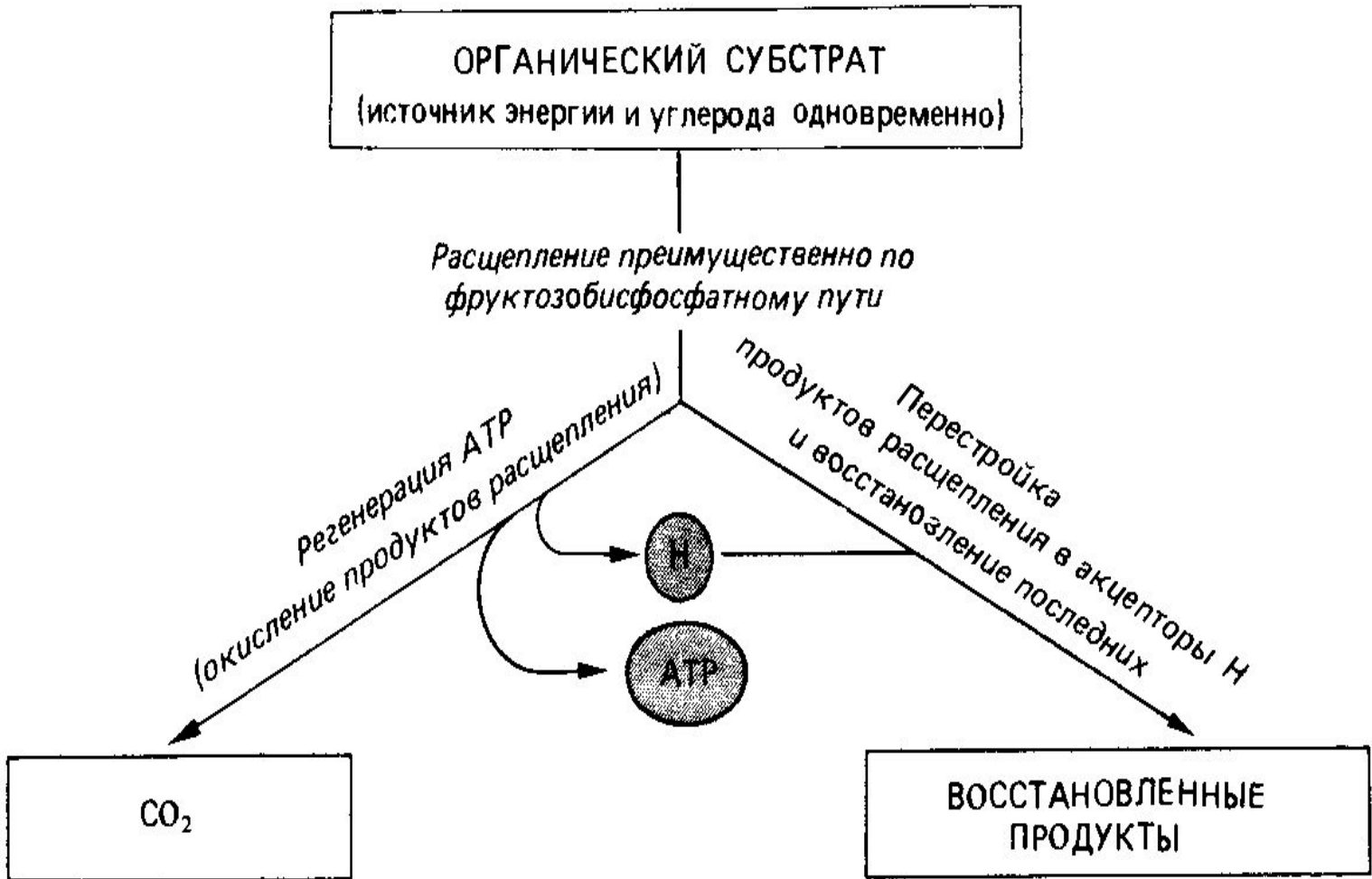
Фотосинтез (фотофосфорилирование)

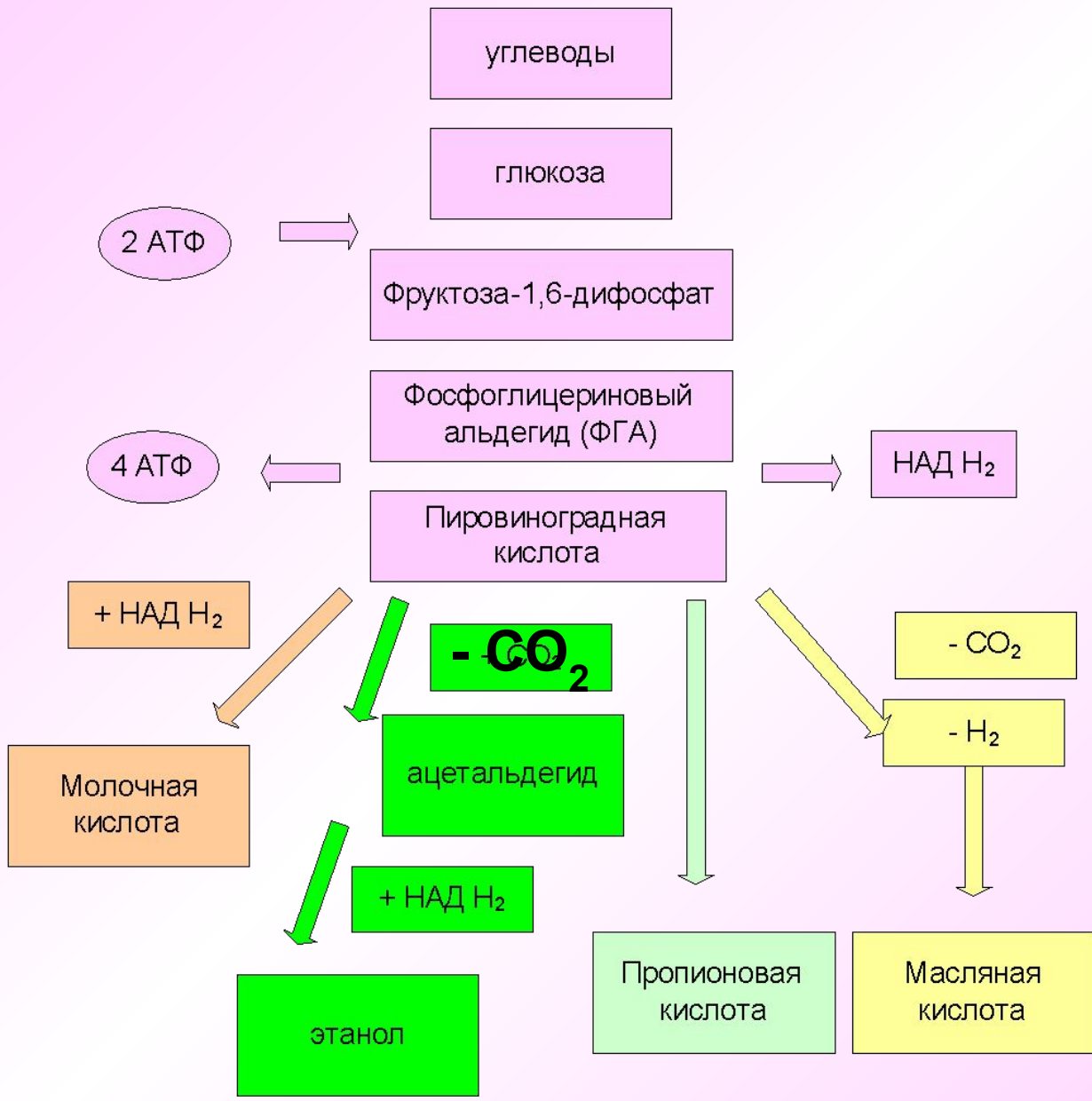
Экзогенный донор электронов  
- восстан. соед серы (пурп., зел., серобактерии)  
- вода

В среде появляется кислород

Органические и неорганические молекулы

Окисление с использованием кислорода в качестве конечного акцептора электронов (окислительное фосфорилирование)







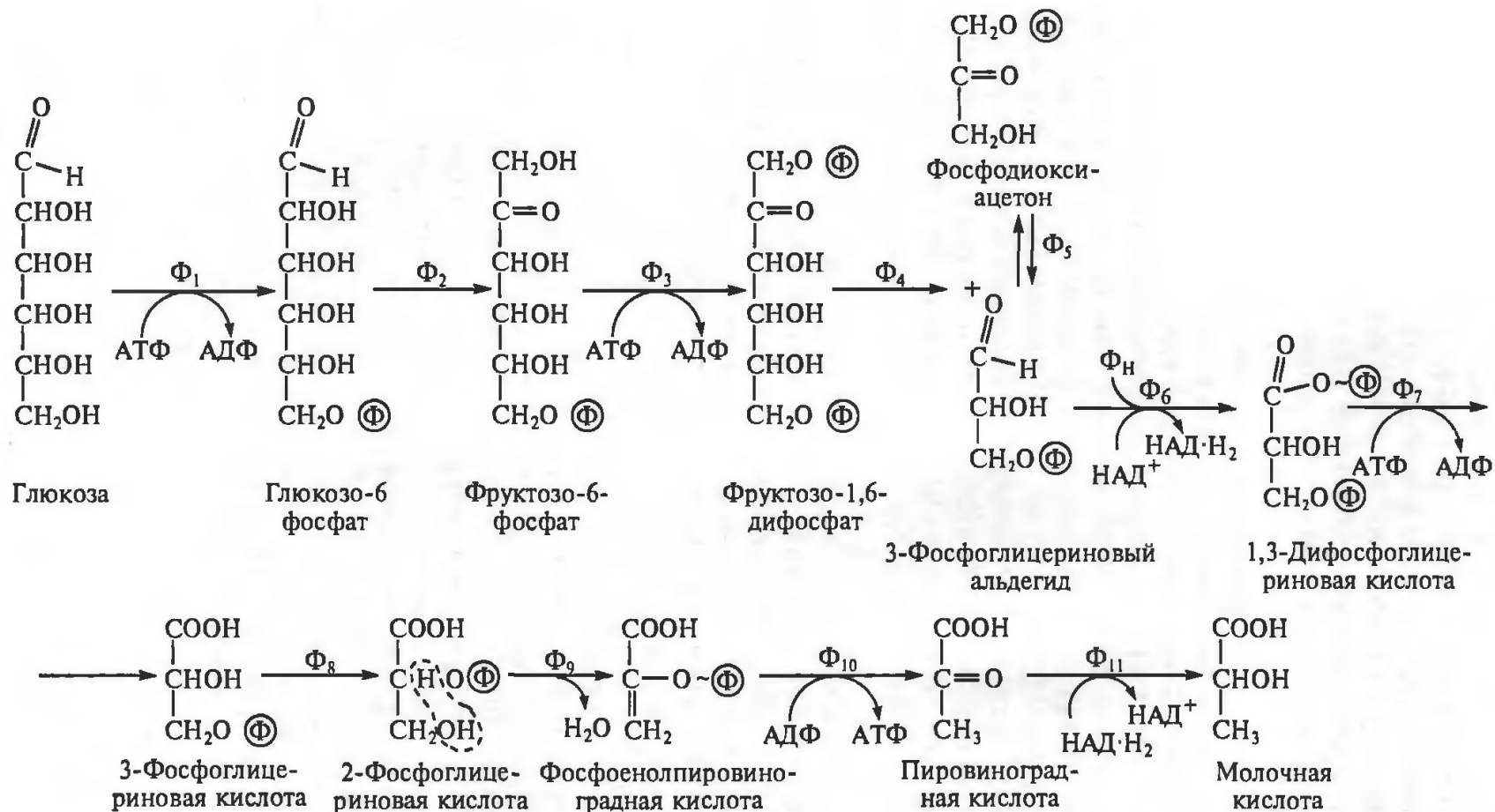
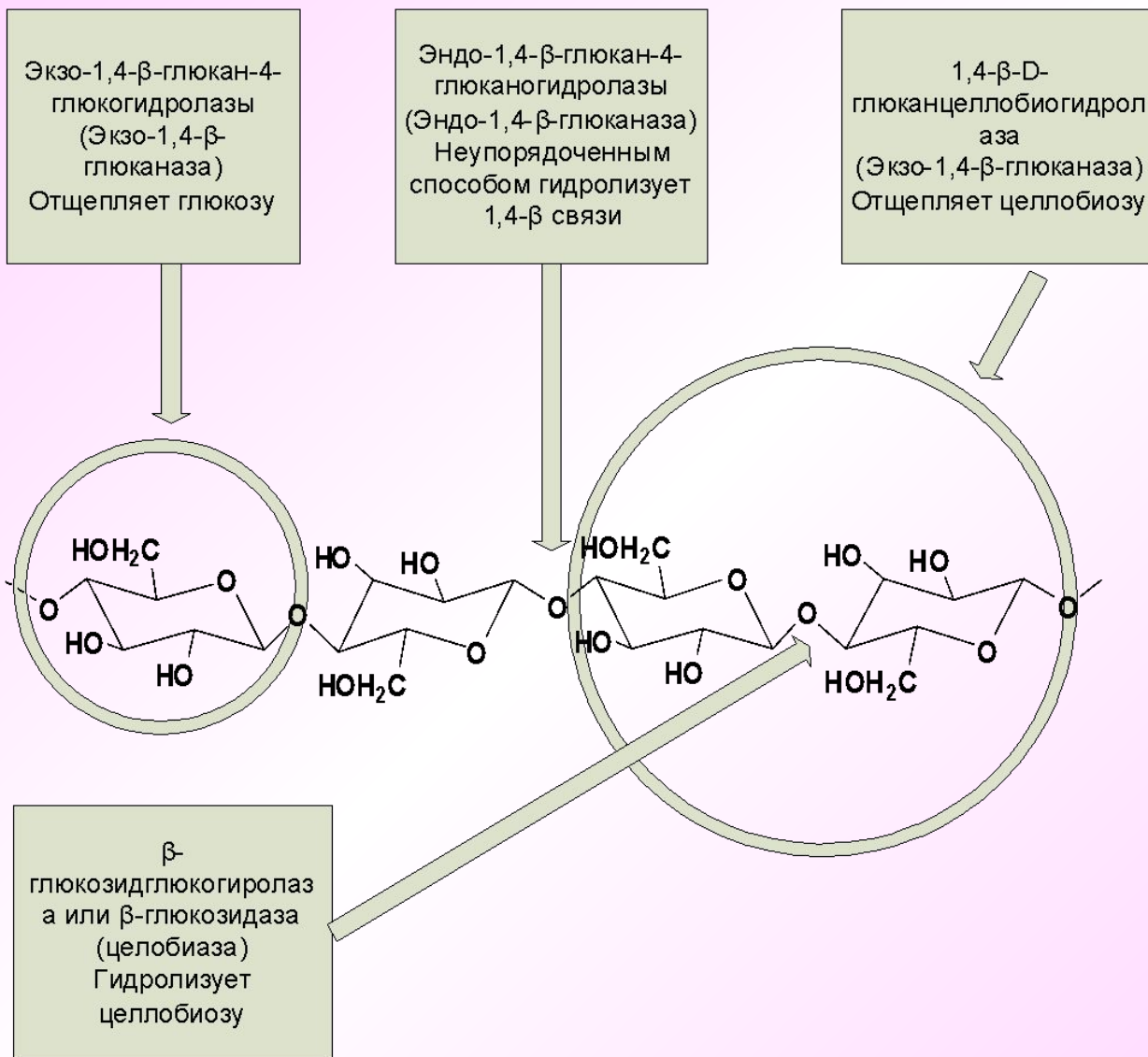
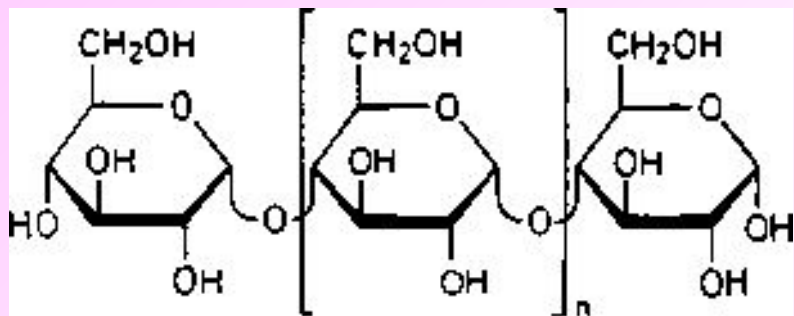


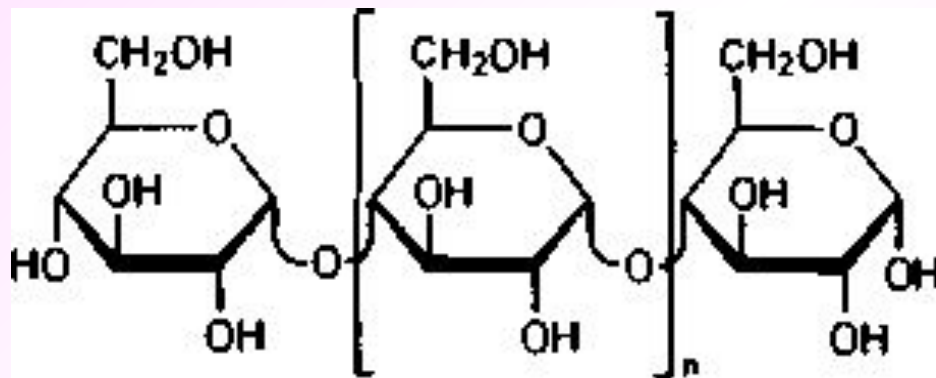
Рис. 53. Гомоферментативное молочнокислое брожение:

Φ<sub>1</sub> — гексокиназа; Φ<sub>2</sub> — глюкозофосфатизомераза; Φ<sub>3</sub> — фосфофруктокиназа; Φ<sub>4</sub> — фруктозо-1,6-дифосфат-альдолаза; Φ<sub>5</sub> — триозофосфатизомераза; Φ<sub>6</sub> — 3ФГА-дегидрогеназа; Φ<sub>7</sub> — фосфоглицераткиназа; Φ<sub>8</sub> — фосфоглицеромутаза; Φ<sub>9</sub> — енолаза; Φ<sub>10</sub> — пируваткиназа; Φ<sub>11</sub> — лактатдегидрогеназа (по Dagley, Nicholson, 1973)

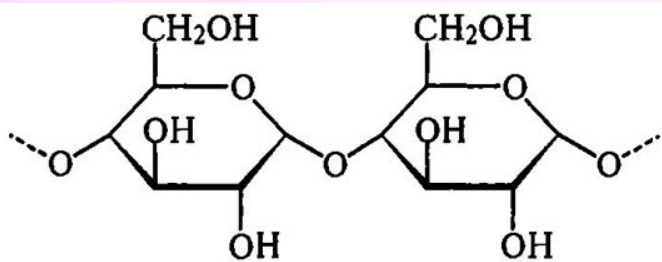




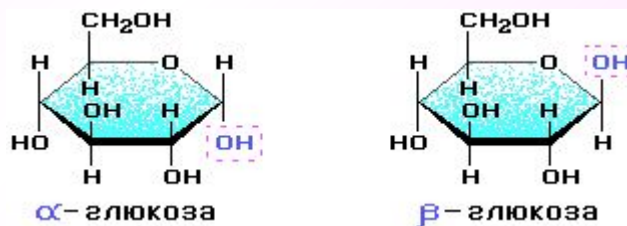
КРАХМАЛ, ГЛИКОГЕН



ЦЕЛЛЮЛОЗА

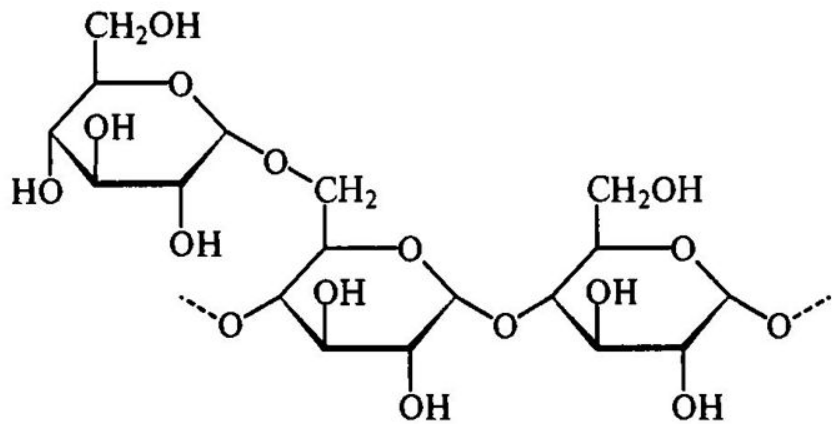


Амилоза

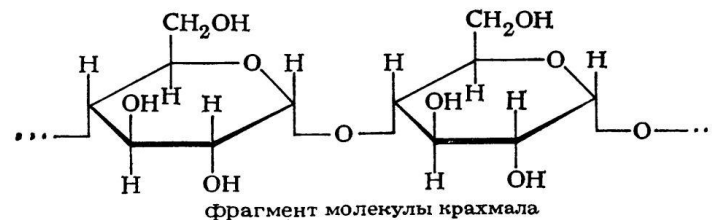


$\alpha$ -глюкоза

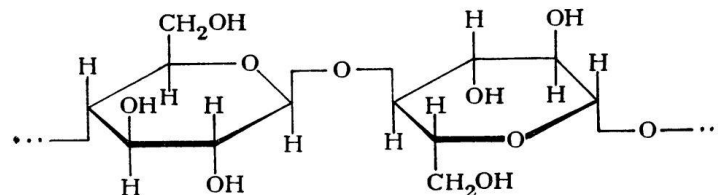
$\beta$ -глюкоза



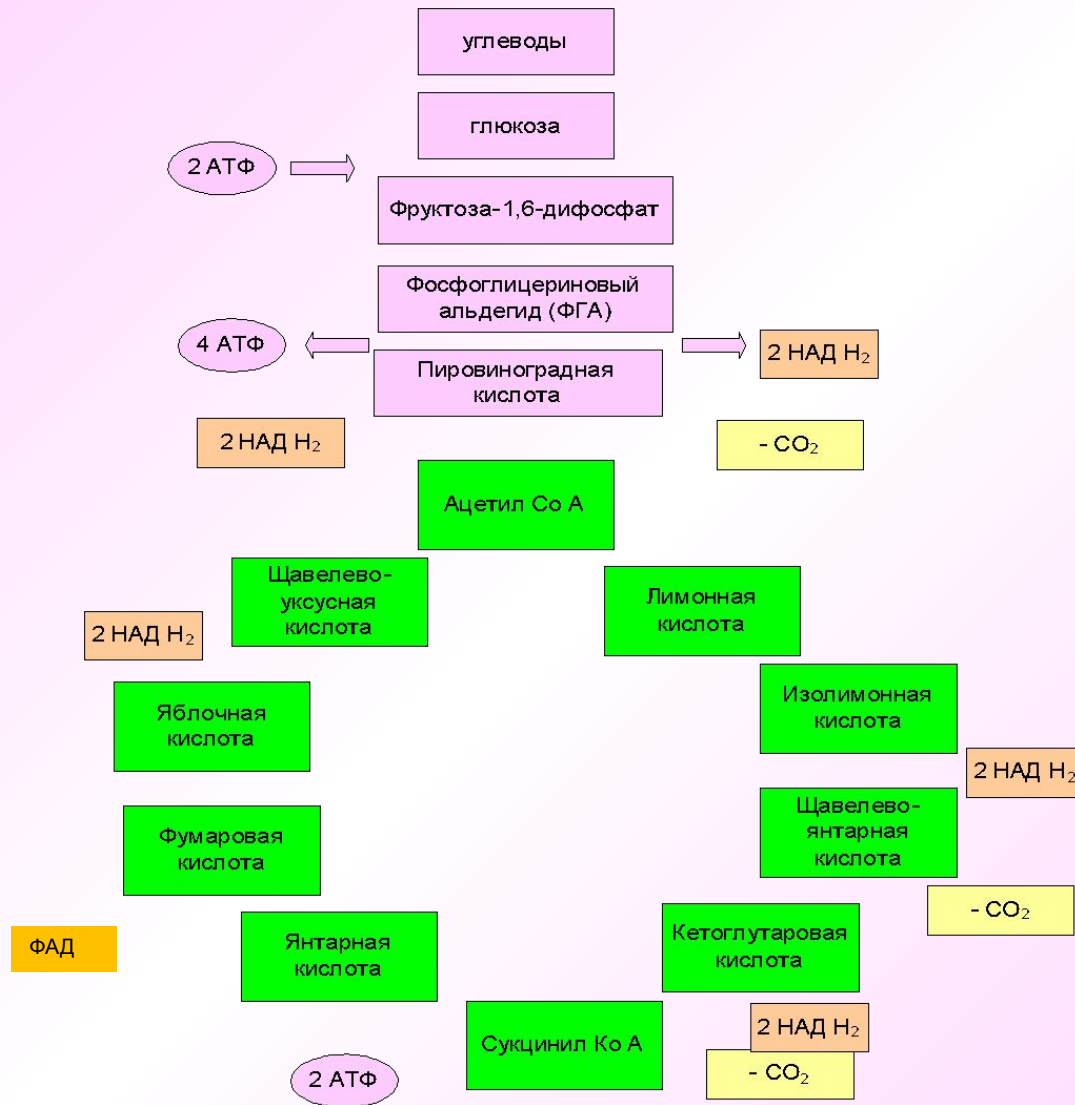
Амилопектин



фрагмент молекулы крахмала



фрагмент молекулы целлюлозы



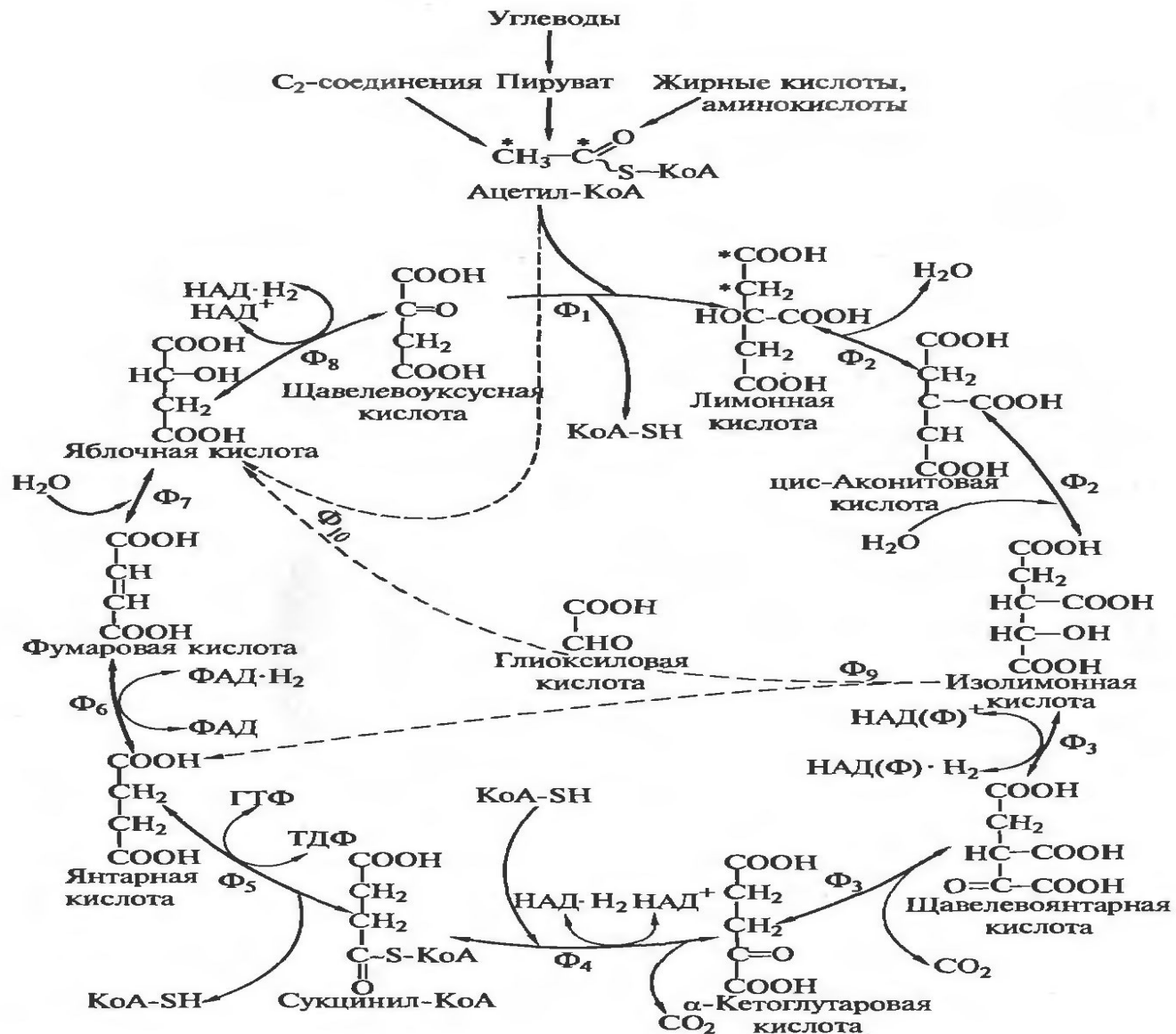
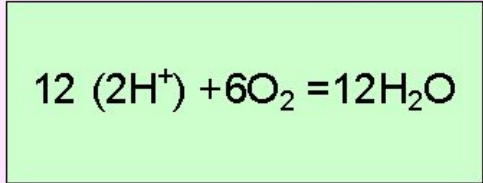
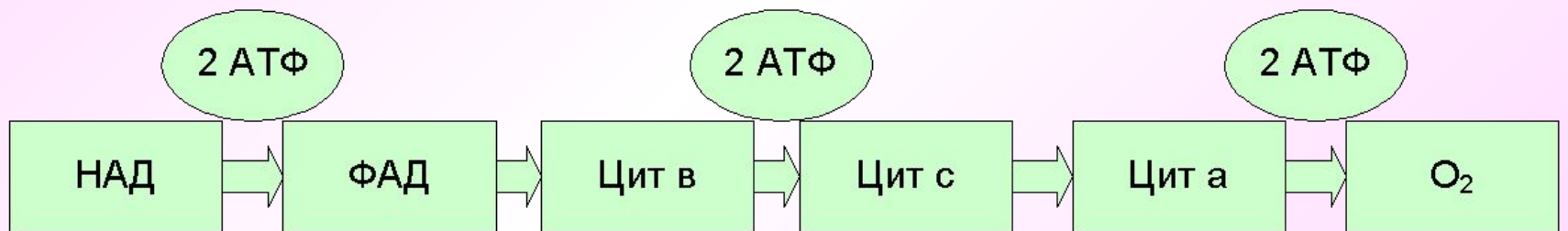
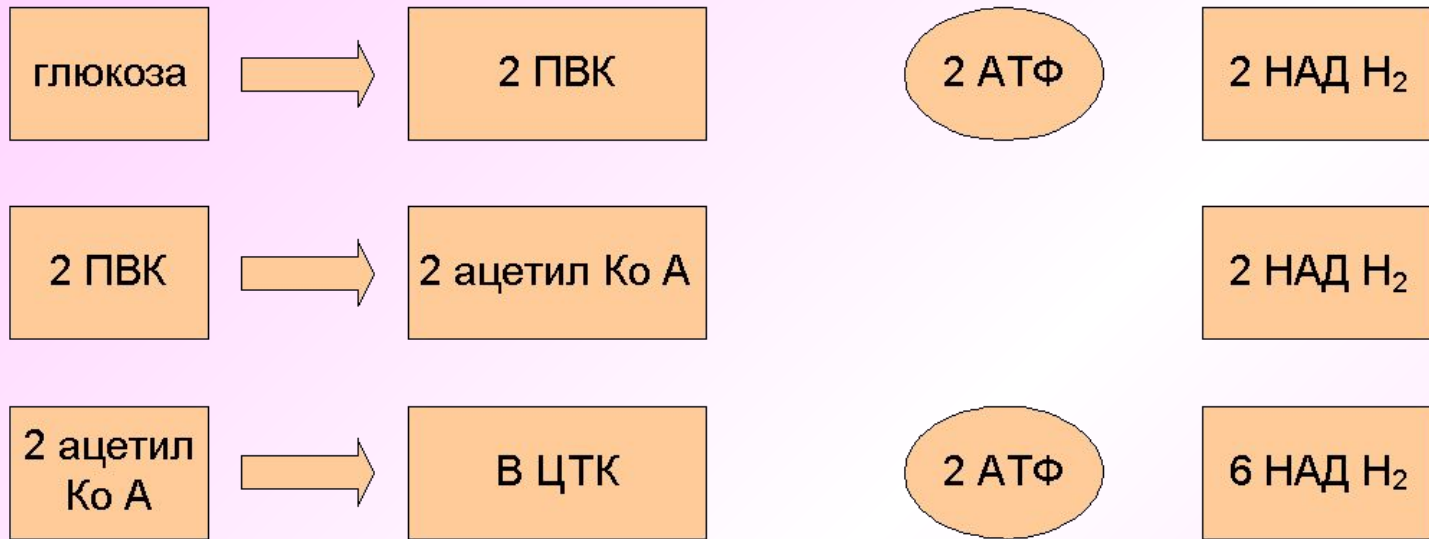


Рис. 92. Цикл трикарбоновых кислот и глиоксилатный шунт:

Φ<sub>1</sub> — цитратсинтаза (конденсирующий фермент); Φ<sub>2</sub> — аконитаза; Φ<sub>3</sub> — изоцитратдегидрогеназа; Φ<sub>4</sub> — α-кетоглутаратдегидрогеназа; Φ<sub>5</sub> — сукцилтиокиназа; Φ<sub>6</sub> — сукцинатдегидрогеназа; Φ<sub>7</sub> — фумараза; Φ<sub>8</sub> — малатдегидрогеназа; Φ<sub>9</sub> — изоцитратглиаза; Φ<sub>10</sub> — малатсинтетаза. Включение углеродных атомов ацетильного остатка в молекулу лимонной кислоты помечено звездочками. Пунктирными линиями изображены реакции глиоксилатного шунта



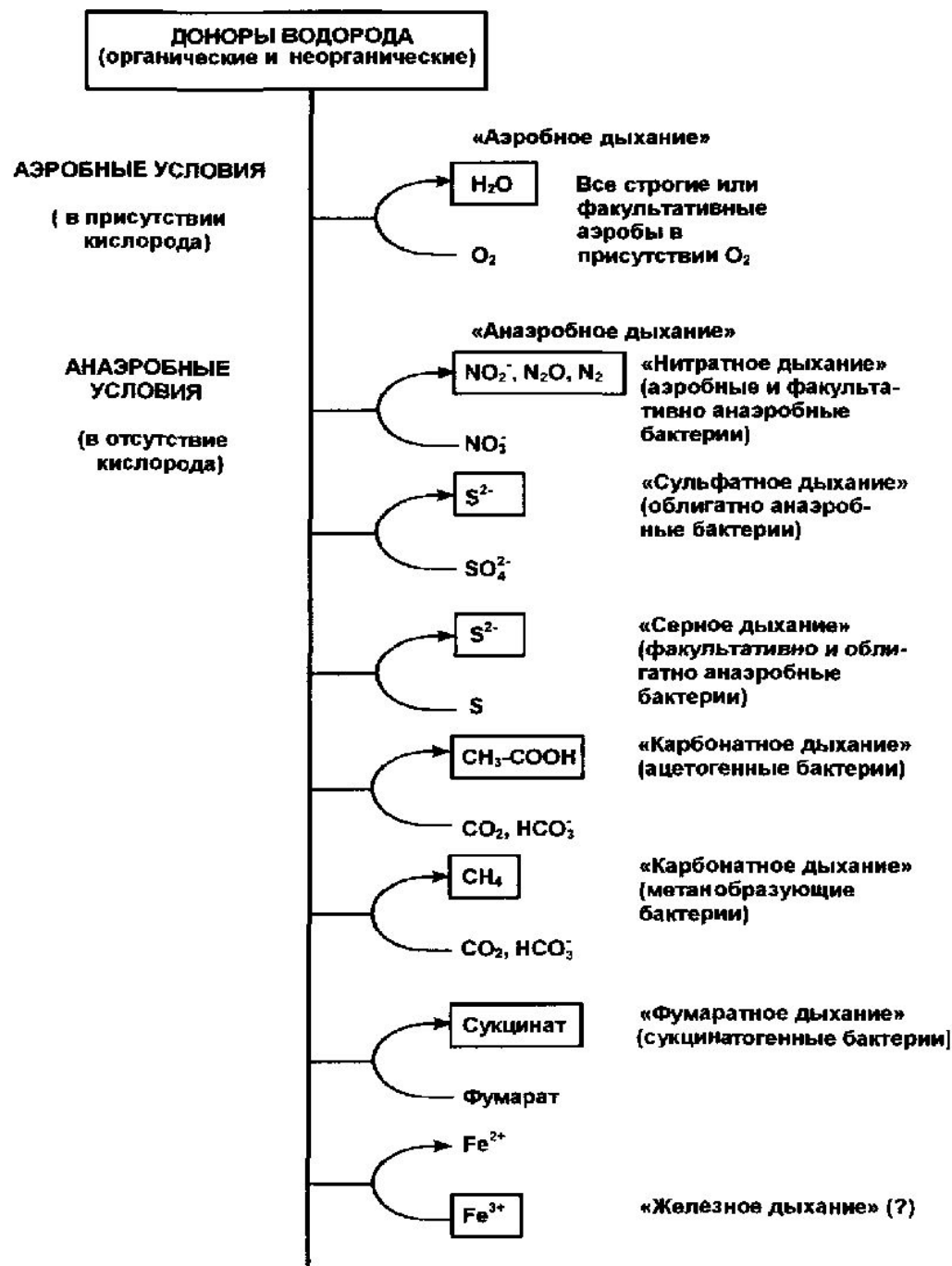


Рис. 66. Аэробное и анаэробное дыхание

## КАТАБОЛИЗМ

## АНАБОЛИЗМ

