

Дыхательные процессы

Дыхание – это способ получения энергии, при котором донорами электронов служат органические или неорганические соединения, а акцепторами – неорганические:

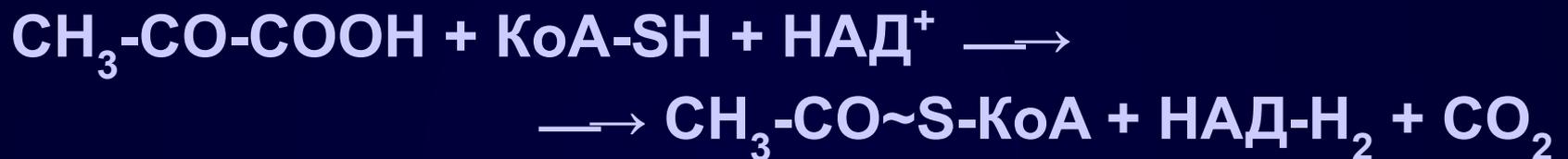
- кислород – аэробное дыхание
- сульфаты, нитраты, карбонаты – анаэробное дыхание

АТФ образуется в процессе окислительного фосфорилирования в дыхательной цепи.

Дыхательные процессы

Пируват занимает центральное положение в промежуточном метаболизме.

Окислительное декарбоксилирование пирувата:



Пируват-дегидрогеназный комплекс осуществляет:

- декарбоксилирование
- дегидрирование с переносом водорода на НАД (дегидрогеназа)
- присоединение ацетильной группы и образование ацетил-КоА (трансацетилаза)

Дыхательные процессы

ЦТК – цикл Кребса – имеет двойное назначение:

- полное окисление органического субстрата и отщепление водорода (энергетическая функция),
- снабжение клетки предшественниками для биосинтетических процессов (биосинтетическая функция).

Неполное окисление

Неполное окисление осуществляют уксуснокислые бактерии:

***Glucanobacter* (*G. oxydans*)** – не могут осуществлять полное окисление из-за разомкнутого ЦТК

- *отсутствует фермент α -кетоглутарат-дегидрогеназа.*

Acetobacter – способны к полному окислению органических субстратов до CO_2 и H_2O .

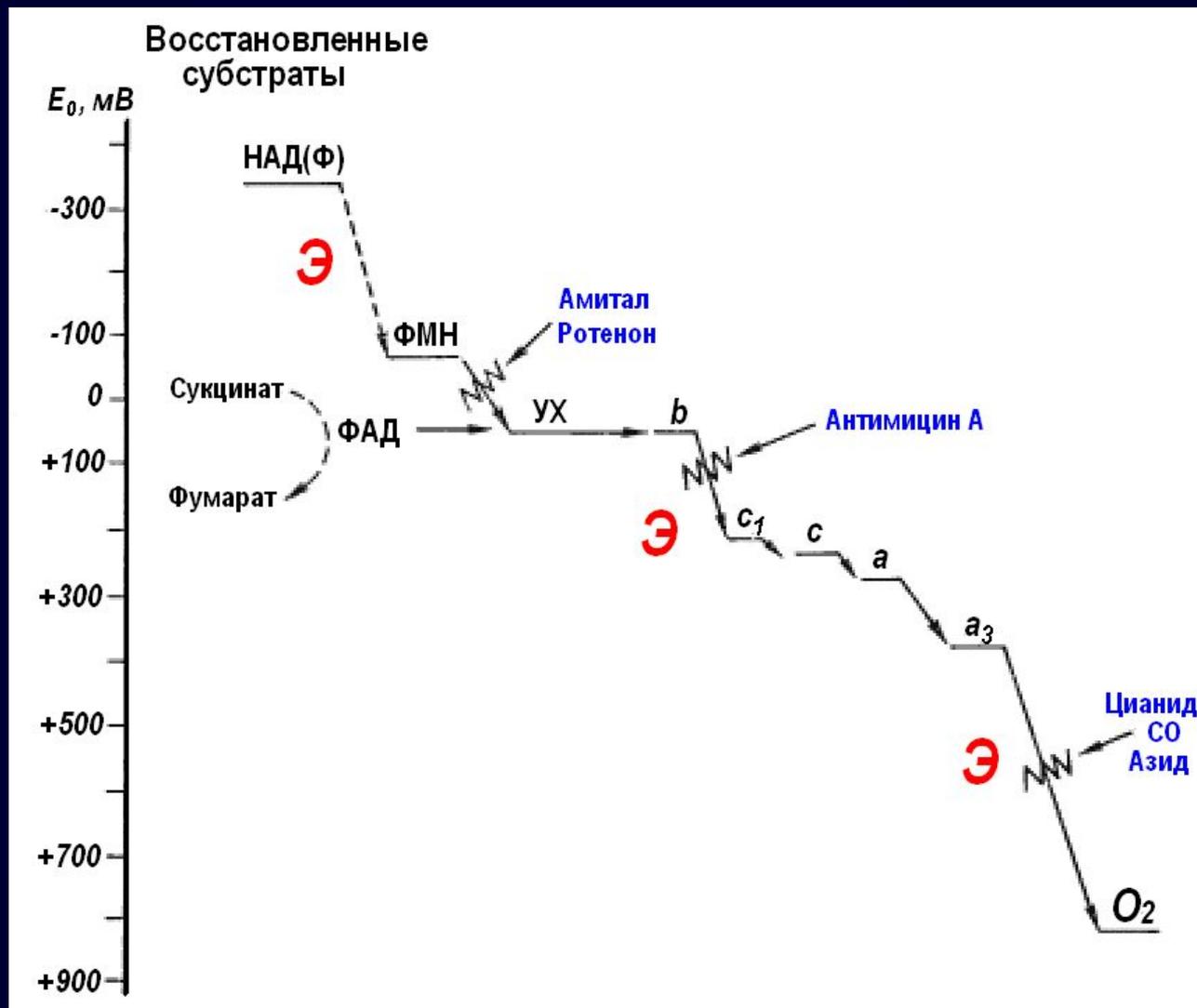
Неполное окисление

Неполное окисление осуществляют грибы:

Rhizopus, Mucor, Aspergillus и др.

- Продукты неполного окисления: молочная, фумаровая, янтарная, яблочная, муравьиная, уксусная, щавелевая, глюконовая кислоты.
- При недостатке энергетического материала продукты неполного окисления используются как субстрат для дыхания и полностью окисляются до CO_2 и H_2O .

Дыхательная цепь



Дыхательная цепь

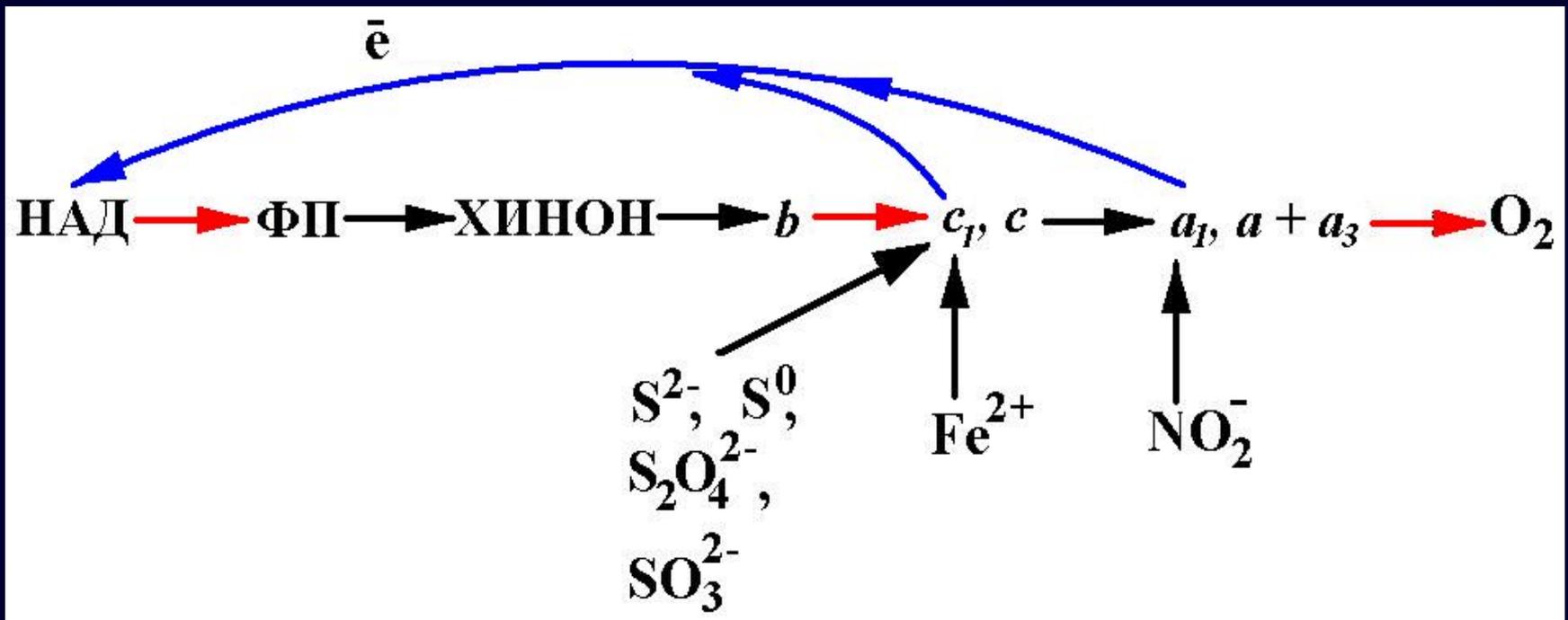
Компоненты дыхательной цепи у прокариотов находятся в плазматической мембране, у эукариотов – во внутренней мембране митохондрий.

Энергетический выход при полном окислении молекулы глюкозы:

гликолиз → ЦТК → дыхательная цепь

→ 38 молекул АТФ.

Дыхательная цепь хемолитотрофных бактерий



Синие стрелки указывают процесс обратного транспорта электронов, красные стрелки – места образования (затраты) АТФ.

Анаэробное дыхание

Типы анаэробного дыхания у эубактерий

Энергетический процесс	Конечный акцептор электронов	Продукты восстановления
Нитратное дыхание и денитрификация	NO_3^- , NO_2^- Pseudomonas, Bacillus, Paracoccus, Thiobacillus	NO_2^- , NO , N_2O , N_2
Сульфатное и серное дыхание	SO_4^{2-} , S^0 Desulfotomaculum, Desulfovibrio	H_2S
Карбонатное дыхание	CO_2 Clostridium aceticum, Acetobacterium	ацетат
Фумаратное дыхание	Фумарат энтеробактерии, Vibrio, Bacteroides, Propionibacterium	сукцинат

Особенности дыхательной цепи прокариотов

- Доноры электронов – органические или неорганические соединения.
- Акцепторы электронов – неорганические или органические соединения (анаэробное дыхание).
- Цитохромы – могут отсутствовать.
- Цепь – разветвленная или укороченная.
- В анаэробных дыхательных цепях цитохромоксидазы заменены соответствующими редуктазами.



УЧАСТИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ В КРУГОВОРОТЕ ВАЖНЕЙШИХ ЭЛЕМЕНТОВ

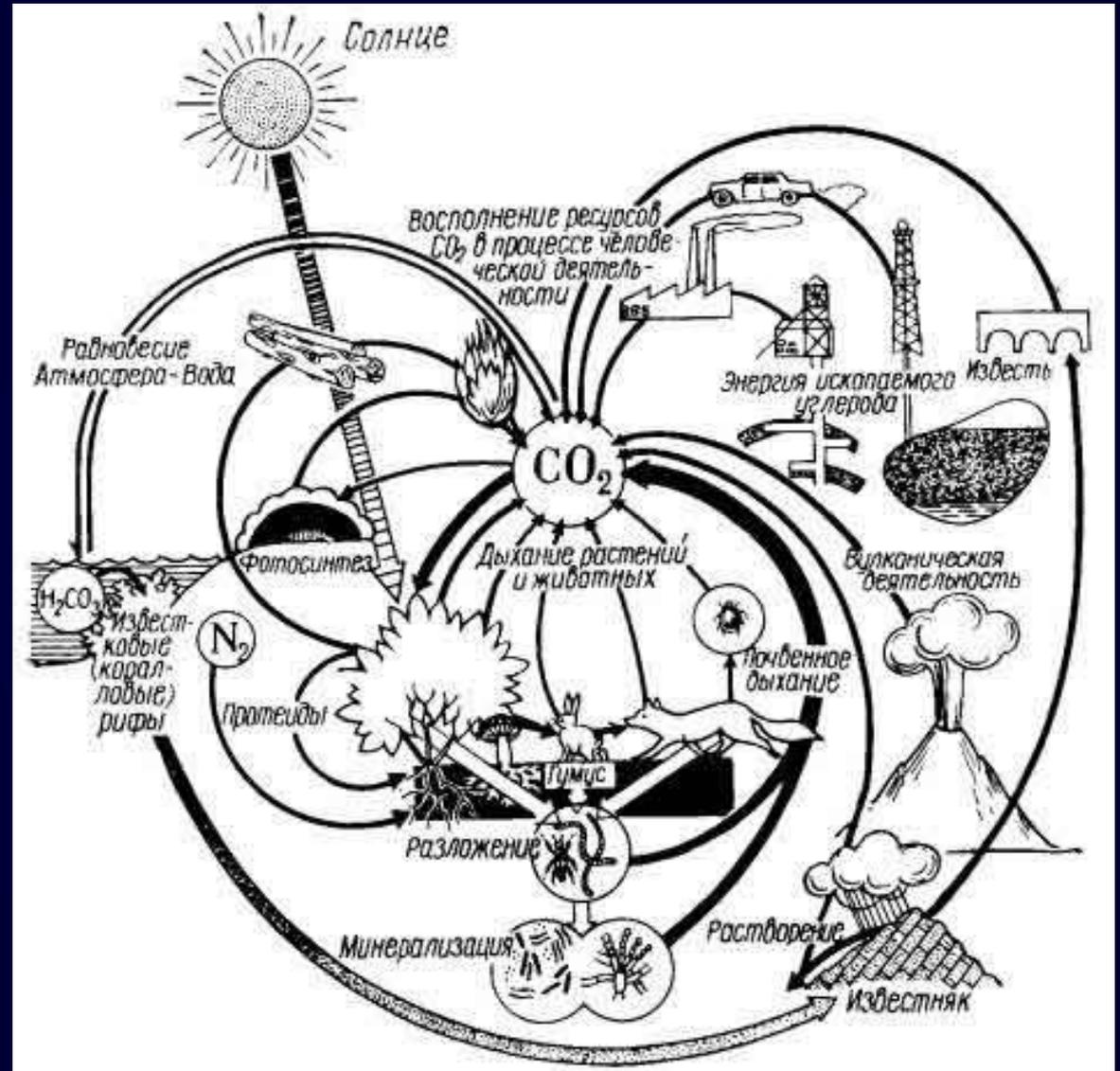
1. Круговорот углерода и кислорода
2. Круговорот азота
3. Круговорот серы

Свойства микроорганизмов

Огромный вклад микробов в круговорот веществ определяется их особенностями:

- 1. Высокая каталитическая активность***
- 2. Высокая скорость размножения***
- 3. Метаболическое разнообразие и гибкость (Гейл, 1952)***

Схема круговорота

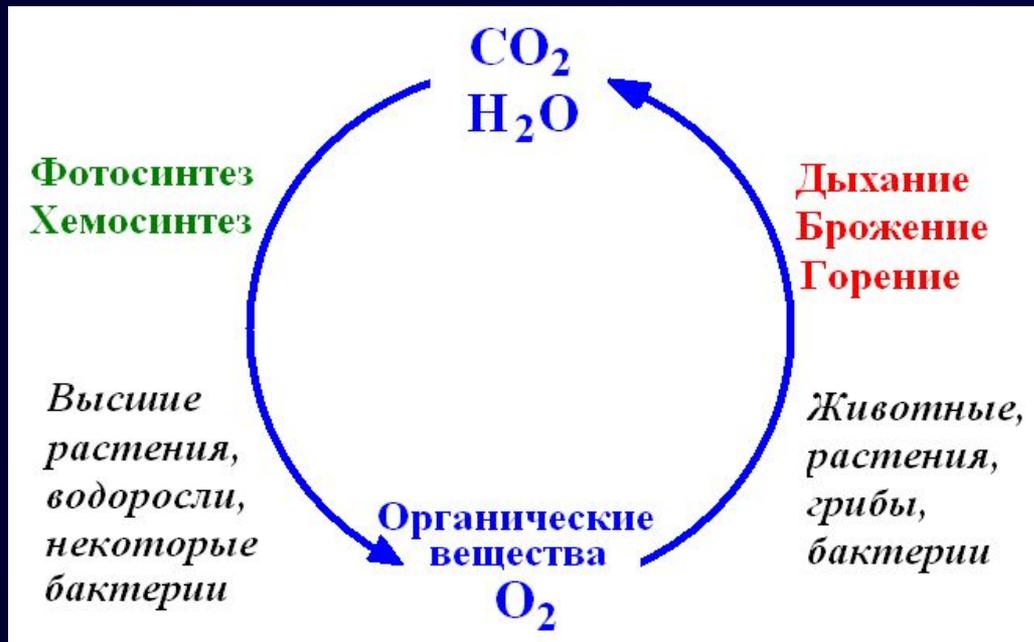


Круговорот углерода и кислорода

Воздух содержит около 0,03 % CO_2

Продуктивность фотосинтеза около 10^{11} т:

- $1,2 \cdot 10^{11}$ т – в океанах
- $1,8 \cdot 10^{11}$ т – на суше



Автотрофы

Гетеротрофы

Минерализация С-соединений

- **Расщепление целлюлозы**

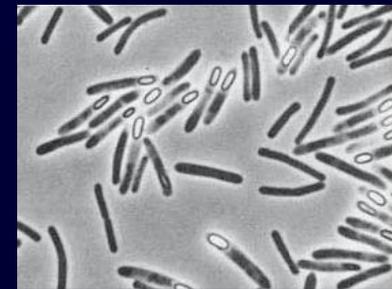
- **Аэробное:**

- Грибы (*Fusarium*, *Chaetomium*, *Aspergillus*, *Trichoderma* и др.)
- Бактерии (миксобактерии – *Cytophaga*, *Sporocytophaga*, *Polyangium*, *Cellulomonas*, актиномицеты и др.).



- **Анаэробное:**

- мезофильные и термофильные клостридии (*Clostridium*).



Минерализация С-соединений

- **Расщепление лигнина:**
 - Basidiomycetes *Fusarium*, *Trichoderma*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Aspergillus*.



Минерализация C-соединений

■ *Расщепление крахмала:*

- В аэробных условиях – *Bacillus*, *Pseudomonas*, а также плесневые грибы – *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*
- В анаэробных условиях – сахаролитические клостридии.



■ *Углевородородокисляющие бактерии:*

- *Микобактерии*, *нокардии*, *коринебактерии*, *псевдомонады*, а также дрожжеподобные грибы рода *Candida*.



Минерализация C-соединений

Изъятие углерода из круговорота

- **Неорганические отложения:**

- карбонат кальция.

- **Органические отложения:**

- торф, каменный уголь, нефть, природный газ (метан)



Известковый шпат - CaCO_3 . Один из самых распространенных минералов

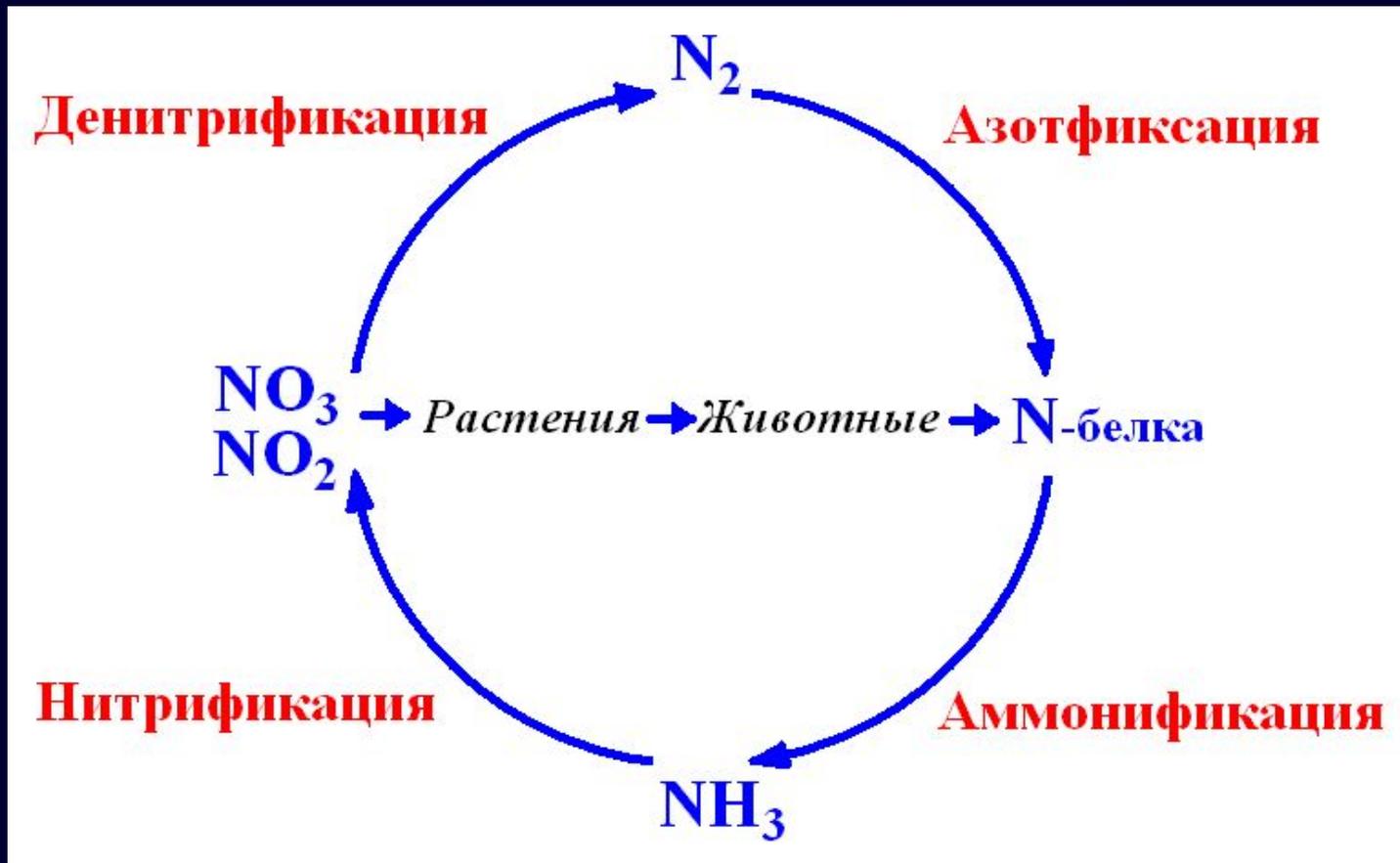


Мрамор



Каменный уголь

Круговорот азота



Фиксация азота

- Процесс связан с нитрогеназой активностью, гены фермента кодируются в плазмиде (nif-плазида).
- **Свободноживущие азотфиксаторы:**
 - цианобактерии (*Anabaena* и *Nostoc*), *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Bacillus polymyxa*, *Clostridium* и др.
- **Симбиотические азотфиксаторы:**
 - *Rhizobium*, *Frankia* и др.

Аммонификация

- Процесс осуществляется гетеротрофами в аэробных и анаэробных условиях:
 - *Bacillus*, *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Arthrobacter*, *Mycobacterium*, *Proteus* и др.

Нитрификация

- Превращение аммиака в нитрат осуществляется в аэробных условиях бактериями семейства *Nitrobacteriaceae*.

Денитрификация

- Процесс восстановления нитратов в анаэробных условиях (нитратное дыхание).
- Фермент - нитратредуктаза
 - *Escherichia coil, Bacillus, Pseudomonas*

Круговорот серы

Биологические и небиологические превращения серы:

- *90 млн. т серы в форме H_2S образуется биологическим путем*
- *50 млн. т в форме SO_2 образуется при сжигании ископаемых видов топлива*
- *0,7 млн. т в форме H_2S и SO_2 возникает в результате вулканической деятельности*

Круговорот серы

