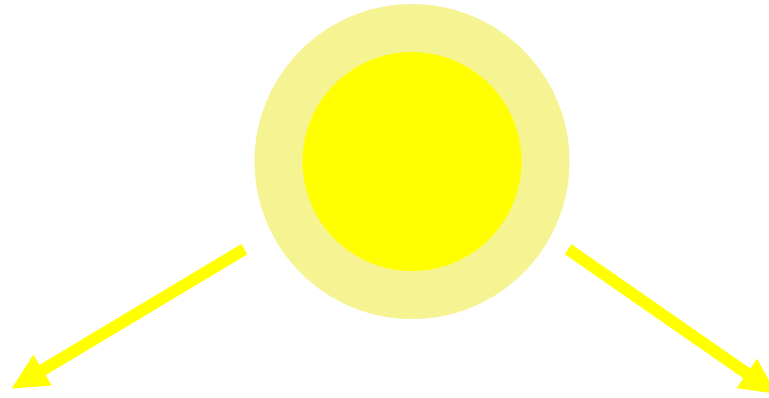


Биогеохимические циклы

Всё начинается с энергии



Нагрев земли и атмосферы

Запасание энергии
в химических связях
(фотосинтез)

Продуктивность - скорость, с которой энергия переходит в органическое вещество ($\text{Ккал/м}^2/\text{год}$)

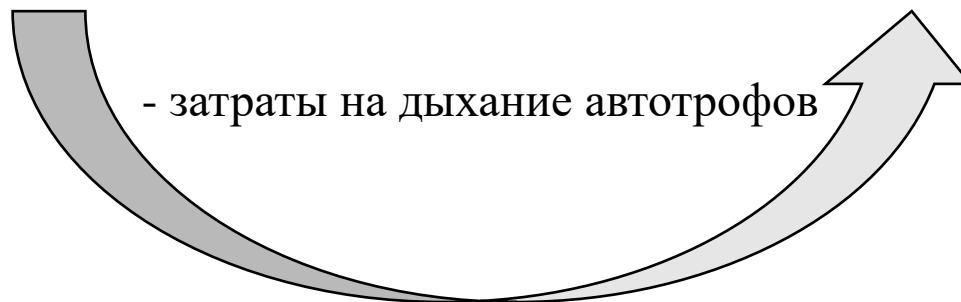
Продуктивность = Первичная продукция ($\text{г/м}^2/\text{год}$)

Первичная продукция



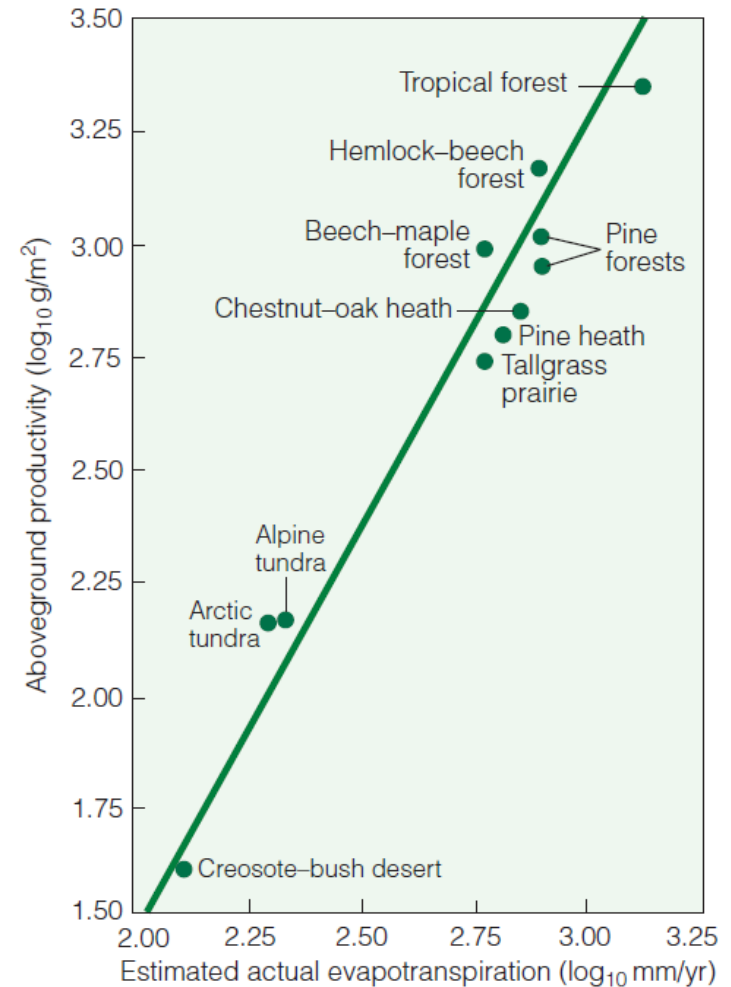
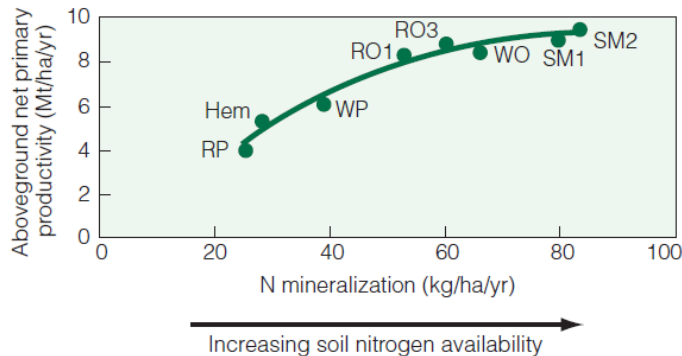
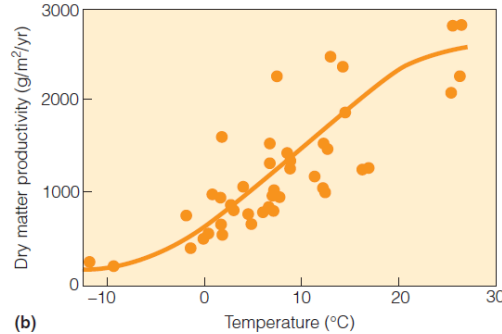
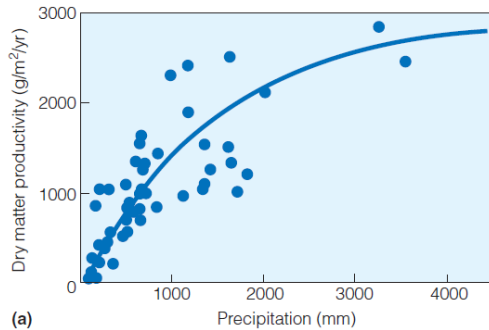
Валовая первичная продукция

Чистая первичная продукция



От чего зависит первичная продукция?

Наземные экосистемы

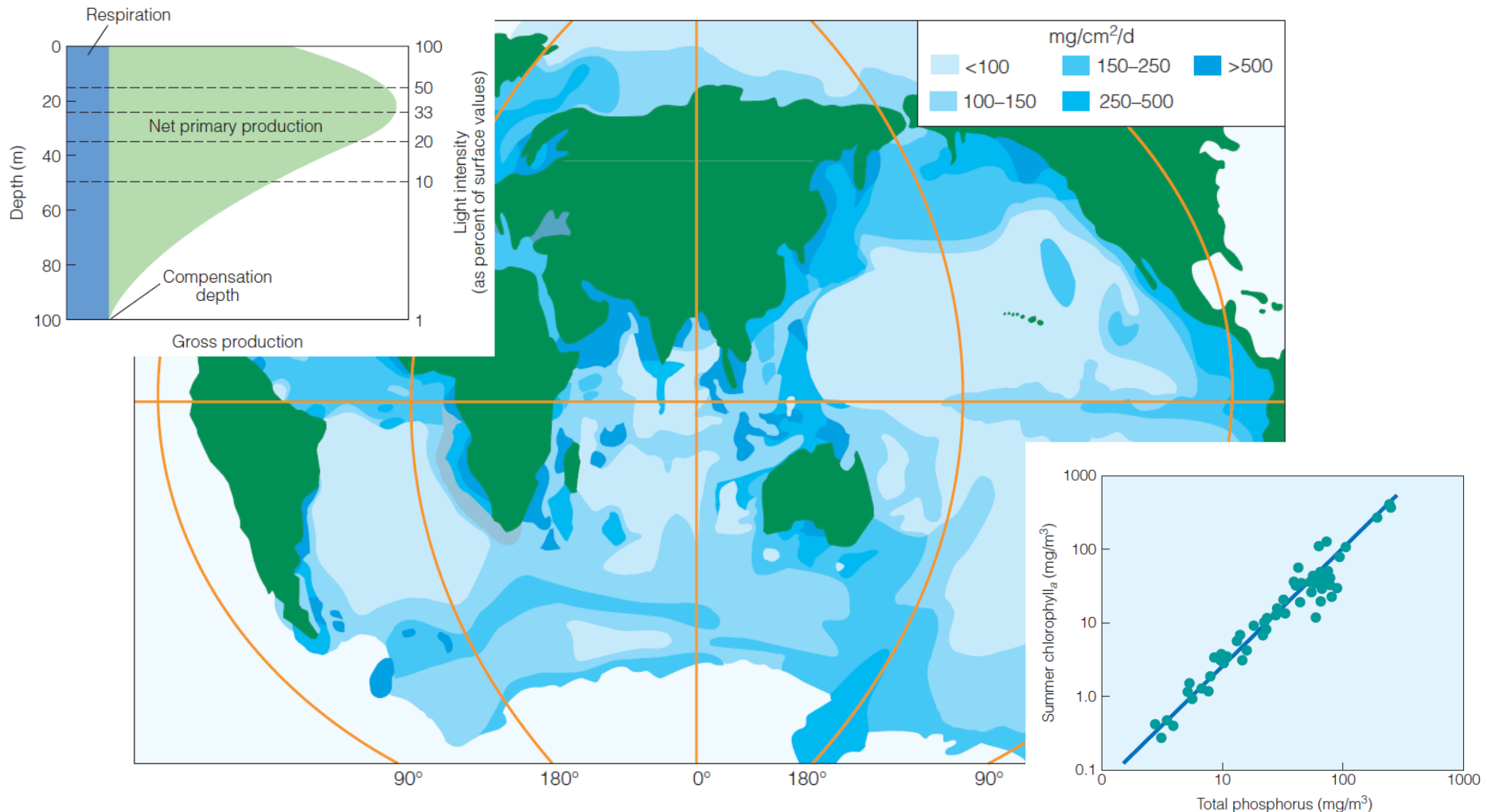


Температура, атмосферные осадки и нутриенты

Smith and Smith. Elements of Ecology. 8th ed.

От чего зависит первичная продукция?

Водные экосистемы



Температура, свет и нутриенты

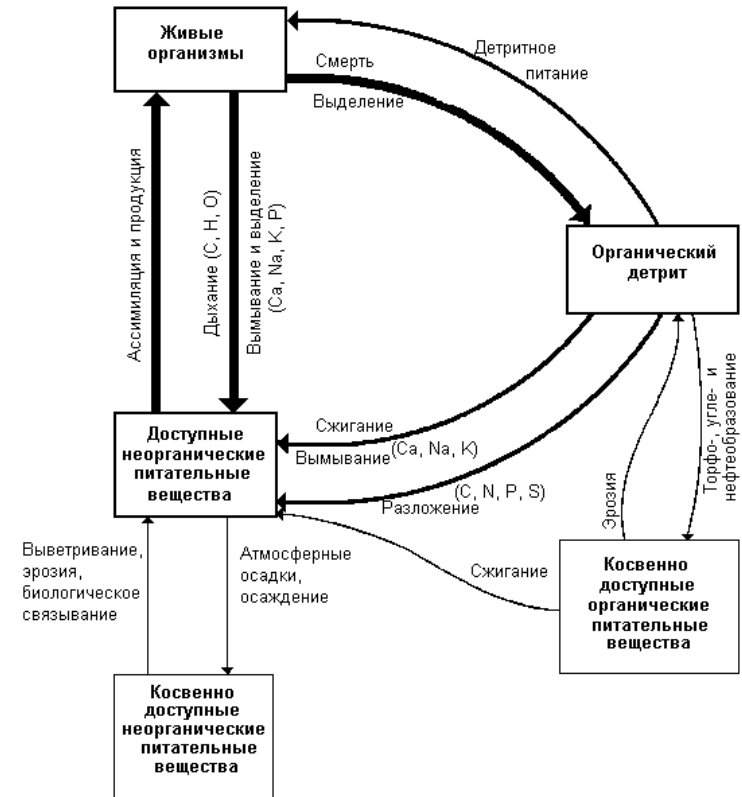
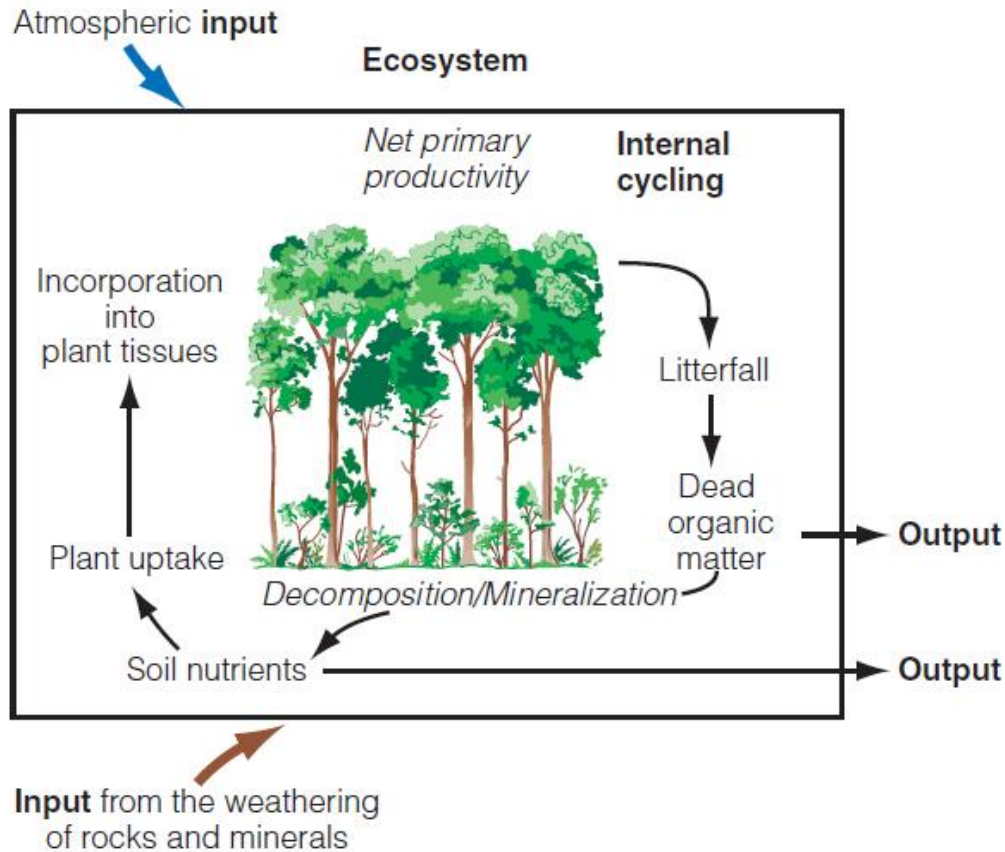
Smith and Smith. Elements of Ecology. 8th ed.

А теперь о круговороте веществ в природе

Биогеохимический цикл (круговорот веществ) — система незамкнутых и необратимых круговоротов веществ в биотических (биосфера) и абиотических (литосфера, атмосфера и гидросфера) частях Земли. Этот повторяющийся процесс взаимосвязанного преобразования и перемещения веществ в природе имеет циклический характер и происходит при обязательном участии живых организмов и часто нарушается человеческой деятельностью. Является основным свойством, характерной чертой биосферы. (Википедия)

- Сам принцип сформулирован в XIX веке Ю. Либихом и Ж.Б. Буссенго
- Термин «биогеохимический цикл» введен в 1910-х гг. В.И. Вернадским
- Основные нутриенты: C, O, N, P, H, S

Блочная модель биогеохимического цикла



Два типа биогеохимических циклов: газовые и осадочные

Фонды биогеохимических циклов

Резервный:

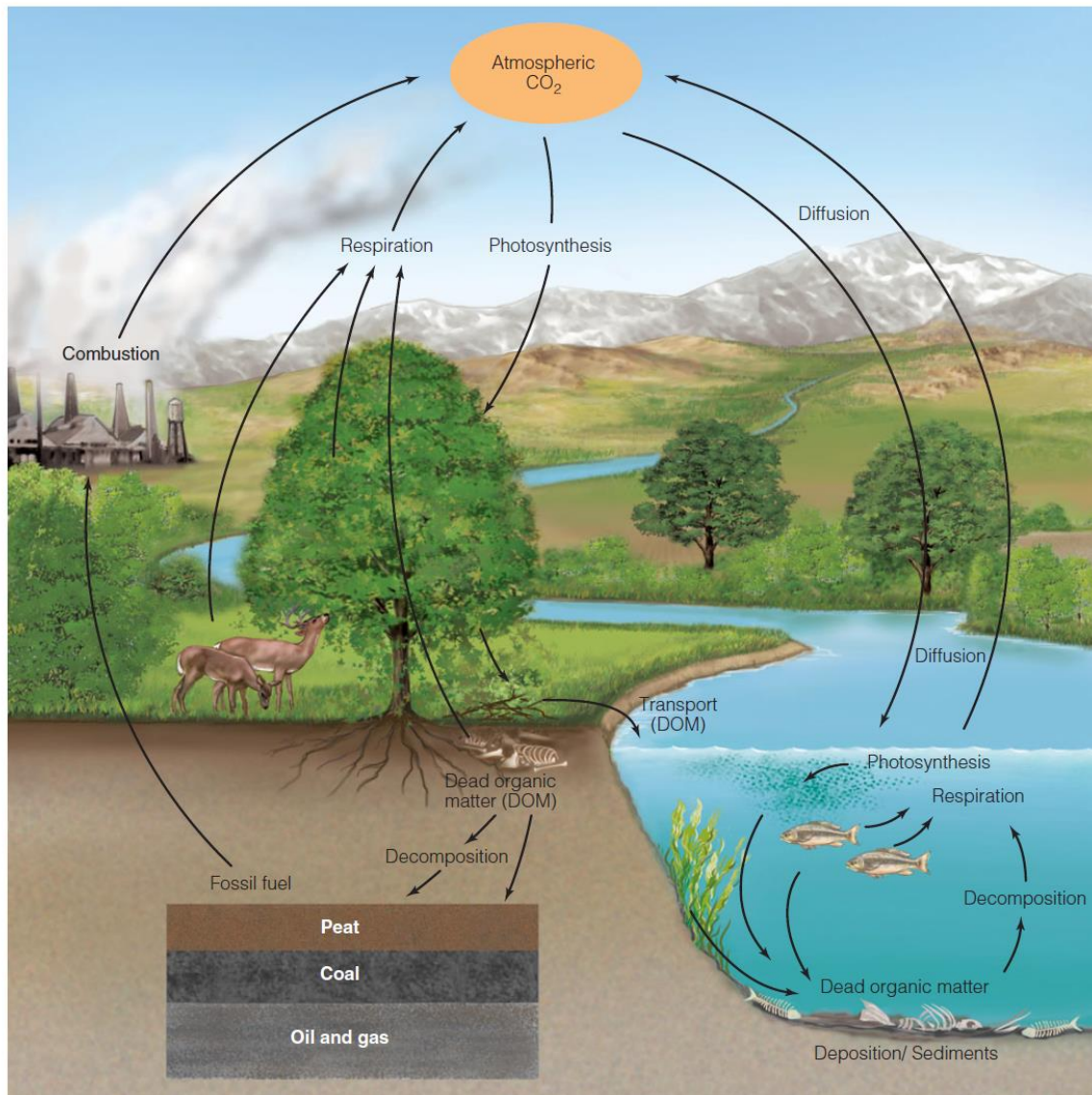
- основная масса медленно движущихся веществ, в основном абиогенной природы;
- т.н. осадочные циклы, например, Р

Обменный:

- меньший по объему, но более активный, с быстрым движением веществ между организмами и их окружением;
- т.н. газовые циклы, например С, N, О

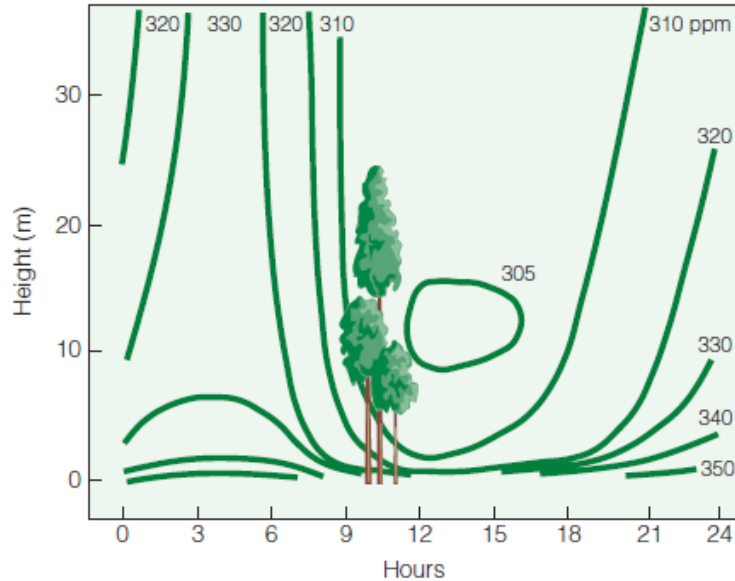
! у серы (S) цикл гибридный

Цикл углерода

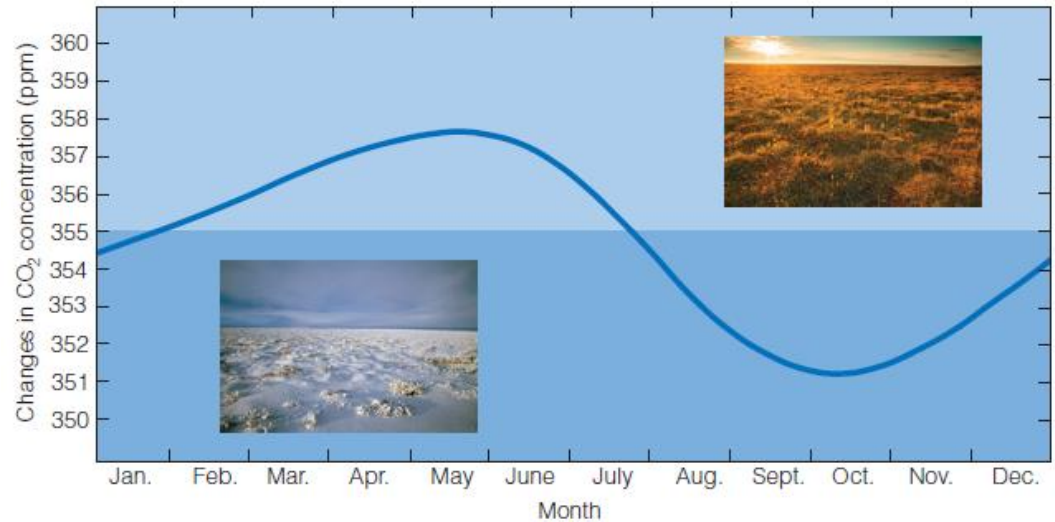


- Источник – CO₂
- Тесно связан с потоком энергии в экосистеме
- Напрямую доступен продуцентам

Цикл углерода имеет суточные и сезонные флуктуации

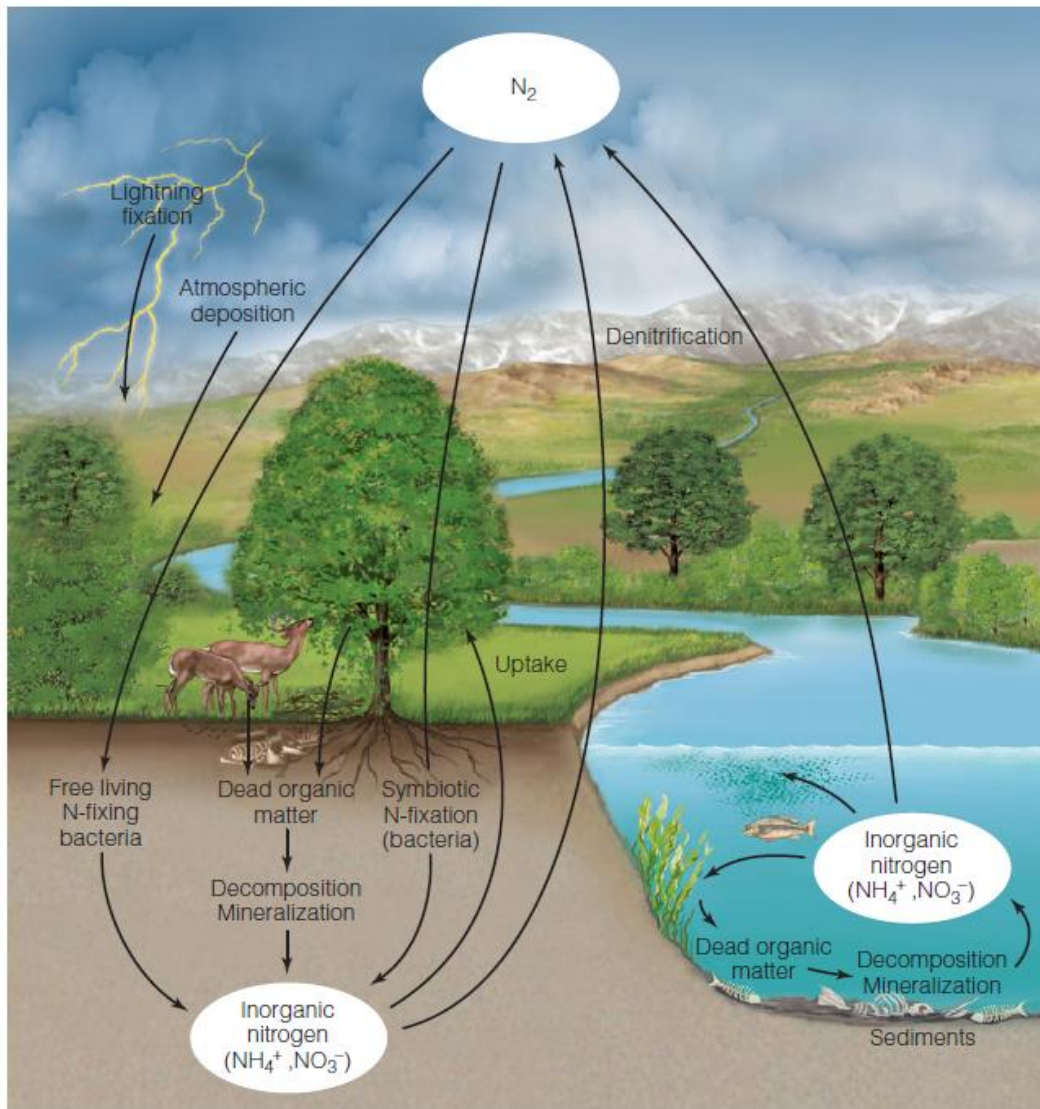


Суточный поток CO₂ в лесу

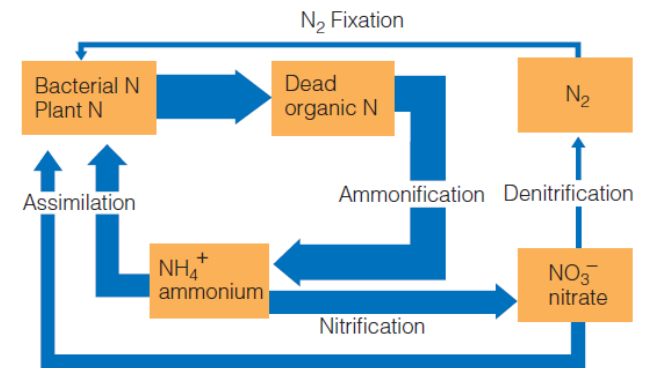


Концентрация атмосферного CO₂ на протяжении года. Аляска

Цикл азота



- Доступная форма – аммиак (NH_3), нитрат (NO_3^-)
- Большая часть азота (N_2 – 80%) в экосистеме не доступна продуцентам
- Два пути поступления доступного азота в экосистему



Бактериальные процессы,
вовлеченные в цикл азота

Биологическая фиксация азота до аммиака

Обеспечивает порядка 90% доступных азотистых соединений

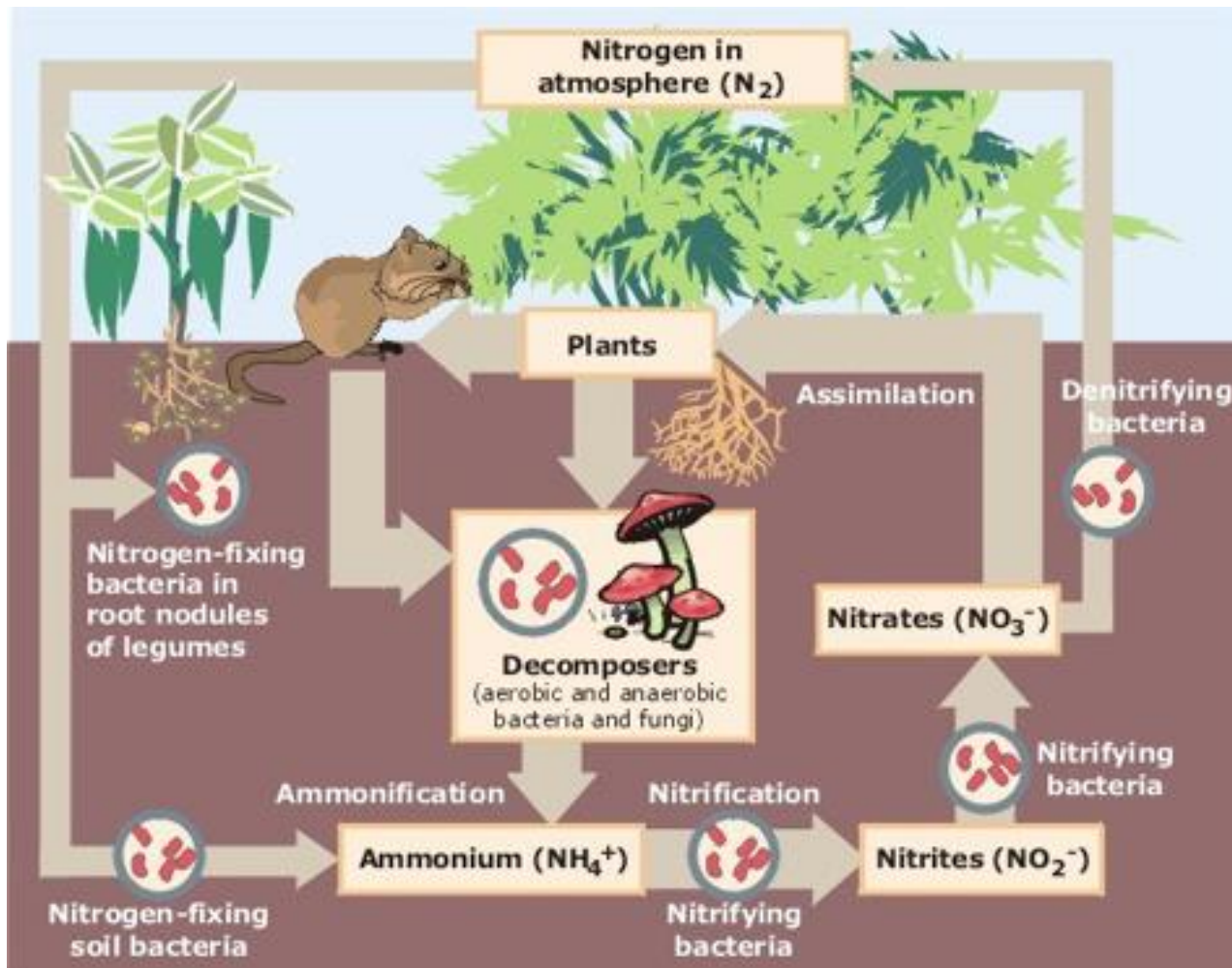
Процесс анаэробный

Энергозатратна – для бактерий, ассоциированных с корневой системой растений для фиксации 1г азота необходимо 10г глюкозы

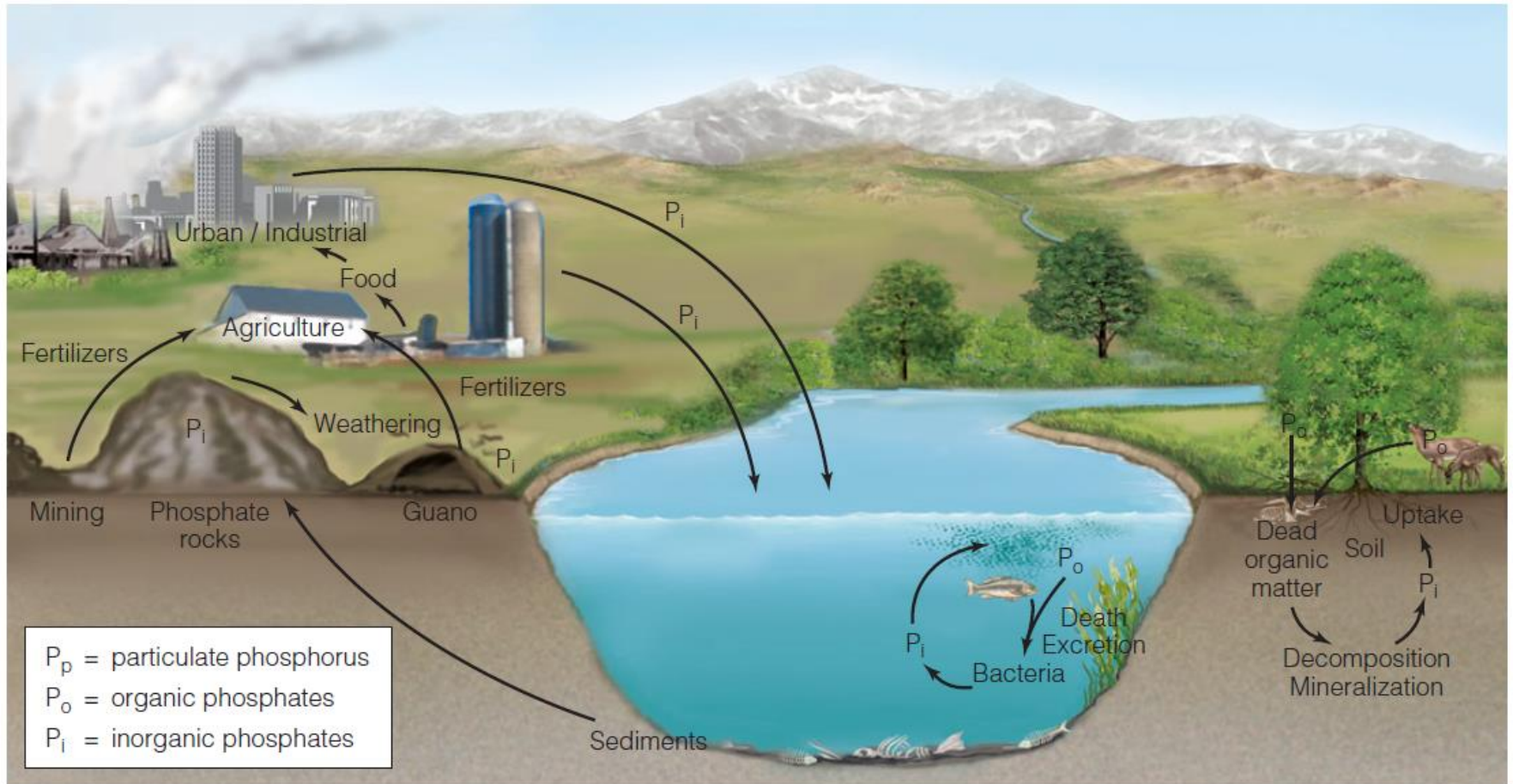
Требует особую ферментативную систему, отсутствующую у эукариот, например – нитрогеназа (блокируется молекулярным кислородом)

Аэробные бактерии тоже научились – выработали механизмы защиты нитрогеназы (например, механизм повышенного уровня дыхания у *Azotobacter chroococcum* или механизм локализации азотфиксации в гетероцистах у цианобактерий)

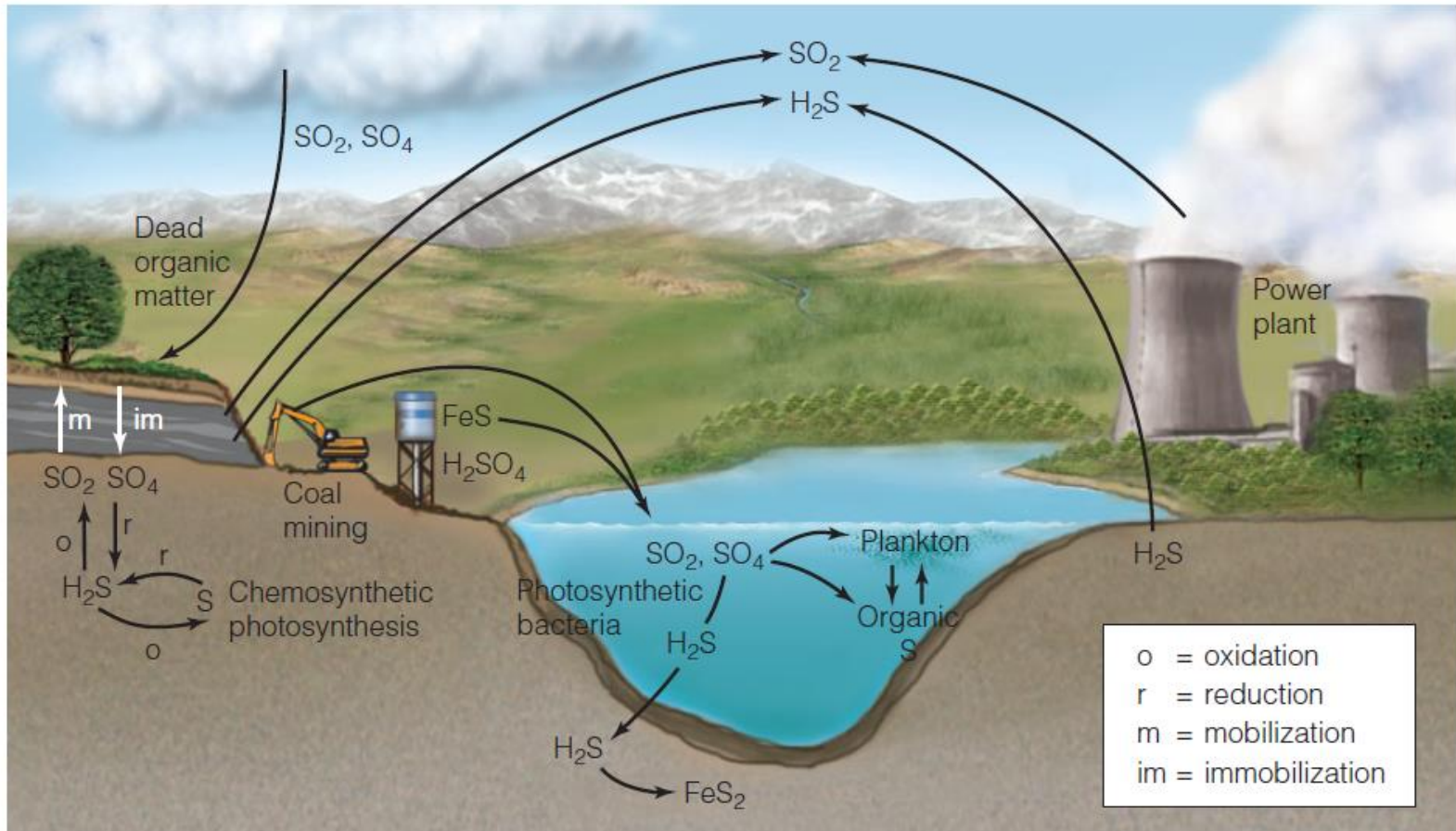
Цикл азота



Цикл фосфора



Цикл серы



Цикл серы

