

# Биогеохимический цикл углерода на Земле

- Цикл углерода, круговорот углерода, – циклическое перемещение углерода между миром живых существ и неорганическим миром атмосферы, морей, пресных вод, почвы и скал. Это один из важнейших биогеохимических циклов, включающий множество сложных реакций, в ходе которых углерод переходит из воздуха и водной среды в ткани растений и животных, а затем возвращается в атмосферу, воду и почву, становясь снова доступным для использования организмами. Поскольку углерод необходим для поддержания любой формы жизни, всякое вмешательство в круговорот этого элемента влияет на количество и разнообразие живых организмов, способных существовать на Земле.

# Источники углерода на Земле

- атмосфера Земли, где данный элемент присутствует в виде диоксида углерода. В течение многих миллионов лет концентрация  $\text{CO}_2$  в атмосфере, по-видимому, существенно не менялась, составляя ок. 0,03% веса сухого воздуха на уровне моря. Хотя доля  $\text{CO}_2$  невелика, его абсолютное количество поистине огромно – ок. 750 млрд. т. В атмосфере  $\text{CO}_2$  переносится ветрами как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях.

# Источники углерода на Земле

- Диоксид углерода присутствует в воде, где он легко растворяется, образуя слабую угольную кислоту  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Эта кислота вступает в реакции с кальцием и другими элементами, образуя минералы, называемые карбонатами. Аналогичным образом количество  $\text{CO}_2$ , растворенного в океанах и пресных водах, определяется его концентрацией в атмосфере. Общее количество растворенных и осадочных углеродсодержащих веществ оценивается примерно в 1,8 трлн. т.

# Источники углерода на Земле

- Углерод в соединении с водородом и другими элементами является одним из основных компонентов клеток растений и животных. Например, в организме человека он составляет ок. 18% массы тела. Можно, однако, приблизительно оценить суммарное количество углерода, связываемого растениями, а также выделяемого в процессе дыхания растений, животных и микроорганизмов. Установлено, что зеленые растения поглощают в год ок. 220 млрд. т  $\text{CO}_2$ . Почти такое же количество этого вещества выделяется в неорганическую среду в процессе дыхания всех живых организмов, а также в результате разложения и сгорания органических веществ.

Поступление углекислого газа в атмосферу происходит в результате:

- Дыхания всех организмов;
- Минерализации органического вещества;
- Выделения по трещинам земной коры из осадочных пород (имеющих биогенное происхождение);
- При вулканических извержениях (до 0,01);
- Сжигания топлива.

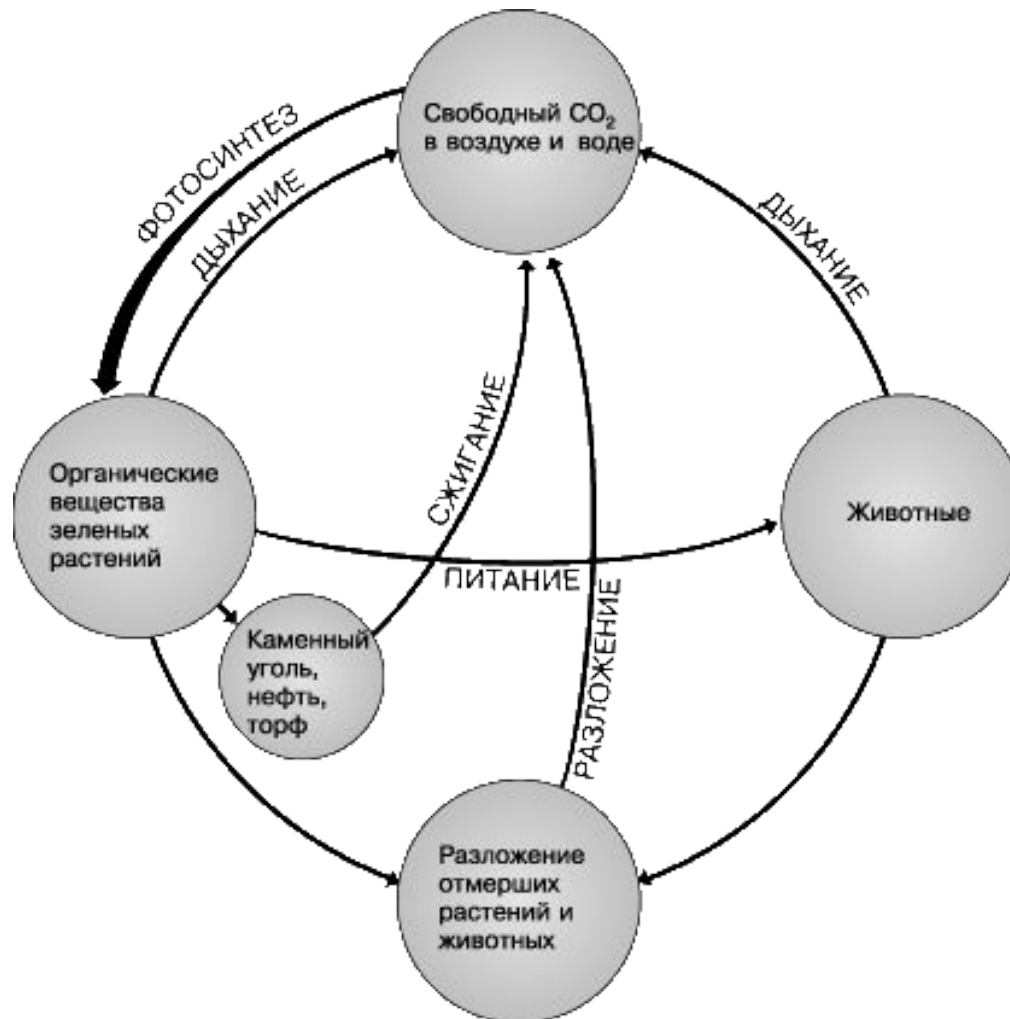
# Природные источники углерода

- атмосфера Земли — 0,035%,
- земная кора — 0,023%,
- почва — 2%
- биосфера:
- чистый известняк — 12%,
- живое вещество — 18%,
- древесина — 50%,
- каменный уголь — 80%,
- нефть — 85% по обмену.

# Антропогенные источники углерода

- Выбросы промышленных предприятий;
- Транспорт;
- Сжигание топлива;
- Распашка земель;
- Лесные пожары.

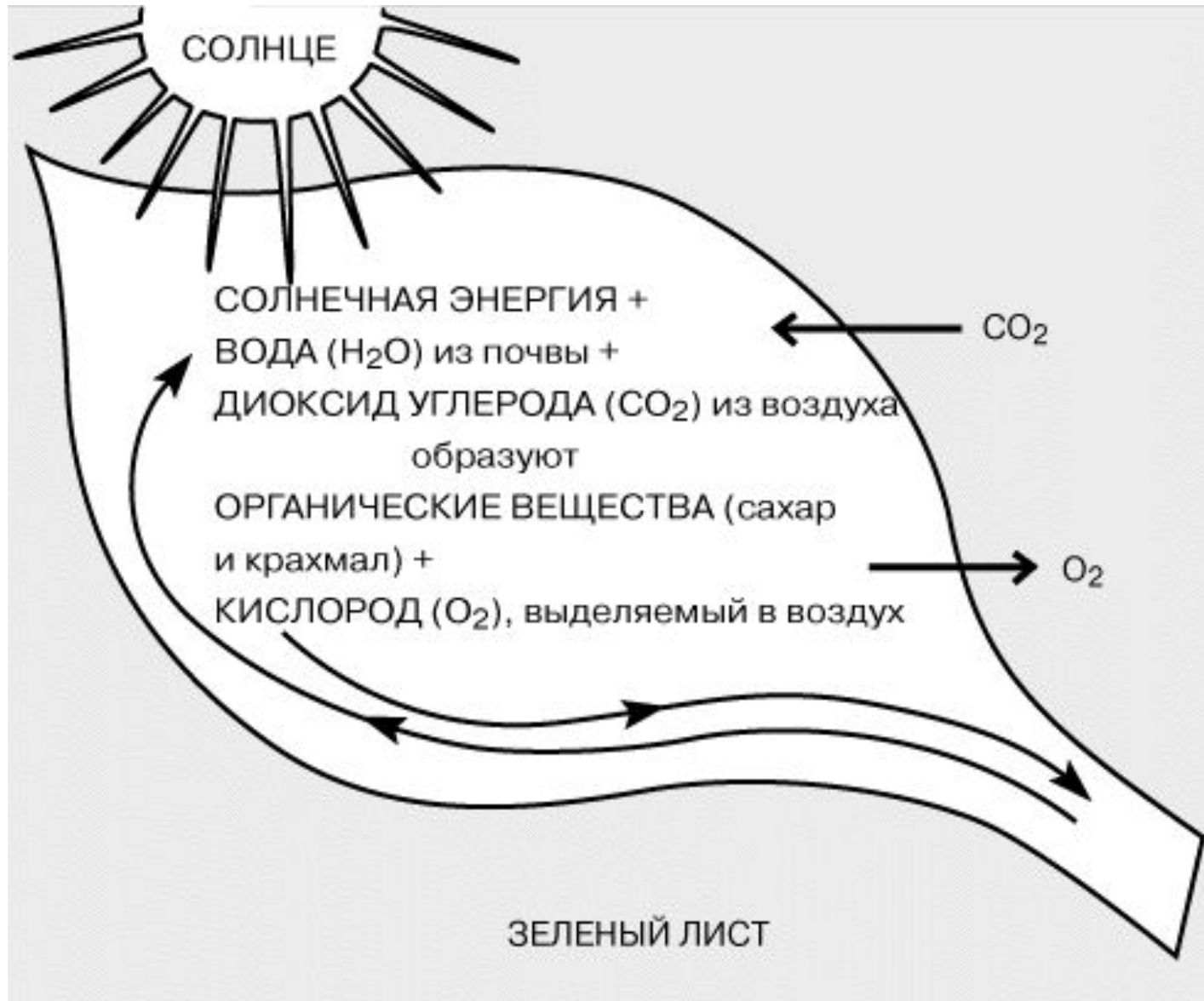
# Малый цикл углерода



# ФОТОСИНТЕЗ

- Данный процесс представляет собой цепь реакций, в ходе которых растения поглощают из атмосферы или воды диоксид углерода, связывая его молекулы с молекулами специального вещества – акцептора  $\text{CO}_2$ . В ходе других реакций, идущих с потреблением солнечной (световой) энергии, происходит расщепление молекул воды и использование высвобождающихся ионов водорода и связанного  $\text{CO}_2$  в синтезе богатых углеродом органических веществ, в том числе акцептора  $\text{CO}_2$ .

# Схема фотосинтеза



# Превращения соединений углерода

- Фотосинтез растений и сине- зеленых водорослей  
 $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$
- Дыхание живых организмов  
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- Анаэробное окисление  
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- Сжигание топлива  
 $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$
- Осаждение с образованием карбонатов  
 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$   
 $\text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3$
- Разложение органики в анаэробных условиях  
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 6\text{C} + 6\text{H}_2\text{O}$

**Спасибо за внимание!**