

Круговорот кислорода  
в природе



Кислород является наиболее распространенным элементом на Земле (в морской воде содержится 85,82% кислорода, в атмосферном воздухе 23,15%, в земной коре 47,2%). Соединения кислорода незаменимы для поддержания жизни (играют важнейшую роль в процессах обмена веществ и дыхании, входит в состав белков, жиров, углеводов, из которых «построены» организмы). Главная масса кислорода находится в связанном состоянии (количество молекулярного кислорода в атмосфере составляет всего лишь 0,01% от общего содержания кислорода в земной коре).

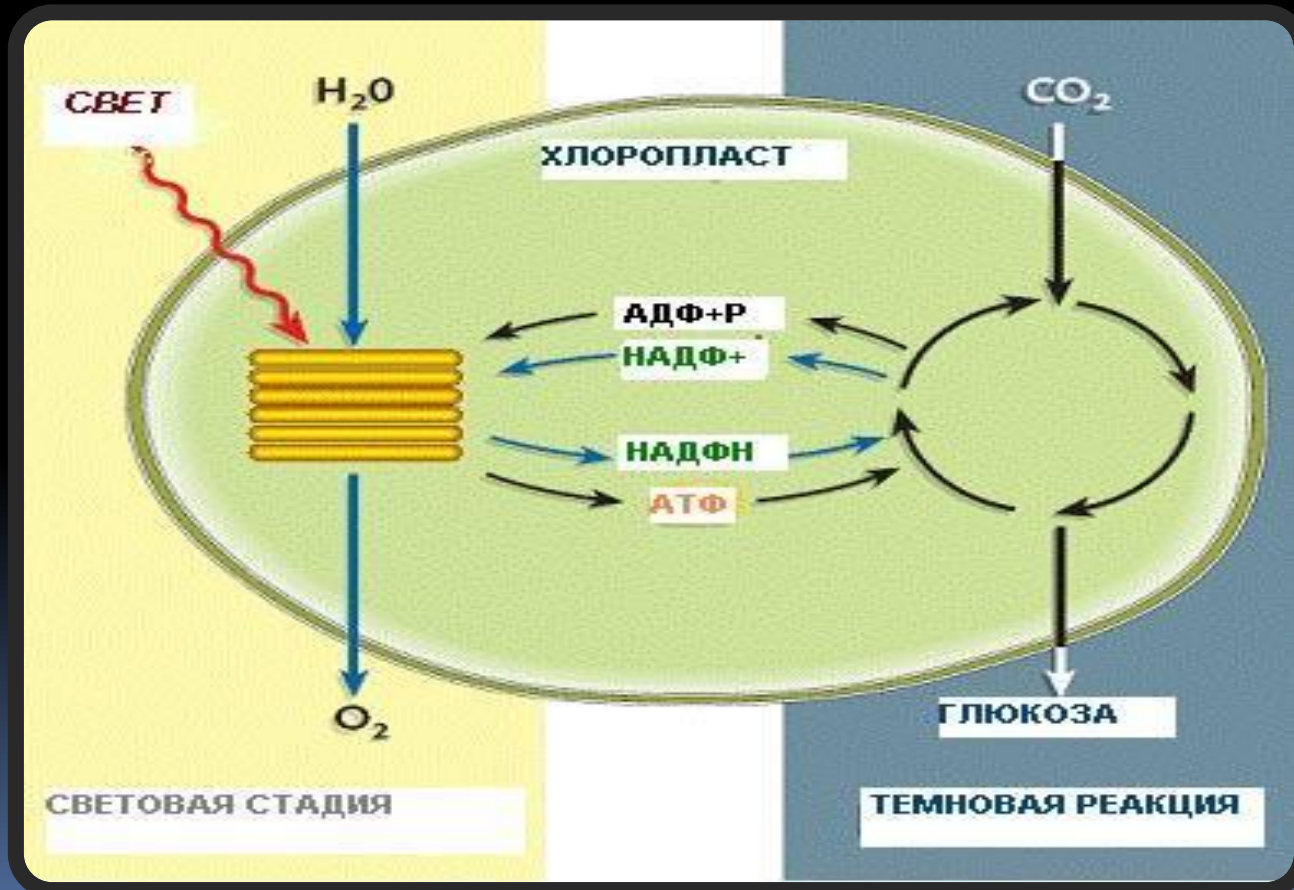
Так как кислород содержится во многих химических соединениях, его круговорот в биосфере весьма сложен и главным образом происходит между атмосферой и живыми организмами. Концентрация кислорода в атмосфере поддерживается благодаря фотосинтезу, в результате которого зеленые растения под действием солнечного света превращают диоксид углерода и воду в углеводы и кислород. Основная масса кислорода продуцируется растениями суши – почти  $\frac{3}{4}$ , остальная часть – фотосинтезирующими организмами Мирового океана. Мощным источником кислорода является и фотохимическое разложение водяного пара в верхних слоях атмосферы под влиянием ультрафиолетовых лучей солнца. Кроме того, кислород совершает важнейший круговорот, входя в состав воды. Незначительное количество кислорода образуется из озона под воздействием ультрафиолетовой радиации.

Вторым по содержанию в атмосфере после азота является кислород, составляющий 20,95% ее по объему. Гораздо большее его количество находится в связанном состоянии в молекулах воды, в солях, а также в оксидах и других твердых породах земной коры, однако к этому огромному фонду кислорода экосистема не имеет непосредственного доступа. Время переноса кислорода в атмосфере составляет около 2500 лет, если пренебречь обменом кислорода между атмосферой и поверхностными водами.

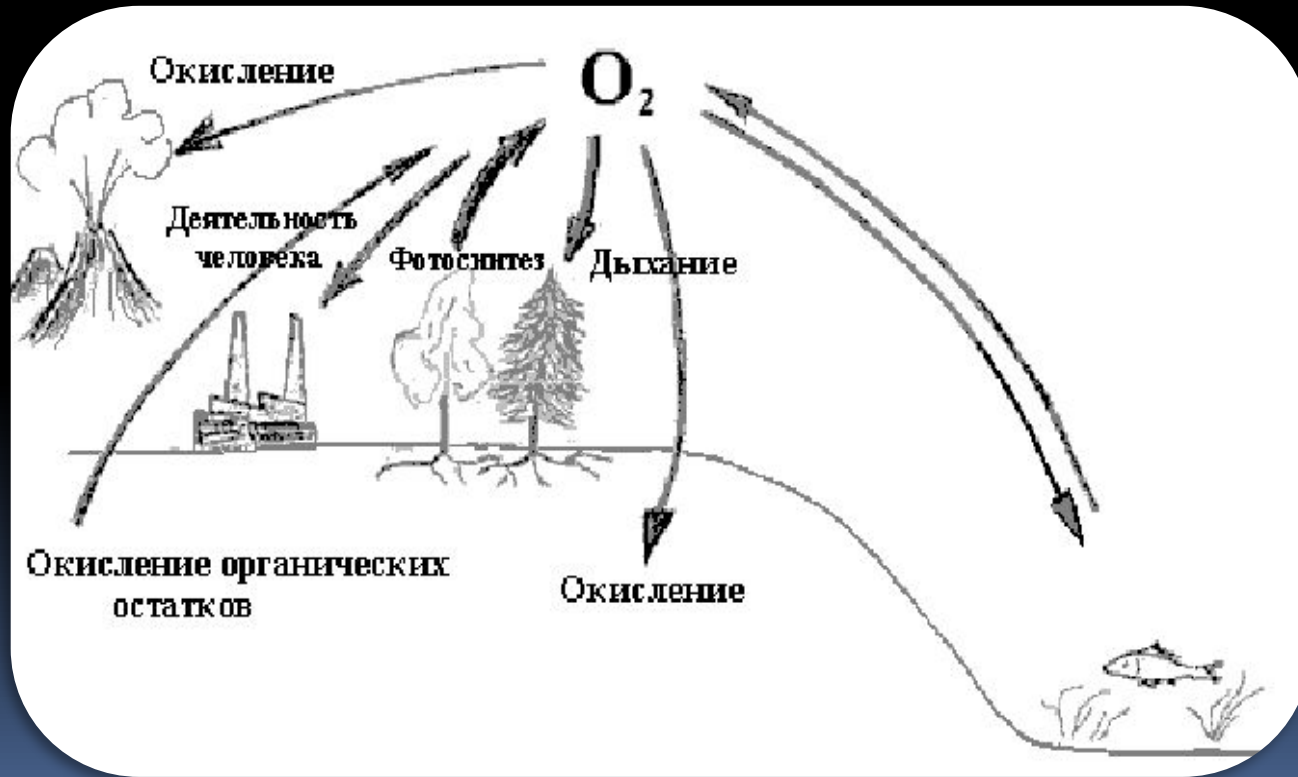
Механизм круговорота кислорода достаточно прост. Полагают, что молекула кислорода ( $O_2$ ), образующаяся при фотосинтезе, получает один свой атом от диоксида углерода, а другой - от воды; молекула кислорода, потребляемая при дыхании, отдает один свой атом диоксиду углерода, а другой - воде. Таким образом, круговорот кислорода завязан на процессы фотосинтеза и дыхания.

Фотосинтез.  $6CO_2 + 6H_2O$  (свет, хлорофилл) =  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ .

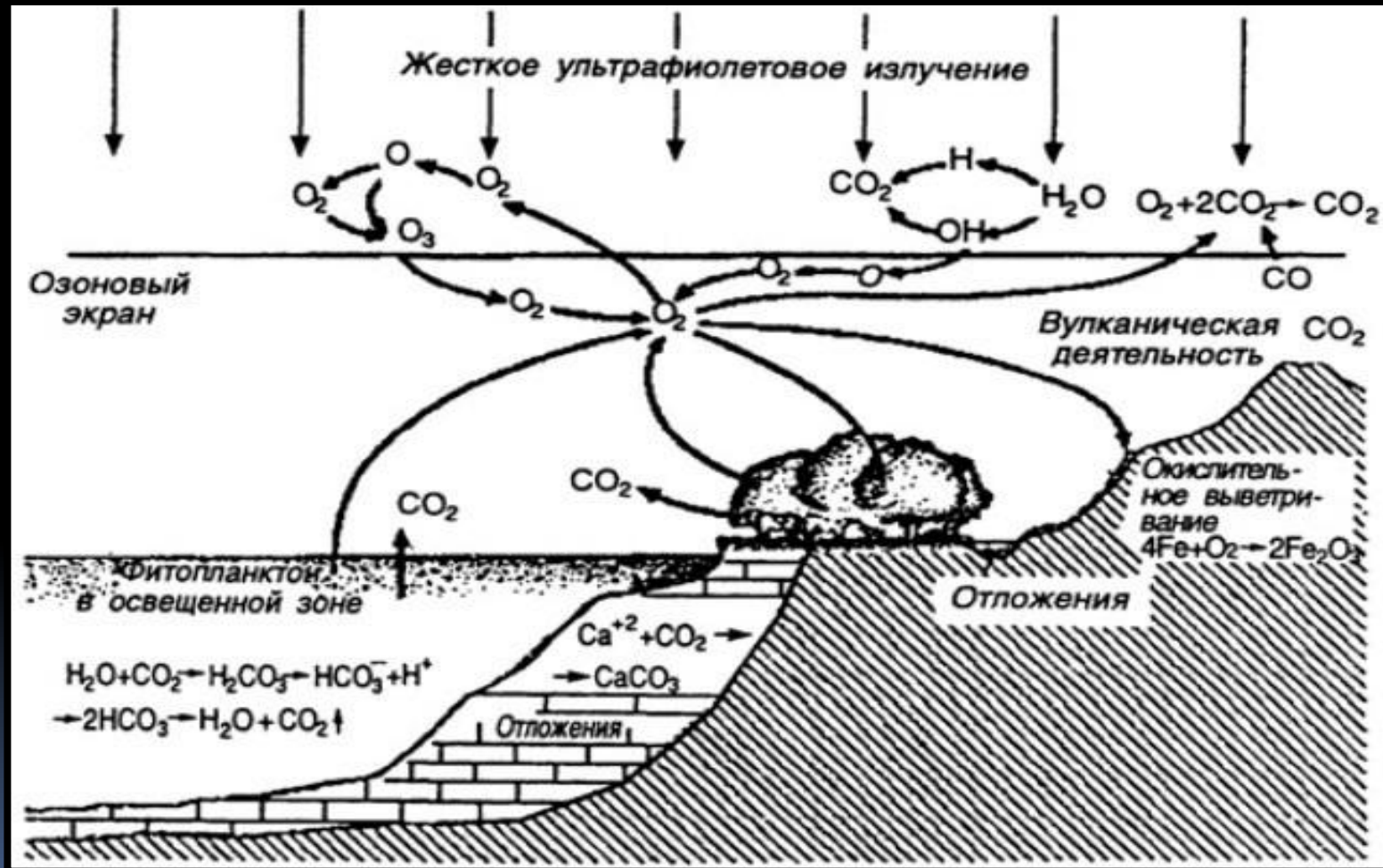
Дыхание.  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O + \text{энергия}$ .



**Кислород** - наиболее активный газ. В пределах биосферы происходит быстрый обмен кислорода среды с живыми организмами или их остатками после гибели. В составе земной атмосферы кислород занимает второе место после азота. Господствующей формой нахождения кислорода в атмосфере является молекула  $O_2$ . Круговорот кислорода в биосфере весьма сложен, поскольку он вступает во множество химических соединений минерального и органического миров. Свободный кислород современной земной атмосферы является побочным продуктом процесса фотосинтеза зеленых растений и его общее количество отражает баланс между продуцированием кислорода и процессами окисления и гниения различных веществ. В истории биосферы Земли наступило такое время, когда количество свободного кислорода достигло определенного уровня и оказалось сбалансированным таким образом, что количество выделяемого кислорода стало равным количеству поглощаемого кислорода.



# Общая схема круговорота кислорода в природе



## Биологический (биогеохимический) круговорот (малый круговорот веществ в биосфере)

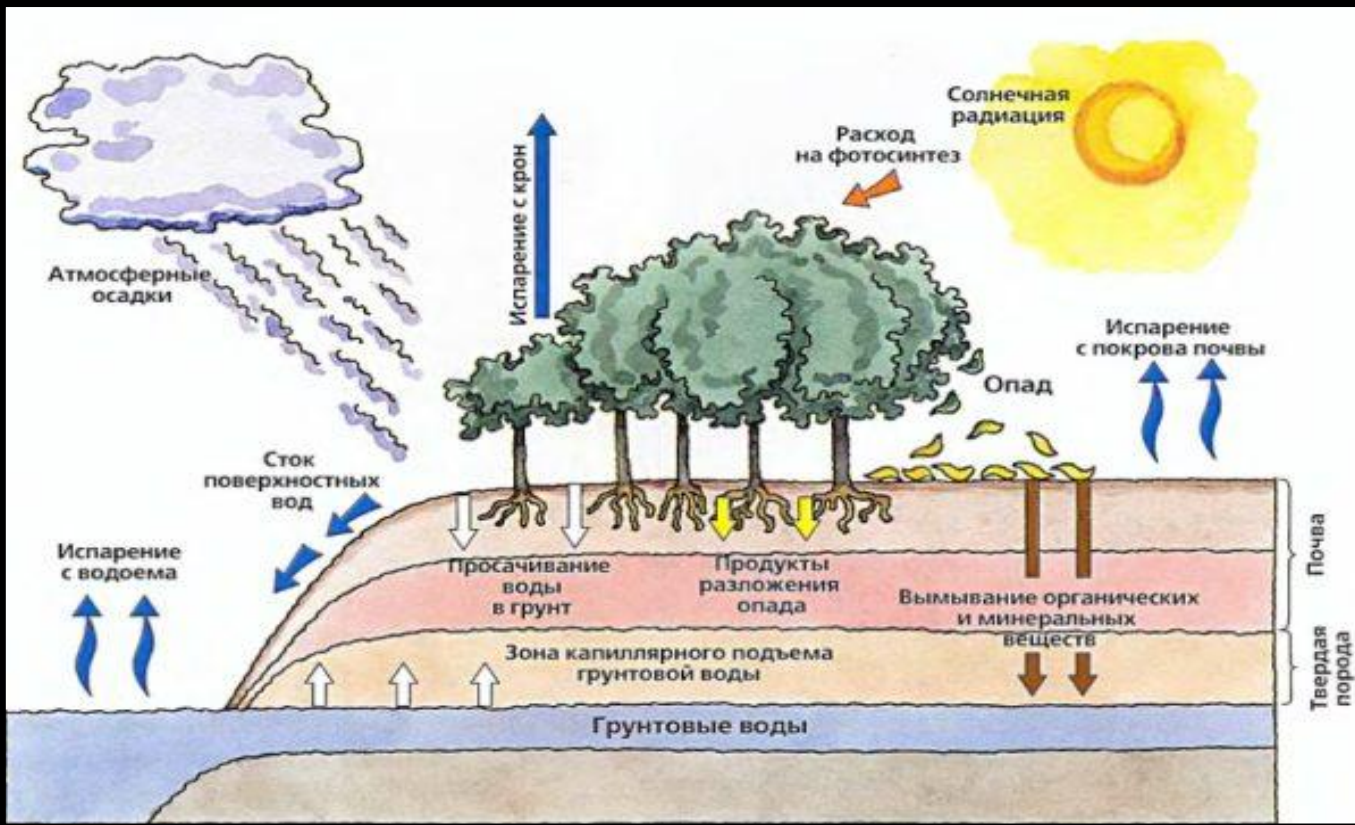
Движущей силой биологического круговорота веществ является деятельность живых организмов. Он является частью большого и происходит в пределах биосферы на уровне экосистем. Состоит малый круговорот в том, что питательные вещества, вода и углерод аккумулируются в веществе растений (автотрофы), расходуются на построение тел и жизненные процессы, как растений, так и других организмов (как правило, животных - гетеротрофов), которые поедают эти растения. Продукты распада органического вещества под действием деструкторов и микроорганизмов (бактерии, грибы, черви) вновь разлагаются до минеральных компонентов. Эти неорганические вещества могут быть вновь использованы для синтеза автотрофами органических веществ.

В биогеохимических круговоротах различают резервный фонд (вещества, которые не связаны с живыми организмами) и обменный фонд (вещества, которые связаны прямым обменом между организмами и их непосредственным окружением).

В зависимости от расположения резервного фонда биогеохимические круговороты делят на два типа:

Круговороты газового типа с резервным фондом веществ в атмосфере и гидросфере (круговороты углерода, кислорода, азота).

Круговороты осадочного типа с резервным фондом в земной коре (круговороты фосфора, кальция, железа и др.)



ОБОЛОЧКА ЗЕМЛИ	ПРОТЯЖЕННОСТЬ	ГРАНИЦЫ ЖИЗНИ	СТРОЕНИЕ И ЗНАЧЕНИЕ
Атмосфера	2-3 тыс. км	До 10 км - споры бактерий и грибов поднимаются на высоту до 20 км	Воздушная оболочка Земли. Тропосфера - нижний слой (15 км), включающий взвешенные водяные пары. Стратосфера - слой, лежащий выше тропосферы (до 40 км). Свободный $O_2$ превращается в $O_3$ , образующий озоновый экран, защищающий поверхность Земли от УФ-излучения. Ионосфера - слой, находящийся выше стратосферы, где преобладают разреженные газы.
Литосфера	30-70 км	6-8 м (до 100 м)	Твердая оболочка Земли. Верхняя часть состоит из осадочных горных пород. Нижняя часть образована гранитом и базальтом. На поверхности находится почва - слой, образуемый и изменяемый живыми организмами. Остатки живых организмов разлагаются в почве бактериями-редуцентами, которые включают химические элементы в круговорот веществ.
Гидросфера	70% поверхности планеты 11 км	До 11 км (Марианская впадина)	Водная оболочка Земли, расположенная между атмосферой и земной корой. Мировой океан имеет среднюю глубину 3,8 км; в нем растворены соединения до 100 химических элементов; особенно важны растворенные в воде $O_2$ и $CO_2$ , участвующие в фотосинтезе и дыхании. Живые организмы подразделяются на планктон и бентос. Планктон населяет толщу воды, а бентос прикреплен ко дну. Мировой океан влияет на климат (смягчает жару и холод). На дне происходят процессы отложения осадочных пород. Водоросли поглощают $CO_2$ и выделяют в воду $O_2$ .

Вырубка лесов, эрозия почв, различные горные выработки на поверхности уменьшают общую массу фотосинтеза и снижают круговорот кислорода на значительных территориях. Кроме того, на промышленные и бытовые нужды ежегодно расходуется 25 % кислорода, образующегося в результате ассимиляции (синтеза).

На сегодняшний день население больших городов работает и живет в крайне неблагоприятных экологических условиях. Экологически чистый воздух – роскошь для современных людей. Принимая во внимание все возрастающий уровень загрязнения окружающей среды, следует отметить, что содержание кислорода в атмосфере снижается, и приводит к недостатку его в организме человека. По последним научным данным все жители мегаполисов испытывают гипоксию, или хронический дефицит кислорода. Нормальное содержание кислорода в атмосфере 21%. В крупных городах оно может снижаться до 17%.

Со второй половины XX века вопросы, связанные с состоянием атмосферы и качеством атмосферного воздуха, входят в круг постоянно обсуждаемых экологических проблем. На национальном и международном уровне предпринимаются вполне конкретные практические шаги, связанные с охраной компонентов атмосферы и регуляции производства атмосферных загрязнителей.



Спасибо за внимание

