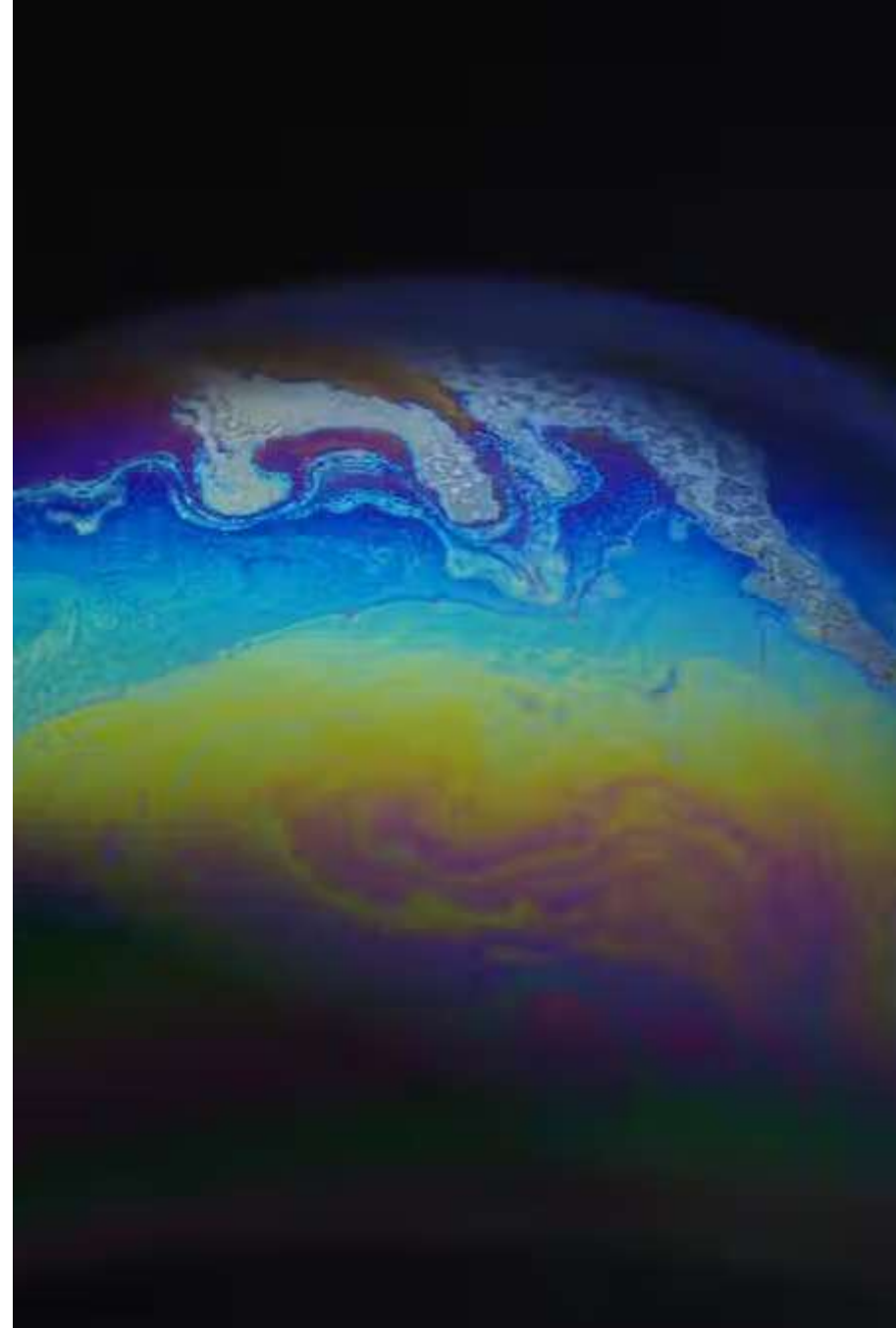


Основы аэродинамики ветротурбин

Лекция 4: Состав и эволюция атмосферы

Лектор: Байжұма Жандос Ескендірұлы



Состав современной атмосферы

Азот (78%)

Разбавитель кислорода, регулирует окислительные процессы и биологические циклы

Кислород (21%)

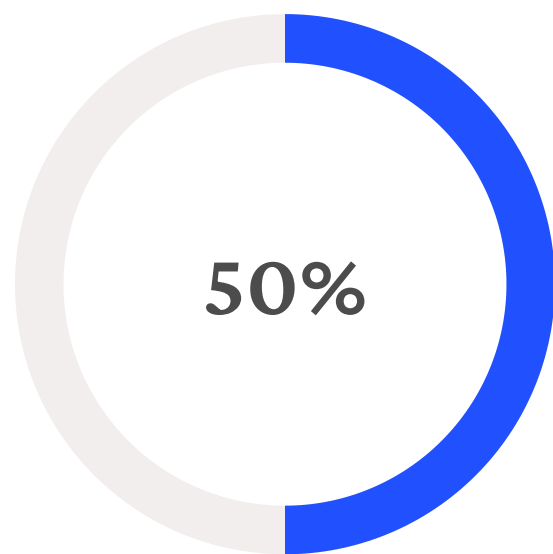
Необходим для дыхания и горения, обновляется за 3-4 тыс. лет

Другие газы

Аргон (0,93%), CO₂ (0,04%), неон, гелий, метан, озон

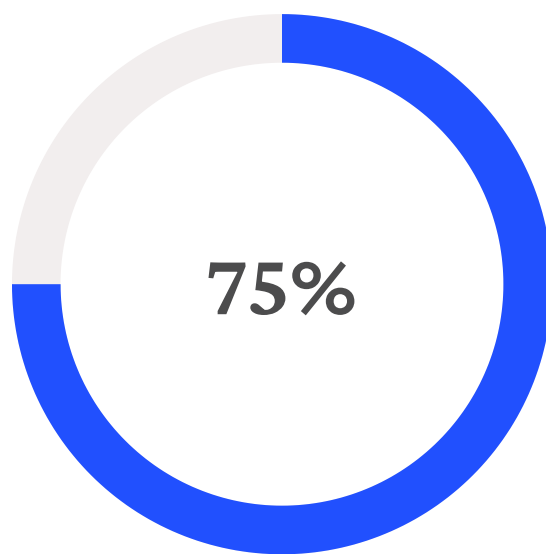


Распределение массы атмосферы



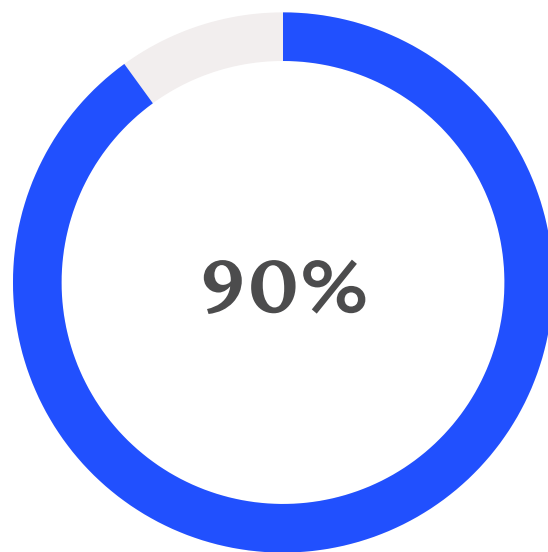
До 5 км

Половина массы атмосферы



До 10 км

Три четверти массы



До 16 км

Девять десятых массы

Атмосфера простирается до **3000 км** от поверхности Земли, следы прослеживаются до **10 000 км**.

Плотность атмосферы неравномерна — основная масса сосредоточена в нижних слоях.

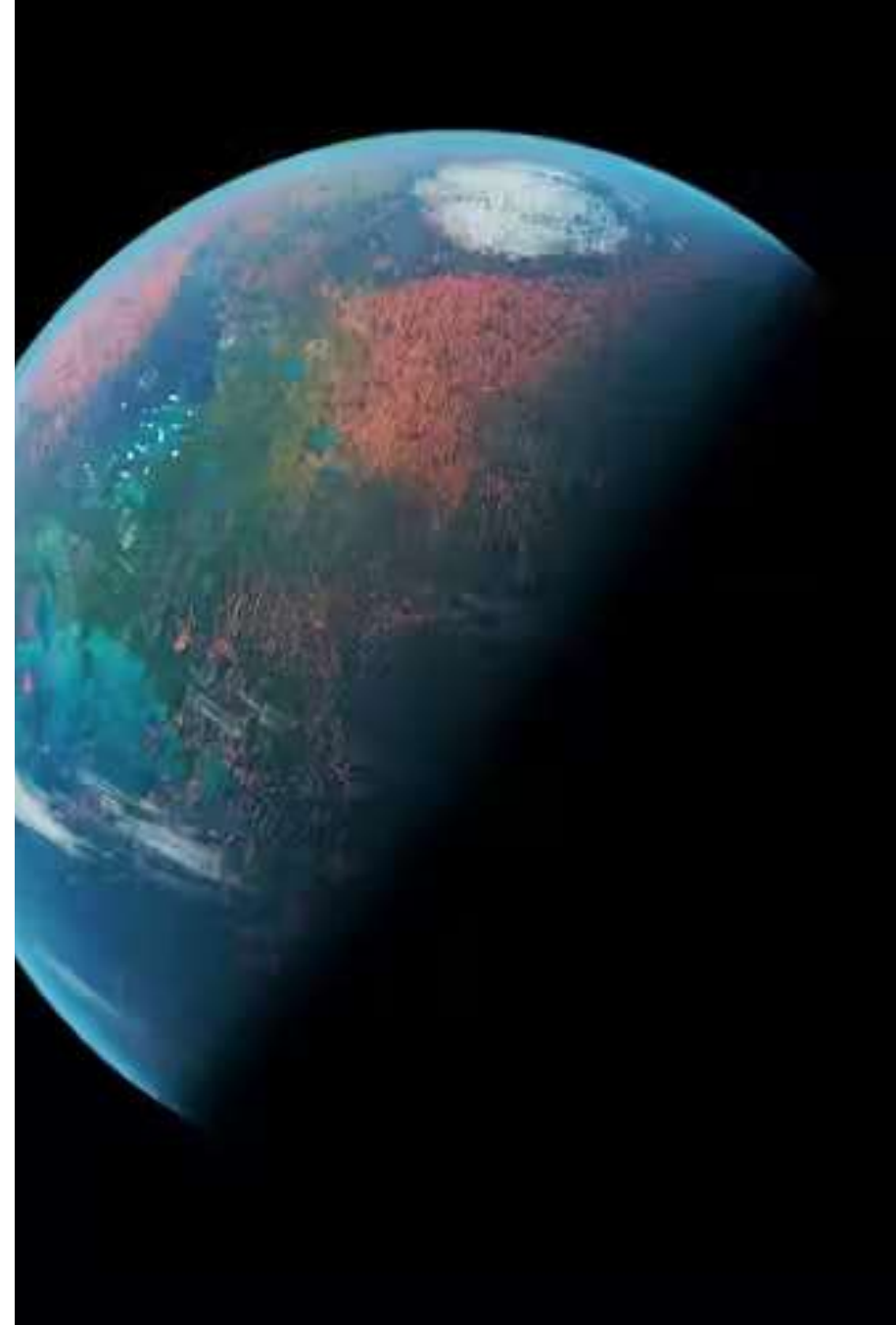
Геохимические циклы основных газов



Современная атмосфера — продукт живого вещества биосферы. Кислород усваивается организмами за ~2 тыс. лет, углекислота — за 300-395 лет.

Эволюция атмосферы Земли

- 1** — Первичная атмосфера
Водяные пары, водород, аммиак. CO_2 составлял 98%
- 2** — Углекислая атмосфера
Вулканические извержения, дегазация мантии
- 3** — Появление O_2
1,8-2 млрд лет назад, фотосинтез зелёных растений
- 4** — Современная атмосфера
Азотно-кислородная, 78% N_2 и 21% O_2



Вертикальное строение атмосферы

Тропосфера (0-17 км)

80% воздуха, весь водяной пар. Температура падает до -70°C

Стратосфера (17-55 км)

20% воздуха, озоновый слой на высоте 22-27 км

Мезосфера (55-80 км)

Температура падает до -90°C , серебристые облака

Термосфера (80-800 км)

Разреженный газ, температура до $+1500^{\circ}\text{C}$, полярные сияния

Экзосфера (>800 км)

Рассеивание ионизированного газа в космос

Горизонтальная структура атмосферы

Приземный слой

Нижний слой тропосферы, непосредственно примыкающий к земной поверхности

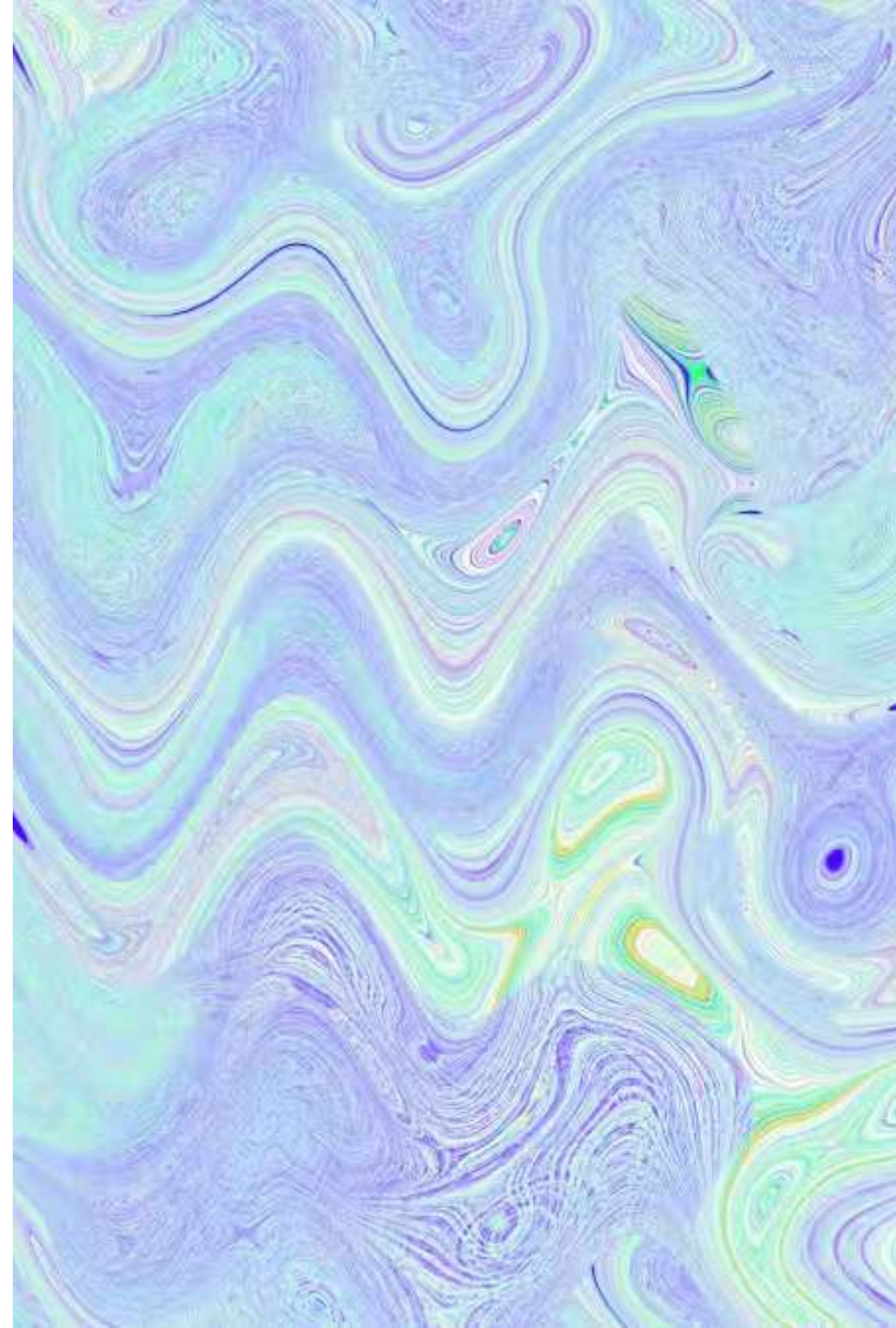
Слой трения (до 1000 м)

Уменьшается скорость ветра, меняется направление, влияет на циркуляцию

Воздушные массы

Тропосфера расчленяется на воздушные массы с индивидуальными свойствами (температура, влажность)

Горизонтальное распространение — тысячи километров



Ключевые выводы

Состав атмосферы

78% азота, 21% кислорода — результат миллиардов лет эволюции

Биогенное происхождение

Современная атмосфера — продукт живого вещества биосферы

Вертикальная структура

Пять основных слоёв с различными физическими свойствами

Динамическая система

Непрерывные геохимические циклы и обмен веществ

Контрольные вопросы и рекомендованная литература

Контрольные вопросы

- Какие основные газы входят в состав современной атмосферы и каково их процентное соотношение?
- Опишите ключевые этапы эволюции земной атмосферы и факторы, влиявшие на её изменение.
- Назовите и кратко охарактеризуйте основные вертикальные слои атмосферы Земли (тропосфера, стратосфера и т.д.).
- В чем заключается суть геохимических циклов кислорода и углерода в атмосфере?

Рекомендованная литература

- Wallace, J. M., & Hobbs, P. V. *"Atmospheric Science: An Introductory Survey."* Academic Press.
- Andrews, D. G. *"An Introduction to Atmospheric Physics."* Cambridge University Press.
- Seinfeld, J. H., & Pandis, S. N. *"Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change."* John Wiley & Sons.