

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ КЛИМАТА К РОСТУ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА УМЕНЬШАЕТСЯ С УВЕЛИЧЕНИЕМ КОНЦЕНТРАЦИИ ВОДЯНОГО ПАРА В АТМОСФЕРЕ

Абдусаматов Х.И.

*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург
abduss@gaoran.ru*

Вследствие значительного перекрытия спектральных полос поглощения водяного пара и углекислого газа в пределах окна прозрачности атмосферы чувствительность климата к росту содержанию углекислого газа в атмосфере уменьшается в результате значительного увеличения концентрации водяного пара непосредственно в самых нижних приповерхностных слоях тропосферы во время потепления.

Естественные содержания как H₂O, так и CO₂ в атмосфере в соответствии с соотношением Клапейрона-Клаузиуса и законом Генри значительно варьируются в зависимости от изменений климата, увеличиваясь до максимального уровня во время потепления и снижаясь до минимального уровня в ледниковых периодах, что приводит к сужению и расширению соответственно пропускания атмосферы теплового излучения поверхности в космос через окно прозрачности. Кроме того, они дополнительно значительно усиливают и ослабляют соответственно влияние парникового эффекта на изменение температуры.

Долговременный рост (порядка 4 Вт/м²) солнечной постоянной (СП) в фазе роста квазидвухвекового цикла с запаздыванием (~30±10 лет), определяемой термической инерцией Мирового океана при глубине его активного слоя 750±250 м, приведет к незначительному естественному устойчивому росту (порядка 0.2 К) температуры

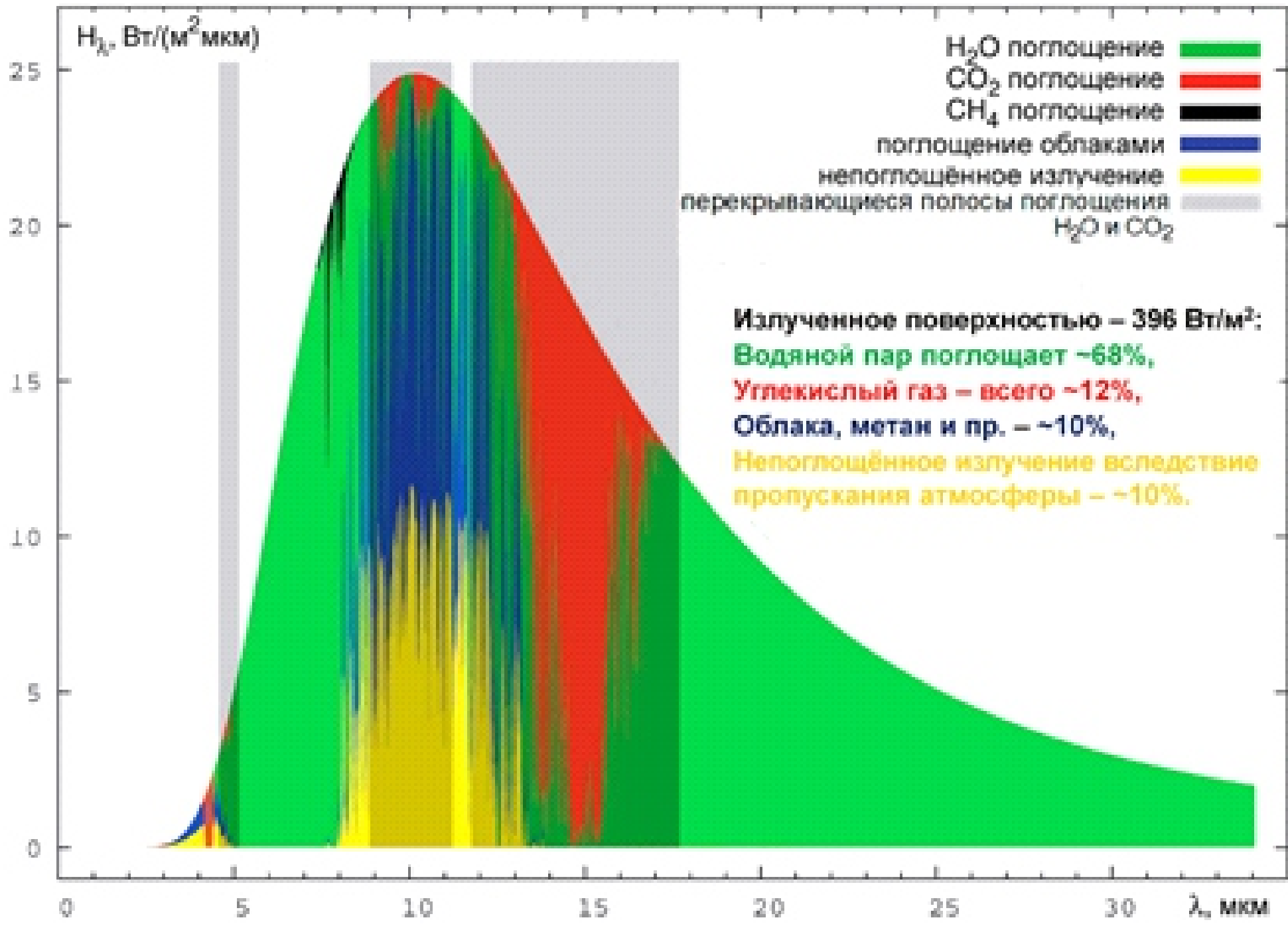
$$\Delta T_e = \frac{\Delta S_{\odot}(1 - A_{BE} - \Delta A_{BE}) - \Delta A_{BE}S_{\odot}}{16\sigma T_e^3},$$

где S_⊙ – СП, ΔS_⊙ – приращение СП, A_{BE} – альбеда Бонда планеты, ΔA_{BE} – его приращение, σ – постоянная Стефана-Больцмана, T_e – эффективная температура Земли, ΔT_e – ее приращение.

Величины энергии, поглощенной CO₂ и H₂O, в наши дни составляют примерно 80% от интегральной мощности собственного теплового излучения поверхности Земли. Из них около 68% приходится на спектральные полосы поглощения H₂O и только около 12% – на долю CO₂. Такая пропорция обусловлена частичным перекрытием их полос поглощения и постоянством влагосодержания в атмосфере при малых вариациях температуры и давления. Следовательно, поглощение атмосферы для теплового излучения поверхности Земли определяется главным образом концентрацией H₂O, при второстепенной значимости концентрации CO₂. При этом окно прозрачности атмосферы пропускает в космическое пространство порядка 10% теплового излучения поверхности, оставшиеся примерно 10% приходятся на поглощение облаками, а также на молекулы других малых парниковых газов. Естественное повышение температуры в фазе роста СП квазидвухвекового цикла приводит к увеличению общей средней концентрации как H₂O, так и CO₂ в атмосфере. Однако из-за существенного перекрытия спектральных полос поглощения H₂O и CO₂ друг с другом в диапазонах ~4-5, ~9-11 и ~12-18 мкм поглощение теплового излучения поверхности с повышением температуры происходит не пропорционально увеличению их абсолютных концентраций в атмосфере. Поскольку, согласно вертикальным профилям объемных концентраций H₂O и CO₂ в атмосфере, даже незначительное одновременное увеличение их общей средней концентрации при нагревании приводит к резкому увеличению концентрации H₂O непосредственно в приповерхностном слое атмосферы с равномерным ростом концентрации CO₂ по высоте. Это обусловлено тем, что почти весь H₂O атмосферы, в отличие от CO₂, равномерно перемешанного до высот 60-80 км, концентрируется в тропосфере и имеет максимальную концентрацию непосредственно в приповерхностном слое, уменьшаясь очень резко с высотой. В результате перенос теплового излучения земной поверхности в атмосферу заметно меняется благодаря существенному перекрытию их спектральных полос поглощения.

Это приводит к значительным изменениям в переносе длинноволнового излучения поверхности Земли H₂O. Резкое увеличение непосредственно в приповерхностном слое атмосферы отношения плотности объемных концентраций H₂O к CO₂ при нагреве приводит к относительному увеличению доли поглощения H₂O поверхностного теплового излучения в перекрывающихся спектральных полосах поглощения в пределах окна прозрачности атмосферы. Изменения в спектре поглощения, соответствующие увеличению общей концентрации H₂O в атмосфере на 7% и CO₂ с 350 до 420 ppmV во время потепления, были смоделированы с фиксированной облачностью в проведенных расчетах.

Спектральная плотность теплового излучения поверхности, как АЧТ.



В результате чувствительность климата к содержанию растущего CO₂ в атмосфере уменьшается со значительным увеличением концентрации H₂O непосредственно в приповерхностном слое атмосферы при потеплении и CO₂ непосредственно в приповерхностном слое атмосферы в H₂O тонет. При этом доля поверхностного теплового излучения, поглощаемого CO₂ в перекрывающихся участках спектральных полос поглощения окна прозрачности атмосферы, практически не увеличивается из-за повышенного поглощения резко увеличенными молекулами H₂O непосредственно в самых нижних приповерхностных слоях тропосферы. В результате увеличение общей (суммарной) концентрации H₂O в атмосфере снижает ожидаемый рост общего эффекта абсолютного увеличения концентрации CO₂ во всей атмосфере (при его нынешнем высоком уровне концентрации более 415 ppmV) на тепловой режим планеты. В диапазонах длин волн окон прозрачности атмосферы CO₂, имеющий относительно слабые полосы поглощения, практически не сможет дополнительно значительно увеличить поглощение теплового излучения поверхности из-за одновременного параллельного резкого увеличения концентрации H₂O во время потепления непосредственно в приповерхностном слое атмосферы.

Поэтому при увеличении концентрации CO₂ в атмосфере практически невозможно ожидать значительного дополнительного увеличения им поглощения поверхностного теплового излучения. Поскольку «Величины природных потоков (CO₂, H₂O, пыль) из океана и с суши в атмосферу (M_{in}) и из атмосферы (M_{out}) в океан и на сушу измеряются десятками миллиардов тонн в год и многократно превышают выбросы этих веществ в атмосферу (M_{атп}) в результате деятельности человека, в частности сжигания каменного угля и жидкого топлива, полученного из нефти и газа. Общее содержание углекислого газа в океане в 50 раз больше, чем в атмосфере, и даже слабое дыхание океана может драматически менять уровень углекислого газа в атмосфере» (*Нигматулин Р.И. Океан: климат, ресурсы, природные катастрофы // Вестник РАН. 2010. Том. 80. С. 675-687*).

Ничтожные воздействия, которые человечество оказывает на атмосферу эмиссией CO₂, приводят к незначительным последствиям. Остающийся естественный избыток CO₂ в атмосфере превышает рост его выбросов в результате деятельности человека.

Таким образом, чувствительность климата к росту содержания CO₂ в атмосфере вследствие значительного перекрытия спектральных полос поглощения H₂O и CO₂ в пределах окна прозрачности атмосферы уменьшается в результате еще более значительного увеличения концентрации H₂O непосредственно в самых нижних приповерхностных слоях тропосферы во время потепления. В результате даже незначительное увеличение общей средней концентрации H₂O в атмосфере значительно усиливает поглощение длинноволновой радиации непосредственно в приповерхностном слое атмосферы, уменьшая тем самым влияние роста концентрации CO₂ на термический режим планеты. Рост концентрации H₂O делает температуру менее чувствительной к увеличению содержания CO₂ в атмосфере при потеплении и при дальнейшем повышении концентрации CO₂ практически невозможно ожидать существенного дополнительного увеличения им поглощения излучения поверхности Земли. Поэтому воздействие CO₂ на изменение климата является вторичным и незначительным (при его нынешнем высоком уровне более 415 ppmV) по сравнению с последствиями долгосрочного изменения мощности солнечного излучения квазидвухвекового цикла на внешней границе атмосферы, являющегося основным фактором изменения температуры, а не наоборот – вариации концентрации CO₂.

Выражаю благодарность А.А. Муштукову за помощь в предварительном проведении расчетного моделирования изменений спектра поглощения H₂O и CO₂ при одновременном небольшом увеличении их содержания в атмосфере при нагревании.

Вертикальные профили объемных концентраций H₂O и CO₂ в атмосфере.

