

УДК 551.481.1

В.А. КриворучкоДонецкий национальный технический университет, г. Донецк
кафедра компьютерных систем мониторинга**ОБ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ, КОНВЕКЦИОННОЙ И СТОХАСТИЧЕСКОЙ
СОСТАВЛЯЮЩИХ ПАРНИКОВОГО ЭФФЕКТА****Аннотация.**

Криворучко В.А. Об энергетической, конвекционной и стохастической составляющих парникового эффекта. Проанализированы причины несостоятельности теории парникового эффекта [1], дающей прогноз резкого потепления с увеличением содержания в атмосфере парниковых газов. Критически обсуждены теория парникового эффекта, связывающая колебания альbedo поверхности [2, 3] с влагозапасом, изменяющимся стохастически, и термодинамическая теория [4, 5], учитывающая на основе законов физики конвекцию газов и другие процессы в тропосфере. Намечены пути их развития

Ключевые слова: парниковый эффект, парниковые газы, солнечная постоянная, альbedo, конвекция, нелинейные обратные связи, периодичность.

Введение.

В планетной системе основным источником энергии является солнечная радиация. Её суммарный энергетический поток, приходящийся в единицу времени на единицу фронтальной площади называется солнечной постоянной S . Для каждой планеты она зависит от расстояния до Солнца. У Земли она изменяется от 1,412 кВт/м² в перигелии (начало января) до 1,321 кВт/м² в апогелии (начало июля), на 6,9%. За среднюю температуру планеты T_{ss} , определяемую солнечной энергией, берут то её значение, при которой планета излучает столько же энергии, сколько получает, $T_{ss} = \sqrt[4]{S/4\sigma}$, σ – постоянная Стефана – Больцмана. Поглощает энергию видимая площадь планеты, а вся её поверхность излучает при температуре T_{ss} . Для Земли $T_{ss} = 273,2$ К. Это на 15 градусов ниже средней температуры поверхности $T_s = 288,2$ К. В наблюдаемой величине нагрева поверхности проявляется парниковый эффект. Задача теории объяснить величину потепления и предсказать её изменения на будущее.

1. Объяснение потепления парниковыми газами

Идеи о нагреве земной поверхности парниковыми газами высказывались Фурье в начале XIX и Аррениусом [6] в конце XIX века. Они обнаружили, что молекулы CO₂ способны нагреваться за счёт поглощения инфракрасного излучения, идущего, например, от поверхности Земли. Поскольку 75% энергии солнечного излучения приходится на длины волн 400 – 1500 нм, а 75% земная

поверхность излучает в инфракрасном спектре, 7,8 – 28 мкм, в котором поглощают парниковые газы (CO_2 , H_2O , O_3 и др.), нижние слои тропосферы разогреваются. Эта очевидная гипотеза принимается на веру, без проверки, и температурный баланс Земли увязывается с химическим составом атмосферы.

Автор такой теории А. В. Карнаухов [1] обращает внимание на процессы в живой и неживой природе, формирующие химический состав атмосферы и, соответственно, температурный баланс Земли. Его вывод о недостаточности биосферных механизмов изыятия CO_2 из атмосферы увязан с существованием потенциально опасных источников CO_2 в неживой природе, которые могут активизироваться при повышении средней планетарной температуры Земли. Например, извлечением его при нагревании из вод океана, в котором его в 100 раз больше, чем в атмосфере. Важно, что и устойчивость природных систем, поддерживающих стабильность химического состава атмосферы, нарушена вследствие разрушения человеком климатообразующих биоценозов. Поэтому линейная интерполяция «очевидной гипотезы» при нарушении устойчивости химического состава атмосферы (рост концентрации парниковых газов CO_2 и H_2O) точно предскажет необратимое изменение климата Земли, результатом которого станет повышение средне планетарной температуры до 100-150 °С и выше. Это сделает невозможным существование жизни на нашей планете (по крайней мере, в ее нынешней форме). Указанная интерполяция затрагивает последние сотни тысяч лет, но не учитывает последние миллиарды лет.

Реально же весь кислород на Земле имеет биогенное происхождение. А весь неокисленный углерод, который мы сейчас сжигаем, когда-то был в атмосфере, но никаких парниковых катастроф не было. В теории говорится о возможном усилении положительных обратных связей, но не учитываются отрицательные обратные связи, как конвекция газов, изменение характера течений океанов, атмосферные циркуляции, и др. Если многое не учтено, то что можно сказать об этой "простой аналитической" статистической модели, пусть и подтвержденной данными на период менее миллиона лет? А по словам автора, в пределах погрешности линеаризации это ничтожно малым срок. То есть, реально, эта теория «видит» только то, что хочет.

Априори, эта теория, не способна предсказывать то, чего ещё не было. Более того, неверно само понимание парникового эффекта, как «тепличного». Уже открытие окна выравнивает температуру внутри и снаружи. Очевидно, что Земля с её атмосферой – это открытая система.

Её автор, часто без обоснований с точки зрения физики, указывает на повышение температуры на Земле, в одном случае, на 100 °С, а в другом – до порядка 500 °С. Но в последнем случае общая мощность излучения с Земли увеличится практически на порядок. А стабильность температурного режима планеты определяет баланс поступающей энергии и энергии переизлучения. Он отвечает спектроскопической температуре Земли $T_{ss} = 273,2$ К и Венеры $T_{ss} = 327,7$ К. Такое количество энергии могла бы удержать мощная атмосфера, как у Венеры, для чего нужно было бы испарить воды океана Земли. Но в

физической теории парникового эффекта Сорохтина, рассмотренной ниже, предсказывается охлаждение поверхности при увеличении CO_2 в атмосфере.

В [1] утверждается, что из-за окон непрозрачности у углекислого газа возникает «парниковый эффект». Но у каждого газа свой спектр поглощения, однако на соответствующих частотах все газы и переизлучают. Более того, теплопроводность газов, включая CO_2 , выше энергии излучения. В итоге, к открытой системе теория парникового эффекта в таком виде не применима.

К сожалению, сейчас, эта теория, является доминирующей в заключенных межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), организации ГРИНПИС [7], программы ООН по окружающей среде (ЮНЭП). Она была поддержана решениями известных Международных экологических конгрессов в Рио-де-Жанейро в 1992 г. и в Киото, Япония, в 1997 г.

2. Парниковый эффект, альbedo и влагозапас суши

В [2, 3] физик В. Найдёнов и географ В.Швейкина предложили новую концепцию глобального потепления климата, в которой главную роль играет возрастающая сейчас влажность суши. В ней учтено влияние вод суши на её альbedo, способность отражать свет, а, в итоге, и на «глобальное потепление климата Земли». Используется зависимость альbedo суши от уровня осадков: альbedo сухой дерново-влагоподзолистой суперпесчаной почвы 0,18 – 0,24, влажной 0,16 – 0,18, мокрой 0,11 - 0,16, сильно пропитанной водой 0,08 – 0,11. Поэтому увлажнение обширных территорий должно привести к уменьшению альbedo и увеличению температуры. Эффектами уменьшения альbedo суши с ростом влагозапасов и увеличения теплоемкости влажной подстилающей поверхности объяснена возможность уменьшения температуры в период теплого времени года. А в осенне-зимний период, когда эти составляющие действуют в одном направлении (суша обогревает атмосферу в этот период), тогда потепление будет наибольшим, что и оправдывает очень большой тренд температуры (4,7 °C за 100 лет) в это время года.

Из объяснённых так сезонных отклонений от нормы, они сделали вывод, что "тепловая" угроза глобального потепления климата Земли реальна. Но она является следствием естественных природных процессов, а не результатом сжигания природного топлива. Снижение же антропогенных выбросов CO_2 вряд ли приведет к заметному падению глобальных температур воздуха.

Математическая модель климата [2, 3] включает уравнения теплового и водного баланса, динамики речного стока. Эта система уравнений может быть сведена к системе нелинейных осцилляторов типа Дуффинга и Ван дер Поля, для которой характерно существование хаотических решений [2].

Предложенная нелинейная модель климата не только демонстрирует его неустойчивость, но и указывает на хаотические автоколебания с существенной амплитудой изменения глобальной температуры, влагозапаса суши, речного стока и концентрации диоксида углерода в атмосфере.

По сути, это означает, что планета либо постоянно переохлаждается, либо перегревается (потепление и увлажнение, усиленное развитие растительного

покрова – режим “влажный и зеленый” Земли). Причиной хаотических автоколебаний климата является нелинейная зависимость теплоемкости и альbedo суши от ее влаgoзапасов. Анализ теплового режима планеты показал, что синхронное и синфазное увеличение (уменьшение) влаgoзапасов всех континентов приводит к уменьшению (увеличению) планетарного альbedo и к резкому, внезапному увеличению (уменьшению) глобальной температуры приземного слоя атмосферы и изменению климата Земли. При изменении влаgoзапасов одного или двух континентов T_s изменяется не столь резко.

Вопрос о том, как будет меняться альbedo Земли, особенно облаков, в этой теории, вследствие возможного глобального потепления, является одним из наиболее сложных и не решённых вопросов. С одной стороны, совершенно правы, когда говорят, что “при разогреве атмосферы увеличится испарение воды”, с другой стороны, увеличение количества водяных паров в атмосфере не обязательно должно приводить к увеличению количества облаков.

Метеорологи объясняют это тем, что в условиях теплого климата рост дождевых капель происходит быстрее и влаге труднее удержаться в воздухе в виде облаков. Поэтому уменьшение альbedo (отражательной способности) Земли в результате глобального потепления представляется даже более вероятным сценарием. Впрочем, следует заметить, что изменение альbedo по мере роста глобальной температуры может происходить немонокотонно в силу нелинейности климатической системы. Поэтому уточнение математических моделей на основе сбора с помощью спутников данных об изменении альbedo по мере роста глобальной температуры представляется весьма важным для получения более точных оценок будущих климатических изменений.

Таким образом, в этой теории климата и глобальное потепление, и похолодание, а также резкие изменения концентрации диоксида углерода в атмосфере объясняются естественными природными процессами.

3. Адиабатическая теория парникового эффекта

Теория О.Г. Сорохтина [4, 5] отличается от предыдущих тем, что она опирается на закономерности, следующие из фундаментальных физических законов, одним из которых является закон сохранения энергии.

Естественно, что физическая теория Сорохтина учитывает солнечную постоянную, но не отражает изменения альbedo, ниже станет ясно, почему. Её предметом исследования являются термодинамические величины: давление, теплоёмкость и температура, усреднённые по планете. Теория эффективно учитывает конвективный вынос энергии в лежащие выше слои тропосферы, сдвигая вверх уровень, которому соответствует на орбите Земли температура теплового равновесия $T_{ss} = 273,2$ К. С этого уровня в мировое пространство излучается столько же энергии, сколько поступает от Солнца независимо от альbedo, в полном соответствии с законом сохранения энергии. А задержка вследствие парникового эффекта энергии вблизи Земли порождает стабильный градиент температуры в направлении её поверхности, зависящий от состава и давления атмосферы. Учтённый таким образом тепловой баланс Земли зависит

от среднего альбеда, а изменение и химического состава атмосферы, и парциальных давлений её составляющих, и теплоёмкостей изменяют только положение указанного выше уровня. Поскольку эта теория фактически описывает стационарные потоки энергии, то, возможно, более точно было бы ее называть не адиабатической, а политропической.

В результирующей формуле этой теории показано, что распределение температуры в «плотной», при $p > 0,2$ атм, тропосфере планеты зависит функционально от её давления на соответствующей высоте

$$T_h = b^\alpha \sqrt[4]{\frac{S(1-A)}{4\sigma \left(1 - \frac{2\Psi}{\pi} \cdot \frac{\cos\Psi}{1+\cos\Psi}\right)}} \cdot \left(\frac{p_h}{p_0}\right)^\alpha.$$

Здесь σ – постоянная Стефана-Больцмана; b – тарировочный (подгоночный) коэффициент, определяемый по заданной температуре поверхности планеты T_s в градусах Кельвина, (для Земли $T_s = 288,2$ K), солнечной постоянной S , углу прецессии Ψ (для Земли $\Psi = 23,44^\circ$), альбеда планеты A (для Земли $A \approx 0,3$), при $p_0 = 1$ атм. и показателю адиабаты: для Земли $\alpha = 0,1905$. В этом случае $b^\alpha = 1,093$. При угле прецессии Земли $\Psi = 23,44^\circ$, коэффициент в знаменателе формулы (2) оказывается равным 3,502, вместо 4 в классической формуле Больцмана. Изменение процентного состава атмосферы сказывается в теории Сорохнина на значении «показателя адиабаты» α .

Следствием полученной зависимости является парадоксальный, на первый взгляд, вывод, что поглощение инфракрасного излучения в тропосфере не повышает, а, наоборот, снижает температуру планетной тропосферы. Это физически объясняется высокой эффективностью конвективного выноса тепла от поверхности планеты в высшие слои атмосферы, откуда уже радиационным путём этот запас энергия быстро удаляется в космос. Эта формула верно воспроизводит и временные интервалы ледниковых периодов [4, 5].

Выводы.

В модели А. В. Карнаухова преувеличена роль парниковых газов. В его теории применяется простейшая аналитическая интерполяционная модель, проводится не обоснованно долгосрочная экстраполяция и неоправданно отбрасывается всё, что касается влияния сложных процессов взаимодействия системы океан-атмосфера. Временные ряды отражают закономерности охваченных ими интервалов только при неизменных условиях. Поэтому их экстраполяция на новые условия не гарантирует сохранение действующих закономерностей и требует соответствующего физического обоснования. Следует заключить, что основанная на временных корреляциях теория парникового эффекта Найдёнова не применима для долгосрочных прогнозов.

По модели В. Найдёнова и В. Швейкиной можно сделать вывод, что в ней определяющими факторами является альбеда суши, океана и облаков. Верный учёт в ней нелинейных отрицательных обратных связей и случайных «возмущений» включает стохастический процесс. В решениях её уравнений

имеются и стабильные состояния, и области их притяжения. Но решаемые в ней задачи нелинейного осциллятора, для постоянных значений параметров, охватывают не большие временные интервалы, от десятка до сотен лет. Эта теория применима, в принципе, и для предсказания погодных условий.

В модели О.Г. Сорохтина проявляется универсальность использованного им термодинамического метода, который верно отражает тепловой баланс, независимо от сложности процессов, стоящих за образующими его тепловыми потоками. Эти законы универсальны и остаются верными при изменившихся положениях и эклиптики (гармоники циклов Миланковича), и оси вращения (автоколебания Земли относительно эклиптики), в результате их прецессии. В этой теории становится понятно, как астрономические события влияют на климат, если по геологическим данным на основе изотопного анализа удаётся восстановить состав атмосферы.

Из проведенного анализа следует, что для прогнозов на близкие перспективы следует развивать стохастический подход Найдёнова, а в средней и длительной перспективе стоит доверять термодинамическим методам при соответствующем учёте и прецессии оси вращения, и прецессии орбиты Земли, и циклов солнечной активности.

Проведенный анализ выявляет ошибочность модели А. В. Карнаухова, и позволяет рассматривать модели О.Г. Сорохтина и В. Найдёнова, как перспективные модели для развития. В первой модели сомнительно применение одной и той же величины, теплозапаса атмосферы, в формулах (4) и (4') [4], что позволило исключить её из конечной формулы, а во второй, по моему обоснованнее было бы теплоёмкость поверхности заметить на тепловой поток через неё с последующими упрощениями.

Я больше склоняюсь к модели В. Найдёнова и В. Швейкиной, которую буду использовать как основу своей модели.

Список литературы

1. Карнаухов А.В. К вопросу об устойчивости химического состава атмосферы и теплового баланса Земли. //Биофизика, 1994, Т. 39, №1, С. 148-152. г.
2. Найденов В. И., Швейкина В. И. Проблемы нелинейной гидрологии. // Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева. Сер. Новые идеи и гипотезы, 1998, Т XLII, № 3. С. 102 – 116.
3. Найденов В. И., Кожевникова И. А. Гидрофизический механизм эффекта Харста. //Доклады РАН, 2000, №1 С.87.
4. Сорохтин О.Г. Что же нам грозит: глобальное потепление или глобальное похолодание климата // Вестник Российской академии естественных наук, 2010, № 4, С. 23 – 32.
5. Сорохтин О.Г. Эволюция климата Земли и происхождение ледниковых эпох // Вестник РАН. 2006, Т. 76, № 8. С. 699 – 706.
6. Arrhenius S. On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground // Phil. Mag. 1896, Vol. 41. P. 237 – 276.