УДК 504.7

***Жмакин В.М.,***
заслуженный геолог РФ, Б. начальник Управления
по рациональному использованию минерально-сырьевой базы
Министерства экологии и природопользования Московской области
Правительства Московской области

# ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ ПАРНИКОВОГО ЭФФЕКТА ОТ $H_2O$ И $CO_2$ В АТМОСФЕРЕ В КОНТЕКСТЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЪЕКТИВИЗАЦИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В СФЕРЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*Светлой памяти брата*
*Александра Максимовича Жмакина*
*посвящаю*

*Аннотация. В статье рассматривается один из природно-географических факторов внешней среды, научная оценка которого может существенно влиять на объективность принятия управленческих решений, направленных на повышение уровня экологической безопасности. Анализируется состояние и влияние парникового эффекта на климат Земли с его оценкой через удельные парниковые показатели $H_2O$ и $CO_2$.*

*Ключевые слова: управленческое решение, природно-географический фактор макроокружения, экологическая безопасность, парниковый эффект, планеты, углекислый газ, водяной пар, температура, влажность, удельный парниковый показатель, равновесие, ранний архей.*

В данной статье рассматривается изменение климатических условий при антропогенном воздействии как одном из аспектов природно-географических факторов влияющих на экологическую безопасность. Само понятие антропогенное воздействие указывает, что возникновение и разрешение проблемы находится в области принятия управленческих решений. Вместе с тем для принятия компетентных управленческих решений необходима достоверная информация о рассматриваемой проблеме. В настоящее время информация о влиянии парникового эффекта на климат Земли в связи с возрастающим промышленным выбросом $CO_2$ в атмосферу поступает в соответствующие органы управления из самых разных источников (не всегда научных). При этом даже в научных кругах выражаются диаметрально противоположные точки зрения [2, 5, 6, 9], которые дезориентируют управленческие структуры в выборе оптимальных решений, направленных на обеспечение экологической безопасности.

Наличие противоположных оценок влияния парникового эффекта на климат Земли в связи с возрастающим промышленным выбросом $CO_2$ в атмосферу обусловлено во многом различной трактовкой понятия «парниковый эффект» и отсутствием объективных данных о его величине. Под парниковым эффектом здесь понимается превышение радиационной температуры в атмосфере у поверхности за счёт поглощения газами солнечного и отражённого от планеты излучения с замедлением её остывания. Все виды переноса тепла лишь обусловлены солнечной радиацией и парниковым эффектом и должны рассматриваться отдельно. Основными парниковыми газами на внутренних планетах являются $CO_2$ и $H_2O$. Их влияние на температуру планет и рассмотрено ниже.

**Суточные температурные равновесия и причины утреннего минимума.**

Радиационный баланс земной поверхности (R) выражается уравнением:

$$R = (I \times \sin h + i)(1 - A) - Ee \text{ [1,8].}$$

где I — интенсивность прямой радиации, i — интенсивность рассеянной радиации, h — высота Солнца над горизонтом в градусах, A — альбедо, Ee — эффективное излучение, равное Ee = Es − Ea, Es — излучение земной поверхности и Ea — противоизлучение атмосферы. При высоте Солнца над горизонтом в 10−15 градусов радиационный баланс поверхности утром изменяется с отрицательного на положительный, а вечером — наоборот [8]. Для момента равновесия R=0, тогда $Es = (I \times \sin h + i)(1 - A) + Ea$. Оптическая толщина атмосферы в это время возрастает в несколько раз по сравнению с полуденной. За счёт увеличения её толщины и достигается равновесие. Температуры поверхности суши и прилегающего воздуха также выравниваются, из-за чего практически прекращается конвекционный и турбулентный перенос тепла. Суточный тепловой процесс безоблачного летнего дня состоит из медленного утреннего нагревания с повышением температуры до максимума, послеполуденного замедленного остывания из-за снижающегося притока тепла и ночного охлаждения до минимума. Отсюда равновесие будет средней величиной между экстремумами с учётом длительности процессов как для поверхности, так и для приземной атмосферы. При избытке не поглощённой атмосферой солнечной радиации происходит более высокое нагревание поверхности (Земля, Марс), чем воздуха, а к утру больший минимум выявляется на поверхности, поэтому для равновесия при разной длительности дня и ночи:

$$(Tmax.xd_A + Tmin.xd_н)/d_c = Tc. \text{ и}$$
$$Tc.атм. - Tc.пов. = 0, \qquad (1)$$

где, $d_A$, $d_н$ и $d_c$ — продолжительность дня, ночи и суток в часах, Tc — равновесная температура К.

Установленные в безоблачное летнее время суточные экстремумы в атмосфере (в зависимости от состава и плотности примерно до 1,5−2,0 м от земной поверхности и, исходя из данных Марс-Патфайндер, до 0,5−1,0 м от марсианской) позволят определять равновесную температуру с точностью 1−2 градуса. За минимум должны приниматься предрассветные температуры. Их понижение с наступлением рассвета на 1,5−3, а иногда и более градусов связаны не столько с ночным охлаждением, сколько с испарением. Для проверки этого утверждения проведены измерения температуры с точностью $0{,}1^0$ и относительной влажности гигрометром с точностью 5%. Выполнялись они с интервалом 5−10 минут в безветренное и безоблачное утро в июле-августе на высоте 2 м и у поверхности над асфальтом для исключения влияния почвенной влаги. Уже с началом рассвета температура снижается, но при этом повышается абсолютная влажность (рисунок 1). Видимо, три причины следует считать основными в возникновении такого парадоксального явления. К первой из них относится сосредоточение влаги за ночь у поверхности. Ко второй — испарение вначале взвешенных в воздухе водных микрокапель, а затем и росы при поглощении инфракрасного рассеянного излучения. К третьей — восполнение дефицита влаги верхних частей тропосферы по мере их нагревания Солнцем путём конвекции и турбулентной конвекции паров воды с быстрым её перемещением вниз. На рисунке второй вывод выражен одновременным повышением температуры и влажности, а на отток влаги указывает быстрая смена

её повышения таким же снижением. Радиация с учётом зенитного угла и склонения Солнца обусловливают радиационную температуру (Тр), а встречное излучение атмосферы зависит от содержания парниковых газов (Тп). С учётом тепла от конденсации пара (Тк) уравнение температуры в тропиках над сушей для летнего вечернего равновесия выразится:

$$Tc = Tp + Tп + Tк \quad (2).$$

Факторы, одновременно действующие на температуру поверхности и атмосферу до наступления равновесия (адвекцию, пыль в атмосфере и др.), можно не учитывать. Во всех атмосферах внутренних планет процесс поглощения радиации одним и тем же газом одинаков.

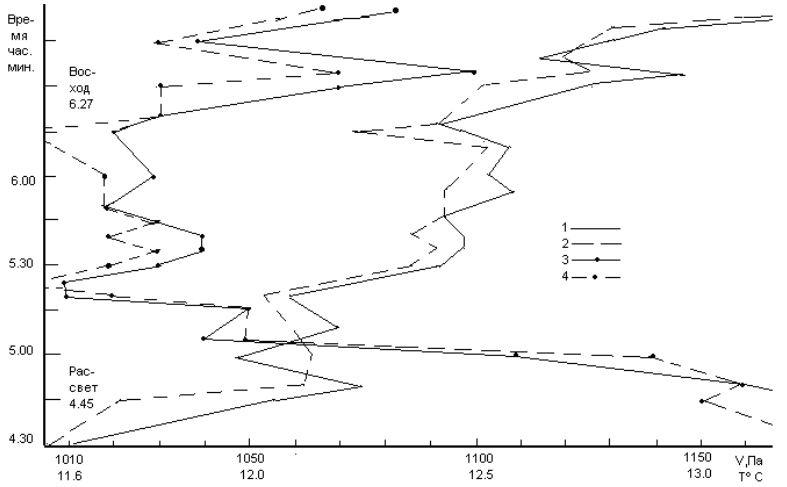



*Рисунок 1. Соотношение температуры (3, 4) и влажности (1, 2) у поверхности (пунктир) и на высоте 2 м (сплошные линии) безоблачным и безветренным утром 8.08.2011 г.*

**Влияние $CO_2$ на парниковый эффект.**

Уравнение (2) позволяет определить парниковый эффект от $CO_2$ для тропического лета при избытке не поглощённой атмосферой солнечной радиации и минимуме влажности.

Таким площадям отвечает поверхность Марса. Содержание $CO_2$ в атмосфере планеты 95,3, $H_2O$ – 0,03%. Другие парниковые газы $CH_4$ и $O_3$ присутствуют в ничтожно малом количестве (10,5 и 30 ppb). На месте посадки аппарата Патфайндер (Pathfinder – 4.07.97 г. с координатами $19.3^0$с.ш.$33,6^0$ з.д.) температура измерялась с приборной точностью 0,01 К на высоте 0,25, 0,5 и 1,0 м от солнечных панелей [14], расположенных в 0,4 м от поверхности (Schofield*). Результаты измерения температуры приведены с интервалом от 0,5 до часа (NASA**). Равенство температур на трёх термопарах фиксируется около получаса, но для расчётов важен момент их первого появления. Такие результаты выбирались для расчётов из базы данных с разницей температур не более 0,2 К между термопарами. Равновесие определялось также по формуле 1 для высоты 0,65 м (таблица). На Викинг-1 температура замерялась** на высоте 1,6 м (посадка 20.07.76 г. на $22,50^0$ с.ш. и $47,97^0$з.д.) и фрагментарно на поверхности с модельным обобщением на 1–3 солах [4, 14]. Подобные температуры поверхности отражены и на картах орбитальных съёмок***.

Расчёт радиационной температуры производился по известной формуле: Тр = То

*mars.jpl.nasa.gjv/MPF/science/weather.html,

**www-k12.atmos.washington.edu/.../mars/L...,

*** www.spaceref.com/news/viewsr.html?pid=13361, 13362, www.astronet.ru/db/mgs/1170734/mars.html, Mars Global Surveyor TES, www-personal.umich.edu/.../texes09-revised-ACCEPTED%2002162... и др.

$(r_o/2a)^{1/2}$ $(1-A)^{1/4}$, где To = 5780 К – температура поверхности Солнца, $r_o$ = 6,96x$10^8$ м – радиус Солнца, a = 2,28x$10^{11}$ м – расстояние от Марса до Солнца, A = 0,16 – среднее сферическое альбедо Марса. К вечеру альбедо пустынных районов Земли по сравнению с полднем возрастает в 1,5 раза [10, 11], что ведёт к повышению среднего значения в 1,25 раза и для Марса – к его увеличению до 0,2. Из расчёта радиационная температура на Марсе составляет 214,3 К. Масса газов (m) в атмосфере установлена по формуле: m = pn/g кг/м$^2$, где: p – давление атмосферы Па, n – мольная доля газа ($CO_2$ – 0,953, $H_2O$ – 3 × $10^{-4}$), g = 3,71 м/с$^2$ – ускорение свободного падения. На месте посадки Викинг-1 давление атмосферы в среднем – 765 Па и для Марс-Патфайндер-670 Па при содержании $CO_2$ 196,5 и 172,1, а $H_2O$ 0,061 и 0,054 кг/м$^2$ соответственно. Пересчёт массы газов при изменении зенитного угла Солнца (Z) и оптической толщины атмосферы произведён по коэффициентам (b), найденным по формуле Бемпорада [7]. Параметры для расчёта и показатели влияния $CO_2$ на парниковый эффект – по данным Марс-Патфайндер и Викинг-1 (отсчёт солов с 0 от даты посадки).

Таблица 1

| № п.п., аппарат | Сол | Равновесие, час. | Заход *Солнца, час* | *Z** град.* | *Равновесная Tc, K* | *Tc – Tp= Tn, K* | *b* | $m_{CO2}$ *x b, кг/м$^2$* | $\gamma_{CO2}$, *K м$^2$/кг* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Патфайндер | 3* | 18,27 | 18,74 | 83,1 | 233,8 | 19,5 | 8,58 | 1476,6 | 0,0132 |
| 2. | 3 | 18,33 | 18,74 | 84,0 | 233,1 | 18,8 | 9,44 | 1624,6 | 0,0116 |
| 3. | 4 | 18,28 | 18,73 | 83,4 | 233,8 | 19,5 | 8,9 | 1531,7 | 0,0127 |
| 4. | 8 | 18,28 | 18,71 | 83,7 | 233,1 | 18,8 | 9,15 | 1574,7 | 0,0119 |
| 5. | 18* | 18,23 | 18,64 | 84,0 | 233,1 | 18,8 | 9,44 | 1624,6 | 0,0116 |
| 6. | 19* | 18,23 | 18,63 | 84,2 | 233,0 | 18,7 | 9,63 | 1657,3 | 0,0113 |
| 7. | 19 | 18,16 | 18,63 | 83,1 | 233,6 | 19,3 | 8,58 | 1476,6 | 0,0131 |
| 8. | 20* | 18,23 | 18,62 | 84,3 | 233,0 | 18,7 | 9,73 | 1674,5 | 0,0112 |
| 9. | 21 | 18,20 | 18,61 | 84,0 | 233,0 | 18,7 | 9,44 | 1624,6 | 0,0115 |
| 10. | 22* | 18,24 | 18,61 | 84,6 | 232,3 | 18,0 | 10,0 | 1721,0 | 0,0105 |
| 11. | 23* | 18,24 | 18,60 | 84,7 | 232,9 | 18,6 | 10,1 | 1738,2 | 0,0107 |
| 12. | 24* | 18,25 | 18,60 | 84,9 | 232,3 | 18,0 | 10,3 | 1772,6 | 0,0102 |
| 13. | 24 | 18,23 | 18,60 | 84,6 | 232,4 | 18,1 | 10,0 | 1721,0 | 0,0105 |
| 14. | 26* | 18,17 | 18,58 | 84,0 | 233,2 | 18,9 | 9,44 | 1624,6 | 0,0116 |
| 15. | 26 | 18,22 | 18,58 | 84,7 | 232,6 | 18,3 | 10,1 | 1738,2 | 0,0105 |
| 16. | 27 | 18,22 | 18,58 | 84,3 | 232,7 | 18,4 | 9,73 | 1674,5 | 0,0110 |
| 17. | 28* | 18,18 | 18,57 | 84,3 | 233,0 | 18,7 | 9,73 | 1674,5 | 0,0112 |
| 18. | 28 | 18,15 | 18,57 | 83,9 | 233,5 | 19,2 | 9,34 | 1607,4 | 0,0119 |
| **1. Викинг** | 1-3 | 18,16 | 19,08 | 76,6 | 223,3 | 9,0 | 4,25 | 835,1 | 0,0108 |

Примечания: *равновесие по трём термопарам, ** вычислено от времени равновесия.

Парниковый эффект при равновесии выразится: Tп = $(m_1\gamma_1 + m_2\gamma_2)b$ (3), где $m_1$, $m_2$ – массы газов кг/м$^2$, в данном случае $CO_2$ и $H_2O$, $\gamma_1$, $\gamma_2$ – удельные парниковые показатели газов К м$^2$/кг. При низкой влажности на Марсе определение $\gamma_{CO2}$ возможно без $m_2\gamma_{H2O}$. Параметры для расчёта приведены в таблице. Эти данные не предусматривались для выявления равновесия температур, поэтому наиболее достоверными будут $\gamma_{CO2}$, близкие к максимальным значениям 0,0127 – 0,0132 в среднем 0,013 Км$^2$/кг. Погрешность его в основном зависит от неточности альбедо и не превышает ±10 – 15%.

**Влияние $H_2O$ на парниковый эффект.**

Парниковый эффект от водяного пара можно установить при контрастном статистическом сравнении его влияния на температуру в засушливых пустынных и полупустынных и сопряжённых с ними влажных районах. С этой целью рассмотрены результаты метеоданных (meteo.ru) с 1983 по 2005 год за июль и частично июнь со среднемесячной облачностью не более 50%, относительно равномерной инсоляцией в одной широтной зоне от 10 до 36°с.ш. и абсолютных отметках до 700 м. Ограничения в выборе объектов по широте и облачности предприняты с целью недопущения значительного различия в инсоляции, а по высотным отметкам — для снижения воздействия высоты на температуру и влажность. Зависимость влажности от температуры выявляет несколько зон (рисунок 2). Зоны 1 и 3 с высокими коэффициентами линейной обратной корреляции (-0,85 и -0,8 при уровне значимости 0,0005 критические значения -0,366 и -0,415) и почти совпадающими угловыми коэффициентами в уравнениях регрессии $T = 316{,}25 - 0{,}1076V$ (4) и $T = 326{,}07 - 0{,}11V$ (5). Природа зон связана с нагреванием воздуха от поверхности и его конвективным оттоком вместе с водяным паром. Удельная температура нагревания приземной атмосферы от поверхности согласно уравнению 4, например, при давлениях 80 и 180 кг/м², температурах 307,6 и 296,9 и разностью — 100 кг/м² и 10,7 К для данной широтной зоны составит — (минус) 0,107 Км²/кг. При тех же параметрах скорость конвективного оттока (определённая по формуле: $v = (2as)^{1/2}$ где $a = (\rho/\rho_o - 1)q$ — ускорение, а $\rho$ и $\rho_o$ — плотность газа при начальной и конечной T, q — ускорение свободного падения, s — высота конвекции) водяного пара в 35 раз выше, чем воздуха. С учётом избирательности поглощения паром теплового излучения она будет ещё выше.

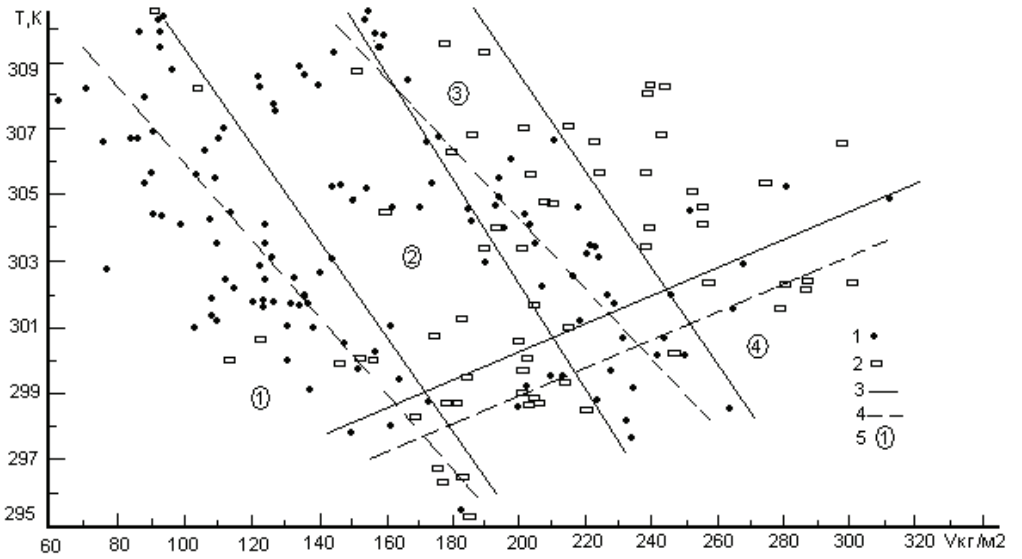



*Рисунок 2. Зависимость температуры и влажности (по данным meteo.ru ) 10—36⁰с.ш. Условные обозначения: 1 — пустыни и полупустыни, 2 — побережье, 3 — границы зон, 4 — линии регрессии, 5 — зоны.*

Перпендикуляр к линии регрессии первой или третьей зоны и будет характеризовать парниковый эффект от $H_2O$ и $CO_2$ с общим показателем 0,0834 Км²/кг. Для $H_2O$ удельный парниковый показатель равен $0{,}0834 - 0{,}013 = 0{,}0704$ Км²/кг. Из разности коэффициентов корреляции зон 1 и 3 его погрешность ±6%. Фигуративные точки

зоны 4 отражают прибрежные и влажные районы с муссонами. Нагревание атмосферы в них происходит в основном за счёт переноса водяного пара и парникового эффекта. Коэффициент корреляции для этой зоны 0,84 при уровне значимости 0,0005, его критическое значение 0,495. Уравнение регрессии $T = 289,85 + 0,043843V$ (6). Удельная температура нагревания атмосферы при переносе пара составляет 0,04384 $Км^2/кг$. Эта величина меньше парникового эффекта на 0,02656 $Км^2/кг$, поэтому перенос пара в низких широтах охлаждает атмосферу. Выше 4 зоны на рисунке выражены ещё три. Первая из них параллельна 4, а две других в уравнениях регрессии $T = 293,12 + 0,0724V$ (7) и $T = 300,14 + 0,0614V$ (8) имеют большие угловые коэффициенты, что связано с более высокой температурой переносимого пара.

**Воздействие $CO_2$ на климат.**

Считается, что за последний век содержание $CO_2$ в атмосфере возросло на 0,01%, или 1 $кг/м^2$, что непосредственно повлекло повышение температуры на 0,013 К. Это незначительное повышение температуры окажет влияние на испарение воды. Так, для зоны 4 (рисунок 2) со средней температурой 299,64 К и влажностью 223,4 $кг/м^2$, или 63,3%, содержание пара в атмосфере возрастёт на 0,175 $кг/м^2$. Это приведёт к повышению температуры за счёт парникового эффекта от $H_2O$ на 0,0123 К. В дальнейшем температура и влажность будут прирастать по убывающим геометрическим прогрессиям $T = 0,0123 \times (0,926784)^{n-1}$, $V = 0,175 \times (0,926784)^{n-1}$ и уравнению $T = 0,07V - 0.0000622$. Сумму членов убывающих прогрессий найдем по формуле: $S = d_1/1-q$ (где $d_1$ — первый член прогрессии, q — множитель — 0,926784), по температуре она составит 0,168 К и влажности — 2,39 $кг/м^2$. Так как испарение и перенос пара над водным бассейном зависят в основном от интенсивности инсоляции и в меньшей степени от парникового эффекта, то температура от его влияния снизится на $2,39 \times 0,02656 = 0,063$ К и сумма до 0,105 К и влажности до 1,5 $кг/м^2$. С другой стороны, согласно уравнению 6 объём испарения при повышении температуры на 0,105 К составит $(299,64 + 0,105 - 289,85)/0,043843 - 223,4 = 2,29$ $кг/м^2$, что на 0,8 $кг/м^2$ больше, чем при парниковом эффекте. Это вновь вызовет парниковый эффект с убыванием T и V по геометрическим прогрессиям. Сумма членов этих прогрессий по температуре 0,763 К и влажности 10,9 $кг/м^2$. На практике эти задачи проще решаются при наличии уравнений типа 6—8. Имея ряд таких уравнений для разных зон и сезонов в прошлом и в настоящем, можно спрогнозировать воздействие от приращения $CO_2$ в будущем для отдельных регионов, а с учётом их площади — и для планеты. Процесс разогрева атмосферы ограничится длительностью её нагревания и поверхности с утра до полудня, возрастанием альбедо и вовлечением $CO_2$ в отложение карбонатов на шельфе при прогреве вод. Нагревание шельфовых вод вначале приведёт к понижению растворимости и выделению $CO_2$ в атмосферу с возрастанием альбедо (известному как парадокс альбедо), а отложение карбонатов — к их снижению. Хотя длительность релаксации атмосферы требует всестороннего изучения, но очевидное накопление $CO_2$ в атмосфере вызывает необходимость его сокращения.

Величина парникового эффекта от $CO_2$ и $H_2O$ позволяет оценить их количество при возникновении атмосфер Земли и Венеры в начале раннего архея 3,7—3,9 млрд. лет назад.

Исследования планет, а также объёмы $CO_2$ в осадочных породах Земли позволяют утверждать, что её атмосфера в раннем архее по составу газов не отличалась от современного состава атмосфер Венеры и Марса. Из недр Земли дегазировано $CO_2$ — $2,0 \times 10^{20}$ и $H_2O$ — $1,69 \times 10^{21}$кг и из недр Венеры — $4,6 \times 10^{20}$ и $1,17 \times 10^{19}$кг [3]. Даже при сферическом альбедо Венеры — 0,76 и радиационной температуре 229,6 К у её поверхности она достигает 748 К. Давление атмосферы, на 97% состоящей из $CO_2$, составляет $9,5x10^6$ Па (95 атм). На Земле среднепланетарная температура 288 К при альбедо 0,39, радиационной температуре 246,4 К и $CO_2$ — 0,038%. Охлаждение Земли от парникового перегрева достигалось за счёт круговорота воды и вывода из атмосферы $CO_2$ при осаждении карбонатов

и углерода. На Венере осадочные породы не обнаружены, поэтому температура её поверхности уже на ранних этапах должна была превышать точку кипения воды.

Из-за малых объёмов воды в зарождавшихся атмосферах внутренних планет облачность или отсутствовала, или была незначительной, поэтому альбедо для них примем как на Марсе – 0,16. Выход светимости Солнца на главную последовательность завершился за 30 млн. лет [10], задолго до рассматриваемых событий. Радиационная температура Земли при этих параметрах равна – 266,8 и на Венере – 313,9 К. Давление $CO_2$ в атмосфере Венеры в начале архея могло составить: (373-313,9)/0,013 = 4546,2 кг/м$^2$ (0,44 атм.). Пропорционально объёмам дегазации $CO_2$ в атмосферу Венеры было выделено 115,6 кг/м$^2$ $H_2O$ в виде пара, что повышало её температуру на 8,1 К. Без учёта поверхностного влияния температура атмосферы достигала 381 К, и с последующей дегазацией недр она только повышалась. Объёмы дегазации $CO_2$ и $N_2$ на внутренних планетах линейно изменяются от расстояния до Солнца [3], поэтому их содержание и в прошлом, вероятно, изменялись так же. При массе $CO_2$ на Венере $4{,}6\times10^{20}$ и Земле $2{,}0\times10^{20}$ кг в начале архея в земную атмосферу было дегазировано 1977,0 кг/м$^2$ (0,19 атм.) этого газа и 16705 кг/м$^2$ $H_2O$, или слой воды в 16 м. В современной атмосфере Земли сумма радиационной температуры и парникового эффекта от $CO_2$ составляет 246,4 + 5,9 × 0,013 = 246,5 К, а в начале архея 1977 × 0,013 + 266,8 = 292,5 К. Сейчас приземная атмосфера нагревается на 288 – 246,5 = 41,5 К в основном за счёт $H_2O$ и в меньшей степени – от поверхности суши. Из-за малого объёма воды в раннем архее сконденсированная её часть могла сосредоточиться в изолированных мелководных бассейнах с быстрым прогреванием и испарением. Поэтому основное воздействие на температуру атмосферы оказывало более высокое нагревание от поверхности суши в среднем на 3 – 5 К, чем от воды, как в современных пустынях (см. рис. 2, зоны 1 и 4). Отсюда средняя температура атмосферы Земли у поверхности в начале архея составляла: 292,5×(41,5 + 4)/246, 5 + 292,5 = 346,5 К (73,4$^0$ С).

**Заключение.**

Наблюдениями установлено, что утренний температурный минимум сопровождается повышением влажности и обусловлен в основном испарением. Удельный парниковый показатель $CO_2$ – 0,013 Км$^2$/кг. Существенное влияние на температуру атмосфер $CO_2$ оказывает при высоких содержаниях, как это наблюдается на Венере (748 К) и, как показано, на Земле в начале раннего архея (346,5 К). При наличии жидкой фазы воды небольшое содержание $CO_2$ на температуре значимо сказывается опосредованно через испарение, перенос пара, конденсацию и парниковый эффект. Парниковый эффект от водяного пара с удельным показателем 0,0704 Км$^2$/кг вносит заметный вклад в температуру атмосферы при высокой влажности.

Таким образом, предложенная методика определения разогрева атмосферы от приращения $CO_2$ позволяет констатировать следующее: стремительное возрастание $CO_2$ в атмосфере показывает, что её релаксация может проявляться или как неполная, или как длительная, поэтому требуются кардинальные, обусловленные объективной оценкой решения на всех уровнях управления для стабилизации ситуации и предотвращения ретроградного естественного отбора.

**Литература**


1. Будыко М.И. Физико-географический атлас мира. – АН СССР, 1964.

2. Будыко М.И., Ронов А.Б., Яншин А.Л. История атмосферы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 207 с.

3. Жмакин В.М. Эволюция газов в протопланетном облаке и недрах внутренних планет. Геология и разведка, № 4, 2010. – С. 9 – 14 (дополненная эл. версия zhmakin.com)

4. Кондратьев К.Я. Викинги на Марсе. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – 49 с.

5. Макарьева А.М., Горшков В.Г. Парниковый эффект и проблема устойчивости среднеглобальной температуры земной поверхности. – ДАН, № 6, 2001. Т. 376. – С. 810 – 814.

6. Макарьева А.М., Горшков В.Г., Лосев К.С., Довганюк Ю.А. Зависимость пар-

никового эффекта от концентрации парниковых веществ в атмосфере Земли в присутствии нерадиационных конвективных потоков энергии. — Известия РАЕН (науки о Земле), № 12, 2004. — С. 125—135.

7. Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь. Т. 2. — СПб.: Летний сад, 2009. — 312 с.

8. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. — М.: МГУ, 1994. — 455 с.

9. Хаин В.Е., Халилов Э.Н. Глобальные изменения климата и цикличность вулканической активности. Science Without Borders. *Transactions of the International Academy of Science. Vol. 3. 2007/2008. 13 p.*

10. Шкловский И.С. Звёзды: их рождение, жизнь и смерть. — М.: Наука, 1984. — 384 с.

11. Jin Y, Schaaf C.B., Woodcock C.E., et al. Consistency of MODIS surface bidirectional reflectance distribution function and albedo retrievals: 2Validation J.of Geophysical Research, vol. 108, D5, 2003. 15 p.

12. Li Z., Garand L. Estimation of surface albedo from space: A parameterization for global application. J. of Geophysical Research, vol.99, D4, 1994. P. 8335-8350.

13. Rapp D. Accessible Water on Mars. Calif. Inst. of Technology, 2006. 129 p.

14. Schofield J.T., Barnes J.R., Crisp D. et al. The Mars Pathfinder Atmospheric Structure Investigation Meteorology (ASI/MET) Experiment. Science 5. 1997. Vol. 278. p. 1752—1758

15. Viring-1 Early Results. NASA, 1976. 67 p.

**Zhmakin V.M.**, e-mail: v.zhmakin@mail.ru
Honored Geologist of the Russian Federation, former head of the Department of rational use of mineral resources of the Ministry of Ecology and Natural Resources of the Government of Moscow Region

**AN ESTIMATE OF THE GREENHOUSE EFFECT OF H2O AND CO2 IN THE ATMOSPHERE IN THE CONTEXT OF OBJECTIFICATION OF MANAGEMENT DECISIONS IN THE FIELD OF ENVIRONMENTAL SECURITY.**

The article deals with one of the natural and geographical factors of the environment, scientific assessment of which can significantly affect the objectivity of decision-making aimed at improving environmental safety. The condition and the impact of the greenhouse effect on Earth's climate with its assessment of a specific greenhouse performance of H2O and CO2 is analyzed.

Key words: management solution, the natural-geography factor of macro environment, ecological safety, greenhouse effect, planets, carbon dioxide, water vapor, temperature, humidity, specific greenhouse gas index, the balance, the early Archean.