

***Оценка вклада углекислого газа в наблюдаемый рост
приповерхностной температуры воздуха методом
дисперсионного анализа***

Морозова С.В., Алимпиева М.А.

Саратовский национальный исследовательский государственный университет
им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия





[взято с сайта <https://rg.ru>]

Скорость роста глобально
о с р е д н е н н о й
п р и п о в е р х н о с т н о й
т е м п е р а т у р ы в о з д у х а н а
р а з н ы х в р е м е н н ы х и н т е р в а л а х
п о к а з ы в а е т с л е д у ю щ и е
з н а ч е н и я : $0,075\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ л е т}$ за
п е р и о д 1901 – 2012 г г . ; $0,17\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ л е т}$
с 1976 г о д а п о 2012
г о д ; $0,18\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ л е т}$ - за 1976 –
2019 г о д ы .

Материалы исследования:

- Данные о содержании углекислого газа в атмосфере (<https://climate.copernicus.eu/>)
- Аномалии приповерхностной температуры воздуха воздуха по данным Университета Восточной Англии, сайт (<https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/temperature/#datdow>)

Временной интервал исследования - 1980 – 2018 гг.

Основным приемом дисперсионного анализа является расчет общей σ_x , факторной σ_f и остаточной дисперсий σ_z .

$$S_z = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 ;$$

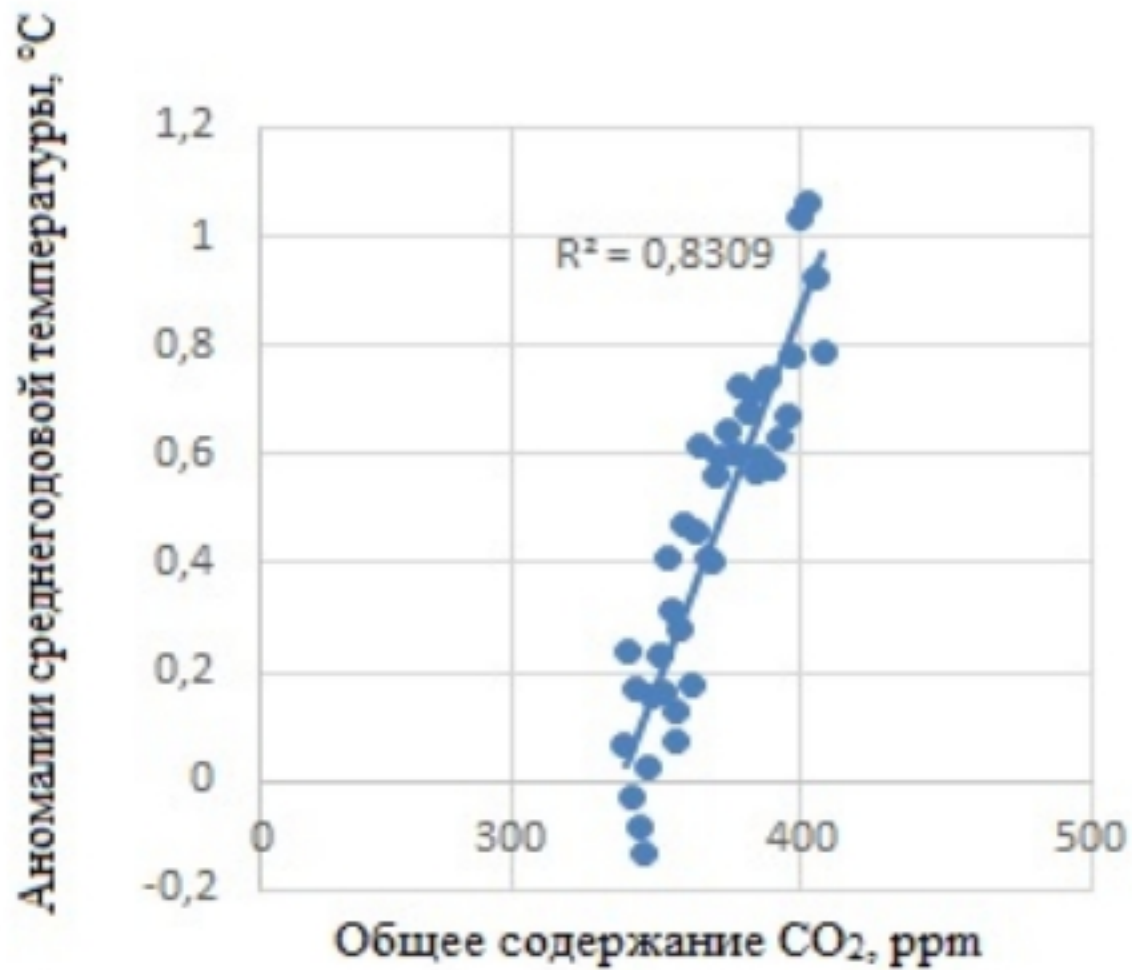
$$S_f = \sum_{j=1}^q \frac{\sum_{i=1}^{m_j} (x_i)^2}{m_j} - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 ;$$

$$\sigma_f^2 = \frac{S_f}{K_f}, \sigma_z^2 = \frac{S_z}{K_z}, \sigma_x^2 = \frac{S_x}{K_x} ;$$

S_x - общая сумма квадратов, S_f - факторная сумма квадратов, S_z - остаточная сумма квадратов

$K_f = q-1$, $K_z = K_x - K_f$, $K_x = N-1$ – числа степеней свободы,

q – число уровней (градаций) исследуемого фактора; N – число наблюдений.



$$r = 0,91 \pm 0,03$$

График корреляционного анализа (диаграмма рассеяния) между концентрацией CO₂ и аномалиями приповерхностной температуры воздуха

Распределение аномалий приповерхностной температуры воздуха в зависимости
от концентрации углекислого газа

Статистические характеристики	Градации CO ₂ , ppm						
	338,8 - 349,8	349,8 - 360,8	360,8- 371,7	371,7-382,7	382,7-393,7	393,7 - 404,7	404,7- 415,7
m_i	9	9	7	7	5	4	2
S_f	0,75	0,74	0,50	0,13	0,17	0,50	0,33

$$S_x = 3,587$$

$$S_f = 3,121$$

$$S_z = 0,466$$

$$\sigma_f^2 / \sigma_z^2 = 6,697$$

F_{кр.} = 3,01 при 5 % -ном уровне значимости. Влияние концентрации углекислого газа на приповерхностную температуру воздуха статистически значимо

$$S_f / S_x = 0,87$$

Распределение концентрации углекислого газа в зависимости от аномалий
приповерхностной температуры воздуха

Статистические характеристики	Градации аномалий температуры, °С						
	-0,57 - (-0,38)	-0,38 - (-0,19)	-0,19- 0,0	0,0 -0,19	0,0 - 0,38	0,38 - 0,57	0,57 -0,76
m_i	5	10	3	10	8	1	2
S_f	44,59	842,30	9,32	1243,20	842,50	0	5,92

$$S_x = 15745,06$$

$$S_f = 2987,82$$

$$S_z = 12757,24$$

F кр. = 3,85 при 5 % -ном уровне значимости. Влияние роста температуры приземного слоя воздуха на увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере статистически значимо

$$\sigma_f^2 / \sigma_z^2 = 5,96$$

$$S_f / S_x = 0,19$$

Выводы:

- Разделение вклада факторов различной природы, действующих в земной климатической системе и влияющих на процессы, происходящие в ней, можно провести статистическими методами, в частности, с помощью дисперсионного анализа.
- Вклад роста концентрации углекислого газа в процесс повышения приземной температуры воздуха оценивается в 87 %.
- Рост приповерхностной температуры воздуха, приводящий потеплению поверхности океана и оттаиванию карбонат-гидратов, статистически значимо влияет на концентрацию углекислого газа в атмосфере. Вклад повышения температуры в увеличение концентрации углекислого газа оценивается в 19 %.
- Процесс разгоняющегося потепления можно рассматривать как положительную обратную связь, действующую в земной климатической системе, действие которой вызвано антропогенным фактором.

Спасибо за внимание!!!