

## ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ В НАРУШЕННОЙ БИОСФЕРЕ: САМОРЕГУЛЯЦИЯ ИЛИ УГЛУБЛЕНИЕ КРИЗИСА?

Фридман В.С., Ерёмкин Г.С.

Биологический ф-т МГУ, г.Москва

**Резюме.** Обсуждается гомеостатическая реакция биоты на рост концентраций главнейших парниковых газов,  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$ . Она состоит в территориальной экспансии биомов, включающих более фитомассы (лесных за счёт травянистых, влажных за счёт сухих) и, главное, включающих больше болот, главных биотических регуляторов климата. Она реализовывалась сплота в доагрикультурный период, когда потепление климата было лишь благом. В настоящее время она реализуематолько на малонарушенных природных территориях, на антропогенно трансформированных идёт обратный процесс, на рост концентраций парниковых газов нарушенные биомы реагируют так, что способствуют ещё большему выбросу и прогрессу потепления. Показывается, что в нарушенной биосфере последствия глобального потепления в основном негативны, а немногие позитивные преходящи.

**Ключевые слова:** глобальное потепление, круговорот углерода, биотическая регуляция, изменения ареалов, нарушенность экосистем.

После того как в 2015 г. было надёжно показано, что глобальное потепление есть, и причина его – деятельность человека, отрицатели того и другого сменили пластинку, стали рассказывать, что «От потепления будет только лучше»: подъём содержания углекислого газа, идущий неукротимо, стимулирует развитие растительности, экспансию лесов, зарастание пустынь, рост благоприятности климата вместо экстремальности, ожидаемой алармистами, в общем, и на Марсе будут яблони цвести.

Эта гипотеза «глобального озеленения» впервые высказывалась в 2000-х и сильно набрала популярность в последние несколько лет. Как известно, в настоящей качественной дезинформации должно быть около 60% правды, если для публики или 95%, если для специалистов. «Глобальное озеленение» ближе ко второй цифре, в ней есть рациональное зерно, важное и интересное для нас, биологов: это гипотеза «противодействия изменению», отражающая способность биосферы регулировать возмущение в виде роста выбросов  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$ , как то было в доантропогенный период (Фридман, Ерёмкин, 2015).

Но, взятая вне контекста реальных биомов планеты, включающих не только растительность, но и её потребителей, с «блоком» устойчивости, основанным на обороте мортмассы, разнотипных и, увы, на более, чем трети (часто до половины и двух третей, в крайних случаях, как европейские степи, и больше) исходной площади уже ликвидированных или сильно нарушенных человеком, эта верная мысль оказывается ошибкой или дезинформацией, в зависимости от упорства, с которым на ней настаивают вопреки множеству не ложащихся в данное объяснение фактов, причём разнотипных. В отличие от ситуации в плиоцене, когда сходная концентрация парниковых газов имела сугубо положительные последствия (Сахара по большей части была саванной, там текли реки и пр.), сегодняшний рост концентрации  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  — интегральная часть антропогенного разрушения природных биомов и его следствие, а не независимый природный процесс.

Обсуждаются факты, не укладывающиеся в данное объяснение:

1) Вместо ожидаемой интенсификации связывания  $\text{CO}_2$  и захоронения С, рост концентрации парниковых газов в нарушенных экосистемах вызывает противоположный процесс – ускоренное «проедание» органики, ранее захороненной в торфах, опаде, мертвой древесине, подстилке и почве.

2) С развитием потепления растут климатические ресурсы, находящиеся в распоряжении растений – сумма эффективных температур и (в районах гумидного потепления) влаги.

3) Зависимость интенсивности фотосинтеза от температуры описывается оптимальной кривой, тогда как дыхание растений – степенной (закон Вант-Гоффа). Отсюда, устойчивое потепление рано или поздно ведёт к ситуации, когда растительность больше производит  $\text{CO}_2$ , чем связывает.

4) Когда потепление сопровождается изменением влажности, растения ослабляются, как только последнее выйдет за зону оптимума, способствуя их поражению фитофагами и потом засыханию.

5) Потепление климата, само по себе, даже при неизменной влажности, сильнее стимулирует редуцентов, прежде всего почвенную микрофлору, чем продуцентов: первое растёт экспоненциально, второе – линейно. Поэтому по мере развития потепления в определенный момент «сжигание» ранее захороненной органики начинает преобладать над связыванием, и чем дальше, тем больше.

6) Горимость лесов пропорциональна посещаемости и потенцируется в зависимости от формы использования. Эти крупномасштабные нарушения не только превращают прежний сток С в источник, но и способствуют смене прежних сообществ новыми, связывающими С много хуже, скажем, тропических лесов низкотравной саванной.

7) Фитомасса, возникшая связыванием «дополнительного»  $\text{CO}_2$ , обладает пониженной питательной ценностью – меньше белков, микроэлементов и пр. Показывается, что именно существенно в оценке последствий происходящего роста содержания парниковых газов и шире глобального потепления в целом: поднимется продуктивность природных сообществ или, наоборот, те «сожгут» всю накопленную органику, способствуя ещё большему потеплению, и разрушатся в этом процессе?

Показывается, что специальными усилиями по восстановлению больших площадей малонарушенных лесов с болотами (способствующими выводу С из круговорота) и противодействию опустыниванию, прежде всего лесовосстановлению в аридных районах, это развитие можно остановить (в первом случае) или смягчить последствия (во втором).

Ранее мы реконструировали гомеостатическую реакцию биоты на рост концентрации парниковых газов. Расширяются «полосы» природных зон, отличающихся большей продуктивностью, большей фитомассой (=большей возможностью ассимиляции  $\text{CO}_2$ ) и большим распространением болот (захоронение органики, с выводом С из круговорота стабилизирует содержание  $\text{CO}_2$  куда эффективнее фотосинтеза). И наоборот: сужаются и отступают на юг «полосы» природных зон с меньшей продуктивностью и меньшей возможностью захоронения органики, вывода её из круговорота. Предвестники таких изменений — сдвиги на юг ареалов «таёжных» видов птиц (трёхпалый дятел, ястребиная сова, дербник и пр.), контрастирующие с развивающимся потеплением, при отступлении тех «южных» видов, что связаны с широколиственными лесами и другими зональными местообитаниями [1].

Данные сдвиги, будь общепланетарными, «замыкают» отрицательную обратную связь между возмущением (выбросом парниковых газов) и откликом (перестройкой «лоскутного одеяла» природных биомов, и в её рамках — перемещением границ ареалов птиц, насекомых и пр. групп видов, связанных с каждым из них). Они потенциально способны уменьшить, а затем ликвидировать возмущение, вернув концентрацию парниковых газов к прежним значениям. Однако они происходят лишь на крупных участках хорошо сохранившихся природных ландшафтов. Антропогенная трансформация, особенно возрастающая, превращает отрицательную обратную связь в положительную, на растущее возмущение нарушенная биосфера реагирует так, что выброс парниковых газов только усиливается, способствуя разогреву планеты и всё большему местному нарушению.

Неслучайно предвестник глобального потепления - массовое продвижение южных видов насекомых, птиц, высших водных растений — происходит по антропогенной лесостепи и другим «рукотворным ландшафтам», а в коренных сообществах тенденция противоположна [1]. Увы, разрушение человеком природных ландшафтов только растёт, малонарушенные участки сжимаются как шагреньевая кожа, даже крупнейшие из них (влажные тропические леса Амазонии, Африки, бореальные леса Сибири, Дальнего Востока, Северной Америки) — отнюдь не сплошные полосы, но «острова», находящиеся в «перекрестье прицела» воздействий ближних и дальних городских ареалов, от выбросов загрязнений и развития а/д сети до прямого сведения. Участки природных ландшафтов всё больше теснят города и

окружающие их участки «рукотворных ландшафтов» (с/хугодий, лесополос, прудов, рыбхозов, рекреационных лесов). Процесс развивается экспоненциально, поскольку везде на планете города по площади растут быстрее, чем по людности, и уже в 2020 г. общая масса зданий, сооружений, пластика и пр. искусственных материалов превысила общую массу всех живых организмов [2]. Что создают ситуацию «для дикой природы места нет», при которой биотическая регуляция климата ликвидируется и сменяется на противоположный ответ (негативные изменения превалируют: они множатся, утяжеляются и/или захватывают новые территории, позитивных немного, все они преходящи).

*Список использованных источников*

1. Фридман В.С., Ерёмки Г.С. Глобальное потепление и роль биоты: противодействие изменениям? // Современные проблемы эволюции и экологии (XXIX Любичевские чтения). Ульяновск, 2015. С.151-156
2. Elhacham E., Ben-Uri L., Grozovski J. et al. Global human-made mass exceeds all living biomass// Nature. 2020. V.588. №.7838. P.442-444.

**GLOBAL WARMING IN A DISTURBED BIOSPHERE: SELF-REGULATION OR A DEEPENING CRISIS?**

*V.S.Friedmann, G.S.Eryomkin*

**Summary.** We have shown that biota contributes into homeostasis. Biota responds to increasing concentration of greenhouses gases, the principal trigger and driver of global warming. The response is associated with changing of boundaries of natural zones such as contraction of drier areas with less phytomass or expansion of more marshy areas where more phytomass grows. The latter zones are better assimilators of C removing it from circulation through organic matter burial. Yet, a community can efficiently perform the stabilization role if it is undisturbed. A disturbed community responds to warming by changes which result even greater warming. Both processes are best expressed in changes in the fauna and habitats of birds, because birds is the most mobile group of biota. Species with the highest territorial and biotopic conservatism can be selected as indicator species of community.

Опубликовано в сборнике **Зоологические чтения, посв. 125летию д-ра биол.наук Ивана Николаевича Сержанина. Гродно: ГрГУ им.Янки Купалы, 2023. с. 295-297**