

Это русский вариант статьи, опубликованной на английском языке в журнале Russian Journal of Ecosystem Ecology: Chown, S. L. Reflections on Victor Gorshkov's final work – "Key ecological parameters of immotile versus loco-mo-tive life" / S. L. Chown // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2020. – Vol. 5 (2). – DOI 10.21685/2500-0578-2020-2-4.

В авторской редакции!

**РАЗМЫШЛЕНИЯ ОБ ИТОГОВОЙ РАБОТЕ ВИКТОРА ГОРШКОВА –
«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ
НЕПОДВИЖНОЙ И ПЕРЕДВИГАЮЩЕЙСЯ ЖИЗНИ»**

Стивен Л. Чаун

*School of Biological Sciences, Monash University, Melbourne, Victoria 3800, Australia,
steven.chown@monash.edu*

Аннотация. По мере быстрого роста количества, специализации и “забывчивости” современной научной литературы искушение цитировать Хосе Ортега-и-Гассета становится непреодолимым: “Люди науки, поколение за поколением, умещаются и замыкаются на всё более тесном пространстве мысли” [1]. За этим следуют циничные размышления об огромных прибылях научных издательств. Работа Виктора Горшкова моментально рассеивает эти искушения. Здесь читатель получает интеллектуальное вознаграждение от соприкосновения с большим масштабом – исследовательских возможностей и заинтересованности автора в разнообразных областях [2]. Среди лучшего из того, что предлагает наука. В этом комментарии я обсуждаю несколько примеров.

Ключевые слова: *метаболизм, биотический насос, круговорот воды, неподвижная жизнь, следовые газы*

Первым из опубликованных исследований Виктора Горшкова, с которыми я столкнулся, была работа по изменению скорости метаболизма в организмах, опубликованная в трудах Королевского общества [3]. Когда я прочитал эту статью, я понял, что мне нужно найти его предыдущую работу. Поскольку наши интересы в отношении скорости метаболизма были схожи, мы вскоре стали сотрудничать. Главным результатом была, к моему удивлению, демонстрация того, что обычная удельная скорость метаболизма меняется лишь в 30 раз (0,3-8,8 Вт/кг) по организмам, масса тела которых изменяется на 20 порядков величины [4]. Несмотря на некоторый первоначальный скептицизм со стороны сообщества, этот результат был проверен независимо [5]. И это именно тот результат, который открывает захватывающие перспективы [6].

Затем я наткнулся на работу Виктора Горшкова по биотическому насосу атмосферной влаги и его роли в установлении и поддержании гидрологического цикла [7]. Его подход основан на глубоком сочетании теоретической физики с эмпирическими данными, показывающими, насколько важны леса для снабжения водой удалённых от моря территорий и для поддержания влажности континентов (рис. 1). Первоначально спорные, опять же, эти идеи сейчас быстро достигают широкой аудитории. В течение последнего месяца я неоднократно размышлял о том, что следует из этих идей, наблюдая, как горят леса на юго-востоке Австралии. Что будет означать это повсеместное уничтожение лесов для уже пересохшего континента, у которого только что был самый жаркий и самый сухой год за всю историю наблюдений [8] (с начала 1900-х годов)? Иногда в литературе обсуждается «терраформирование» других планет. По-видимому, мы уничтожаем нашу. Наука о том, как ограничить эти изменения и подготовить нас к тому, чего уже не избежать, исключительно важна.

И теперь у нас есть эта финальная статья [9], опубликованная снова вместе с давней и близкой сотрудницей Виктора Анастасией Макарьевой. Работа направлена на изменение текущего понимания того, как работает наша планета, искусно опираясь на то, что мы уже принимаем как общие положения. Чтобы

принять это, требуется широкий кругозор: рассмотрение множества областей, анализ многочисленных уравнений, проверка предположений и поиск доказательств, которые поддерживают или противоречат эмпирическим предсказаниям. Утверждение обманчиво простое: неподвижная жизнь способна к локальной самоорганизации, процессу, который повсеместно происходит во всех локальных системах. Подвижная жизнь не способна к такой саморегуляции. Действительно, она должна использовать ресурсы локально, таким образом, существенно изменяя экосистему. Миграция может смягчить негативные последствия таких изменений для подвижной жизни. Среди множества увлекательных следствий из этой идеи есть одно, очень важное для нас. Многочисленные и широко распространенные подвижные виды, такие как наш, могут дестабилизировать земную систему на всем её протяжении (рис. 1).



Рис. 1. Функционирование и изменения наземных экосистем, подобных этой в центральной Австралии (Ката-Тьюта), длительное время были предметом исследований Виктора Горшкова (фото С.Л. Чоуна).

Работа имеет непосредственные связи со многими важными вопросами – метаболическим скейлингом [10], гибелью крупных млекопитающих [11] и тем, как информация и энергия взаимодействуют в живых системах [12]. Она также даёт возможность для дальнейших проверок – например, в системах, основанных на хемосинтезе [13], или в системах, которые используют не фотосинтез или хемосинтез, а потребляют следовые газы (и могут, в определённых условиях, быть весьма распространёнными) [14].

Таких широких подходов для объяснения нашего мира немного – и мы должны приветствовать их, использовать и тщательно проверять. Я думаю, что это именно то, чего хотел Виктор Горшков. И, как это случилось с его работой о схожести метаболических скоростей жизни, я ожидаю, что это принесёт огромную пользу.

Смерть учёного всегда трагедия. Но трагедия здесь смягчена наследием, резюмированным в этой замечательной итоговой междисциплинарной работе.

Цитированная литература

1. Ortega y Gasset J. *The Revolt of the Masses*. New York: W.W. Norton & Co, 1932.
2. Epstein D. *Range: How Generalists Triumph in a Specialized World*. London: Macmillan, 2019.
3. Makarieva A.M., Gorshkov V.G., Li B.-L. Energetics of the smallest: do bacteria breathe at the same rate as whales? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2005, vol. 272 (1577), pp. 2219–2224. DOI: 10.1098/rspb.2005.3225.
4. Makarieva A. M., Gorshkov V. G., Li B.-L., Chown S. L., Reich P. B., Gavrillov V. M. Mean mass-specific metabolic rates are strikingly similar across life's major domains: Evidence for life's metabolic optimum. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.* 2008, vol. 105 (44), pp. 16994–16999. DOI: 10.1073/pnas.0802148105.
5. Hatton I.A., Dobson A.P., Storch D., Galbraith E.D., Loreau M. Linking scaling laws across eukaryotes. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.* 2019, vol. 116 (43), pp. 21616–21622. DOI: 10.1073/pnas.1900492116.
6. Makarieva A. M., Gorshkov V. G., Li B.-L., Chown S. L. Size- and temperature-independence of minimum life-supporting metabolic rates. *Functional Ecology*. 2006, vol. 20, pp. 83–96. DOI:10.1111/j.1365-2435.2006.01070.x.

7. Makarieva A.M., Gorshkov V.G. Biotic pump of atmospheric moisture as driver of the hydrological cycle on land. *Hydrology and Earth System Sciences*. 2007, vol. 11 (2), pp. 1013–1033. DOI: 10.5194/hess-11-1013-2007.
8. Bureau of Meteorology, Australia. 2020. *Annual Climate Statement 2019*. Available from: <http://www.bom.gov.au/climate/current/annual/aus/>
9. Gorshkov V. G., Makarieva A. M. Key ecological parameters of immotile versus locomotive life. *Russian Journal of Ecosystem Ecology*. 2020, vol. 5 (1), pp. 1–18. DOI: 10.21685/2500-0578-2020-1-1.
10. White C.R., Kearney M.R. Metabolic scaling in animals: methods, empirical results, and theoretical explanations. *Comprehensive Physiology*. 2014, vol. 4 (1), pp. 231–256. DOI: 10.1002/cphy.c110049.
11. Wan X., Jiang G., Yan C., He F., Wen R., Gu J., Li X., Ma J., Stenseth N. C., Zhang Z. Historical records reveal the distinctive associations of human disturbance and extreme climate change with local extinction of mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.* 2019, vol. 116 (38), pp. 19001–19008. DOI: 10.1073/pnas.1818019116.
12. Brooks D.R., Wiley E.O. *Evolution as Entropy. Toward a Unified Theory of Biology*. Chicago: University of Chicago Press, 1988, 429 p.
13. Dubilier N., Bergin C., Lott C. Symbiotic diversity in marine animals: the art of harnessing chemosynthesis. *Nature Reviews Microbiology*. 2008, vol. 6 (10), pp. 725–740. DOI: 10.1038/nrmicro1992.
14. Ji M., Greening C., Vanwonderghem I., Carere C.R., Bay S.K., Steen J.A., Montgomery K., Lines T., Beardall J., van Dorst J., Snape I., Stott M.B., Hugenholtz P., Ferrari B.C. Atmospheric trace gases support primary production in Antarctic desert surface soil. *Nature*. 2017, vol. 552, pp. 400–403. DOI: 10.1038/nature25014.