

*А. В. Макрушин<sup>1</sup>, Н. В. Аладин<sup>2</sup>, А. С. Васильев<sup>1</sup>*

## МОЖНО ЛИ ОМОЛОДИТЬ СТАРЕЮЩУЮ МИРОВУЮ ЦИВИЛИЗАЦИЮ?\*

<sup>1</sup> Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, 152742, Борок, Ярославская обл.; e-mail: makru@ibiw.yaroslavl.ru;<sup>2</sup> Зоологический институт РАН, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 1

Общество — это система не только социальная, но и биологическая. Усложнение биологических систем неизбежно приводит к утрате ими потенциального бессмертия и к возникновению свойства стареть. О старении современной цивилизации свидетельствуют проблемы, которые у нее накопились. Ответ на вопрос о возможности предотвращения ее краха зависит от ответа на более общий вопрос: может ли надорганизменная система, приобретая из-за усложнения строения свойство стареть, не теряя достигнутой сложности, вернуться к анцестральному потенциальному бессмертию? На этот вопрос дается положительный ответ. Надорганизменные системы, которые освободились от необходимости стареть, есть. Это — сообщества общественных насекомых. Некоторые из них сначала были смертными, но в ходе эволюции от свойства стареть избавились. Следовательно, сложно устроенные надорганизменные системы, в том числе современная цивилизация, могут, не теряя достигнутой сложности строения, вернуться к анцестральному потенциальному бессмертию. Главным препятствием омоложения цивилизации является не природа вещей, а менталитет людей.

**Ключевые слова:** старение цивилизаций, параметаболическая теория старения, общественные насекомые

Возможности геронтологии шире, чем изучение старения человека и других видов. Старение особи — это частный случай более общего явления — эндогенного снижения гомеостатических свойств биосистем. У древних и античных цивилизаций гомеостатические свойства тоже снижались и тоже по эндогенным причинам, они тоже старели и поэтому также могут быть объектами геронтологических исследований. Проблему старения цивилизаций с точки зрения, близкой к геронтологической, обсуждали К. Н. Леонтьев и О. Шпенглер. Статья К. Н. Леонтьева «Византизм и славянство» вышла в свет в 1875 г. и издана отдельной книгой в наше время [5]. В ней историю государств он рассматривал как частный случай развития, то есть постепенного восхождения от простейшего к сложнейшему. Развитие по К. Н. Леонтьеву начинается с исходной простоты, затем наступает цветущая сложность, за которой следует вторичное смесительное упрощение, завершающееся

прекращением существования системы. У западноевропейских государств, согласно [5], этапом первоначальной простоты было Средневековье. С эпохи Возрождения стала расти целостность государств и увеличиваться их внутрисоциальное разнообразие (юридическое, религиозное, областное, сословное, этнографическое, философское и художественное). С XV в. наступил этап цветущей сложности. В середине XVIII в. началось вторичное смесительное упрощение, которое приведет западноевропейскую цивилизацию к гибели.

О. Шпенглер в книге «Der Untergang des Abendlandes: Umriss einer Morphologie der Weltgeschichte», вышедшей в свет в 1918–1922 гг. и переведенной на русский язык [7], тоже предсказывал гибель западноевропейских государств. Общество по О. Шпенглеру проходит в своем развитии два этапа — этап культуры и этап цивилизации. Этап культуры — это детство, юность и возмужалость общества, этап цивилизации — его старость. Современные (начала XX в.) жители Западной Европы, по мнению автора, живут в период старости общества.

Изобретения западноевропейцев (часы, телефон, телеграф, радио, телевидение, компьютеры, велосипеды, железные дороги, самолеты, вертолеты, автомобили, метро, электростанции) стали достоянием человечества. В результате возникла глобальная общепланетарная цивилизация, в основе которой лежит цивилизация западноевропейская. Она, вопреки К. Н. Леонтьеву, не упрощается. Ее разнообразие продолжает расти. Но, в соответствии с предсказаниями К. Н. Леонтьева, О. Шпенглера, по мнению многих авторов [4, 8, 9, 12] ей грозит крах. К. Н. Леонтьев и О. Шпенглер его причину видели в социальных проблемах. Современные же авторы главной угрозой считают проблемы экологические. Обсуждение в литера-

\* Статья печатается в порядке дискуссии.

туре возможности краха глобальной цивилизации — свидетельство уменьшения надежности ее существования, то есть ее старения. Зашло ли оно так далеко, что изменить свое будущее человечество уже не в состоянии, или же предотвратить крах можно? Цель статьи — обсудить этот вопрос. Для этого сравниваются процессы возникновения свойства стареть у организма *Metazoa*, у общества общественных насекомых и у общества.

***Возникновение свойства стареть у организма Metazoa***

Потенциальное бессмертие — анцестральное свойство организма *Metazoa*. У особей видов, находящихся на ранних этапах эволюции, организм не стареет. Он умирает только от внешних воздействий. К видам, особи которых потенциально бессмертны, относятся сидячие колониальные беспозвоночные — губки, гидроидные и коралловые полипы, мшанки, внутрипорошицевые, крыложаберные и колониальные асцидии [11]. Не стареть им позволяет то, что их клетки мало дифференцированы. Благодаря этому они сохраняют в течение всего онтогенеза способность делиться и передифференцироваться, что обеспечивает особи высокие регенерационные способности и позволяет ей не стареть.

Первыми на Земле *Metazoa* были колониальные виды [6]. Они, вероятно как и современные сидячие колониальные беспозвоночные, не старели. Внутриорганизменное разнообразие у них, то есть число типов клеток, выполнявших разные функции организма, было очень низким. Естественный отбор поддерживал у этих древних животных увеличение числа типов клеток. Это увеличивало целостность организма и, следовательно, давало ему преимущества в борьбе за существование. Поэтому в ходе эволюции клетки организма становились все более дифференцированными и число типов клеток в нем увеличивалось. А чем выше становилась степень их дифференцированности, тем ниже становилась их способность размножаться. Некоторые типы клеток совсем утратили эту способность и поэтому стали необновляемыми. Такие клетки, согласно предложенной А. Г. Голубевым [10] параметаболической теории старения, — мишень для повреждающего действия продуктов параметаболических реакций.

Параметаболические реакции — это происходящие в организме химические реакции, не катализируемые ферментами. Они — неизбежные спутники полезных для особи биохимических реакций.

Продукты параметаболических реакций накапливаются в необновляемых клетках. Концентрация в них этих продуктов с возрастом особи увеличивается. Из-за этого необновляемые клетки свою активность снижают и отмирают [10]. Их отмирание — это старческая инволюция, то есть старение. Оно у *Metazoa* необратимо. У сидячих колониальных беспозвоночных клетки очень мало специализированы, и необновляемых клеток поэтому нет. У них концентрация продуктов параметаболических реакций в клетках не достигает достаточного для старческой инволюции уровня.

***Возникновение свойств стареть и омолаживаться у сообществ общественных насекомых***

У сообществ общественных насекомых (пчел, шмелей, ос, муравьев и термитов) свойство стареть возникло, когда их предки перешли от одиночной жизни к общественной, то есть тоже в ходе эволюции и вследствие функциональной дифференциации элементов системы — особей. Сообщества этих насекомых состоят из бесплодных рабочих особей и откладывающей яйца царицы, а у термитов — царицы и царя. Репродуктивная функция — лишь одна из специализаций в сообществе. Рабочие особи тоже функционально дифференцированы. У шмелей, ос и некоторых видов термитов в сообществе только одна царица. Их сообщества существуют, пока она жива. Когда она, состарившись, прекращает откладывать яйца, отмирание бесплодных рабочих особей становится некомпенсируемым, и сообщество постепенно сходит на нет [2, 3], таким образом умирая от старости. Разделение функций сообщества между его членами — полезный для него процесс. Но неизбежные спутники полезных для биосистем процессов — процессы вредные. Они — аналоги параметаболических реакций организма. У сообществ общественных насекомых аналог параметаболической реакции — вымирание сообщества после смерти единственной в нем откладывающей яйца самки. Параметаболическая теория старения, предложенная для объяснения механизма старения особи [10], объясняет старение и надорганизменных систем.

Популяции предков общественных насекомых состояли из особей, которые не были функционально дифференцированы и жили врозь. В их популяциях не было стареющих надорганизменных структур. Сообщества, в составе которого входит только одна откладывающая яйца самка, —

эволюционно первичные. Новые сообщества создаются после брачного полета половых особей. Период одиночной жизни оплодотворенной самки-основательницы — самый опасный в жизни сообщества. Большинство потенциальных основательниц сообществ погибает от хищников. Поэтому независимо у разных видов муравьев оплодотворенные самки стали возвращаться в родной муравейник и откладывать яйца под его защитой. А разные виды термитов стали выращивать в термитниках дополнительных способов к размножению самок и самцов. Теперь жизнь этих сообществ перестала зависеть от продолжительности жизни самки-основательницы. Сообщества медоносных пчел избавились от свойства стареть иначе. В улье одна матка. Когда она стареет и ее плодовитость снижается, рабочие пчелы выращивают другую, а ее убивают. У некоторых видов ос в сообществах есть рабочие, способные к размножению самки. Пока царица жива, они эту способность не используют, но в случае ее смерти начинают откладывать яйца, и жизнь сообщества не прерывается [2, 3]. Таким образом, сообщества общественных насекомых омолаживаться могут. Их старение, в отличие от старения особи, обратимо.

#### *Возникновение свойства стареть у цивилизаций*

Цивилизации стареют в ходе истории, то есть тоже в ходе эволюции и вследствие функциональной дифференциации элементов, из которых состоят, — граждан. В доисторической древности государств сначала не было. Люди были объединены в племена. В них разделение труда только начиналось, и внутриплеменное разнообразие было очень низким. Племя, как и организм примитивного беспозвоночного, вероятно, могло жить вечно. Оно было потенциально бессмертным. Условия для функциональной дифференциации членов общества улучшились в объединениях племен — в государствах. Сначала внутригосударственное разнообразие было низким. Но естественный отбор, шедший на уровне государств, поддерживал разделение труда между гражданами, так как оно позволяло побеждать в войнах. В эпохи расцветов древних и античных цивилизаций функциональная дифференциация граждан была максимально возможной для того времени. Но, достигнув «цветущей сложности», цивилизации начинали упрощаться и приходили в упадок. Причиной этого были вредные процессы, сопутствовавшие полезной для общества деятельности специалистов [8], то есть аналоги параметаболических реакций

организма. После краха цивилизаций общества возвращались в состояние «исходной простоты». Специалистам места в них не было. Причина старения цивилизаций — функциональная дифференциация граждан, их специализация.

В наше время функциональная дифференциация граждан достигла небывалого уровня. Благодаря углублению общественного разделения труда, ресурсы среды теперь используются гораздо более полно и эффективнее, чем раньше. И существенно сильнее, чем раньше, действуют аналоги параметаболических реакций — загрязнение среды, снижение биоразнообразия и ресурсов планеты, чрезмерное увеличение численности людей, изменение климата, повышение генетического груза в популяциях, социальные проблемы. Аналоги параметаболических реакций свидетельствуют, что дальнейшее развитие мировой цивилизации по выбранному пути ведет к снижению надежности ее существования и чревато ее крахом [4, 8, 9, 12]. Снижение надежности существования мировой цивилизации носит эндогенный характер, то есть является ее старением. Вероятно, уровень функциональной дифференциации граждан в наше время достиг предела, и увеличение его перестало повышать гомеостатические свойства общества, а начало их снижать.

#### *Возможность омоложения цивилизаций*

Рассмотрение процесса формирования свойства стареть у трех систем приводит к выводу, что это свойство у них возникает в результате эволюции по пути углубления функциональной дифференциации их элементов, их специализации. Чем выше элементы системы специализированы, тем больше приносят вреда параметаболические реакции или их аналоги. При очень высокой специализации элементов этот вред так велик, что ограничивает продолжительность жизни систем, лишая системы потенциального бессмертия. Протекание процессов старения организма и общества заключается в уменьшении у них числа специализированных элементов. На определенном этапе этого уменьшения гомеостатические свойства организма и общества становятся столь низкими, что они из-за незначительного внешнего воздействия прекращают свое существование. Протекание процесса старения сообщества общественных насекомых — следствие гибели единственной специализированной на размножение особи. Сходство процессов возникновения свойства стареть у общества и у двух рассмотренных биосистем свидетель-

ствуется, что общество — система не только социальная, но и биологическая. Сходство процессов протекания у них старения свидетельствует о том же. Следовательно, управляют старением общества не только социальные, но и биологические закономерности.

Как показано на примере сообществ общественных насекомых [2, 3], биологические закономерности допускают омоложение надорганизменных систем. Но заимствовать для омоложения цивилизации механизм омоложения сообществ общественных насекомых, конечно, нельзя, так как организация их сообществ в корне отличается от организации общества. Способностью омолаживаться обладают, вероятно, не только сообщества насекомых. Некоторые цивилизации, возможно, тоже омолаживались. Это могло происходить в Древнем Египте и Древнем Китае. Продолжительность жизни большинства исчезнувших цивилизаций — 1000–1200 лет [5]. Но египетская цивилизация просуществовала 5000 лет. Китай существует 5000 лет и признаков старения не обнаруживает.

Решающую роль в старении общества играют не биологические, а социальные закономерности [5, 7]. Они в статье не рассматривались. Позволят ли они цивилизации омолодиться? По мнению Р. Р. Ehrlich и А. Н. Ehrlich [9], самая большая проблема в предотвращении краха мировой цивилизации — трудность убедить политиков и экономистов в необходимости коренных изменений в жизни общества. Всем не нравятся последствия продолжения развития общества

по выбранному пути, пишет R. Rull [12], но никто не хочет принести необходимые жертвы для решения проблемы. Правы А. С. Акопян и соавт. [1], которые считают, что если преждевременная гибель цивилизации реальна, то причиной ее станет, скорее всего, не ограниченность ресурсов и не перенаселенность, а неадекватность психологии людей и несовершенство социальной и политической организации общества.

## Литература

1. Акопян А. С., Харченко В. И., Мишнев В. Г. Состояние здоровья и смертность детей и взрослых в современной России. М.: Вопр. статистики, 1999.
2. Захаров А. А. Организация сообществ у муравьев. М.: Наука, 1991.
3. Кипятков В. Е. Мир общественных насекомых. Л.: Изд-во ЛГУ, 1991.
4. Кондратьев К. Я., Крапивин В. Ф., Лакаса Х., Савиных В. П. Глобализация и устойчивое развитие. Экологические аспекты. Введение. СПб.: Наука, 2005.
5. Леонтьев К. Н. Византизм и славянство. Избранное. М.: Московский рабочий, 1993.
6. Марфенин Н. Н. Концепция модульной организации развития // Журн. общ. биол. 1999. Т. 61. № 1. С. 60–79.
7. Шпенглер О. Закат Европы (пер. с нем.). М.: Наука, 1993.
8. Butzer K. W. Collapse, environment and society // PNAS. 2012. Vol. 109. № 10. P. 3632–3639.
9. Ehrlich P. R., Ehrlich A. H. Can a collapse of global civilization be avoided? // Proc. Royal. Soc. B. Biol. Sci. 2013. Vol. 280. № 1754. P. 1–9.
10. Golubev A. How could the Gompertz-Makeham law evolve // J. theor. Biol. 2009. Vol. 258. № 1. P. 1–17.
11. Gardner S. N., Mangel M. When can clonal organism escape senescence? // Amer. Nat. 1997. Vol. 150. № 4. P. 462–490.
12. Rull V. Conservation, human values and democracy // EMBO reports. 2014. Vol. 15. № 1. P. 17–20.

Adv. geront. 2017. Vol. 30. № 4. P. 623–626

A. V. Makrushin<sup>1</sup>, N. V. Aladin<sup>2</sup>, A. S. Vasiliev<sup>1</sup>

### IS IT POSSIBLE TO REJUVENATE THE AGING GLOBAL CIVILIZATION?

<sup>1</sup> I. D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters, RAS, Borok, Yaroslavl region, 152742; e-mail: makru@ibiw.yaroslavl.ru; <sup>2</sup> Zoological Institute RAS, Universitetskaya emb., 1. St. Petersburg, 199034

Society is not only social system but also biological system. Growing complexity of biological systems will inevitably lead to the loss of their potential immortality and to the appeared attribute of aging. The aging of the present-day civilization is evidenced by the problems having accumulated. The answer to the question concerning the possibility to prevent collapse depends on the answer to the more general question — whether supra-organismal system that due to the growth of the structure complexity has acquired the property to age without losing achieved complexity can return to ancestral potential immortality. A positive response is given to this question. Supra-organismal systems having been freed from the necessity to age exist. Those are communities of social insects. Some of them were mortal initially but in the course of evolution have lost attribute of aging. Therefore, complex supra-organismal systems, including present-day civilization, can return to ancestral potential immortality not losing the achieved structural complexity. The main obstacle to rejuvenating civilization is not the nature of things but the human mentality.

**Key words:** aging of civilizations, parametabolic theory of aging, social insects