

О масштабах рассмотрения глобальной эволюции и шкале для ее измерения

Савостьянов Геннадий а

E-mail: genasav38@mail.ru

О масштабах рассмотрения глобальной эволюции и шкале для ее измерения.

Савостьянов Г.А. Бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской Академии Наук (ИЭФБ РАН), Санкт-Петербург, 194223, genasav38@mail.ru

В настоящее время биологическая и социальная эволюция рассматривается в трех масштабах: микро-, макро- и мегаэволюция (Гринин, Марков, Коротаев 2008). Представление результатов такого развития до сих пор носит качественный характер и проводится путем построения генеалогических деревьев, в биологии сводимых иногда в круговые диаграммы (Baldauf, 2008; Adl et al., 2012). Однако количественных критериев для выделения этих масштабов пока не существует и не ясно, все ли они учтены. Степень развития в каждом из них выражается интуитивно, длиной стволов и ветвей деревьев. Нет также параметров для количественной оценки развития. Это не позволяет строить полные параметрические системы, способные прогнозировать развитие и измерять его. Для поиска таких параметров было проведено моделирование многообразия элементарных единиц идеализированных многоклеточных организмов, развитие которых осуществляется на основе разделения функций между клетками (Савостьянов, 2016). Для количественного описания такого разделения были введены необходимые понятия. Это понятия перечня L функций, подлежащих разделению, а также понятия о трех режимах выполнения этих функций. Первым является режим автономного выживания (РАВ), когда функции выполняются только для себя и потенциалы к разделению не имеют. Организм, выполняющий все функции в этом режиме, является исходным. Вторым является режим, в котором функции за счет инноваций приобретают генеративные потенциалы к разделению, т.е. переходят в режим, допускающий специализацию (РДС). Параметр m обозначает число функций гистиона, которые приобрели потенциалы. Общее число S потенциалов, приобретенных всеми функциями, равно $S = 1/2 (1 + m)m$ (1) Третьим является режим, в котором приобретенные потенциалы преобразуются в структурные и реализуются, благодаря чему клетки переходят в режим осуществляемой специализации (РОС). Параметр n – показывает число функций, реализовавших потенциалы (или – число специализированных клеток гистиона). Возникающие специализированные клетки интегрируются в элементарные единицы многоклеточности, названные гистионами. Эта процедура регламентируется набором аксиом (Савостьянов, 2016; Savostyanov 2016). Смена режимов выполнения функций составляет элементарные акты развития этих гистионов. Тогда общее число N осуществленных актов развития равно $N = 1/2 (1 + m)m + n$ (2) Это – важный новый параметр для характеристики прогрессивного развития. С его помощью выяснено, что в развитии гистионов действует закон, согласно которому при монотонном росте числа N актов развития число n специализированных клеток гистиона периодически изменяется, т.е. развитие циклично. На этом основании строится количественная параметрическая система гистионов в виде двумерной периодической таблицы. В ней m обозначает номер строки, n – номер столбца, N – порядковый номер ячейки с гистионом. В ячейке с нулевыми значениями m и n находится исходный гистион. Каждая строка таблицы отражает цикл развития и начинается с нулевого столбца с родоначальником, полным потенциалов, а завершается их реализацией с формированием гистиона из терминально специализированных клеток, число которых n становится равным m . В рамках каждого цикла действует закон сохранения потенциалов,

согласно которому в развитии гистионов при неизменном m и любом значении n общее число потенций остается постоянным, меняется лишь соотношение генеративных и структурных, реализованных и нереализованных потенций. Из этого закона вытекает важное следствие: в развитии гистионов неизбежно происходит разделение клеток на стволовые и нестволовые (креативные и некреативные). Это происходит по следующей причине. Поскольку в цикле развития с неизменным m доля нереализованных генеративных потенций падает, а число специализированных клеток гистиона растет, то возникает момент, когда потенций на всех нехватает, и начинают возникать клетки без потенций. При развитии гистионов в рамках каждой строки динамика потенций поддается количественному описанию (Савостьянов, 2016). Так, общее число реализованных структурных S_{pc} потенций у всех функций гистиона зависит только от n и эта зависимость носит следующий характер: $S_{pc} = 1/2 (n + 1)n$ (3) В отличие от S и S_{pc} , общее число нереализованных структурных потенций S_{nc} у специализирующихся функций гистиона зависит уже от обоих параметров m и n . Для каждой отдельной функции это число одинаково и равно разности $m - n$. Тогда общее число нереализованных структурных потенций S_{nc} у всех функций гистиона равно: $S_{nc} = (m - n)n$ (4) Число таких потенций составляет дифференцировочный потенциал гистиона. Оно же может составлять и пролиферативный потенциал. Из выражений (2), (3) и (4) находим число нереализованных генеративных S_{ng} потенций гистиона: $S_{ng} = 1/2 (m - n)(m - n + 1)$ (5) Число таких потенций составляет генеративный потенциал гистиона. Наконец, из уже найденных выражений можно найти и последний показатель, характеризующий динамику потенций в развитии, а именно число S_{pg} реализованных генеративных потенций: $S_{pg} = 1/2 (2m - n + 1)n$ (6) Таким образом, с помощью основных параметров процедуры разделения функций (m и n) можно находить не только общий пул потенций (потенциом), но и разделять их на отдельные виды и, тем самым, говорить о структуре этого пула, а также характеризовать его изменения в развитии. В графической форме эти изменения напоминают закон Харди-Вайнберга. Построенная таблица может учитывать и качественный состав наборов функций, вовлекаемых в разделение. Этот учет делает таблицу трехмерной и позволяет ввести понятие о направлениях и последовательности развития гистионов (Савостьянов, 2016; Savostyanov 2016). Предельное число таких направлений для нулевого столбца находится как число сочетаний C из L по m , а число последовательностей вовлечения функций равно числу $m!$ В рамках каждого направления для ячеек таблицы возможно множество N изотопов, различающихся составом функций в РДС и РОС. Для каждой ячейки таблицы это множество равно числу сочетаний из m по n . При этом важно подчеркнуть, что каждое из этих множеств делится на m пересекающихся подмножеств, имеющих хотя бы одну общую функцию. Полученная трехмерная таблица является номогенетической и отражает два вида развития: прогрессивное и девиантное. В прогрессивном растет N и, соответственно, m и n . В девиантном эти параметры не меняются, а происходит выбор и реализация изотопов. Такое развитие также поддается измерению. Тогда множество всех направлений развития, возможных в рамках трехмерной периодической таблицы, можно представить в виде круговой диаграммы. В ее центре находится исходный (нулевой) гистион, который порождает различные направления развития (секторы диаграммы) в виде деревьев. Их стволы состоят из отдельных циклов, упорядоченных по возрастанию N . Число таких направлений равно числу m функций, получивших потенции. Число ветвей и их длина определяются числом N изотопов. Даются также шкалы для оценки развития. На радиальной шкале откладываются значения m , n и N , она служит для измерения прогрессивного развития. На дугах откладываются значения N , они служат для измерения девиантного развития. При этом оказалось, что для описания развития гистионов необходимы не три, а пять различных масштабов. Так, круговая диаграмма в целом соответствует трехмерной периодической таблице гистионов, включа-

ет все циклы развития (по числу строк периодической таблицы) и учитывает реализацию генерального множества изотопов. Это множество составляет репертуар «тераэволюции». Совокупности циклов в рамках каждого сектора с реализацией лишь подмножества изотопов отражают репертуар «гигаэволюции». Совокупность циклов без реализации изотопов отражает репертуар «мегаэволюции». Реализация отдельных циклов с изменением n от нуля до m составляет репертуар макроэволюции. Наконец, небольшие изменения гистионов в рамках цикла в окрестностях какой-либо ячейки составляют репертуар микроэволюции. Таким образом, построенная круговая диаграмма впервые показывает принципиальную возможность количественного представления многообразия направлений развития, их масштабов и параметров для измерения. Эту диаграмму можно использовать как модель при построении подобных диаграмм для систематики, измерения и прогнозирования развития реальных организмов. Кроме того, полученные результаты применимы для описания, измерения и систематики систем любой природы, если их развитие основывается на процессах разделения труда.

Цитированная литература

1. Гринин Л. Е., Марков А. В., Коротаев А. В. 2008. Макроэволюция в живой природе и обществе. М.: ЛКИ/URSS.
2. Савостьянов Г.А. Возникновение стволовых клеток в развитии многоклеточности и их количественная характеристика. // Цитология, 2016, Т.58, вып.8, С. 577 – 593.
3. Savostyanov G. A. On the Elementary Units of Multicellularity and Their Classification in the Shape of a Periodic Table. // Paleontological Journal, 2016, Vol. 50, No. 13, pp. 1519–1528.
4. Baldauf S. L. 2008; An overview of the phylogeny and diversity of eukaryotes. // Journal of Systematics and Evolution v 46 (3), P: 263–273, (formerly Acta Phytotaxonomica Sinica)
5. Adl S. M., Simpson A. G. B., Lane Christopher E. et al. The Revised Classification of Eukaryotes // Journal of Eukaryotic Microbiology, 2012, 59(5), pp. 429 – 493.