

Налетов Ю.А.,
кандидат философских наук,
доцент кафедры логики, философии и методологии науки,
Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева

Теория мегаэволюции и проблема направленности филогенеза: новые пути теоретизации знания в науках о живом

В современном науковедческом знании формируются контуры нового представления о развитии живого, опирающегося на идеи концепции мегаэволюции. В отличие от моделей филогенеза, созданных в рамках микро- и макроэволюционного анализа, теория мегаэволюции демонстрирует нам картину не просто направленности, а предопределенности основных актов развития живого. В статье обосновывается положение, что направленность мегаэволюции имеет не телеологическую, а каузально-генетическую природу.

В статье критически оцениваются классические идеи унификации биологического знания, посредством которых обеспечивалось содержательное или логико-методологическое единство научных систем биологии. Эпистемологические разрывы, гетерогенность биологического знания обнаруживаются в методологическом и концептуальном смысле, причем наибольшая степень смыслового и логико-методологического расхождения характерна для эволюционного знания.

Ключевые слова: мегаэволюция, направленность филогенеза, гетерогенность биологического знания, эволюционный прогресс.

Naletov Y.A.,
Candidate of Philosophy, Docent, Associate professor of
Department of logic, philosophy and methodology of science,
Orel State University named after I.S. Turgenev

The theory of megaevolution and the problem of phylogenetic orientation: new ways of theorizing knowledge in the living sciences

In modern scientific knowledge, the contours of a new idea of the development of the living, based on the ideas of the concept of megaevolution, are being formed. In contrast to the phylogenetic models created within the framework of micro-and macroevolutionary analysis, the theory of megaevolution, operating on the scale of tens and hundreds of millions of years, shows us a picture of not just the direction, but the predestination of the main acts of the development of living things. The article substantiates the position, that the direction of megaevolution is not teleological, but it is causal-genetic in its nature. The main acts of megaevolution involve overcoming some barriers (crises) of bioenergetic or systemic nature, these crises largely

determine the vector of development of the living, as well by laying the foundations for subsequent crises.

The article critically evaluates the classical ideas of the unification of biological knowledge, through which the substantive or logical-methodological unity of the scientific systems of biology was ensured. Epistemological gaps, heterogeneity of biological knowledge is found in the methodological and conceptual sense, and the greatest degree of semantic and logical-methodological divergence is characteristic of evolutionary knowledge.

Keywords: *Megaevolution, phylogenetic orientation, heterogeneity of biological knowledge, evolutionary progress.*

Важнейшим достижением науковедческого знания XX века стал отказ от научного объективизма классического естествознания, характерными элементами которого являлись унитаризм и монотеоретизм. Предполагалось, что наука способна сформировать единственно верное однозначное, исчерпывающее описание реальности, отражающее объективный порядок вещей. Сегодня, наверное, нет необходимости доказывать уязвимость подобного представления. Современная философия науки рисует непривычную с точки зрения наивного объективизма картину, в которой научный разум не просто отображает некое событие, но выполняет конструктивную роль, активно вторгаясь в процесс конструирования объекта изучения, посредством спецификации объекта исследования и включения его в определенный теоретический контекст. Другими словами, искомый порядок природы во многом задается самой логикой познания: теоретическая система и эмпирические средства формируют условия для устойчивого воспроизводства предметной области исследования. В науке существует множество способов теоретического воспроизведения одного и того же явления, следовательно, сформировать исчерпывающее описание данного явления в рамках одной понятийной системы в принципе невозможно, полнота описания явления возможна лишь на стыке теорий, в их диалоге, взаимном дополнении.

Следует отметить, что в науках о живом степень концептуального расхождения (даже несоизмеримости) основных положений научных программ или теоретических систем является еще более выраженной [Лебедев, Коськов, 1980]. Это связано с невероятной сложностью органических систем, а также эмерджентным и нелинейным характером их функционирования. Так, при переходе исследования от частей к целому, от уровня к уровню, скачкообразно обнаруживаются свойства, никак не проявляющиеся на других уровнях организации живого. Исследование одного явления в различных теоретических контекстах рисует совершенно удручающую картину неопределенности или даже «оборотничества» живого. Значительная гетерогенность биологического знания делает малопродуктивными редукционистские методы или однофакторные эксперименты при исследовании живой природы [Карпинская, 1991]. Целостность теоретических систем в биологии, зачастую, обеспечивается не посредством редукции и логического выведения, а с помощью диалога, архетипического отображения и принципа подобия, то есть механизмов, которые

далеки от тех образцов теоретизации знания, которые сложились в физике [Алешин, 1991].

Высокий уровень гетерогенности демонстрирует также современное эволюционное знание. Степень смыслового и методологического расхождения эволюционных теорий такова, что сегодня ставится под сомнение не только возможность построения дедуктивизированной теории эволюции, но и создания единой интегрированной картины эволюции органической жизни. «Опыт последних десятилетий, – пишет Э.И. Колчинский, – ставит под вопрос саму возможность создания новой целостной эволюционной теории, так как эволюция специфически протекает на основных уровнях организации живого (молекулярном, организменном, популяционном, видовом, экосистемном и биосферном), на разных этапах истории органического мира и в крупных таксономических группах» [Колчинский, 2002: 469]. Ранее в одной из своих последних статей академик Л.П. Татаринов пришел к выводу: «Единую теорию эволюции, в равной мере охватывающую все уровни, уже невозможно создать» [Татаринов, 2005: 88]. Действительно, огромное количество факторов и механизмов эволюции, размытость основных категорий, невозможность формализации знания и применения редуционистских методов, все это приводит к тому, что общая эволюционная теория (даже если она обретет жизнь) будет носить полуописательный характер [Воронцов, 1999: 533]. Конечно, подобная научная биологическая система не может быть формализована и дедуктивизированна, следовательно, она будет обладать ограниченными эвристическими и объяснительными возможностями и иметь практически нулевую предсказательную силу.

Помимо смыслового и методологического расхождения в рамках различных эволюционных теорий, существуют также некоторые эпистемологические препятствия, связанные с представлением об уровнях обобщения эволюционных процессов видового или надвидового ранга. В силу эмерджентного характера развития живого, различные факторы эволюции по-разному действуют на различных уровнях живого, а также на различных этапах его развития, на этом базируется различие микро-, макро- и мегаэволюции. На разных уровнях обобщения научное знание демонстрирует нам разнообразие представлений об органической эволюции. Если для микроэволюции филогенез – это в целом случайный процесс отбора генетических программ (включая генетико-автоматические процессы), а макроэволюционный анализ открывает для нас явление некоторой направленности филогенеза (многочисленные параллелизмы и пр.), наконец, мэгаэволюция, оперирующая в масштабе десятков и сотен миллионов лет (появление новых типов и классов), демонстрирует нам картину не просто направленности, а предопределенности основных актов мегаэволюции. При этом утверждение об истинности только одной единственной картины эволюции некорректно. Авторы ссылаются на объективные филогенетические факты, но при этом выбор этих фактов зачастую выглядит произвольным. В рамках той или иной теоретической системы все многообразие филогенеза редуцируется до некоторой интервальной ситуации, обеспечивающей работоспособность концептуальных средств данной

теоретической системы. Так, например, популяционная генетика оперирует событиями микроэволюции, поскольку научный аппарат данной теории просто не способен в полной мере исследовать логику макро- и мегаэволюционных процессов. Очевидно, что абсолютизация одной модели, работоспособной в границах выбранного масштаба филогенеза, не продуктивна, целостное представление об эволюции органической жизни возможно на пути согласования и диалога разных подходов и теорий. Следует отметить, что подобная проблема существует и в других науках, изучающих сложные организованные процессы. Например, микро- и макроэкономика в экономической науке, микро- и макрополитика в политологии и менеджменте демонстрируют наличие эпистемологических разрывов при изучении общественных процессов при смене масштаба, от малых групп к крупным социальным образованиям, требующим применения иных методологических и концептуальных средств.

Если отойти от микро- и макроэволюции и взглянуть на развитие живого на протяжении наиболее значительных геологических промежутков времени, то вся история живого сожмется до описания нескольких ключевых актов или этапов (так называемая мегаэволюция). Причем в этом избранном масштабе эволюция живого приобретает несколько непривычные для дарвинизма черты. Основные этапы следуют друг за другом и в значительной степени предопределяют появление последующего, также они отличаются качеством ведущих эволюционных факторов (первоначально физико-химические, а позднее генетические, морфологические). Переход от одного этапа к другому сопряжен с преодолением некоторого барьера или кризиса, при этом переход к следующему этапу сопровождается ускорением преобразований [Шноль, 1979: 17]. Переход имеет направленность, поскольку в значительной степени определяется характером задач, стоявших перед живыми системами. Таким образом, мы получаем картину последовательного усложнения живого, в целом подчиняющуюся закономерностям биоэнергетического и системного характера. Такими «несомненными» этапами мегаэволюции можно считать: 1) возникновение жизни, 2) формирование эукариотической клетки, 3) появление многоклеточных организмов [Расницын, 1971; Шноль, 1979]. Далее к подобным этапам можно отнести формирование хордовых, тетрапод и т.д. Остановимся на первых этапах мегаэволюции.

Первый этап мегаэволюции – это само зарождение органической жизни. Сегодня наука пришла к выводу, что появлению жизни предшествовал геологический период эволюции сложных химических соединений, на основе которого и сложилась собственно «живая» эволюция. В своих ставших уже знаменитых работах А. П. Руденко, М. Эйген и П. Шустер теоретически обосновали механизм перерастания эволюции из химической в собственно биологическую на основе базисных химических каталитических процессов [Руденко, 1976; Эйген, Шустер, 1982]. Теория эволюционного катализа отказалась от традиционного структурного подхода, представляющего зарождение жизни как постепенный процесс самосборки, самоусложнения биополимеров, и показала необходимость функционального анализа

эволюционирующих систем, причем ведущая роль в химической эволюции отводилась базисной каталитической реакции. Кроме того, теория эволюционного автокатализа в целом согласуется с идеальной моделью развития ультрастабильных систем, сформированной в рамках кибернетики и теории систем.

По всей видимости, протоорганизм возник на базе эволюции открытых каталитических систем, в которых общая энергия катализируемой реакции с изменением кинетической и структурной составляющей и общей каталитической активности (так называемый гиперцикл) возрастает. Химически гиперцикл представляет собой сложную систему сопряженных биохимических реакций, идущих на границах фаз, причем катализатор (фермент) служит для преодоления энергетических барьеров химических реакций. Еще А. П. Руденко обнаружил, что каталитическая система может повышать степень устойчивости посредством повышения своей активности, которая может осуществляться за счет сужения спектра действия фермента (рост избирательности поведения системы, активности), что, в свою очередь, ведет систему к усложнению собственной структуры, надстраиванию новых циклов и реакций [Руденко, 1976]. Таким образом, гиперцикл как ультрастабильная система демонстрирует статистически устойчивую тенденцию к росту, в ходе которого система, наталкиваясь на ряд кинетических барьеров, преодолевает их (если реакция не прекращается) за счет качественного изменения каталитической системы. Иначе говоря, система, проходя очередной барьер, стабилизируется на состоянии, все более удаленном от положения равновесия. В подобной системе, по выражению Эрвина Бауэра, осуществляется работа по «созданию неравновесности», в результате чего повышается как структурная сложность, так и каталитическая активность системы, свойства которой таким образом постепенно приближаются к показателям биологического субстрата.

В процессе «химической эволюции», происходил отбор тех центров катализа, которые обладают наибольшей скоростью, избирательностью, активностью, именно на них все более сосредоточивалась базисная реакция. Несложно предугадать, что химическая эволюция имеет четкие границы, связанные с «диффузионным пределом». На определенном этапе дальнейшее совершенствование каталитической активности ферментов становится бессмысленным, поскольку скорость реакции ограничена фундаментальным процессом диффузии химических соединений. С этого момента вектор эволюции протобионтов был предопределен, поскольку развитие могло идти только по пути структурного совершенствования (создания сложных мембран, компатмезации протоорганизма), а также механизма размножения. Видимо последним актом химической эволюции явилось преодоление кинетического «концентрационного» предела («неймановского порога»), связанного с достижением каталитической системой такого уровня сложности организации и каталитической активности, при котором рост и развитие становятся невозможными. В дальнейшем система может развиваться только за счет размножения в связи «с ростом общей производительности популяции

однородных самовоспроизводящихся систем ... при сохранении их единичной производительности» [Барг, 1993: 111].

Автономные функциональные центры, используя сложные мембранные комплексы, обособились в отдельные клетки, при этом объем этих клеток строго определялся физико-химическими факторами. Первоначальная клетка – это минимальная функциональная единица, в которой нет подлинных органелл, она «дышит» и «питается» целиком. Н. Лейн показывает, что минимальный размер этой клетки соответствует стандартному размеру эубактерий, это минимальная система, способная постоянно генерировать энергию ионного потока для поддержания собственного функционирования [Лейн, 2018]. Значительное уменьшение размеров этой клетки делает невозможным осуществление всех функций жизнедеятельности, она просто не сможет вместить в себя «весь необходимый для автономного существования набор матриц, ферментов и прочих молекул» [Шноль, 1979: 39]. С другой стороны, существенное увеличение клетки приводит к значительному повышению энергетических затрат, поскольку появляется огромная диспропорция между объемом цитоплазмы и площадью поверхности клетки. Таким образом, деление проторганов во многом стало способом преодоления этого физического барьера. При этом, те клетки, которые обрели способность ковариантного воспроизведения, имели неизмеримое преимущество над теми, кто не смог создать транскрипционно-трансляционный механизм. Видимо, потомки этих (или этой) удачливой протобиотической клетки вступили в область собственно биологической эволюции, став прародителями двух основных линий живого – бактерий и архей. Таким образом, зарождение жизни, формирование механизма размножения и собственно биологической эволюции явилось результатом преодоления диффузного и концентрационного пределов, которых достигли колонии протобионтов. При этом способы преодоления этих «пределов» были в значительной степени предопределены закономерностями биоэнергетической и системной природы, что в конечном счете придало мегаэволюции живого характер направленного процесса.

Следующим «несомненным» этапом мегаэволюции стало появление эукариот. Современные исследования показывают, что более миллиарда лет живое функционировало в виде прокариотической биосферы, где нет ни хищников, ни жертв, ни хозяев, ни паразитов, прокариоты функционировали в виде различных сопряженных биохимических циклов. Однако для прокариот был открыт лишь один путь развития – совершенствование биохимических механизмов метаболизма. Другие направления (структурное развитие, формирование более совершенных форм управления) были ограничены физическим барьером. Следует отметить, что, исходя из теории систем для ультрастабильных систем, каковыми является живое, существуют два основных «способа эволюции»: первый способ – достижение такой скорости генетического приспособления, при которой эволюционные изменения успевают следовать за колебаниями среды; второй способ – «демпфирование – нереагирование на относительно быстрые колебания условий существования, выработка приспособлений, позволяющих жить в соответственно широком диапазоне

условий, т.е. такой темп генетических изменений эволюционного совершенствования, который обеспечивает увеличение биологического совершенства, учитывающее лишь постоянную составляющую изменений внешней среды» [Шноль, 1979: 37]. Как мы знаем, эволюция прокариот в значительной степени реализуется по первому сценарию: «когда каждая мутация сразу же проявляется в фенотипических свойствах ее носителя, сразу же становится объектом естественного отбора». В то время как в эукариотической клетке значительный объем генетической информации (рецессивные гены, интроны) сохраняется от непосредственного действия отбора. Переход ко второму «способу эволюции» был возможен только одним путем – формированием эукариотической клетки, в которой генетическая информация (ядро) отделена от трансляционного механизма (цитоплазма). Но для создания ядерной клетки бактерия должна была преодолеть фундаментальный физический барьер. Дело в том, что существенное увеличение размера прокариот невозможно, поскольку объем клетки (цитоплазма, все необходимые вещества) увеличивается пропорционально кубу, а площадь поверхности клетки – квадрату. Например, чтобы обычная бактерия «раздулась» до размеров эукариотической клетки, объем должен увеличиться в 15 тыс. раз, а площадь лишь в 625 раз. У прокариот синтез АТФ осуществляется в мембранах клеточной стенки (за счет энергии ионного потока), следовательно, при значительном увеличении клетки при дисбалансе объема клетки и площади ее поверхности относительная выработка энергии падает в десятки раз. Не говоря уже о том, что возрастут энергозатраты для дополнительной генетической информации, не актуализованной непосредственно в фенотипе. Преодоление этого барьера кажется практически невозможным, но все же это произошло. Сегодня мы знаем, что вытащить прокариоты из «энергетической ямы» помог эндосимбиоз, в результате которого внутри архей обосновались «на правах» органелл бактерии (будущие митохондрии). Грандиозные исследования группы Билла Мартина показали, что этот симбиоз, скорее всего, являлся однократным актом [Martin, Müller, 1998; Martin, 1999]. Какая-то колония архей смогла за счет симбиоза перешагнуть через этот энергетический барьер и заложить основу для эволюции эукариот. Этот акт был однократным, потому что был невероятно сложным с химической, генетической точек зрения, а с физической – «просто чудом». У бактерий и архей разные механизмы поддержания энергии протонного градиента, разный химизм, не говоря уже о генетических различиях. Предки эукариот смогли согласовать эти различия, что потребовало формирования новых типов управления. Кроме того, ДНК архей-хозяйки подверглась «интронной атаке» чуждого генома бактериального симбиота, что привело к появлению огромного числа бессмысленных участков хромосом, реализация которых в цитоплазме должна была привести к гибели клетки [Martin, Koonin, 2006]. Предки эукариот выработали единственно возможное решение этой проблемы, они кардинально разделили процессы транскрипции и трансляции, отделили ДНК (ядро) от остальной цитоплазмы. Формирование бессмысленных текстов в хромосомах эукариот (их бесконечное тиражирование) происходит и сейчас, но наличие ядра позволило отделить этот «сумасшедший принтер» от

цитоплазмы. Это означало, что клетка отбирала нужные «осмысленные» тексты, которые в дальнейшем покидали ядро и в цитоплазме транслировались в ферменты, т.е. актуализировались фенотипически. Все это требовало формирования сложных механизмов управления генетическими процессами, а также роста энергозатрат на функционирование «сумасшедшего принтера». Миллиард лет назад чудесной колонии мутантов это удалось, в результате за счет симбиоза выработка АТФ (происходящая в специализированной органелле) по сравнению с прокариотами выросла в десятки раз, а если считать выработку энергии на один ген, то у эукариот это число по разным оценкам больше в сотни и тысячу раз [Лейн, 2018]! Важно подчеркнуть, что все главные особенности организации и функционирования эукариотической клетки были предопределены самим механизмом преодоления энергетического и системного барьера древних прокариот. Другими словами, эукариотическая клетка такова, поскольку лишь подобная форма организации клеточной жизни позволила когда-то колонии архей выйти из той «энергетической ямы», в которой пребывали все прокариоты. По всей видимости, это был единственный способ преодоления энергетического барьера, тем самым мегаэволюция обретает черты явной направленности и предопределенности. Справедливости ради следует отметить, что данную предопределенность мы можем констатировать только ретроспективно, когда события уже произошли. Так в науках о живом обнаруживается удивительное свойство: здесь предсказательная сила теории и ее объяснительная мощь принципиально разделены.

Устойчивость и адаптивные возможности эукариотической клетки значительно возросли. Многократно увеличившаяся в размерах живая клетка смогла пойти по пути роста функционального и структурного разнообразия, которое более эффективно могло быть противопоставлено разнообразию среды. Нарастивание структурного разнообразия сопровождалось формированием все более сложных механизмов реагирования и саморегулирования. В конечном счете, благодаря этой революции, органические системы обрели возможность формирования сложной морфологической структуры, все более активных форм поведения и механизмов регулирования, что и составляет суть эволюционного прогресса.

Важно отметить, что рост энерговооруженности эукариотической клетки позволил многократно нарастить ее генетическое разнообразие, которое, казалось, носит избыточный характер. Живое сформировало целую систему управления активностью генов, заключающуюся в действии регуляторных генов, а также в сложном половом и репарационном механизме, тем самым клетка обрела возможность накапливать генетическую информацию в скрытом, неактивном виде. С этого момента эволюция эукариот стала развиваться в первую очередь за счет эволюции регуляторных генов, эволюция структурных генов несколько приостановилась, так как была менее эффективной (более затратной). Но самое главное, возможность управления активностью структурных генов позволила эукариотической клетке на основе одного и того же генома строить самые разнообразные фенотипы, благодаря этой способности эукариотическая клетка смогла превратиться в многоклеточный организм. При

этом, фактически формирование многоклеточности было уже predetermined самим фактом появления эукариотической клетки. Дело в том, что эукариотическая клетка, обладая значительной избыточной генетической информацией, в то же время имела ограниченные возможности ее реализации: одна клетка не могла реализовать все сценарии развития, заложенные потенциально в ее геноме. Это противоречие было разрешено лишь с появлением многоклеточного организма, все специализированные клетки которого (различных тканей и органов), по сути, представляют собой возможные траектории развития одной единственной материнской зиготы. Таким образом, многоклеточность позволила живому совместить в одном организме невероятный доселе арсенал узко специализированных функций, что многократно увеличило вариабельность, активность поведения живой системы, а также сопровождалось морфологическим и регулятивным совершенствованием.

Итак, в рамках мегаэволюционной модели развитие живого обретает черты направленного процесса. Следует отметить, что современная наука далека от попыток полумистических трактовок направленности органической эволюции в духе «энтелехии» или «батмизма». С позиции мегаэволюции, направленность филогенеза связана с преодолением барьеров энергетического и системного характера, эти узловые пункты эволюции, как железнодорожные стрелки, определяют векторы дальнейшего развития живого, в том числе закладывая новые противоречия и барьеры, которые в свою очередь определяют направление ароморфной трансформации живого в будущем. Если первоначально ключевыми для мегаэволюции выступали факторы энергетической и системной природы, то в дальнейшем все большее значение приобрели факторы морфологические, эпигенетические и экосистемные.

При этом суть мегаэволюции остается той же: формирование нового морфологического или экологического типа является способом разрешения некоторого кризиса, в котором пребывал материнский таксон. При этом, в силу разнообразных ограничений различной природы маловероятно, чтобы существовало множество реальных путей преодоления этого кризиса, в мегаэволюции актуализируется одно (редко два) направления. В отличие от микро- и макроэволюции, где видообразование обычно осуществляется посредством формирования целого пула новых популяций, мегаэволюционная теория, акцентированная на исследовании появления новых типов и классов, констатирует очевидную канализованность, направленность развития живого. При этом направленность понимается не в аристотелевском, телеологическом смысле, а в каузально-генетическом. В этой связи predeterminedность «скелетной революции» или формирования группы амниот объясняется наличием ряда ограничений, связанных с самой природой того барьера (кризиса), с которым сталкивалось живое на определенном этапе своего существования. В сущности это все тот же метод проб и ошибок, только отметим, что каждое «правильное» решение не только позволяет разрешить некий кризис, но и, отсекая иные возможности, увеличивая количество запретов,

сужает окно возможностей развития живого, делает дальнейшую мегаэволюцию все более канализованной, направленной.

Список литературы

Алешин, 1991 – *Алешин А.И.* Междисциплинарные связи биологии как пространство возможностей теоретического поиска // *Природа биологического познания*. М.: Наука, 1991. С. 163-178.

Барг, 1993 – *Барг О.А.* Живое в едином мировом процессе / О.А. Барг. Пермь: Изд. ПГУ, 1993. 227 с.

Воронцов, 1999 – *Воронцов Н.Н.* Развитие эволюционных идей в биологии / Н.Н. Воронцов. М.: Изд. МГУ, 1999. 640 с.

Карпинская, 1991 – *Карпинская Р.С.* Природа биологии и философия биологии // *Природа биологического познания*. М.: Наука, 1991. С. 5-20.

Колчинский, 2002 – *Колчинский Э.И.* Неокатастрофизм и селекционизм: Вечная дилемма или возможность синтеза? / Э.И. Колчинский. СПб.: Наука, 2002. 554 с.

Лебедев, Коськов, 1980 – *Лебедев С.А., Коськов С.Н.* Гносеологические корни возникновения конвенционализма / *Вестник Московского университета. Серия 7: Философия*. 1980. № 5. С. 17-23.

Лейн, 2018 – *Лейн Н.* Вопрос жизни. Энергия, эволюция и происхождение сложности / Н. Лейн. М.: АСТ, 2018. 490 с.

Расницын, 1971 – *Расницын А.П.* К вопросу о причинах морфофункционального прогресса // *Журнал общей биологии*. 1971. Т.32 (№ 5). С. 549-555.

Руденко, 1976 – *Руденко А.П.* Эволюционный катализ и проблема происхождения жизни // *Взаимодействие методов естественных наук в познании жизни*. М.: Наука, 1976. С. 186-235.

Татаринов, 2005 – *Татаринов Л.П.* Контуры современной теории биологической эволюции // *Вестник РАН*. 2005. № 1 (Т. 75). С. 36-40.

Шноль, 1979 – *Шноль Э.С.* Физико-химические факторы биологической эволюции / Э.С. Шноль. М.: Наука, 1979. 263 с.

Эйген, Шустер, 1982 – *Эйген М., Шустер П.* Гиперцикл / М. Эйген, П. Шустер. М.: Мир, 1982. 270 с.

Martin, Müller, 1998 – *Martin, W., Müller M.* The hydrogen hypothesis for the first eukaryote // *Nature*. 1998. Vol. 392. P. 37–41.

Martin, 1999 – *Martin, W.* Mosaic bacterial chromosomes: a challenge en route to a tree of genomes // *BioEssays*. 1999. Vol. 21. P. 99–104.

Martin, Koonin, 2006 – *Martin, W., Koonin E.V.* Introns and the origin of nucleus – cytosol compartmentalization // *Nature*. 2006. Vol. 440. P. 41–45.

References

Aleshin, 1991 – Aleshin A.I. Mezhdistsiplinarnyye svyazi biologii kak prostranstvo vozmozhnostey teoreticheskogo poiska // Priroda biologicheskogo poznaniya. M.: Nauka, 1991. S. 163-178.

Barg, 1993 – Barg O.A. Zhivoye v yedinom mirovom protsesse / O.A. Barg. Perm': Izd. PGU, 1993. 227 s.

Vorontsov, 1999 – Vorontsov N.N. Razvitiye evolyutsionnykh idey v biologii / N.N. Vorontsov. M.: Izd. MGU, 1999. 640 s.

Karpinskaya, 1991 – Karpinskaya R.S. Priroda biologii i filosofiya biologii // Priroda biologicheskogo poznaniya. M.: Nauka, 1991. S. 5-20.

Kolchinskiy, 2002 – Kolchinskiy E.I. Neokatastrofizm i selektsionizm: Vechnaya dilemma ili vozmozhnost' sinteza? / E.I. Kolchinskiy. SPb.: Nauka, 2002. 554 s.

Lebedev, Kos'kov, 1980 – Lebedev S.A., Kos'kov S.N. Gnoseologicheskiye korni vozniknoveniya konventsionalizma / Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 7: Filosofiya. 1980. № 5. S. 17-23.

Leyn, 2018 – Leyn N. Vopros zhizni. Energiya, evolyutsiya i proiskhozhdeniye slozhnosti / N. Leyn. M.: AST, 2018. 490 s.

Rasnitsyn, 1971 – Rasnitsyn A.P. K voprosu o prichinakh morfofunktsional'nogo progressa // Zhurnal obshchey biologii. 1971. T.32 (№ 5). S. 549-555.

Rudenko, 1976 – Rudenko A.P. Evolyutsionnyy kataliz i problema proiskhozhdeniya zhizni // Vzaimodeystviye metodov yestestvennykh nauk v poznanii zhizni. M.: Nauka, 1976. S. 186-235.

Tatarinov, 2005 – Tatarinov L.P. Kontury sovremennoy teorii biologicheskoy evolyutsii // Vestnik RAN. 2005. № 1 (T. 75). S. 36-40.

Shnol', 1979 – Shnol' E.S. Fiziko-khimicheskiye faktory biologicheskoy evolyutsii / E.S. Shnol'. M.: Nauka, 1979. 263 s.

Eygen, Shuster, 1982 – Eygen M., Shuster P. Gipertsikl / M. Eygen, P. Shuster. M.: Mir, 1982. 270 s.

Martin, Müller, 1998 – Martin, W., Müller M. The hydrogen hypothesis for the first eukaryote // Nature. 1998. Vol. 392. R. 37–41.

Martin, 1999 – Martin, W. Mosaic bacterial chromosomes: a challenge en route to a tree of genomes // BioEssays. 1999. Vol. 21. R. 99–104.

Martin, Koonin, 2006 – Martin, W., Koonin E.V. Introns and the origin of nucleus – cytosol compartmentalization // Nature. 2006. Vol. 440. R. 41–45.