

УДК 141: 57.011

09.00.00 Философские науки

### ИЗОМОРФИЗМ СИСТЕМНЫХ СТАДИЙ ЭВОЛЮЦИИ

Машногорская Анастасия Александровна  
*студентка факультета перерабатывающих технологий*

*Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия*

Суховерхов Антон Владимирович

к.филос.н., доцент

SPIN-код РИНЦ:1389-3935

ResearcherID: P-7859-2014

*Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия*

В статье рассматривается и объясняется сходство организационных и структурно-функциональных «решений» на разных *системных* этапах эволюционного развития природы и общества. Показано, что как в микро-, так и макромире переход на новый этап эволюционного развития осуществляется не только посредством «классических» индивидуальных изменений (адаптаций) *отдельного* организма, но и посредством: 1) объединения организмов в системы «суперорганизмов», 2) дифференциации их функций и разделения труда и 3) развития внутренней и внешней коммуникации, интегрированной в общую систему коммуникации, начиная с клеточной и заканчивая экологической и социальной. В статье обосновывается идея, что отличительной характеристикой современного этапа эволюции является именно *кумулятивная* культурная эволюция *социальных систем*, которые поддерживают (scaffold) развитие отдельных индивидов того или иного сообщества, через процессы обучения. Показано, что в социальных системах сохраняется структурно-функциональный изоморфизм с биологическими системами, тем не менее, их воспроизведение и трансляция осуществляется преимущественным образом благодаря более развитым в человеческом сообществе негенетическим системам наследования, разделению труда и распределенному познанию (distributed cognition)

**Ключевые слова:** СУПЕРОРГАНИЗМ, СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ, СОЦИАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ, РАЗДЕЛЕНИЕ ТРУДА, НЕГЕНЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ НАСЛЕДОВАНИЯ, КУМУЛЯТИВНАЯ КУЛЬТУРНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ

**Doi: 10.21515/1990-4665-126-048**

UDC 141: 57.011

Philosophical sciences

### ISOMORPHISM OF SYSTEM STAGES OF EVOLUTION

Mashnogorskaya Anastasiya Aleksandrovna  
*Student of Faculty of Processing Technologies*  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Sukhoverkhov Anton Vladimirovich

Cand.Phil.Sci, associate professor

SPIN-code RSCI: 1389-3935

ResearcherID: P-7859-2014

*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

The article discusses and explains the similarity of organizational, structural and functional «solutions» at different *system stages* of the evolutionary development presented in nature and society. It is shown that at any level of biological organisation transition to a new stages of evolutionary development is implemented not only via «classical» individual changes (adaptations) of the particular organisms, but also by means of: 1) integration of organisms into the new systems of «superorganisms», 2) the differentiation of their functions or the division of labor, and 3) the development of internal and external communication, integrated into the overall communication system, ranging from single cells to ecological and social communication. The article argues that the distinctive characteristic of the present stage of evolution is *cumulative cultural evolution* of complex social systems that support (scaffold) the development of their individuals, through learning processes. It is shown that such social systems still have structural and functional isomorphism with biological systems; however, their reproduction and transmission implemented predominantly through more developed in the human community non-genetic inheritance systems, the advanced division of labour and distributed cognition.

**Keywords:** SUPERORGANISM, STRUCTURE AND FUNCTION, SOCIAL BEHAVIOR, DIVISION OF LABOR, NON-GENETIC INHERITANCE SYSTEMS, CUMULATIVE CULTURAL EVOLUTION

## 1. Теория и методология эволюционных исследований

В рамках преобладающей сейчас «синтетической теории эволюции» (современного эволюционного синтеза) основными движущими факторами и причинами, определяющими процессы и механизмы эволюции, рассматриваются изменения среды, случайная мутация генов и естественный отбор. Тем не менее, во многих современных исследованиях, объединяемых, например, под общим названием «новый эволюционный синтез», или «расширенный эволюционный синтез» (extended evolutionary synthesis), показана необходимость обновленных, системных подходов в понимании эволюции, учитывающих, в частности, системно-организационную адаптацию к среде и негенетические системы наследования [12, 15].

Цель статьи – показать, что наиболее значимые переходы в эволюции происходят не только через *физиологические изменения* индивидов (например, появление теплокровности), но и через создание (появление) новых *системных* способов организации жизнедеятельности (адаптации к среде), основанных на разделении функций, альтруизме, процессах обучения и развитой системе коммуникации. Задачами статьи являются выявление сходных механизмов реализации этих системных эволюционных переходов и изучение структурно-функционального сходства такой организации на различных уровнях живой материи. В статье также проводится обоснование идеи того, что современный этап эволюции – это, в большей степени, именно *кумулятивная* эволюция социальных систем, которые поддерживают и поддерживаются (транслируются, воспроизводятся) отдельными индивидами посредством негенетических систем наследования.

В работе, в качестве теоретико-методологического инструментария, используются: «теория развивающихся систем» (developmental systems theory), «теория двойного наследования», или «теория генно-культурной ко-эволюции», «симбиогенная теории эволюции» (symbiogenic theory of evolution), теория «распределенного познания» (distributed cognition), идеи

эко- и биосемиотики и концепция негенетических систем наследования (non-genetic inheritance systems) [9, 11, 14].

## **2. Структурно-функциональный изоморфизм эволюционного развития**

Если рассматривать нашу планету и развитие жизни на Земле как глобальную самоорганизующуюся систему или процесс, можно заметить, что разные уровни организации живой материи выстраиваются и «встраиваются» по принципу «матрешки». Каждая структурная единица в такой системе несет определенную функциональную нагрузку, выполняя свои зачастую четко регламентированные обязанности, то есть, осуществляет некое системное «разделение труда», которое можно проследить как в микро-, так и в макромирах. В такой организации каждый последующий уровень возникает на основе предшествующего, воспроизводя многие его структурно-функциональные особенности. Рассмотрим специфику данной модели развития более подробно.

Одно из фундаментальных положений клеточной теории Шлейдена-Шванна гласит, что клетка – структурно-функциональная единица всего живого мира. Уже в ней мы можем видеть функционирование и адаптацию к среде посредством разделения функций («труда»), осуществляющегося на атомно-молекулярном уровне [26, 29, 33]. Например, биополимеры (нуклеиновые кислоты, белки, углеводы и жиры), задействованы в «организации» различных структур и процессов в клетке. Так, ДНК-полимераза участвует в репликации ДНК, фосфолипиды образуют клеточную мембрану, углеводы – служат основным источником энергии и т.д.

Помимо этого, исследования эукариотических клеток показали, что они являются системами, состоящими из нескольких организмов. В частности, согласно теории симбиогенеза Мережковского-Маргулис, митохондрии и пластиды некогда были самостоятельными бактериями, которые в ходе эволюции стали составной частью эукариотической клетки [7, 25]. То

есть, эукариотическая клетка представляет собой уже не индивидуальный, а коллективный способ адаптации к среде. Поэтому, функционирование всей клетки и ее органелл представляет собой сложную систему с «разделением труда» и процессами коммуникации (регуляции) сходными по принципу организации с более развитыми системами.

Еще Г. Спенсер, при разработке идей структурного функционализма, показал возможность проведения аналогии между процессами в организме человека и обществе. По его мнению, можно судить об органической взаимозависимости частей, об относительной самостоятельности целого (структуры) и частей, как в обществе, так и в организме [8]. Однако, такие же параллели можно провести и между функционированием клетки и организмом человека. Так, ядро – подобно мозгу человека, клеточная мембрана выполняет роль кожных покровов человека, цитоплазма служит в роли крови, эндоплазматическая сеть вместе с лизосомами, рибосомами, митохондриями и аппаратом Гольджи служат как разные структуры желудочно-кишечного тракта и т.д.

Эти аналогии говорят о том, что эволюционный переход от одноклеточных к многоклеточным организмам и далее к социальным системам происходит с сохранением основных структурно-функциональных особенностей предыдущих уровней организации. Данный изоморфизм также показывает, что эволюция и не всегда является результатом *борьбы за выживание отдельной особи*, но и результатом кооперации, синергии, где «интересы» индивида «встроены» или координируются с интересами системы, обладающей качественно новыми свойствами, чем ее составляющие [15].

Если продолжать рассмотрение на примере многоклеточных организмов, то, как и на клеточном уровне, у них происходит тканевая и/или функциональная дифференциация клеток, что позволяет распределять «трудовые» задачи в системе, но уже в количественно и качественно ином масштабе. Необходимо отметить, что даже у таких одноклеточных орга-

низмов как бактерии существуют коллективные формы поведения, основанные на коммуникации и на так называемом чувстве кворума. При такой организации бактерии действуют как единый «многоклеточный» организм с конкретным распределением функций и альтруистическими составляющими поведения [6]. По сложности организации такая согласованность действий напоминает больше поведение сложных, высокоорганизованных организмов, обладающих нервной системой и мышлением. Такой новый тип организации живых систем ученые стали называть «суперорганизмами».

### **3. От многоклеточных организмов к суперорганизмам**

Изначально понятие «суперорганизм» было предложено У. М. Уилером для описания специфики организации социальных насекомых таких, как муравьи, термиты и пчелы. Сейчас данное понятие используется для описания различных сложноорганизованных сообществ начиная от бактерий и заканчивая человеческим сообществом. В частности, в недавних исследованиях было показано, что даже организм человека не является самостоятельной системой, но представляет собой особого типа суперорганизм. Связано это с тем, что его тело состоит примерно из 100 триллионов клеток, 90% из которых принадлежат микроорганизмам (бактериям, грибок, дрожжам, одноклеточным эукариотам), большинство из которых жизненно важны для человека. В связи с этим учеными, помимо известного проекта генома человека (Human Genome Project), в 2007 году был запущен проект – «Проект микробиома человека» (Human Microbiome Project), описывающий все данные (например, генетический код) микроорганизмов, живущих в человеческом теле [13, 34].

Современные исследования социальных насекомых также не перестают удивлять все новыми открытиями, связанными с их социальной организацией. С эволюционной точки зрения колонии насекомых интересны тем, что как система они обладают качественно иными адаптационными

характеристиками, которых нет в составляющих их элементах. На их примере можно описывать новые этапы и формы эволюционного развития, основанные на «синергетическом эффекте» и «симбиогенезисе» [12, 15]. Изучение таких сообществ, действующих как единое целое, привело к появлению в науке таких понятий и исследовательских областей, как «теория роя», «коллективный интеллект», «распределенное познание», «распределенная деятельность», «чувство кворума» и ряд других [17, 18, 20, 21].

Важно отметить, что современные исследования социальных животных показали, что та четкая граница, которую проводили раньше между природой и культурой, биологическим и социальным оказалась не такой определенной. В современных работах показано, что в природных системах существуют и культура, и традиции, и процессы обучения и научения, а разделения труда общественных насекомых не уступает, а где-то даже превосходит по сложности и слаженности организации человеческие сообщества [2, 31].

С учетом новых работ в этой области рассмотрим более подробно системную организацию жизни колонии муравьев и ее значение для понимания общих закономерностей эволюции.

Различными исследованиями показано, что жизнь муравьиной колонии основана на сложных коммуникативных взаимодействиях и строгом распределении труда. Так, в структуре муравьиной колонии выделяют одну репродуктивную самку «царицу» (моногиния), самцов, роль которых сводится к оплодотворению, и рабочих муравьев, представляющих большую часть населения муравейника. На последних сосредоточена основная забота о муравейнике. Они добывают пищу, чистят жилище, кормят царицу, личинок и т.д. Одним из главных средств коммуникация муравьев является обмен химическими веществами – феромонами. Эти вещества позволяют идентифицировать представителей своей колонии, создавать химические тропы, ведущие, как дорожные знаки, к обнаруженному источ-

нику пищи [4]. Химическая коммуникация также используется муравьями при защите муравейника. В случае нападения, рабочие муравьи подают другим сигнал об опасности и совместно атакуют врага, стреляя, например, метановой (муравьиной) кислотой. Кроме того, показано, что те вещества, которые используют муравьи для коммуникации могут отпугивать вредителей от тех растений, которые полезны как муравьям, так и человеку. То есть, данный тип коммуникация функционирует еще и в роли «предупреждающих сигналов» [28]. Учеными также было открыто общение муравьев посредством звуковых и тактильных стимулов и при помощи трофоллаксиса (обмена пищей и выделениями желёз), выполняющего еще и регуляторную роль в численности популяции [23].

Важным для понимания природы суперорганизмов и происхождения социальных систем является свойственное им разделение труда. И здесь муравьи не отстают от человека. Например, в их колониях есть такие отрасли ведения хозяйства, как «животноводство». Муравьи вступают в симбиоз с тлей для получения от нее питательного вещества, называемого падью – сладкая жидкость, выделяемая тлей. Развитие данного типа деятельности приводит к появлению функционально более узкой группы «профессий». Так, для охраны процесса разведения тли избирают «муравьев-пастухов», которые следят за сохранностью своих пастбищ. «Муравьи-дояры» собирают падь и ухаживают за тлей, например, переносят их в подземные галереи на перезимовку.

Также у муравьев распространены традиции «растениеводства». В частности, у муравьев-листорезов существует культура грибных подземных садов, за которой следят «муравьи-грибники», они культивируют съедобные грибы для питания и вскармливания личинок. В таких садах поддерживается стерильность, осуществляется защита от вредителей посредством бактерий, вырабатывающих антибиотики, существует система удобрения и вентиляции, а культура гриба может быть выведена и передаваться

по наследству только в данной колонии, что говорит о ней уже как о «культурном растении» [16; 22, с. 174-177].

Важно отметить, что, как и в человеческом сообществе, поведение муравьев является, частично, результатом процессов обучения, проводимых другими муравьями, а не только инстинктов. В частности, учеными выявлено у насекомых «социально опосредованное обучение» и «социально распределенное обучение» (distributed social learning), посредством которого распространяются новые «интеллектуальные находки» или «традиции», например, в добывании пищи или преодолении препятствий [2, 31].

Так же как в человеческом сообществе, у социальных насекомых решение одной и той же задачи является результатом «распределенной деятельности», реализующуюся через «распределенное принятие решений» (distributed decision-making), которое некоторые ученые объясняют еще малопонятным «чувством кворума» (quorum sensing) [19, 24].

По сравнению с общественными насекомыми социальная организация млекопитающих (дамарских пескороев и голых землекопов или еще структурно более простых сообществ сурикатов, слонов, волков, львов и др.) выглядит довольно элементарной. У человека разделение труда сравнимое по уровню сложности также возникло не сразу, но лишь с появлением научных знаний и длительной традиции накопления и наследования практических знаний и технологий.

#### **4. Социальная организация труда и ее значение для эволюции**

Еще в античные времена, например Аристотелем, и современными учеными (Г. Спенсером, К. Р. Холлпайком, Э. Дюркгеймом, Л. Е. Грининым, А. В. Марковым, А. В. Коротаевым) было замечено, что экономическая и социальная жизнь людей, основанная на разделении труда, схожа с работой органов живого организма. Например, правительство занимает



место мозга, полиция – это иммунная система общества, экономика – кровеносная система, средства массовой информации – рецепторы и т.д. [1].

Как уже отмечалось, данные структурно-функциональные аналогии не являются случайными, но являются проявлением общих принципов построения систем на разных уровнях организации и выражают сходные решения для адаптации к среде. Известно также, например, что передача информации посредством нервных импульсов осуществляется по принципам схожим с передачей информации в технических системах, охлаждение организма, работает по тем же физическим принципам, что и охлаждение помещения при помощи кондиционера и т.д.

Многие технические изобретения человека хоть и изморфны природным, но не являются копиями природных «изобретений» и ученые пришли к их открытию зачастую независимо от знания природных систем. Их сходство основано не на копировании, а на том, что решается общая задача в сходной среде (физической, химической, биологической), подобно тому, как движение мирового капитала происходит подобно движению воздушных масс, стремящихся в область наименьшего «давления». Поэтому, можно утверждать, что изоморфизм природных и социальных систем в качестве определяющей причины имеет *сходство*: 1) решаемых задач, 2) среды обитания и 3) ресурсов, доступных для их решения, что, в свою очередь, определяет дальнейшее разделение труда и средства его реализации.

Важным фактором эволюционного процесса на любом его этапе и уровне является воспроизведение и развитие системы за счет накопления «положительного опыта». Так, в биологических системах роль такого «хранилища знаний» выполняет генетический код и связанные с ним процессы наследования. В общественной системе гомологичным ДНК (РНК) «изобретением» является то, что многие исследователи называют «социокод» и к которому относят различные знаковые системы, отвечающие за хранение и передачу информации (язык, математические знаки, музыкаль-

ные ноты и т.д.), а также регуляцию и воспроизведение социокультурной организации жизни общества (например, дорожные знаки, ценные бумаги и т.д.) [10].

Поэтому в обществе генетическая эволюция на определенном этапе дополняется так называемой *кумулятивной культурной эволюцией* и культурным наследованием, которые создают совершенно новые условия развития и воспроизведения социальных систем, и оказывают обратное влияние на эволюцию, обусловленную генетическим наследованием. Несмотря на наличие процессов обучения и элементов культуры у социальных насекомых и животных, их организация жизнедеятельности основана главным образом на генетическом наследовании информации (опыта). У человеческого сообщества разделение труда, распределенное познание, кумулятивность развития и обмен информацией достигли более высокого уровня, что показано многими исследованиями в области развивающихся систем и работами по изучению негенетических систем наследования [5, 11, 27].

Рассмотрим кумулятивность и распределенность социальной деятельности на конкретном примере. Так, на современном этапе развития общества, производство, хранение и дистрибуция продуктов питания перестало быть индивидуальным делом и стало системным, социально-распределенным процессом, требующим специальных знаний и умений, получаемых в учебных заведениях. В частности, студенты и выпускники агрономического факультета КубГАУ учатся и на практике занимаются земледелием, выращиванием различных культурных растений; студенты агрохимии и почвоведения помогают вырастить высокоурожайные и экологически безопасные культуры; студенты факультета перерабатывающих технологий занимаются микробиологическими исследованиями, а затем применяют эти знания для переработки и хранения растительного и животного сырья; экономисты – продвижением готовых товаров или услуг в различных отраслях экономики и т.д.

Пример показывает, что ранее простой процесс производства, хранения и дистрибуции продуктов, который мог осуществляться одним или несколькими людьми, на современном этапе развития превращается в системно реализующуюся деятельность, которая сформировалась как определенный итог длительной кумулятивной культурной эволюции и уже не может быть заново, или «с нуля» создана не только отдельным человеком, но и даже одним поколением. Р. МакЭлрит иллюстрирует эту идею на примере культуры земледелия.

«Большая часть знаний, которую большинство фермеров используют при выращивании пшеницы, накапливалась на протяжении многих поколений, но не содержится в чем-либо геноме... Но ни один человек на протяжении своей жизни не сможет накопить ее. Напротив, потребовалось множество поколений для ее развития, подобно тому, как информация на протяжении многих поколений накапливалась в геноме пшеницы» [27, с. 453].

Данные примеры говорят о том, что в человеческом сообществе, как новом этапе эволюционного развития, снова реализуется *системный* переход, в котором, как и в предыдущих этапах, совершенствуются не столько составляющие элементы – индивиды, сколько целые системы, образование и поддерживающие существование этих индивидов. В связи с этим можно утверждать, что развивается скорее общество, чем отдельный индивид, который уже не способен освоить всего накопленного и непрерывно растущего массива знаний и деятельности. Поэтому многие исследователи подчеркивают, что *ни один* человек на планете не знает, как, например, сделать компьютерную мышку или даже графитный карандаш [30, 32].

Кроме того, как и в других системах, данная социальная деятельность не является самостоятельной, но встроена в более крупные системы, например, биогеоценозы или экосистемы того или иного региона или страны. Поэтому, социальная система, хоть и представляет собой усовершенствованный уровень организации живых систем, тем не менее, является

лишь звеном в общей цепочке развития и функционирования биосоциальных систем, которая воспроизводит общие природные структурно-функциональные закономерности адаптации и развития [1, 5, 8].

Если брать классификацию Э. Дюркгейма в отношении разделения общественного труда, то можно увидеть, что и в природе, и в обществе эволюционное развитие и процессы адаптации осуществляются путем совершенствования «органической солидарности», связанной с выполнением каждой единицей своей специфической функции, которая не может быть заменена другой (например, у человека 4 вида тканей и нервная ткань не может выполнять функции мышечной и наоборот). В обществе еще присутствуют области, где возможна неспецифическая солидарность, тем не менее, благодаря все большему совершенствованию науки и технологий, появлению «умной экономики» происходит развитие узкой трудовой специализации, требующей длительной подготовки, непрерывного обновления и трансляции профессиональных знаний [3, 5].

В качестве заключения необходимо отметить, что разные уровни организации экосистемы Земли обладают сходными структурно-функциональными признаками и общими закономерностями при переходе на новые этапы эволюционного развития. Кроме того, вся экосистема Земли, рассмотренная в ее единстве, обладает признаками живого организма. Она осуществляет газообмен посредством растений и животных, обмен веществ – их круговоротом в природе, организацией и регуляцией процессов жизнедеятельности – посредством различных систем и средств коммуникации и т.д. Мы можем также предположить, что и сама эта экосистема является функциональной единицей или продуктом развития более крупных систем, например, Солнечной системы или нашей Галактики. Все это позволяет нам говорить о том, что существование, воспроизведение и эволюционное развитие экосистемы Земли осуществляется (выстраивается) именно по принципу «матрешки» и реализуется посредством совершен-

ствования *системной* организации процессов адаптации и путем разделения труда (функций) при решении сходных для разных уровней организации живых систем задач.

### Литература

1. Гринин Л. Е., Марков А. В., Коротаев А. В. Макроэволюция в живой природе и обществе. М., 2008. – 248 с.
2. Данилова М. И., Суховерхов А. В. Природные основания происхождения культуры // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №. 109. – С. 608-623.
3. Дюркгейм Э. О разделении общественного труда. Метод социологии. М., 1991. – 493 с.
4. Захаров А. А. Муравей, семья, колония. М., 1978. – 144 с.
5. Луценко Е. В. Универсальный информационный вариационный принцип развития систем // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. Краснодар: КубГАУ, 2008. №07(041). С. 117–193. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/10.pdf>.
6. Марков А. В. Эволюция кооперации и альтруизма: от бактерий до человека // IV Международная конференция «Биология: от молекулы до биосферы. – 2009. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolbiol.ru/altruism.htm>.
7. Мережковский К. С. Теория двух плазм как основа симбиогенезиса, нового учения о происхождении организмов // Уч. зап. Казанского ун-та. 1909. Т. 76. – 102 с.
8. Спенсер Г. Социология как предмет изучения // Тексты по истории социологии XIX–XX вв. Хрестоматия. М., 1994. С. 60-73.
9. Суховерхов А. В. Негенетические системы наследования и новый эволюционный синтез // Вестник Томского государственного университета. 2015, №. 397. – С. 60-64.
10. Суховерхов А. В. Общая теория биологической и социальной памяти: семиотический и процессуальный подходы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) – Краснодар: КубГАУ, 2011. № 10 (74). С. 638-654.
11. Суховерхов А. В. Теория развивающихся систем и другие системные подходы в исследовании эволюции // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №. 88. С. 672-692.
12. Суховерхов А. В. Эволюционная теория: поиск новых парадигм // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №. 101. С. 1463-1486.
13. Халикова В. Р. Супер-организмы правят миром! Многовидовая антропология объясняет как. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://anthroprecis.com/antropologiya/etnografiya/microbiome\\_i\\_mnogovidovaya\\_antropologiya/](http://anthroprecis.com/antropologiya/etnografiya/microbiome_i_mnogovidovaya_antropologiya/)
14. Cavalli-Sforza, L. L., Feldman M. Cultural Transmission and Evolution. Princeton University Press, Princeton. 1981.

15. Corning, P. A. (2014). Systems theory and the role of synergy in the evolution of living systems. *Systems Research and Behavioral Science*, 31(2), 181-196.
16. Currie, C. R., Scott, J. A., Summerbell, R. C., & Malloch, D. (2003). Corrigendum: Fungus-growing ants use antibiotic-producing bacteria to control garden parasites. // *Nature*, 423(6938). P. 461-461.
17. Feinerman, O., & Korman, A. (2017). Individual versus collective cognition in social insects. *Journal of Experimental Biology*, 220(1). P. 73-82.
18. Franks, N. R., Pratt, S. C., Mallon, E. B., Britton, N. F., & Sumpter, D. J. (2002). Information flow, opinion polling and collective intelligence in house-hunting social insects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 357(1427). P. 1567-1583.
19. Franks, N. R., Stuttard, J. P., Doran, C., Esposito, J. C., Master, M. C., Sendova-Franks, A. B., ... & Britton, N. F. (2015). How ants use quorum sensing to estimate the average quality of a fluctuating resource. // *Scientific reports*, 5:11890.
20. Gillooly, J. F., Hou, C., & Kaspari, M. (2010). Eusocial insects as superorganisms: Insights from metabolic theory. *Communicative & integrative biology*, 3(4). P. 360-362.
21. Hughes, D. P. (2008). The extended phenotype within the colony and how it obscures social communication. In *Sociobiology of Communication: An Interdisciplinary Perspective* (Eds. d'Etorre, P. and Hughes, D. P.), pp. 171–188. Oxford: Oxford University Press.
22. Kricher, J. (2017). *The New Neotropical Companion*. Princeton University Press. P. 174-177.
23. LeBoeuf, A. C., Waridel, P., Brent, C. S., Gonçalves, A. N., Menin, L., Ortiz, D., ... & Miska, E. A. (2016). Oral transfer of chemical cues, growth proteins and hormones in social insects. // *eLife*, 5, e20375.
24. Mallon, E., Pratt, S., & Franks, N. (2001). Individual and collective decision-making during nest site selection by the ant *Leptothorax albipennis*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 50(4). P. 352-359.
25. Margulis, Lynn (2011) Symbiogenesis. A new principle of evolution rediscovery of Boris Mikhaylovich Kozo-Polyansky (1890–1957) // *Paleontological Journal*. 44 (12). P. 1525–1539.
26. Martin, W., Russell, M. J. (2003). On the origins of cells: a hypothesis for the evolutionary transitions from abiotic geochemistry to chemoautotrophic prokaryotes, and from prokaryotes to nucleated cells. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 358(1429), 59-85.
27. McElreath, R. The coevolution of genes, innovation and culture in human evolution. In: P. M. Kappeler, J. B. Silk (Eds.). *Mind the gap: tracing the origins of human universals*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. P. 451–474.
28. Offenberg, J. (2014). Pest repelling properties of ant pheromones. *IOBC-WPRS Bulletin*, 99. P. 173-176.
29. Rueffler, C., Hermisson, J., & Wagner, G. P. (2012). Evolution of functional specialization and division of labor. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(6), E326-E335.
30. Read L. E., Friedman M. I, pencil: My family tree. – Foundation for Economic Education, 2006.
31. Reznikova, Z., & Panteleeva, S. (2008). An ant's eye view of culture: propagation of new traditions through triggering dormant behavioural patterns. *acta ethologica*, 11(2). P. 73-80.
32. Ridley M., Ganser L. J. *The rational optimist: How prosperity evolves*. – London: Fourth estate, 2010.

33. Smith J. M., Szathmáry E. The origins of life: From the Birth of Life to the Origin of Language. – Oxford University Press on Demand, 2000.

34. Warinner, C., Lewis, C. M. (2015). Microbiome and health in past and present human populations. *American Anthropologist*, 117(4). P. 740-741.

### References

1. Grinin L. E., Markov A. V., Korotaev A. V. Makroevoljucija v zhivoj prirode i obshchestve. M., 2008. – 248 s.

2. Danilova M. I., Suhoverhov A. V. Prirodnye osnovanija proishozhdenija kul'tury // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №. 109. – S. 608-623.

3. Djurkgejm Je. O razdelenii obshhestvennogo truda. Metod sociologii. M., 1991. – 493 s.

4. Zaharov A. A. Muravej, sem'ja, kolonija. M., 1978. – 144 s.

5. Lucenko E. V. Universal'nyj informacionnyj variacionnyj princip razvitija sistem // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. Krasnodar: KubGAU, 2008. №07(041). S. 117–193. Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/10.pdf>.

6. Markov A. V. Jevoljucija kooperacii i al'truizma: ot bakterij do cheloveka // IV Mezhdunarodnaja konferencija «Biologija: ot molekuly do biosfery. – 2009. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://evolbiol.ru/altruism.htm>.

7. Merezhkovskij K. S. Teorija dvuh plazm kak osnova simbiogenezisa, novogo uchenija o proishozhdenii organizmov // Uch. zap. Kazanskogo un-ta. 1909. T. 76. – 102 s.

8. Spenser G. Sociologija kak predmet izuchenija // Teksty po istorii sociologii XIX–XX vv. Hrestomatija. M., 1994. S. 60-73.

9. Suhoverhov A. V. Negeneticheskie sistemy nasledovanija i novyj jevoljucionnyj sintez // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. 2015, №. 397. – S. 60-64.

10. Suhoverhov A. V. Obshhaja teorija biologicheskoj i social'noj pamjati: semioticheskij i processual'nyj podhody // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) – Krasnodar: KubGAU, 2011. № 10 (74). S. 638-654.

11. Suhoverhov A. V. Teorija razvivajushhihsja sistem i drugie sistemnye podhody v issledovanii jevoljucii // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №. 88. S. 672-692.

12. Suhoverhov A. V. Jevoljucionnaja teorija: poisk novyh paradigim // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №. 101. S. 1463-1486.

13. Halikova V. R. Super-organizmy pravjat mirom! Mnogovidovaja antropologija ob#jasnjaet kak. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://anthroprecis.com/antropologiya/etnografiya/microbiome\\_i\\_mnogovidovaya\\_antropologiya/](http://anthroprecis.com/antropologiya/etnografiya/microbiome_i_mnogovidovaya_antropologiya/)

14. Cavalli-Sforza, L. L., Feldman M. Cultural Transmission and Evolution. Princeton University Press, Princeton. 1981.

15. Currie, C. R., Scott, J. A., Summerbell, R. C., & Malloch, D. (2003). Corrigendum: Fungus-growing ants use antibiotic-producing bacteria to control garden parasites. // *Nature*, 423(6938). P. 461-461.
16. Feinerman, O., & Korman, A. (2017). Individual versus collective cognition in social insects. *Journal of Experimental Biology*, 220(1). P. 73-82.
17. Franks, N. R., Pratt, S. C., Mallon, E. B., Britton, N. F., & Sumpter, D. J. (2002). Information flow, opinion polling and collective intelligence in house-hunting social insects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 357(1427). P. 1567-1583.
18. Franks, N. R., Stuttard, J. P., Doran, C., Esposito, J. C., Master, M. C., Sendova-Franks, A. B., ... & Britton, N. F. (2015). How ants use quorum sensing to estimate the average quality of a fluctuating resource. // *Scientific reports*, 5:11890.
19. Gillooly, J. F., Hou, C., & Kaspari, M. (2010). Eusocial insects as superorganisms: Insights from metabolic theory. *Communicative & integrative biology*, 3(4). P. 360-362.
20. Hughes, D. P. (2008). The extended phenotype within the colony and how it obscures social communication. In *Sociobiology of Communication: An Interdisciplinary Perspective* (Eds. d'Etorre, P. and Hughes, D. P.), pp. 171–188. Oxford: Oxford University Press.
21. Kricher, J. (2017). *The New Neotropical Companion*. Princeton University Press. P. 174-177.
22. LeBoeuf, A. C., Waridel, P., Brent, C. S., Gonçalves, A. N., Menin, L., Ortiz, D., ... & Miska, E. A. (2016). Oral transfer of chemical cues, growth proteins and hormones in social insects. // *eLife*, 5, e20375.
23. Mallon, E., Pratt, S., & Franks, N. (2001). Individual and collective decision-making during nest site selection by the ant *Leptothorax albipennis*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 50(4). P. 352-359.
24. Martin, W., Russell, M. J. (2003). On the origins of cells: a hypothesis for the evolutionary transitions from abiotic geochemistry to chemoautotrophic prokaryotes, and from prokaryotes to nucleated cells. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 358(1429). P. 59-85.
25. McElreath, R. The coevolution of genes, innovation and culture in human evolution. In: P. M. Kappeler, J. B. Silk (Eds.). *Mind the gap: tracing the origins of human universals*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. P. 451–474.
26. Margulis, L. (2011) Symbiogenesis. A new principle of evolution rediscovery of Boris Mikhaylovich Kozo-Polyansky (1890–1957) // *Paleontological Journal*. 44 (12). P. 1525–1539.
27. Offenberg, J. (2014). Pest repelling properties of ant pheromones. *IOBC-WPRS Bulletin*, 99. P. 173-176.
28. Rueffler, C., Hermisson, J., & Wagner, G. P. (2012). Evolution of functional specialization and division of labor. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(6), E326-E335.
29. Read L. E., Friedman M. I, pencil: My family tree. – Foundation for Economic Education, 2006.
30. Reznikova, Z., Panteleeva, S. (2008). An ant's eye view of culture: propagation of new traditions through triggering dormant behavioural patterns. *acta ethologica*, 11(2). P. 73-80.
31. Ridley M., Ganser L. J. *The rational optimist: How prosperity evolves*. – London: Fourth estate, 2010.
32. Smith J. M., Szathmáry E. *The origins of life: From the Birth of Life to the Origin of Language*. – Oxford University Press on Demand, 2000.



33. Warinner, C., Lewis, C. M. (2015). Microbiome and health in past and present human populations. *American Anthropologist*, 117(4). P. 740-741.