

УДК 52-54, 52-59

ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ЭВОЛЮЦИИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Сулейменов И.Э., Габриелян О.А., Сулейменова К.И.

В работе представлен механизм эволюции сложных систем с позиций теории информации, позволяющий преодолеть затруднения современных теорий эволюции. Показано, что для систем любой природы характерны две стадии эволюции: появление информационного объекта за счет изменения структуры связей между элементами без изменения самих элементов системы, затем информационный объект начинает влиять на развитие системы в целом, оказывая влияние на выбор элементов, свойства которых удовлетворяют требованиям информационного объекта. Предложенный механизм позволяет рассматривать сложную систему как информационную систему, для которой характерны распределенная память и различные программы управления.

Ключевые слова: эволюция, сложные системы, информационная система.

Введение: затруднения современных теорий эволюции

В соответствии с общепринятыми концепциями, лежащими в основе современных теорий эволюции, которые восходят к теории происхождения биологических видов Ч. Дарвина, считается, что:

- образование нового качества (в биологии – видообразование) носит мутационный (флюктуационный) характер, то есть, новые признаки элементов системы возникают вследствие модификации уже существующих (в биологии – модификации исходного генома) под каким-либо внешним воздействием;
- мутации носят стохастический характер;
- мутации, интерпретируемые как благоприятные, закрепляются за счет механизма естественного отбора.

Применительно к задачам общей биологии, дарвинистская точка зрения позволила, как известно, адекватно интерпретировать целую совокупность экспериментальных данных; она продолжает использоваться до сих пор [1-4]. Однако попытки применить эту концепцию к системам иной природы (а равно как и к отысканию механизмов предбиологической эволюции [1-4]) чаще всего сталкивались с непреодолимыми трудностями, краткий обзор которых дан, например, в [4], а в популярной форме – в [5].

Одно из таких затруднений носит общий характер. А именно, жизнь на этой планете существует в форме совокупности экосистем. До сих пор не удалось построить модель, которая бы поясняла, как мутационный механизм может приводить к появлению целостной системы, характеризуемой появлением качественно новых признаков, пусть даже и самой простой. Действительно, признак, который является благоприятным в условиях, когда система уже существует, вовсе не является таковым, когда системы еще нет.

В наиболее выраженной форме эти затруднения проявляются при попытках раскрыть природу ароморфозов (в общей биологии это понятие выражает скачкообразный характер появления нового состояния системы [6]). Есть основания полагать [7,8], что скачкообразные качественные трансформации вообще являются атрибутом эволюции любой сложной системы.

В частности, это можно проследить на примере эволюции культуры. Наиболее наглядным примером здесь является «греческое чудо» (по терминологии [9]): за невероятно короткий по историческим меркам промежуток времени на крохотной территории древней Греции неожиданно появляется все то, что в последующие два тысячелетия остается стержнем человеческой цивилизации – искусство, дипломатия, наука и философия [10].

Такие скачки невозможно объяснить с помощью мутационного механизма, так как он просто требует неоправданно длительного времени. Как говорит статистическая физика, десять обезьян, набирая на клавиатуре текст из случайно выбираемых символов, когда-нибудь напечатают все тома «Войны и мира», но ждать придется очень и очень долго.

Более общо, комплекс результатов, раскрывающих ограниченные возможности эволюционных теорий, восходящих к точке зрения Ч. Дарвина, можно выразить как невозможность появления нового системного качества за счет случайных мутаций. Как отмечается в [5], современная медицина однозначно показывает, что любые повреждения, связанные с изменением генетической трансформации, как правило, приводят к тяжелым болезням, а не к повышению устойчивости носителя.

Весьма наглядную – и практически важную – иллюстрацию к характеру таких трудностей можно дать, анализируя эволюцию познания в человеческом обществе, более конкретно – процесс инновационного развития. В этой области исследований случайной мутации можно поставить в соответствие появление нового изобретения (научной идеи, концепции и т.д.). Процессу закрепления мутации, очевидно, ставится в соответствие имплементация соответствующей идеи в общую систему научных знаний (внедрение изобретения в практику и т.д.).

Многочисленные работы, проведенные в области теории инноваций, например, [11-13], однозначно показывают, что наличия «благоприятного признака», т.е. наличия потенциальной высокой отдачи от внедрения изобретения или имплементации научной идеи, отнюдь не достаточно для того, чтобы они действительно оказались воспринятыми. Существует сколько угодно примеров идей и изобретений, о которых говорят, что они обогнали свое время. Более корректно, такие факторы трактуются через понятие информационного сопротивления

общества [13], которое на большей части истории любого государства оставалось значительным.

Периоды истории, в течение которых инновационное сопротивление общества существенно снижалось, являются, напротив, достаточно редкими. Вплоть до того, что именно по этой причине используются такие термины, как «греческое чудо» или «век гениев», отражающие всплески творческой и иной активности отдельно взятого народа, необъяснимо быстрое возникновение почти всех атрибутов современной цивилизации в сравнительно небольшом регионе. По выражению Э Ренана, интеллектуальная революция настолько внезапна и глубока, что ее считали необъяснимой в терминах исторической причинности и поэтому говорили о «греческом чуде», о том, что разум (логос) как бы вдруг освобождается от мифа, «подобно тому, как пелена спадает с глаз».

Анализ различных точек зрения на феномен «греческого чуда», а равно других ароморфозов, имевших место в истории культуры (и не только), проведенный в известных работах Б.М. Владимирского [14], был нацелен на попытку интерпретировать возникновение таких ароморфозов с позиций гелиобиологии. Аргументация в пользу этой точки зрения основывалась также на следующих соображениях. Б.М. Владимирский отмечает, что практически одновременное возникновение математики, логики в современном значении этого слова, философии и зачатков естественных наук не исчерпывает содержания «греческого чуда». Именно в это время появилась особая форма политического устройства – демократия, вполне возможно, что не менее важным было появление этики как системы самостоятельных представлений. Сюда же относится фейерверк фундаментальных для истории культурных идей, в частности, историософия, а также грандиозный всплеск в области искусства. Именно тогда родилась художественная литература, в области сценического искусства были открыты законы перспективы, причем стоит отметить, что написанные тогда пьесы ставятся по сей день.

Однако наиболее значимым для точки зрения Б.М. Владимирского [14] является то, что подобные вспышки творческой активности практически одновременно произошли в регионах, весьма удаленных от Греции (Индия в VII-VI веках до н.э. представляла собой картину бурного расцвета и роста, «подобно джунглям в сезон дождей», равно как и Китай в период Чуньцю, 722 – 435 гг. до н.э.)

К. Ясперс [15] подчеркивал, что рассматриваемый период был также временем синхронного возникновения крупнейших религиозно-реформаторских движений. «Основатели буддизма и джайнизма в Индии были современниками Кун Цзы (Конфуция) и Лао Цзы. В Иране начал развиваться свое учение Заратустра, тогда же выступили палестинские пророки Второисайя и Иеремия – почти современники Фалеса и Анаксимандра». Ясперс назвал этот период расцвета интеллектуальной деятельности «осевым временем» [16].

Однако общепринятого объяснения данному феномену до сих пор не существует. Отчасти признано, что весьма серьезной проблемой является отыскание некоего «пускового импульса», инициировавшего глобальный всплеск творческой

активности. Концепция «культурных заимствований», а равно представления о влиянии климатических факторов, неоднократно подвергалась критике [14].

Существует ряд интересных работ, в которых с различных позиций делаются попытки интерпретировать феномен культурных ароморфозов, в частности, греческого чуда. Так А. Зайцевым [10] предложена модель, рассматривающая этот феномен как результат сочетания особых социально-психологических факторов, освободивших творческую энергию, всегда существующую в обществе в латентном виде.

Основной тезис А. Зайцева звучит так: «... всякое более или менее нормально функционирующее общество препятствует любому духовному творчеству, не связанному с какой-либо практической деятельностью, и, тем самым, тормозит развитие культуры. По этой причине расцвет культуры происходит исключительно редко, и именно поэтому его всякий раз следует связывать с временным ослаблением системы, которая предохраняет общество от слишком быстрого обновления» [10, с. 279].

Говоря коротко, наглядные примеры такого рода показывают, что «благоприятный признак» закрепляется только тогда, когда для этого созрели необходимые предпосылки, иначе говоря, модифицировалась сама система, к которой принадлежит элемент – носитель этого признака.

Эти, равно как и оставшиеся неупомянутыми затруднения мутационных теорий эволюции привели к разработке принципиального нового подхода, альтернативного мутационным теориям эволюции, предложенного в [4, 7], который далее рассматривается с позиций общей теории информации.

Предпосылки для рассмотрения сложных систем с информационной точки зрения

В соответствии с подходом [4, 7], во главу угла ставится эволюция системы как таковой. Это предполагает наличие, как минимум, двух стадий эволюции. На первой стадии трансформируется совокупность связей между элементами системы, а сами элементы остаются практически неизменными. Данная, латентная, стадия интерпретируется через эволюцию аналога нейронной сети, комплементарной рассматриваемой системе. На второй стадии осуществляется «отбор» элементов, в наибольшей степени отвечающих новому состоянию системы.

Данный подход первоначально разрабатывался на основе аналогии между обществом и нейронной сетью [16]. В рамках этой аналогии каждому индивиду в соответствие ставится отдельный нейрон, каналам связи между нейронами – коммуникации между индивидами, а нейронной сети в целом – ноосфера (или социумы/этноты, трактуемые как ее относительно самостоятельные фрагменты). Аналогии между социумом и нейронными сетями все более часто используются в настоящее время в других исследованиях социологической направленности [17].

На основе этой аналогии удалось продемонстрировать, что помимо личностного уровня переработки информации в обществе существует и надличностный. Несколько упрощая, наряду с той информацией, носителем которой является индивид, существует и информация, носителем которой является вся сеть в целом.

Последняя только косвенно связана с памятью собственно индивидов и определяется преимущественно характером совокупности межличностных коммуникаций. Уместно напомнить, что в процессе обучения нейронной сети изменяются весовые коэффициенты, характеризующие связи между нейронами, а характеристики последних остаются неизменными. Более того, функционирование нейронной сети может быть обеспечено и тогда, когда существенная часть ее элементов выходит из строя, что еще раз подчеркивает существование информационного уровня, ассоциированного с системой (нейронной сетью) в целом.

Есть все основания полагать, что именно надличностный уровень переработки информации отвечает за феномен коллективного бессознательного, многие проявления этнической идентичности и т.д. На уровне математических моделей можно доказать, что этот уровень отвечает за феномен, известный в социологии как «диктат среды», т.е. совокупность слабо выраженных факторов, которые заставляют индивида совершать поступки, в том числе, прямо противоречащие его собственным устремлениям и интересам. Не будет большим преувеличением сказать, что в системе возникает нечто, в определенном смысле контролирующее и направляющее дальнейшую эволюцию. Этот фактор вполне можно рассматривать на основании аналогии с представлениями о самоподдерживающихся информационных объектах [5], т.е. как некую совокупность информационных пакетов, в определенном смысле «живущих самостоятельной жизнью» за счет процессов непрерывной передачи информации между элементами системы.

Действительно, такие факторы как «диктат среды» и иные проявления нейросетевых свойств социума, заведомо могут иметь только информационную природу, коль скоро они порождаются не самими элементами, а существующими между ними связями. Корректно говорить о них можно только в рамках диалектического единства и противоположности материального и нематериального: носитель информационного объекта материален, но сам информационный объект представляет собой нечто иное и в этом смысле материальным не является. Сказанное полностью соответствует одному из основных положений системного подхода: система есть нечто качественно отличное от совокупности составляющих ее элементов.

Возвращаясь к предложенному в [4] механизму эволюции сложных систем, можно сказать так. Первая стадия эволюции, протекающая без изменения свойств элементов системы, отвечает появлению информационного объекта – нового качества, порождаемого трансформацией характера связей между элементами. Отметим, что такой переход может иметь место и при простом увеличении числа элементов систем и/или плотности связей между ними, что может быть продемонстрировано на соответствующих математических моделях [18].

На следующем этапе эволюции сформированный информационный объект начинает влиять на поведение системы в целом, «выбирая» элементы, в наибольшей степени отвечающие обеспечению его функционирования и дальнейшего развития. Разумеется, говорить об осознанности такого выбора и/или целеполагании, в той или иной форме, преждевременно, информационный объект просто создает условия

для преимущественного размножения элементов с соответствующими характеристиками.

**Самоподдерживающиеся информационные объекты
в эволюции сложных систем**

Представления о самоорганизующихся информационных объектах [5], разумеется, проще всего было развить, отталкиваясь от анализа социальных явлений, где достаточно отчетливо прослеживаются макроскопические/коллективные эффекты различного характера. Более того, именно в этой области коллективные эффекты (диктат среды, коллективное бессознательное и т.д.) уже прочно вошли в научную традицию.

Однако, в силу сказанного выше, природа рассматриваемой системы не должна играть определяющую роль для формирования информационного объекта. Именно этот решающий шаг не был сделан в исследованиях, проведенных другими авторами в области трактовки эволюционных процессов.

Вместе с тем, информационные объекты могут возникать в системах самой различной, в том числе и физико-химической природы. По существу, доказательство существования и возникновения таких объектов делает предметными представления Д.С. Чернавского [19] о генерации информации, а также отвечает на вопрос о том, откуда вообще может появиться наследуемая информация.

Подчеркнем, что именно информационный объект, возникающий в системах физико-химической природы, делает замкнутым анализ эволюционных процессов на основе аналогии сложной системы и нейронной сети. Работы, в которых изучалась эволюция нейронных сетей как таковых, были известны и ранее, но в них так и не было сформулировано положений, трактующих появление нового качества системы как регулятора трансформаций составляющих ее элементов.

Резюмируя вышесказанное, основной тезис можно сформулировать следующим образом. Сложная система имеет Представление в информационном пространстве. При определенных условиях в ней происходит качественный переход, в результате которого в Представлении возникает самоподдерживающийся и самоорганизующийся информационный объект. Здесь уместно вернуться к дискуссии 19-го века о природе сознания. В любой сложной системе обязательно возникает нечто, что делает систему системой и заставляет ее вести себя как единое целое. В частности, сложная система приобретает способность хранить и, как выясняется, использовать (!) информацию, которая только косвенно связана с изменением состояния отдельного элемента.

Во всяком случае, можно утверждать, что обмен информацией в любой сложной системе классифицируется. Есть информация, которая непосредственно связана с отдельными элементами, и есть информация более высокого уровня – та, что связана с системой в целом.

Следовательно, как только любая система становится «достаточно сложной», в ней не просто возникает новое качество. Оказывается, что этому качеству присуще что-то вроде собственного сознания (возможно, предельно примитивного). Это

качество, за неимением лучшего термина, будем называть макроскопическим регулятором.

Примеры таких макроскопических регуляторов сейчас можно построить, рассматривая конкретные системы. В простейшем случае речь может идти о модели, содержащей совокупность узлов, связи между которыми находятся в динамическом равновесии, т.е. постоянно образуют и разрушаются снова. Удастся показать, что даже такая простая система обладает прямым аналогом программного кода, распределенной памятью и рядом других признаков, которые позволяют смотреть на сложную систему как на нечто, поддающееся программированию (разумеется, при условии, что пользователю известен «язык», отвечающий данной системе).

Заключение

Возвращаясь к рассмотренной выше аналогии, в которой индивиды ставились в соответствие нервным клеткам, а общество – головному мозгу в целом, можно заключить, что любой социум, перешедший определенный порог сложности, также должен приобрести свойства, отвечающие процессам использования и переработки информации более высокого уровня, нежели та, что связана с самостоятельным функционированием отдельных элементов.

Как и нейронная сеть, социум приобретает распределенную память, которая только опосредовано связана с памятью отдельных индивидов. Но это еще далеко не все, система в целом (система, а не отдельные ее элементы, например, люди) может эту информацию, так сказать, использовать. Более корректно говорить о том, что поведение системы в целом определяется не только (и может быть, не столько) свойствами отдельных элементов, сколько характеристиками макроскопического регулятора.

Список литературы

1. Avetisov V.A. Handedness, Origin of Life and Evolution / V.A. Avetisov, V.V. Kuz'min, V.I. Goldanskii // *Physics Today*. – 1991. – Vol. 44. – P. 33
2. Delaye L. Prebiological Evolution and the Physics of the Origin of Life / L. Delaye, A. Lazcano. // *Physics of Life Reviews*. – March 2005. – Vol. 2. – Issue 1. – P.47-64.
3. Bartsev S.I. Life as a Set of Matter Transformation Cycles: Ecological Attributes of Life / S.I. Bartsev, V.V. Mezhevikin, V.A. Okhonin // *Advances in Space Research*. – Vol. 28. – Issue 4. – 2001. – P. 607-612.
4. Suleimenov I. Non-Darwinists Scenarios of Evolution of Complicated Systems and Natural Neural Networks Based on Partly Dissociated Macromolecules / I. Suleimenov, S. Panchenko // *World Applied Sciences Journal*. – 2013. – Vol. 24 (9). – P. 1141-1147.
5. Переслегин С.Б. Опасная бритва Оккама / С.Б. Переслегин. – М.: Астрель, 2010. – 644 с.
6. Чернавский, Д. С. Проблема происхождения жизни и мышления с точки зрения современной физики / Д.С. Чернавский // *Успехи физических наук*. – 2000. – Т. 170. – №. 2. – С. 157-183.
7. Suleymenova K. I. Aromorphoses Phenomenon in the Development of Culture: a View From the Standpoint of Neural Net Theory of Complex Systems Evolution / K. I. Suleymenova, D. B. Shaltykova I. E. Suleimenov // *European Scientific Journal*. – 2013. – Vol. 9(19). – P. 840-844.
8. Сулейменов И. Э. Пространство смысловых кодов современной цивилизации / И. Э. Сулейменов, О. А. Габриелян, Д. Б. Шалтыкова, К. И. Сулейменова // *История и современность*. – 2014. – Т.1. – С. 46-68.

9. Вернан Ж.-П. Происхождение древнегреческой мысли / Ж.-П. Вернан. – М.: Прогресс, 1988. – 224 с.
10. Зайцев И.А. Культурный переворот в Древней Греции 8 – 5 вв. до н.э. / И.А. Зайцев / Под ред. Л. Я. Жмудя. — 2-е изд., испр. и перераб. СПб.: Филологический факультет СПбГУ, 2001. — 320 с.
11. Дежина И.Г. Российская наука как фактор мировой политики / И.Г. Дежина // Космополис. – 2003. – №2. – С.43-56.
12. Соболевская А.А. Постиндустриальная революция в сфере труда / А.А. Соболевская, А.К. Попов. – М.: ИМЭМО РАН, 2009. – 205 с.
13. Nanotechnology Versus the Global Crisis / Ye.Ye. Yergozhin, Ye.M. Aryn, I.E. Suleimenov, G.A. Mun [and others]. – Seoul, Hollym Corporation Publishers, 2010. – 300 p.
14. Владимирский Б.М. Космическая погода и глобальные вспышки творческой активности / Б.М. Владимирский // Ноосферология: наука, образование практика / Под. ред. Габриелян О.А. – Симферополь, 2008. – 464 с.
15. Ясперс К. Истоки истории и ее цель / К. Ясперс // Смысл и назначение истории. – М.: Республика. 1994. – С. 32 - 37.
16. Сулейменов И.Э. Физические основы ноосферологии / И.Э. Сулейменов, П.Е. Григорьев. – Алматы – Симферополь, 2008. – 158 с.
17. Сулейменова К.И. Неформальные институции как информационные структуры / К.И. Сулейменова, Д.Б. Шалтыкова, И.Э. Сулейменов // Материалы международной научно-практической конференции «Интеграционные возможности современной экономики». – Иркутск, 2012 г. – С. 113-116.
18. Quantitative theory of effectiveness of highest education: role of interpersonal communications / I. Suleimenov, D. Shaltykova, P. Obukhova, A. Stentsova, K. Suleymenova, // European J. of Educational Sci. – Vol. 1. - Issue 2. – 2014. – P. 171-180.
19. Чернавский, Д. С. Синергетика и информация / Д.С. Чернавский – М: Наука, 2001. – 105 с.

Suleimenov I.E., Gabrielyan O. A., Suleimenova K.I. The Information Aspects of Complex Systems Evolution // Scientific Notes of Crimea Federal V.I. Vernadsky University. Philosophy. Political science. Culturology. – 2015. – Vol. 1 (67). – № 1. – P. 106-114.

The mechanism of complex systems evolution, which allows to overcome the difficulties of contemporary evolution theories, is presented from the standpoint information theory. It is shown that for systems of any nature there are two evolution stages: the emergence of information object due to the changes of links' structure without any changes in elements themselves, then information object starts to influence on whole system evolution by selection of elements, which properties are in good correspondence with information object. Proposed mechanism allows us to consider the complex system as an information system that has distributed memory and various control programs.

Any society which has passed a certain threshold of complexity, must also acquire the properties, corresponding to the use and processing of information of a higher level than the one that is related to the independent functioning of the individual elements. As a neural network, society acquires the allocated memory, which is only indirectly related to the memory of individuals. But that's not all, the whole system (the system and not its individual elements, such as individuals) may use this information. It is more correct to say that the behavior of the system as a whole depends not only on the properties of individual elements but also on the characteristics of the “macro-regulator”.

Keywords: complex systems evolution, information system, complexity.

References

1. Avetisov, V.A. Handedness, Origin of Life and Evolution / V.A. Avetisov, V.V. Kuz'min, V.I. Goldanskii // *Physics Today*. – 1991. – Vol. 44. – P. 33
2. Delaye, L. Prebiological Evolution And The Physics Of The Origin Of Life / L. Delaye, A. Lazcano. // *Physics of Life Reviews*. – March 2005. – Vol. 2. – Issue 1. – P.47-64.
3. Bartsev, S.I. Life as a set of matter transformation cycles: ecological attributes of life / S.I. Bartsev, V.V. Mezhevikin, V.A. Okhonin // *Advances in Space Research*. – Vol. 28. – Issue 4. – 2001. – P. 607-612.
4. Bartsev, S.I. Life as a set of matter transformation cycles: ecological attributes of life / S.I. Bartsev, V.V. Mezhevikin, V.A. Okhonin // *Advances in Space Research*. – Vol. 28. – Issue 4. – 2001. – P. 607-612.
5. Suleimenov, I. Non-Darwinists Scenarios of Evolution of Complicated Systems and Natural Neural Networks Based on Partly Dissociated Macromolecules / I. Suleimenov, S. Panchenko // *World Applied Sciences Journal*. – 2013. – Vol. 24 (9). – P. 1141-1147.
6. Pereslegin, S. B. The Dangerous Occam's razor / S.B. Pereslegin. – M.: Astrel, 2010. – 644 p.
7. Chernavsky, D. S. The Problem of the Origin of Life and Thinking from the Point of View of Modern Physics / D.S. Chernavsky // *Successes of physical Sciences*. – 2000. – Vol.170. – №. 2. – p. 157-183.
8. Suleymenova, K. I. Aromorphoses Phenomenon in the Development of Culture: a View from the Standpoint of Neural Net Theory of Complex Systems Evolution / K. I. Suleymenova, D. B. Shaltykova, I. E. Suleimenov // *European Scientific Journal*. – 2013. – Vol. 9(19). – P. 840-844.
9. Suleimenov, I. E. Semantic Space of Codes of the Modern Civilization / I. E. Suleimenov, O. A. Gabrielyan, D. B. Saltykov, K. I. Suleimenova // *History and modernity*. – 2014. – Vol. 1. – P. 46-68.
10. Vernan, J.-P. The Origins of Greek Thought / J.-P. Vernan. – M.: Progress, 1988. – 224 p.
11. Zaitsev, A.I. Cultural Revolution in Ancient Greece 8 – 5 Century BC / A.I. Zaitsev / ed. by L. J. Zmud. — 2 ed.— Spb.: The philological faculty of St. Petersburg state University, 2001. – 320 p.
12. Dezhina, I. G. The Russian Science as a Factor in World Politics / I.G. Dezhina // *Cosmopolis*. – 2003. – No. 2. – P. 43-56.
13. Sobolevskaya, A. A. The Post-Industrial Revolution in the World of Work / A. A. Sobolevskaya, A. K. Popov. – M.: The Institute of world economy and international relations Russian Academy of Sciences, 2009. – 205 p.
14. Nanotechnology Versus the Global Crisis / Ye.Ye. Yergozhin, Ye.M. Aryn, I.E. Suleimenov, G.A. Mun [and others]. – Seoul, Hollym Corporation Publishers, 2010. – 300 p.
15. Vladimirov, B. M. Space Weather and Global Outbreaks of Creative Activity / B.M. Vladimirov // *Noospherology: science, education practice*. Under. edited by O. Gabrielyan. – Simferopol, 2008. – 464 p.
16. Jaspers, K. The Origins of History and its Purpose / K. Jaspers // «The meaning and purpose of history». – M.: Republic. 1994. – P. 32-37.
17. Suleimenov, I. E. The Physical Basis of Noospherology / I. E. Suleimenov, E. P. Grigoriev. – Almaty – Simferopol, 2008. – 158 p.
18. Suleymenova, K. I. Informal Institutions as Information Structure / K. I. Suleymenova, D. B. Saltykov, I. E. Suleimenov // *Materials of international scientific-practical conference "Integration possibilities of modern economy."* – Irkutsk, 2012 – p. 113-116.
19. Quantitative theory of effectiveness of highest education: role of interpersonal communications / I. Suleimenov, D. Shaltykova, P. Obukhova, A. Stentsova, K. Suleymenova, // *European J. of Educational Sci*. – Vol. 1. - Issue 2. – 2014. – P. 171-180.
20. Chernavskiy, D. S. Synergetics and Information / D.S. Chernavskiy. – M: Nauka, 2001. – 105 p.