

ЭВОЛЮЦИЯ СТРУКТУРЫ ОБЪЕКТА НАУКИ

Аннотация. Рассмотрены дисциплинарная структура, структура организационного управления наукой, иерархия структуры действительности, вопросы эволюции Природы и ее составляющих. Показано, что суть логики процесса эволюции Природы состоит в непрерывном творчестве и отборе все новых структур иерархии действительности в контексте прямой и обратной межуровневой передачи результатов творчества, а также притока извне материи, энергии и/или информации. Очевидно, что именно эта логика должна составить основу эволюции прогрессивных интеллектуальных систем, а информационная поддержка научных исследований должна быть адекватна структуре иерархии действительности.

Ключевые слова: дисциплинарная структура науки, трансдисциплинарность, глобальный эволюционизм, иерархия структуры мира, эволюция информации, функционирование знаний и проблем в обществе.

ВВЕДЕНИЕ

В процессе эволюции способность живых систем хранить, использовать и развивать информацию непрерывно совершенствуется развитием иерархической структуры вложенных систем, различающихся как в отношении средств реализации, так и формы представления информации: от генетической информации к информации в нервной системе и головном мозге и далее — к внесоматической информации.

В настоящей статье предложена обновленная информационная инфраструктура функционирования знаний в обществе, технологически обеспечивающая продуктивное взаимодействие всех ее компонент в условиях, благоприятных для прогресса как самой науки, так и креативного общества.

В самой общей форме научная деятельность осуществляется согласно итерационной структуре взаимодействия множественного субъекта науки (в составе пар ученые — информационные технологии) с устоявшимся научным знанием и действительностью [1–3].

Очевидно, что адекватность научного знания действительному миру достижима лишь структурированием науки согласно объективной структуре действительности. Вопрос остается в главном — какова эта объективность [4].

Наука в целом характеризуется дисциплинарной структурой и структурой организационного управления. Эти структуры формируются для решения разных задач, но подчинены единой цели — достижению максимума эффективности науки. Поэтому важно определить непротиворечивость сочетания взаимодействующих структур науки.

ДИСЦИПЛИНАРНАЯ СТРУКТУРА НАУКИ

Объем научной информации удваивается каждые пятнадцать лет. Над порождением и сохранением этих знаний работают ученые уже более 8000 дисциплин [5]. Казалось бы, научное знание достигло такого уровня, когда обществу под силу решить любую проблему современности, для чего достаточно лишь объединить научные знания в единую научную картину мира. Однако это признается невозможным из-за актуальной бесконечности, постоянной изменчивости действительности, а также конечности знаний о ней.

Дисциплинарную структуру науки синтезируют на основании результатов анализа индексов цитирования [6, 7] или на основании данных пользовательских

online взаимодействий, записанных в файлах регистрации академических порталов сети [8] в форме пространственных карт, учитывающих все разновидности дисциплинарных взаимодействий [9–14]. Суть таких разновидностей состоит в следующем.

- Мультидисциплинарность (полидисциплинарность) — объединение методологического и концептуального инструментария различных областей науки; сочетание дисциплин, когда объект или предмет исследования представляет собой обобщенный «образ» многих дисциплин, по отношению к которому все дисциплинарные картины выступают как его составляющие [12]. Например, Data Mining является сочетанием распознавания образов, статистики, визуализации, искусственного интеллекта, алгоритмизации, машинного обучения, теории баз данных и других дисциплин.

- Плюродисциплинарность — взаимодействие дисциплин, между которыми предполагаются определенные содержательные отношения без их координации. Обычно это происходит в сопоставимых областях знания на определенном иерархическом уровне. Например, французский язык + латынь + греческий язык [13] или сочетание истории, социологии и языкознания – областей, в которых присутствует понимание смежной специальности.

- Междисциплинарность — конструирование общей модели для двух или нескольких вовлеченных дисциплин, взаимодействие между которыми может варьироваться от простого обмена идеями до взаимной интеграции концепций, методологии [14]. Классическим примером междисциплинарной науки является материаловедение. Также ее понимают как заимствование теорий и методов других наук для решения внутрдисциплинарных проблем.

- Интердисциплинарность предполагает совместную работу специалистов, изучающих различные аспекты общей проблемы, но опирающихся каждый на свою методологическую дисциплинарную базу. Интердисциплинарность как понятие получила особое распространение, когда стали возникать быстро развивающиеся пограничные дисциплины и одновременно происходила дифференциация областей науки, опирающихся на различные традиционные дисциплины, например социальную антропологию, молекулярную биологию и др.

- Кроссдисциплинарность — преодоление дисциплинарных границ для объяснения предмета одной дисциплины понятиями другой. Примерами кроссдисциплинарных подходов являются изучения физики музыки или политики литературы.

Однако при всей наглядности и обоснованности эмпирическими фактами эти карты действительны лишь на конкретный момент развития науки, в них не выявлено стабильного ядра, структуры предельного перехода или процесса эволюции структур науки. Поиск порядка в «динамичном хаосе» структуры науки в настоящее время основывают на поиске упорядоченности эволюции действительности, сочетающей физическую и духовную сущность в рамках трансдисциплинарной картины мира.

ТРАНСДИСЦИПЛИНАРНАЯ КАРТИНА МИРА

Трансдисциплинарность — создание общей системы аксиом, когнитивных схем для определенного набора дисциплин, общность на уровне исследовательских программ в решении жизненно важных проблем; строгость, открытость и толерантность — фундаментальные признаки трансдисциплинарного подхода и видения [15, 16].

Формой организации трансдисциплинарных исследований являются «гибридные сообщества», создаваемые для решения актуальных проблем, т.е. преоб-

ладающей становится проблемно-ориентированная организация науки [17]. Изменения в сущности исследований связаны со следующим:

- включением научных результатов в процессы принятия социальных, политических и экономических решений;
- расширением исследовательского инструментария;
- контекстной зависимостью исследований от условий реализации и применения результатов;
- усилением ответственности ученых за последствия использования научных результатов;
- формированием новых средств коммуникации с общественностью относительно использования научных результатов;
- изменением сути и формы экспертизы в результате участия в ней наравне с учеными и широкой общественности.

Сущность трансдисциплинарной интерпретации состоит в том, чтобы на основе собственного «образа мира» выявить признаки и отношения, которые невозможно выявить или объяснить лишь дисциплинарными теориями и методами.

ВСЕОБЩИЕ ЗАКОНЫ ЭВОЛЮЦИИ

Концепция глобального эволюционизма заключается в том, что историю Вселенной считают единым процессом самоорганизации, саморазвития Мира, в котором все его составляющие преемственно и генетически связаны между собой следующей системой всеобщих законов эволюции иерархических структур:

- направленность развития действительности на повышение структурной сложности, организованности;
- новое возникает как результат отбора наиболее эффективных структур;
- качественно новый уровень организации действительности самоутверждается после того, как включит предшествующий уровень развития;
- переход на более высокий уровень структур становится все менее вероятным, однако его возможность со временем реализуется;
- для перехода действительности на очередной качественно новый уровень структур требуется все меньше времени [18].

Самоорганизация — способность сложных систем к спонтанному упорядочению (пространственной, временной или функциональной структуры) за счет согласованного взаимодействия множества элементов ее составляющих в открытых, сильнонеравновесных и нелинейных средах. Основные законы самоорганизации сложных систем изучаются синергетикой в форме многовариантного и неоднозначного поведения многоэлементных структур, развивающихся от простого к сложному, вследствие открытости, притока материи, энергии, информации извне, нелинейности внутренних процессов, появления особых режимов с обострением и наличия более одного устойчивого состояния. К синергетике относят явления, возникающие от совместного действия нескольких факторов, каждый из которых в отдельности такого явления не создает [18–20].

Суть синергетики — это возникновение порядка и организации из беспорядка и хаоса в результате процесса самоорганизации, который развивается через последовательность структур, поддерживающих свою целостность. Общая схема процесса развития сводится к следующему [21]:

- относительно стабильное n -е состояние эволюции теряет устойчивость;
- возникшая неустойчивость вызывает динамический процесс самоорганизации системы, порождающий новые устойчивые структуры $(n+1)$ -го эволюционного состояния;
- после n -го эволюционного цикла начинается новый $(n+1)$ -й цикл;

- реальная эволюция никогда не заканчивается, и весь процесс в целом имеет структуру спирали.

ИЕРАРХИЯ СТРУКТУРЫ МИРА

Наиболее важные фазы эволюции окружающего нас Мира выстраиваются в многоуровневую иерархию вложенных систем, каждая из которых также представляется уникальной многоуровневой иерархией вложенных слоев [22, 23]:

- космическая эволюция включает уровни Большого Взрыва, образования элементарных частиц, атомов и молекул, возникновение галактик, звезд и планет, образование «фотонной мельницы»;
- химическая эволюция включает уровни образования системы химических элементов и соединений, органических и неорганических соединений, полимеризации в цепи органических молекул;
- геологическая эволюция включает уровни образования структур земной коры, гор, вод и т.д.;
- эволюция протоклетки включает уровни самоорганизации биополимеров и хранения информации на молекулярном уровне, пространственной индивидуализации, возникновения молекулярного языка;
- дарвиновская эволюция включает уровни развития видов животных и растений, а также их взаимодействия, возникновения планетарной экосистемы;
- эволюция человека включает уровни развития труда, языка и мышления;
- эволюция общества включает уровни развития распределения труда, общественной организации, техники, общественных формаций и т.д.;
- эволюция информации включает уровни развития науки, информационных технологий, систем знания, связи, информационного взаимодействия и т.д.;
- эволюция глобалистики нацелена на достижение безопасности планетарной социоприродной системы, обеспечивающей выживание человечества и его неопределенно долгое существование; при этом особое значение уделяется космоглобалистике, фиксирующей эволюцию деятельности человека за пределами планеты.

Каждый слой вертикальной иерархии представляется множеством систем, связанных внутриуровневыми «горизонтальными» отношениями и управляемых системами более высокого уровня, которые тормозят или активизируют процессы эволюции систем уровня (рис. 1).

Так, например, человек представляется как многоуровневая реальность с эволюционной цепочкой уровней существования, объединяемых в иерархическую структуру. Следует отметить, что эта соподчиненность не является иерархией управления, в которой информация поступает снизу вверх, а приказы отдаются сверху вниз. Каждый уровень сохраняет определенную автономию в своей жизнедеятельности, поддерживая горизонтальные отношения со своим специфическим окружением.

Наличие вертикальной вложенности, отражающей скачок в эволюции, и горизонтальности (организация среды в пространственно-временной континуум) составляет сущность иерархического расслоения мира. Без горизонтальности нет вертикали, без вертикали нет горизонтальности — вне пространства-времени нет объектов, без объектов нет самого пространства-времени [24].

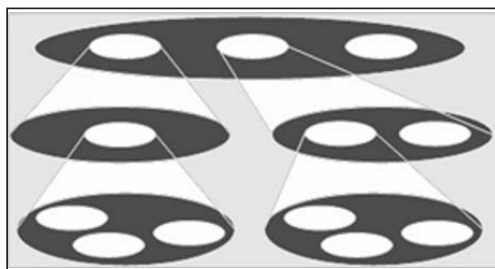


Рис. 1. Структура уровней (слоев)

Важно заметить, что нет никаких оснований приведенную выше иерар-

хию вложенных систем (или ей альтернативную [25]) считать завершенной, конечной. Со временем может открыться новая, непостижимая перспектива. Завершенности не допускает и фундаментальный принцип поведения нелинейных систем, декларирующий периодическое чередование стадий эволюции и инволюции. Из теории самоорганизации следует, что любые открытые системы с сильной нелинейностью, скорее всего, пульсируют [26].

Эти положения дают основание считать иерархию вложенных систем детализацией структуры некоторого i -го эволюционного цикла спирали бесконечной эволюции Природы.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ УРОВНЕЙ ИЕРАРХИИ СТРУКТУРЫ МИРА

Уровни иерархической структуры Мира непрерывно взаимодействуют в процессе эволюции самоорганизующихся систем (рис. 2): в направлении 1 нарастает сложность и упорядоченность предоставлением структур $(i-1)$ -го уровня в качестве элементарных компонент структур i -го уровня; в направлении 2 — приток материи, энергии и/или информации извне открытой системы уровня; в направлении 3 — обратная связь передачей материи, энергии и/или информации каждого i -го уровня иерархической структуры одному или последовательности нескольких из предшествующих вложенных уровней эволюции действительности.

Представляется, что эволюция Мира сводится к непрерывной смене текущих проблем проблемами нарастающей сложности и творческой деятельности Природы в итерационном повторении фундаментальной последовательности четырех событий, выявленной К. Поппером [27] для познавательной деятельности: проявление проблемной ситуации, нелинейное порождение гипотез относительно разрешения адекватной проблемы (в форме материальных, энергетических и/или информационных структур), устранение ошибок пробных решений и объективное возникновение новой актуальной проблемы.

В каждом этом информационном процессе, сопровождающем самоорганизацию, напрямую действуют базовые логические операции теории множеств, а именно операции объединения, пересечения и дополнения. Главное состоит в том, что Природа оказалась способной реализовать логические процессы, и в итоге мыслительные процессы вообще, на самых разнообразных субстратах на любом уровне своего развития, создавая при этом огромное функциональное разнообразие. Логика Природы инвариантна по отношению к компонентам субстрата [25].

Ключевую активную роль в процессах самоорганизации Мира играет наличие межуровневой обратной связи, объединяющей отрицательную обратную связь с положительной обратной связью таким образом, что подавляются процессы нижних уровней, тормозящие структурообразование верхних уровней, и, наоборот, усиливаются процессы нижних уровней, поддерживающие структурообразование верхних уровней.

Отрицательная обратная связь стабилизирует процесс структурообразования, тогда как положительная

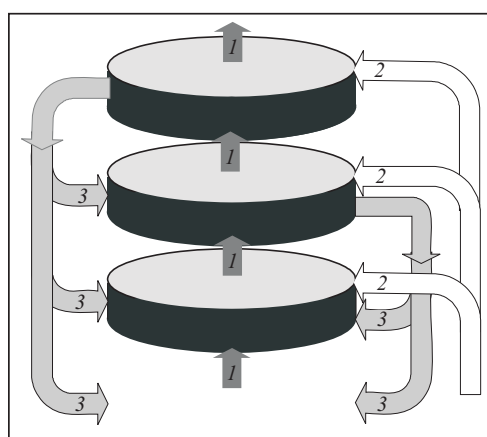


Рис. 2. Структура взаимодействия уровней иерархии эволюции Природы

обратная связь увеличивает изменения в системе, усиливая слабые возмущения до радикального изменения сложившихся структур. Для каждой системы существует некий оптимальный «коридор нелинейности», способствующий структурообразованию [19, 24].

Взаимодействие и конкуренция положительной и отрицательной обратных связей формируют гармоничную реальность из потенциального поля эволюции. Подтверждающим примером этого эффекта является современный процесс эволюции информации: стимулируется развитие организационных структур предшествующего уровня (уровня эволюции общества), способствующих развитию уровня информации, и подавляется деятельность структур управления, государственных образований, не эффективных для прогресса уровня информации.

Более того, новые информационные технологии (уровень эволюции информации), являясь усилителем — катализатором индивидуального интеллекта, создают новые наиболее благоприятные условия для прогресса более глубокого уровня эволюции — для дальнейшей биологической эволюции человека в направлении развития именно творческих способностей людей.

Наконец, этот же уровень эволюции информации воздействует на уровень дарвиновской эволюции, стабилизируя экологические процессы природы в интересах сохранения среды обитания, выживания и прогресса информационного общества, т.е., по сути, в направлении создания и функционирования ноосферы (как качественно нового состояния биосферы), обосновываемых ее очевидной необходимостью: «Человечество, как живое вещество, неразрывно связано с материально-энергетическими процессами определенной геологической оболочки Земли — с ее биосферой. Оно не может физически быть от нее независимым ни на одну минуту» [28].

ЭВОЛЮЦИЯ ИНФОРМАЦИИ

Понятие информации в разных дисциплинах и общественной жизни традиционно употребляется в самых разных смыслах. Известно большое число его определений. В то же время, поскольку информацию общепринято считать одной из трех базовых субстанций Мира (материя, энергия и информация), этот термин общезначим, что предполагает необходимость его унифицированного определения. В качестве общенаучного определения информации в естественных науках отдают предпочтение следующему определению [29, 30]: «информация есть запомненный выбор одного варианта из нескольких возможных и равноправных» в силу его понимаемости, конструктивности, приемлемости как для естественных, так и для гуманитарных наук, которое допускает и введение меры — количества информации.

Наиболее важным свойством живых систем является способность хранить, использовать и развивать информацию. В ходе эволюции способность оперировать информацией непрерывно совершенствуется развитием иерархической структуры вложенных систем, различающихся как в отношении средств реализации, так и формы представления информации: от генетической информации к информации в нервной системе и головном мозге и далее — к внесоматической информации [22, 31].

Еще приблизительно 10 миллионов лет назад уровень генетической формы информации человека вышел на плато с объемом примерно 10^{10} битов наследуемой информации. Это значит, что объем информации, передаваемой одной хромосомой человека, эквивалентен объему четырех тысяч 500-страничных книг [22, 31].

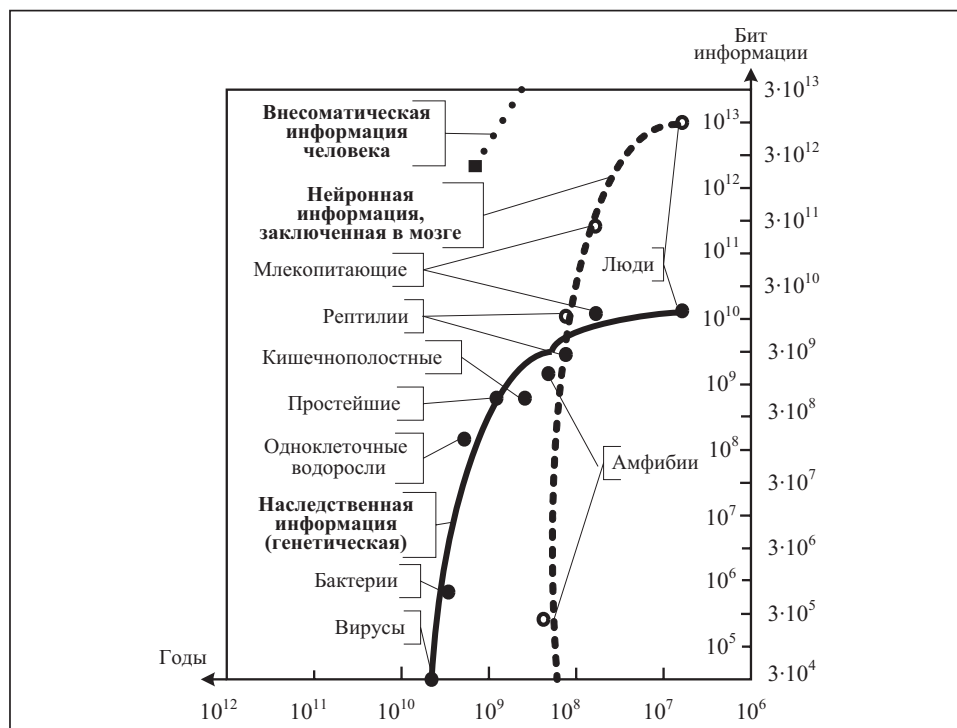


Рис. 3. Графики развития генетической, нейронной и внесоматической информационной емкости в ходе биологической эволюции

Следующий этап эволюции информационных способностей человека состоял в зарождении и развитии нейронной системы, вызванной необходимостью выживания в новых более динамичных условиях среды обитания, далеко выходящих за границы возможностей генетического уровня. Согласно данным из работы [31] в нервной системе и головном мозге содержится более 10^{13} битов информации (рис. 3), записав которую на естественном языке, получим до 20 млн томов, что составит объем крупнейших библиотек мира. Отдельные участки нейронной системы дублируют информацию других частей, а другие участки связаны с двигательной или иными непознавательными функциями. Некоторые участки могут оставаться в резерве, ожидая для запоминания новую информацию. Значительная ее часть может быть использована для познавательных функций и доступа к внесоматической информации в библиотеках и других хранилищах.

Внесоматическое хранение информации развивается на протяжении приблизительно тысячи лет и заведомо приведет к образованию третьего плато (см. рис. 3). По американским оценкам 2002 года общий объем информации, доступной через Интернет, превышал 550 млрд индивидуальных документов информационным объемом 20 000 ТБ (1 ТБ (Терабайт) = 10^{12} байт). Задержка между моментом опубликования новости в любой точке мира на любом языке до момента уведомления компетентного сотрудника корпорации может составлять всего 7–10 мин [32]. Книжная культура со словесной и графической информацией, содержащейся в десятках тысяч и более книг, газет, журналов всех мировых библиотек, оценивается совокупной емкостью в 10^{17} бит [31, 33], а информационное общество оценивается электронной обработкой информации объемом 10^{25} бит [33].

Объем этой информации уже настолько превышает (от 10^4 до 10^{12} раз) количество информации, хранящейся в мозге и нервной системе, что создает проблемную ситуацию, не разрешимую эволюционным развитием информационных систем.

Сложность и масштабность современных задач требуют информационных ресурсов все более высокого качества, достигаемого развитием систем знаний [1–3]. В этих условиях «информационного насыщения» с целью преодолеть углубляющуюся специализацию науки предпринимаются усилия унифицировать язык науки, повысить эффективность обработки знаний, в значительной мере зависящие от эффективности принятой стратегии структурирования научных знаний.

Для разрешения выявленных проблем познания, повышения эффективности научных исследований в [1–3] предложен путь парадигмальных нововведений в технологию обработки информации, состоящих в создании системы представления, а также использовании знаний в канонической форме (т.е. в явной, унифицированной и конструктивной) и в воплощении в общественной практике необходимых и достаточных условий для действенного функционирования ставшего знания как товара и стимулирования этого процесса. Основным средством достижения этих качеств должно стать решение множества научных проблем относительно создания системы новых компьютерных информационных технологий на основе знаний, адекватных естественным процессам решения проблем в науке [1].

ОРГАНИЗАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Все множество структур организационного управления наукой ограничено академической наукой, наукой в образовании и корпоративной наукой. Конкретное сочетание этих структур в каждой стране определяется структурой государственного уровня управления, полнотой охвата национальной наукой дисциплинарной структуры мировой науки, сложившимися традициями и т.д.

Основная тенденция научной политики XXI ст. — это сетевая организация инновационной деятельности по решению проблем жизнедеятельности общества с высоким уровнем развития сетей знаний, основанных как на социальных взаимодействиях, так и на использовании новейших интерактивных коммуникационных технологий. Организация научно-инновационной сети включает формирование структуры научно-исследовательских учреждений на сетевых началах, повышение научного уровня и инновационности результатов исследовательских работ. Для прикладных исследований и разработок целесообразна организация специальных структур «под проблему», под конкретную задачу создания конкурентного преимущества в определенной области с финансированием как из бюджета, так и заказчиком.

Очевидно, что придание знаниям рыночной цены и стоимости приобщит науку к непосредственному участию в экономической деятельности общества со всеми его позитивными признаками и следствиями, суть которых заключается в более эффективном (в сравнении с современным) использовании мощных регулирующих механизмов рыночных отношений, как дополнительного стимула для развития науки. При этом главные эффекты видятся в осуществлении наиболее благоприятных новых условий для эволюции наблюдаемых уже в настоящее время позитивных явлений цивилизации, состоящих в развитии популяции индивидуальных человеко-машинных интеллектуальных систем (ИЧМИС), где информационные технологии выступают в роли катализатора — усилителя индивидуального интеллекта. Ввиду возможности непрерывного накопления знаний новые информационные технологии станут средством поощрения развития именно творческих способностей человека, реализации личных амбиций относительно накопления интеллектуального капитала для улучшения своего социального статуса, а также гарантом прав и свобод каждого ученого.

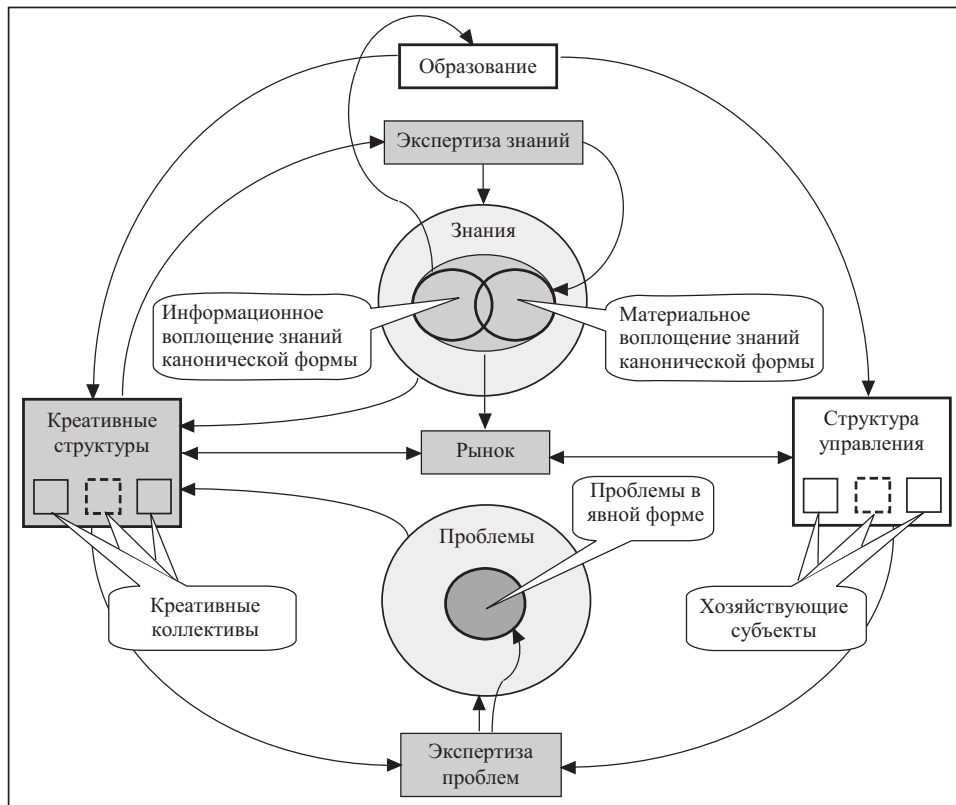


Рис. 4. Структура информационного пространства эффективного процесса функционирования знаний и проблем в обществе

На рис. 4 структура эффективного функционирования знаний и проблем в обществе включает следующие компоненты: ставшее знание; информационное и материальное воплощение знаний в канонической форме; текущие проблемы науки и общества; проблемы в явной форме; множество структур из креативных коллективов ИЧМИС; креативные коллективы ИЧМИС; структуру управления хозяйствующими субъектами общества; хозяйствующие субъекты; обучающие структуры; экспертизу порожденных знаний на новизну, совершенство, полезность, сертификацию знаний, их распределение по этим признакам и выделение знаний в канонической форме; реализацию рыночных отношений относительно знаний; экспертизу проблем на новизну, важность, актуальность, сертификацию проблем.

Новые или существенно обновленные компоненты (относительно современной) информационной инфраструктуры распространения знаний на рис. 4 выделены темным фоном. Представленная структура демонстрирует такое взаимодействие ее компонент, которое за счет взаимно согласованного сочетания позитивных эффектов нескольких контуров обратной связи создает наиболее благоприятные условия для стимулирования информационного развития всех составляющих общества — науки, образования и производства [1–3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Механизмы эволюции природы и ее составляющих далеко не познаны. Однако, несмотря на ограниченность наших знаний, все же просматривается некоторая общая логика этого процесса. Ее суть в непрерывном творчестве и отборе все новых структур иерархии действительности в контексте прямой и обратной межуровневых передач результатов творчества, а также притока

материи, энергии и/или информации извне. Очевидно, что именно эта логика должна составить основу эволюции прогрессивных интеллектуальных систем. К числу научных результатов, представленных в данной статье, можно отнести следующие.

Во взаимной связи и зависимости даны определения разновидностей дисциплинарных взаимодействий, позволяющие различать их между собой; определено понятие и сущность трансдисциплинарных исследований, предполагающих проблемно-ориентированную форму организации науки; дана система всеобщих законов эволюции как единого процесса самоорганизации, саморазвития Мира через последовательное наращивание сложности и упорядоченности иерархии материальных, энергетических и/или информационных структур.

Многоуровневую иерархию вложенных систем эволюции окружающего нас Мира предложено считать детализацией структуры некоторого i -го эволюционного цикла спирали бесконечной эволюции Природы.

Предложена новая структура взаимодействия уровней иерархии эволюции Природы, в процессе которого возможно итерационное повторение фундаментальной последовательности четырех событий, выявленной К. Поппером для познавательной деятельности.

Утверждена и подтверждена примером современного процесса уровня эволюции информации ключевая активная роль в процессах самоорганизации Мира межуровневой обратной связи, объединяющей отрицательную обратную связь с положительной обратной связью.

Приведены сведения об эволюции способности живых систем оперировать информацией: от генетической информации к информации в нервной системе и головном мозге и далее — к внесоматической информации. Исходя из этого сделано заключение о необходимости новых компьютерных информационных технологий на основе знаний для разрешения актуальных проблем познания, повышения эффективности научных исследований.

Приведена структура эффективного функционирования знаний и проблем в обществе, создающая за счет взаимно согласованного сочетания позитивных эффектов нескольких контуров обратной связи наиболее благоприятные условия для стимулирования информационного развития всех составляющих общества — науки, образования и производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Палагін О.В., Кургаєв О.П. Міждисциплінарні наукові дослідження: оптимізація системно-інформаційної підтримки // Вісн. НАН України. — 2009. — № 3. — С. 14–25.
2. Кургаєв А.Ф., Палагін А.В. Проблема эффективности междисциплинарных исследований // Information Models of Knowledge (Eds. K. Markov, V. Velychko, O. Voloshin). — Kiev: Sofia, 2010. — С. 11–17.
3. Kurgaev A. F., Palagin A. V. The problem of scientific research effectiveness // Int. J. Inf. Theor. Appl. — 2010. — 17, N 1. — P. 88–99.
4. Кургаєв О.П., Палагін О.В. До питання інформаційної підтримки наукових досліджень // Вісн. НАН України. — 2015. — № 8. — С. 33–48.
5. Мокий В.С. Методология трансдисциплинарности-4. — Нальчик: АНОИТТ, 2014. — <http://www.anoitt.ru/tdbiblioteka/tdmetodol.php>.
6. Garfield E. Citation indexing — its theory and application in science, technology, and humanities. — Philadelphia: ISI Press, 1983. — <http://www.garfield.library.upenn.edu/ci/title.pdf>.
7. Bergstrom C. T. Exploring the network structure of science. The eigenfactor project. — Univ. Washington, 2009. — <http://research.microsoft.com/en-us/um/redmond/events/fs2009/presentations/>.

8. Bollen J., Van de Sompel H., Hagberg A., Bettencourt L., Chute R., Rodriguez M.A., Balakireva L. Clickstream data yields high-resolution maps of science // PLoS ONE. — 2009. — 4, N 3. — P. 1–11.
9. Berge G. Opinions and facts // Interdisciplinary: Problems of Teaching and Research in Universities. — Paris: OECD, 1972. — P. 23–26.
10. Акоф Р. Л. Системы, организация и междисциплинарные исследования // Исследования по общей теории систем. — М.: Прогресс, 1969. — С. 134–164.
11. Apostel L. Terminology and concept // Interdisciplinarity. Problems of Teaching and Research in Universities. — Paris: OECD, 1972. — P. 77–102.
12. Lawrence R.J. Housing and health: From interdisciplinary principles to transdisciplinary research and practice // Futures. — 2004. — 36, N 4. — P. 488–489.
13. Киященко Л. П., Гребенщикова Е. Г. Современная философия науки: трансдисциплинарные аспекты. — М.: МГМСУ, 2011. — 172 с.
14. Remadier T. Transdisciplinarity and its challenges: The case of urban studies // Futures. — 2004. — 36, N 4. — P. 423–439.
15. Palagin A.V. Transdisciplinarity problems and the role of informatics // Cybernetics and Systems Analysis. — 2013. — 49, N 5. — P. 643–651.
16. Палагин О. В. Трансдисциплінарність, інформатика і розвиток сучасної цивілізації // Вісн. НАН України. — 2014. — № 7. — С. 25–33. — <http://visnyk-nanu.org.ua/en/node/527>.
17. Кургаев А. Ф. Проблемная ориентация архитектуры компьютерных систем. — Киев: Сталь, 2008. — 540 с.
18. Haken H. Synergetics, an introduction: Nonequilibrium phase-transitions and self-organization in physics, chemistry and biology. — Berlin; Heidelberg; New York: Springer Verlag, 1977. — 325 p.
19. Найдыш В. М. Концепции современного естествознания. — М.: Альфа-М; ИНФРА-М, 2004. — 622 с.
20. Карпенков С. Х. Концепции современного естествознания. — М.: Академич. Проект, фонд «Мир», 2005. — 640 с.
21. Бекман И. Н. Синергетика. Курс лекций. — http://beckuniver.ucoz.ru/index/kurs_sinergetika/0-82.
22. Ebeling V., Engel A., Feistel R. Physik der Volutionsprozesse. — Berlin: Akademie-Verlag, 1990. — 376 s.
23. Урсул А. Д., Урсул Т. А. Универсальный (глобальный) эволюционизм и глобальные исследования // Философские исследования. — 2012. — № 1. — С. 46–101. — http://e-notabene.ru/fr/article_116.html.
24. Рыжов В. Концепции синергетики. Электронный учебник. — <http://litcey.ru/geografiya/24769/index.html>.
25. Гордиенко В. И., Дубровский С. Е., Фенев Д. В. Функциональная логика Природы — основа механизмов самоорганизации через отбор. — <http://philprob.narod.ru/philosophy/Gordienko2.pdf>.
26. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Синергетика и принципы коэволюции сложных систем (Synergetics and principles of coevolution of complex structures). — <http://spkurdyumov.ru/evolutionism/sinergetika-i-principyu-koevolycii-slozhnyx-sistem/>.
27. Popper K.R. Evolutionary epistemology // Evolutionary Theory: Paths into the Future / Ed. by J.W. Pollard. — Chichester; New York: John Wiley & Sons, 1984. — Ch. 10. — P. 239–255.
28. Вернадский В. И. Несколько слов о ноосфере // Успехи современной биологии. — 1944. — 18, № 2. — С. 113–120. — <http://vernadsky.lib.ru>.
29. Кастлер Г. Возникновение биологической организации. — М.: Мир, 1967. — 91 с.
30. Чернавский Д. С. Проблема происхождения жизни и мышления с точки зрения современной физики // Успехи физических наук. — 2000. — 170, № 2. — С. 156–183.
31. Саган К. Драконы Эдема: Рассуждения об эволюции человеческого разума. — СПб.: Амфора. ТИД Амфора, 2005. — 265 с.
32. Кузнецов С. В. Технологии управления знаниями, 2004. — <http://www.knowbase.ru/knowledge-management-technologies.htm>.
33. Робертсон Д. С. Информационная революция // Информационная революция: наука, экономика, технология: Реферативный сб. — М.: ИНИОН РАН, 1993. — С. 17–26.

Поступила 01.09.2015