

## САМОРАЗВИВАЮЩАЯСЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОИСКА ЗНАНИЙ: СИНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПАРАДИГМА

Колешко В.М., Гулай А.В., Гулай В.А.

*Белорусский национальный технический университет*

*Проанализирован принцип когнитивной многогранности знаний как основа синергизма в развитии интеллектуальной технологии творческого поиска. Приведен вариант учета сведений из различных практик когнитологии посредством формирования многомерной фреймовой модели интеллектуального поиска знаний. Процесс синергетического развития интеллектуальной поисковой системы рассмотрен на примере взаимодействия отдельных кластеров знаний из разных научных областей и когнитивных практик. В качестве результата данного процесса представлено увеличение неопределенности знания, обуславливающее стохастизм творческого поиска в интеллектуальной среде.*

Явления самоорганизации и самовозрастания знаний в интеллектуальной среде научного поиска отличаются от простого суммирования информации в различного рода коммуникационных системах наличием моментов спонтанности в процессе развития знаний. Под спонтанностями в данном случае понимаются внешнеобусловленные структурные и функциональные трансформации интеллектуальной поисковой системы, имеющие свои внутренние движущие силы. Механизмы такого движения закономерно возникают в интеллектуальной среде как сложной системе за счет взаимодействия ее компонентов и опосредуются заключающейся в них программной информацией. Рассмотрение указанных явлений, наблюдающихся при реализации интеллектуальных технологий творческого поиска, проводится на основе использования синергетической модели процесса формирования знаний.

Возникновение синергетической стилиевой тенденции, связанной с разработкой нелинейных методов исследования и изучением свойств нелинейности объектов, обусловлено исторической эволюцией стилей научного мышления [1]. Понятие нелинейности рассматриваемых систем тождественно положениям, указывающим на зависимость свойств таких систем от происходящих в них необратимых процессов, на зависимость результата каждого из воздействий на данную систему от наличия другого влияющего фактора, на способность системы претерпевать сильные изменения в результате слабых воздействий. При этом предполагается также, что сложность изучаемой системы выше некоторого определенного уровня, а сама система является незамкнутой и неравновесной.

В связи с вышеизложенным представляет интерес рассмотрение процесса самовозрастания знаний в объеме интеллектуальной системы научного поиска при анализе ее синергетической модели. Основой синергизма в развитии интеллектуальной технологии творческого поиска выступает когнитивная многогранность знания, позволяющая сформировать наиболее глубокие представления об изучаемом объекте. Учет сведений из различных практик когнитологии выполняется посредством создания многомерной фреймовой модели интеллектуального поиска знаний. Явление синергетического развития интеллектуальной поисковой системы рассматривается на примере взаимодействия отдельных кластеров знаний из разных научных областей и когнитивных практик. Результатом данного процесса представляется увеличение

неопределенности знания, обуславливающее стохастизм творческого поиска в интеллектуальной среде.

### **Когнитивная многогранность знания как основа синергизма интеллектуальной технологии научного поиска**

В последнее время в теории познания все активнее поднимается вопрос о рассмотрении и учете различных когнитивных практик получения знаний и многообразных вариантов их формирования и использования. Звучит настоятельный призыв ввести в научный оборот, в частности, все формы донаучного и вненаучного знания, которое воспринимается на уровне логико-интуитивного подхода. Важность процессов обобщения, синтеза, интеграции знаний повышается за счет того, что в двадцатом веке не только появилось много новых когнитивных практик, но и произошло нетрадиционное философское осмысление известных практик когнитологии. Проблематика синтетического знания сегодня становится центральной для постижения многомерности окружающего мира, изучения и понимания общества и человека.

В современной философии особо отмечается опыт изучения знания и познавательной деятельности с использованием компьютерных, интеллектуальных технологий: «...возникли и возникают различные практики когнитологии с ее сценариями, ситуационными моделями и фреймами; наконец, происходит осмысление когнитивных феноменов в контексте синергетики» [2]. Сформулированы методологические предпосылки синтеза различных практик и использования опыта специальных эпистемологий: социальной, религиозной, моральной, экономической и других. Разделив все многообразие вариантов когнитивных практик на два типа (экзистенциально-антропологической и рассудочно-рациональной традиций), специалисты в области теории познания обозначили проблему их соотношения, взаимопроникновения и даже синтеза или, по меньшей мере, диалога. Выражается уверенность, что синтез различных когнитивных практик позволит вооружить исследователя методом наиболее адекватного описания и объяснения существующей реальности.

Анализу в рамках интеллектуальной среды научного поиска подвергаются комплексные практики, в которых рассматривается функционирование знания в деятельности такого типа как проектирование, планирование, управление, обучение. Разветвленная и дифференцированная типология знания приводит к тому, что в практико-методологическом, инженерно-техническом, естественнонаучном, гуманитарном знании выделяются более частные его варианты. Например, в инженерном знании вычлняются диагностика, контроль, наладка; появляются все новые варианты и отрасли инженерных знаний: программирование, моделирование. Научный поиск связан с введением таких подходов как интерпретация, объяснение, верификация, предсказание, редукция, которые входят в сферу интересов методологии интеллектуальных систем формирования знаний. Интересно отметить, что обобщение многочисленных практик когнитологии подразумевает также следующие процедуры: включение в область гносеологических интересов духовного, практического, донаучного и вненаучного типов знания; эпистемологическое переосмысление проблемы соотношения рационального и иррационального. Таким образом, наряду с научным знанием, как основной его формой, в интеллектуальной среде рассматриваются когнитивные комплексы, образованные различными

историческими и духовными практиками, выходящими за рамки традиционных представлений о рациональности.

Указанная тенденция приводит к тому, что при решении сложных, многоаспектных проблем не только не происходит выделение частных вариантов знания, а напротив, наблюдается их слияние, объединение (рис. 1). Особенно это заметно на этапе ценностноориентированного поиска, когда интеллектуальная система функционирует в режиме неопределенности цели [3]. Синтез знаний осуществляется за счет привлечения к рассмотрению совокупной информации, сведений и фактов, требующих осмысления с самых разных точек зрения. Сложное взаимопереплетение и взаимопроникновение отдельных разновидностей знания является причиной того, что вообще невозможно деление знаний по признаку принадлежности их к тому или иному когнитивному направлению. Наиболее характерно это для случая вовлечения в интеллектуальный поиск интегративных научных отраслей, связанных с машинной, компьютерной обработкой данных, таких, например, как информатика и программирование, экспертные системы и нейросетевой анализ.



Рис. 1. Когнитивная многогранность знаний в интеллектуальной среде научного поиска

С точки зрения компьютерной обработки знаний в интеллектуальной среде вопрос их генезиса, принадлежности к тому или иному способу взаимодействия различных когнитивных практик вообще не имеет смысла. Варианты решений как «гипотезы», формируемые и предлагаемые к рассмотрению интеллектуальной средой, не могут быть отнесены к определенному виду знаний, если базы знаний, построенные из различных отраслей знаний и предложенные интеллектуальной системе, равноправны, то есть имеют одинаковый статус, уровень подробности и режим доступа. Для компьютерной системы, реализующей интеллектуальную технологию научного поиска, не имеет значения, на каком этапе развития человечества или, конкретнее, той или иной отрасли науки получены знания и какие при этом использованы методы, с какой точки зрения осмыслены знания (нравственных позиций, личных предпочтений, религиозных постулатов, общественных интересов).

Однако приведенные соображения справедливы только по отношению к компьютерной составляющей интеллектуальной системы поиска знаний.

Формирование баз знаний, выбор направления исследований, обозначение цели поиска и оценка его результатов являются прерогативой исследователя в интеллектуальной среде. Именно от основных качеств последнего зависит степень непредвзятости подходов к процедурам получения и использования знаний. Предпочтения исследователя обуславливают выбор важнейших атрибутов научного поиска и, соответственно, определяют эффективность процесса получения результатов. При этом огромную роль в формировании и интерпретации многоаспектных, многовариантных знаний играет не только научная компетентность и творческие способности исследователя, но и другие его социально-психологические свойства (приверженность вере, моральные качества).

Здесь важно отметить, что современная парадигма обоснования научного знания вполне допускает некоторую субъективность в проводимых исследованиях. Такой подход основан на признании единой триады когнитивных, психологических и социальных факторов в развитии науки. Философская идея триадичности выражается общей семантической (смысловой) формулой, которую можно изложить в несколько упрощенном виде: «рацио» - «эмоцио» - «интуицио» [4]. В свою очередь, замысел трехаспектного анализа знания опирается на богатый тринитарный опыт человечества. В системных триадах, элементы которых находятся на одном уровне общности, имеется следующая закономерность: в каждом из компонентов триады доминирует одно из начал – аналитическое, качественное или субстанциальное.

Принцип возможного продуктивного объединения различных когнитивных практик для решения сложной, многокритериальной проблемы можно проанализировать на следующем примере. Логика подсказывает, что Природа, «вписав» человека в очень узкое поле физических параметров, наверняка «позаботилась» о том, чтобы при выходе этих параметров за критические пределы, человеческая популяция не погибла. Высказываются предположения, что одно из возможных решений этой проблемы заключается в сохранении генофонда человечества в виде «законсервированных» представителей человеческого рода. На сегодняшний день древнее, научное и практическое знания определяют разные подходы к вопросу возможного долговременного сохранения человеческого тела в состоянии, способствующем возвращению к жизни.

Так, в древних буддийских знаниях отводится особая роль психической энергии, за счет которой путем медитации достигается такое состояние души и тела, когда обмен веществ в организме человека снижается до нуля и при соответствующей температуре происходит своеобразная консервация тела, способствующая сохранению его на довольно продолжительный промежуток времени. Современная «традиционная» наука, в частности криобиология, достигла возможностей криоконсервирования кроветворных клеток, зрелых клеток крови, а также половых клеток в виде замороженной суспензии при температуре ниже  $-80^{\circ}\text{C}$ , и при усовершенствовании технологии замораживания в недалеком будущем может вплотную подойти к решению вопроса криоконсервации отдельных органов. Известно также о коммерческих подходах к вопросу криоконсервирования тела человека в надежде на оживление в будущем, когда сделать это позволит достаточно высокий уровень развития науки, однако с точки зрения специалистов такая постановка вопроса допустима только как интересная гипотеза, так как сегодня невозможно осуществить полноценное замораживание и размораживание крупного теплокровного организма.

Данный пример демонстрирует многовариантность поисков решения научной проблемы, которые предлагаются в пределах отдельных когнитивных практик и отраслей науки в зависимости от особенностей накопленных в них знаний. Интеллектуальные системы формирования знаний позволяют объединить многочисленные подходы к решению сложной инновационной задачи с целью достижения как ближайших оперативных, так и отдаленных стратегических целей. Кроме того, представленный пример многоаспектной и многогранной творческой проблемы позволяет условно обозначить тот уровень задач, решением которых может являться результат поиска знаний в интеллектуальной среде. Сложность путей поиска истины, противоречивость данных об объектах исследования не являются непреодолимым препятствием для интеллектуальных систем формирования знаний.

### **Создание обобщенного информационного образа явления в саморазвивающейся интеллектуальной среде**

В основу подходов к разработке моделей и методов извлечения и структурирования знаний при создании интеллектуальных систем научного поиска положен принцип разделения знаний на следующие категории: поверхностные знания (знания о видимых взаимосвязях между отдельными событиями и фактами в исследуемой области); глубинные знания (абстракции, аналогии, эквиваленты, отображающие структуру и природу процессов, протекающих в моделируемой области). Только глубинные знания в достаточной мере объясняют различные явления и могут использоваться для прогнозирования свойств и поведения исследуемых объектов. В связи с этим появляется необходимость в создании универсальных механизмов (схем, методик), позволяющих выявить глубинные пласты знаний, относящиеся к исследуемой области. Возможность учета разных комбинаций и сочетаний отдельных видов знаний проявляется при построении баз знаний, соответствующих различным когнитивным практикам. Разумеется, синтез многих когнитивных практик и, соответственно, обработка разветвленных видов знаний требуют создания комплексных, многоплановых баз знаний.

Одна из наиболее продуктивных технологий обозначения структуры знаний основана на использовании сети фреймов как абстрактных образов с некоторым определенным набором атрибутов, а также как формализованных моделей этих образов [5]. Замечательным свойством модели фрейма является ее универсальность, позволяющая представить все многообразие знаний о мире с помощью фреймов-структур, -ролей, -сценариев, -ситуаций, использующихся для моделирования явлений, объектов, свойств, параметров, режимов. Когда в качестве незаполненных значений атрибутов (слотов) одних фреймов выступают имена других фреймов, формируется сеть фреймов (рис. 2). Получение слотом значений во фреймах, образующих сети, происходит через неявное наследование свойств фреймов более высокого уровня иерархии. Созданная фреймовая модель представляет собой обобщенную схему научного поиска, а также информационный образ изучаемого явления.

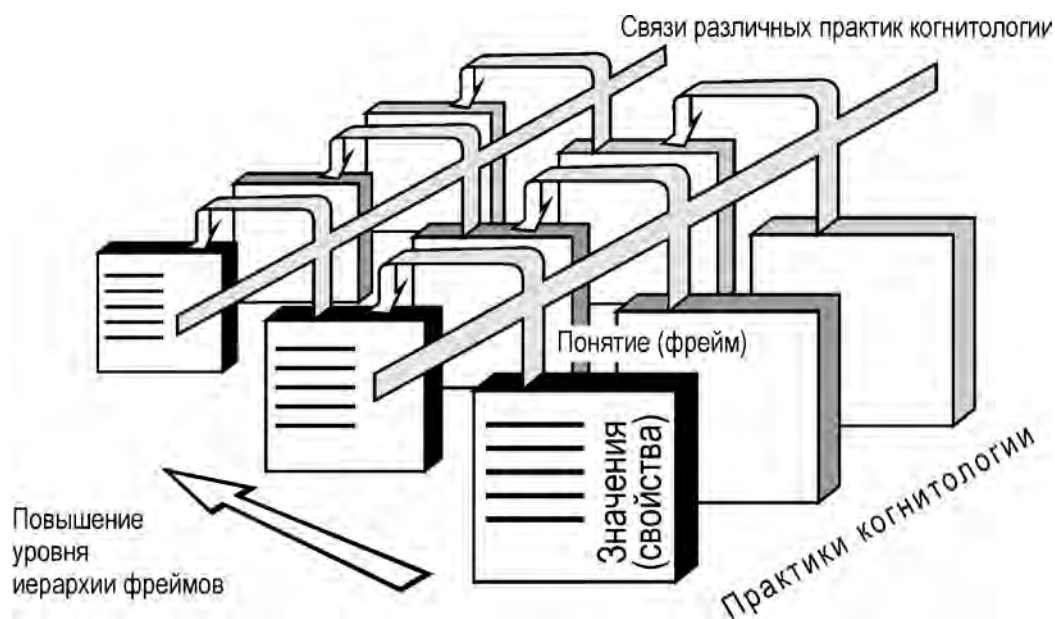


Рис. 2. Формирование обобщенного информационного образа изучаемого явления в интеллектуальной среде

Объединение различных практик когнитологии для получения комбинированного знания возможно путем образования горизонтальных связей между различными сетями фреймов. В данном случае можно говорить о формировании многомерной структуры фреймов, в которой подсистемами являются отдельные сети фреймов. При этом получение слотами значений во фреймах одной сети происходит из слотов, принадлежащих фреймам в сетях других когнитивных практик. Существенной особенностью данной структуры является то, что горизонтальный перенос значений слотов между различными когнитивными практиками должен осуществляться в результате достаточно тесного общения с исследователем. Поскольку практически невозможно установление полного соответствия объемной структуры фреймов из сетей, сформированных в разных когнитивных практиках, согласование знаний различных практик требует принятия экспертных решений.

Значение горизонтальных связей во фреймовой модели интеллектуальной системы в достаточной мере раскрывается при анализе уровней информационного взаимодействия компонентов системы в инновационных программах разного масштаба. При этом формирование интеллектуальной среды научного поиска как целостной системы (а не как случайного набора компонентов) предполагает способность информационного взаимодействия ее составляющих на глубинном уровне. В подобных случаях принято говорить о тезаурусе интеллектуальной системы, определяющем уровень и общность постановки и решения проблем поиска знаний. Именно общность тезауруса интеллектуальной среды определяет, в частности, на каком уровне возможно общение ее компонентов - на уровне первичной или глубинной семантики. Для нашего исследования также интересна и оправдана постановка вопроса, насколько тезаурус системы дает возможность единым образом воспринимать глубинную семантику разными компонентами интеллектуальной среды поиска знаний и тем самым способствовать повышению эффективности творческих усилий в интеллектуальном поиске.

В интеллектуальной системе со слабыми связями между ее структурными составляющими, функционирующей в рамках сравнительно узкой тематической

области знаний, существует возможность взаимодействия компонентов лишь на уровне первичной семантики. Элементы такой системы одинаково воспринимают только буквальный смысл информационных сообщений, основное содержание добываемых фактов, конкретную постановку решаемых задач. Напротив, для интеллектуальной системы, сформированной на основе обширной и разветвленной инновационной программы поиска знаний, характерно наличие общего понимания ценностей всеми компонентами системы, и она обладает общим тезаурусом на уровне глубинной семантики. Наблюдаемые события и факты, обнаруженные свойства и зависимости воспринимаются данной системой (в виде кластеров информации и знаний) в контексте ценностных категорий. Каждый кластер интерпретируется как отдельный этап реализации глубинного замысла, анализируется с точки зрения ценности его в рамках реализуемой программы научного поиска или с точки зрения достижения поставленной цели. Уровень глубинного и всеобъемлющего восприятия и анализа действительности зависит именно от наличия горизонтальных связей между системами фреймов различных когнитивных практик.

Некоторые характерные особенности интеллектуальной среды поиска знаний также зависят от наличия горизонтальных связей между отдельными сетями фреймов, соответствующими различным когнитивным практикам. В частности, это существенно влияет на смену стереотипных познавательных установок, принятых в интеллектуальной системе. Здесь под познавательными установками понимаются рекомендации, как находить правильные, эффективные способы действия в конкретных поисковых ситуациях (в отличие от универсальных указаний, как действовать в процессе поиска знаний). Смена познавательной установки происходит в тот момент, когда длительные исследования заходят в тупик, например, при столкновении в процессе поиска с новым научным феноменом. При этом неприемлемыми оказываются не получаемые знания и не логика их использования в поисковом процессе, а проявляется несостоятельность именно познавательной установки.

Выбор наиболее продуктивной и плодотворной познавательной установки для данной конкретной ситуации научного поиска определяется природой того фрагмента действительности, который в настоящий момент изучается, точнее говоря, представлениями исследователя в интеллектуальной среде о природе изучаемого явления. Многообразие реальной действительности и многовариантность развития событий оправдывают существование даже прямо противоположных установок. Примерами возможных принципиальных схем познавательных установок, сформулированных в терминах достаточно абстрактных философских категорий и используемых при создании технологий обработки знаний, могут служить следующие пары «подсказок»: «Необходимо искать: особенное, индивидуальное – абстрактное, инвариантное»; «Необходимо идти: от частного к общему – от типичного к конкретному».

Необходимость ориентирования на цели и ценности, заложенные в программе исследования в интеллектуальной системе научного поиска, определяет функции, выполняемые системой за счет существования горизонтальных связей между фреймами. Так, одной из функций является перевод на язык знаний определенной когнитивной практики тех сведений, которые получены при проведении исследований в рамках других практик когнитологии. Примером этого может служить использование практического знания экспертов в изучаемой предметной области для формулирования теоретических задач научного поиска. Роль такого перевода практического знания

особенно существенна также в развитии математических моделей и в расширении поля их инженерных приложений.

За счет горизонтальных связей эффективно осуществляется функция интерпретации знаний, в том числе получаемых из других когнитивных практик. Дело в том, что при интерпретации сведений реализуется способность понимать глубинную семантику циркулирующей в системе информации, отыскивать глубокий смысл в добываемых и регистрируемых фактах. Особенно велика роль интерпретации на этапе ценностной ориентации научного поиска, когда цель деятельности интеллектуальной системы не задана чересчур жестко и изменяется в процессе работы. Имеется предположение, что ценностноориентированное функционирование интеллектуальной системы научного поиска определяется в большей степени структурой семантических связей, обеспечивающих необходимый уровень взаимопонимания компонентов системы, и в меньшей степени - структурой прямых управляющих воздействий. Наиболее важным является то, что на основе интерпретации знаний разных когнитивных практик формулируются новые научные концепции, позволяющие увидеть общий глубинный смысл в обилии накопленных фактов и стимулировать направленный поиск новых сведений.

Выполнение вышеуказанных функций интеллектуальной системы по интерпретации и объяснению сведений позволяет обеспечить заимствование наиболее продуктивных идей во взаимозависимых и взаимовлияющих научных областях и когнитивных практиках в процессе реализации интеллектуального поиска знаний. Следует отметить также, что рассмотренные функции реализуются как программно-машинным комплексом, так и подсистемой «исследователь» в рамках интеллектуальной поисковой среды. В процессе осуществления этих функций выявляется статус отдельных участников в коллективе исследователей, и, соответственно, возможный спектр ролей членов коллектива (инициатор программы, лидер-организатор, интеллектуальный лидер, интерпретатор идей).

### **Синергетическая модель процесса развития интеллектуальной технологии поиска знаний**

В равновесных (слабо неравновесных) условиях отдельные кластеры знаний рассматриваются как несвязанные (или слабо связанные) друг с другом, когда каждый кластер существует фактически независимо от других фрагментов знаний. При этом отдельные кластеры знаний, предъявленных интеллектуальной системе для интерпретации и обработки, сами по себе могут быть сколь угодно сложными и могут содержать достаточно большой объем информации. В состоянии, близком к равновесию, слабое взаимодействие происходит только между ближайшими кластерами знаний и им совершенно чуждо когерентное поведение. Введение синергетической парадигмы при рассмотрении интеллектуальной технологии поиска знаний опирается на общую особенность сложных систем, заключающуюся в том, что «...в неравновесных условиях система начинает реагировать на факторы, которые в равновесном ее состоянии выступают по отношению к ней как индифферентные» [6]. Создание неравновесных условий функционирования интеллектуальной системы поиска знаний возможно путем задействования следующих факторов: вовлечения знаний многочисленных когнитивных практик и научных направлений, введения достаточно большого количества объемных и разнообразных баз знаний и баз данных, использования сложных и разветвленных компьютерных алгоритмов и



программ, реализации высокого творческого потенциала исследователя в интеллектуальной поисковой среде.

Переход интеллектуальной системы в неравновесное состояние устанавливает когерентность знаний: так, знания, взятые из различных научных областей и когнитивных практик (даже сравнительно далеко тематически отстоящих друг от друга), начинают взаимодействовать, образовывать достаточно тесные связи, причем по мере удаления от состояния равновесия системы когерентность взаимовлияния знаний в огромной степени возрастает. Вдали от равновесия каждый кластер взаимодействует со всей системой знаний в целом и, соответственно, влияет на поиск итогового решения изучаемой проблемы. Можно сказать, что конечное число кластеров (ограниченный объем знаний) демонстрирует когерентное поведение, несмотря на их случайный набор и произвольную внутреннюю организацию каждого кластера.

Таким образом, в интеллектуальной системе поиска знаний, находящейся в неравновесном состоянии, проявляются дальнедействующие корреляции, и система начинает вести себя как целое. Разнородные знания, полученные из разных когнитивных практик, перестают быть независимыми, обособленными, отчужденными друг от друга, появляется согласованный ансамбль, единая система взаимосвязанных (взаимозависимых и взаимовлияющих) знаний. Указанные процессы приводят к тому, что предположения и версии разной степени правдоподобия перестраиваются, сближаются, поглощаются друг другом, в результате чего часть из них исключается из рассмотрения и анализа. Это приводит к значительному уменьшению числа степеней свободы в толковании и интерпретации фактов и сведений, то есть к упорядочению формирующейся системы знаний в интеллектуальной среде.

Основным свойством интеллектуальных систем научного поиска, как объектов, исследуемых синергетикой, является их нелинейность, обуславливающая поливариантность самоорганизационных процессов. В рамках нелинейной парадигмы в качестве решающих факторов эволюции интеллектуальных систем рассматриваются случайные флуктуации, которые при анализе линейных систем интерпретируются как внешние и несущественные помехи и которыми обычно пренебрегают. Поливариантность протекания процессов интеллектуальной обработки знаний предполагает наличие как различных форм самоорганизации системы, так и альтернатив ее эволюции. Возможности альтернативных версий развития интеллектуальных систем научного поиска, исследуемые синергетикой, не даются изначально, но возникают в ходе эволюции системы. В одних и тех же условиях функционирования системы возникают разные пути ее эволюции, причем это происходит как результат саморазвития внутренних процессов в ней. В этом отношении эволюционный процесс в интеллектуальной поисковой системе предстает как своего рода фрактальное, стохастическое блуждание в поле путей поиска знаний. При этом с точки зрения синергетики самоорганизующиеся объекты (в нашем случае: интеллектуальная процедура поиска и интеллектуальная поисковая система) рассматриваются, несомненно, как вероятностные по своей природе объекты.

Фундаментальным механизмом, обеспечивающим реализацию нелинейности развития интеллектуальных систем научного поиска, выступает в синергетике совокупность бифуркационных явлений. Наличие точек бифуркации означает, что данная система в сильно неравновесном состоянии при определенном значении изменяемого параметра (например, количества или объема кластеров знаний) достигает так называемого порога устойчивости, за

которым для системы открывается возможность нескольких различных направлений развития. В нашем рассмотрении точки бифуркации – это, скорее всего, критические моменты научного исследования, когда накопившийся достаточный объем знаний предопределяет поиск новых отправных пунктов для дальнейшего развертывания творческого процесса на основе интеллектуальных технологий. Критическим моментом в интеллектуальной среде выступает, например, достижение некоторого промежуточного, частного результата (который не является главной целью), после чего требуется выбор нового направления поиска с привлечением другого набора сведений и методов их обработки. В качестве точки бифуркации рассматривается также момент установления ошибочности движения в определенном направлении в интеллектуальной среде, когда необходим возврат к одному из предыдущих промежуточных пунктов научного поиска.

В нелинейных системах, к которым относим интеллектуальные системы поиска знаний, небольшое увеличение внешнего воздействия может привести к достаточно сильным эффектам, несоизмеримым с первоначальным, исходным воздействием (в отличие от линейных систем, в которых результат действия двух факторов равен суперпозиции этих факторов, взятых отдельно друг от друга). С учетом нелинейности творческого поиска в интеллектуальной среде рассмотрим процедуру развертывания научного исследования как процесс взаимодействия нескольких кластеров знаний с образованием новых фрагментов знаний. Синергетический подход к развитию интеллектуальной системы научного поиска вполне учитывает принцип когнитивной многогранности знаний, который лежит в основе обеспечения неравновесных условий в данной системе. Принятый подход включает также фреймовую модель как обобщенную схему научного поиска и как внутренний механизм творческого процесса.

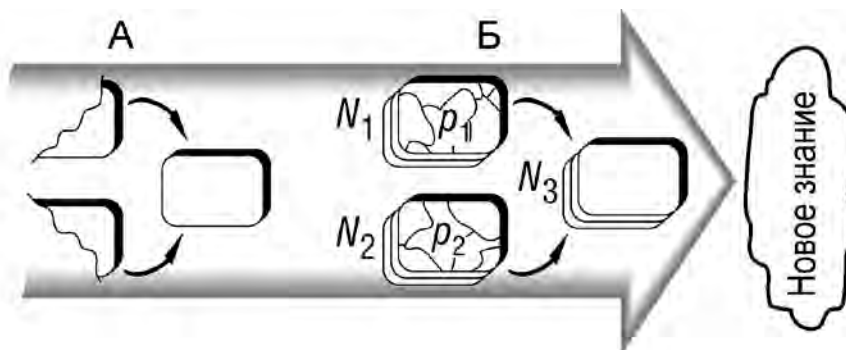


Рис. 3. Синергетическая модель развития творческого поиска в объеме интеллектуальной системы

При построении аналитической модели синергизма интеллектуальной системы будем предполагать, что один субкластер (фрагмент) знаний, взятый из рассматриваемой области науки (научного направления, когнитологической практики), взаимодействует с одним субкластером знаний из другой области для образования (синтеза) одного дополнительного кластера знаний (рис. 3, А). Пусть кластерам, взятым из двух разных научных направлений, соответствуют  $p_1$  и  $p_2$  активных субкластеров, участвующих в образовании новых знаний. Общее число новых кластеров  $N_{\Sigma}$  при объединении двух научных направлений будет равно:

$$N_{\Sigma} = N_1 + N_2 + N_3, \quad (1)$$

где  $N_1, N_2$  — количество кластеров, введенных в процесс синтеза новых знаний от обоих научных направлений (рис. 3, Б). Здесь  $N_3$  — минимальное число дополнительных кластеров, обусловленных взаимодействием активных фрагментов знаний:

$$N_3 = \min\{p_1N_1; p_2N_2\}, \quad (2)$$

где  $p_1N_1, p_2N_2$  — количества активных субкластеров, поступивших из двух взаимодействующих областей науки.

В данном случае коэффициент синергизма, характеризующий отношение количества всех кластеров знаний, введенных в рассмотрение из обеих областей науки, к числу кластеров, ожидаемому при суммировании знаний, сформированных на каждом научном направлении независимо друг от друга, можно представить в следующем виде:

$$k = N_{\Sigma}/(N_1 + N_2) = 1 + (\min\{p_1N_1; p_2N_2\})/(N_1 + N_2). \quad (3)$$

Если одна из научных областей (когнитивных практик), предоставляющих свои ресурсы для создания новых знаний, значительно активнее другой области науки в продуцировании фрагментов знаний, участвующих в процессе их синтеза, то есть  $p_1N_1 \ll p_2N_2$  или  $p_1N_1 \gg p_2N_2$ , то из выражения (3) получим соответственно:

$$k_1 \approx 1 + p_1/(1 + N_2/N_1) \text{ или } k_2 \approx 1 + p_2/(1 + N_1/N_2). \quad (4)$$

Таким образом, уровень синергизма при взаимодействии знаний разных научных направлений (когнитивных практик) зависит от числа активных фрагментов (субкластеров), участвующих в создании новых знаний, а также от соотношения количества кластеров, введенных на данных направлениях в процесс синтеза.

### **Синергизм интеллектуального поиска знаний как фактор неопределенности творческого процесса**

Результаты рассмотрения философами принципа неопределенности применительно к макромиру жизненных и общественных обстоятельств позволили поставить его в ряд естественнонаучных универсалий. Привлекая представления о неопределенности, реализующейся в микромире (соотношение неопределенностей Гейзенберга), философия формулирует сущность указанного принципа, действующего в научном познании. В частности, это отражается в характеристике феномена неопределенности, проявляющегося в математике: «В математическом познании как будто действует своеобразный принцип неопределенности, подобный квантовому принципу. Суть его состоит в том, что чем больше математики уточняют в одном месте, тем больше проблем возникает в другом» [4]. Поскольку философия каждой отрасли знания является частью общей философии, и в ней отражаются те тенденции и проблемы, которые свойственны всей философии науки, приведенную характеристику можно перенести на другие отрасли наук, на разные направления поиска знаний, в том числе на интеллектуальные технологии творческого поиска.

В настоящее время специалистами обсуждается проблема учета фактора неопределенности в контексте активизации творчества, причем различных уровней проявления неопределенности: как научного поиска отдельного ученого, так и творческого, поискового процесса вообще. Добытая истина в науке не только проясняет (снимает неопределенность), но и предлагает новые загадки (повышает неопределенность), поощряя искать адекватные решения. Наука неизменно находится в состоянии непрерывного поиска творческих решений, так как не может решить ни одной проблемы, не поставив ряда новых вопросов. Поэтому при постоянном и непрерывном расширении горизонтов науки соответственно увеличивается поле неопределенности научного знания (рис. 4). Неопределенность, возникающая, прежде всего, на главных направлениях науки, подготавливает развитие ее в совершенно неожиданных плоскостях, что демонстрирует неисчерпаемость науки, нескончаемость научного знания и научного процесса.

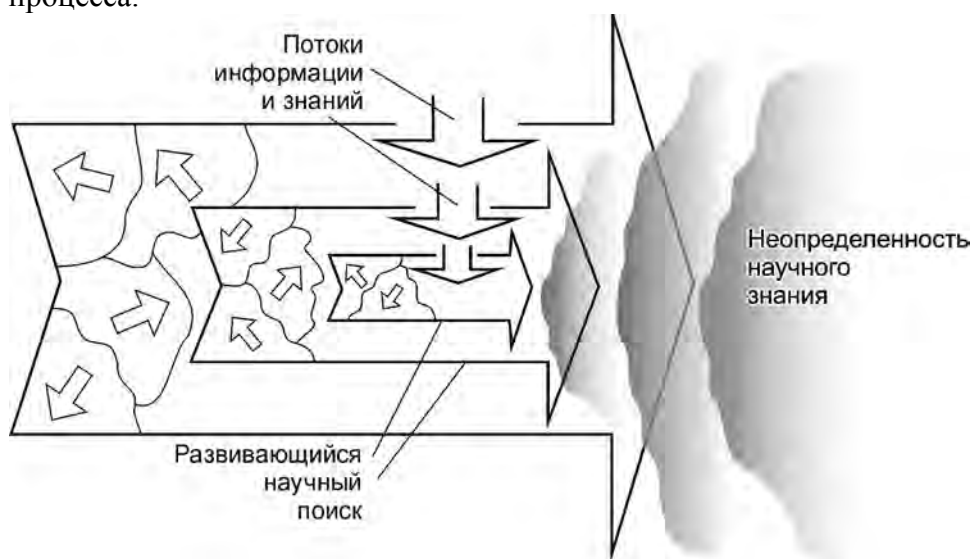


Рис. 4. Неопределенность научного знания в развивающемся интеллектуальном поисковом процессе

Ситуация и состояние неопределенности сообщают мысли ученого желательную вариабельность, обеспечивая раскрепощенность, раскованность мыслительного процесса. Свободный от заведомо обозначенных ходов и принятых регламентов ум ученого обретает возможность фантазии и риска, право выбора технологии и инструментария поиска, благодаря чему становится вероятнее прорыв к глубинным пластам знания. Поэтому поисковые научные эксперименты, при постановке которых невозможно предположить конечный результат, в наибольшей степени рассчитаны на удачу. В таких случаях исследователем чаще всего руководит ожидание того, что в новых условиях эксперимента он получит возможность либо проверить выдвигаемые гипотезы, выйдя за рамки применимости существующих теорий, либо реализовать условия для подтверждения теоретических моделей, основанных на экстраполяции известных из опыта закономерностей. Именно в результате таких поисковых научных работ исследователи наталкиваются на неожиданные открытия, и при этом наиболее ошеломляющие научные факты, оригинальные, неординарные технические решения как раз удивляют своей незапланированностью.

Необходимость решения проблемы активизации творчества требует детального анализа тех причин, которые мешают применению нестандартных,

нетрадиционных, новаторских приемов и непредвиденных поворотов ищущей мысли. Одно из препятствий, которое ограничивает, пресекает творческий взлет, ученые видят в безусловном и неукоснительном следовании утвердившимся установкам, догмам в научной методологии. Существует ряд технологий получения знаний (например, «мозговой штурм»), которые специально организованы таким образом, чтобы повысить психологическую раскрепощенность участников процедуры творческого поиска и побудить к генерации необычных, неординарных идей. Задача этих процедур заключается в том, чтобы при анализе совокупности выдвинутых предложений выудить хоть и немногие, но невероятно ценные инновационные идеи. Найти нетривиальное решение сформулированной проблемы в рамках такой технологии творческого поиска позволяет сочетание знаний из разных научных и практических направлений, представляемых участниками данной процедуры.

Истоки рассмотренных технологий научного поиска в условиях неопределенности являются основой интеллектуальной процедуры формирования знаний, опирающейся на аппаратно-программные системы. В задачах принятия решений, к которым, несомненно, относится формирование новых знаний с использованием интеллектуальных систем, выделяют несколько основных типов неопределенностей, как объективных, так и субъективных [7]. Разумеется, при решении задач научного поиска может проявляться одновременно несколько видов неопределенностей (объективная «неопределенность природы», отсутствие достаточной информации, слабая структурированность проблемы, нечеткость представленных сведений). Возникают так называемые неопределенностные ситуации, в которых необходимо принимать решения на основе недостаточно полной информации, когда те или иные параметры или характеристики рассматриваемого объекта относительно слабо изучены. Более того, исследования процессов принятия решений показали, что человеку несвойственно мыслить, оперируя только количественными данными, процесс мышления связан с использованием прежде всего понятий качества. Успех в решении творческой задачи зависит в первую очередь от эффективности поиска замысла ее решения, а количественные оценки в данном случае играют всего лишь вспомогательную роль.

Эффективность поиска оптимальных решений в интеллектуальной среде также зависит от применяемых методов описания имеющейся в задаче неопределенности, от адекватности моделирования реальной ситуации с использованием этих методов. Исторически первыми появились вероятностно-статистические методы анализа и оценки неопределенности, и на сегодняшний день они получили наибольшее развитие. Принятие вероятностно-статистической тенденции, оказавшее заметное влияние на весь стиль научного мышления, было обусловлено пониманием того, что все законы объективного мира в большей или меньшей степени носят вероятностный, статистический характер. Методы теории вероятности стали применяться в самых разных разделах научного знания, в том числе и при изучении процессов развития самого знания. В период господства вероятностно-статистической стилевой тенденции именно эти методы анализировались в тесной связи с проблемами неопределенности знания и процессами его развития [8]. Неопределенность и вероятность сегодня признаются объективными взаимосвязанными характеристиками изучаемой реальности, и данный факт является одной из отличительных черт современной науки.

Однако вероятностные методы, несмотря на достаточно высокий уровень развития, не могут служить универсальным средством для представления всех типов неопределенностей в задачах принятия решений, которыми являются, в частности, интеллектуальные технологии поиска знаний. Вопрос решения нечетко и нестрого сформулированных задач фактически представляет собой необходимость введения субъективизма исследователя в формальные модели явлений объективной реальности. В связи с этим при разработке методов принятия решений в сложных, неопределенных ситуациях в качестве одной из главных проблем на первый план выдвигается вопрос формализации нечетких понятий. Для того чтобы в условиях неопределенности повысить шанс на выбор правильного решения, уменьшить возможность просчета, повысить точность оценки, применяются специальные методы исследования, позволяющие уверенно действовать в неопределенной ситуации. С учетом новых тенденций в методологии исследования окружающего мира произошла смена стилевой установки в научном мышлении с вероятностно-статистической на синергетическую (нелинейную). «Возникновение новой стилевой тенденции в развитии научного мышления связывается с разработкой нелинейных методов исследования, изучением природы нелинейности в объектах социальной, живой и неживой природы и в конечном счете формированием нелинейного стиля мышления» [1].

### **Выводы**

Рассмотрена синергетическая парадигма процесса самовозрастания знаний в объеме интеллектуальной системы научного поиска. В качестве основы синергизма в развитии интеллектуальной технологии творческого поиска представлен принцип когнитивной многогранности знаний. Приведен вариант учета сведений из различных практик когнитологии посредством формирования многомерной фреймовой модели интеллектуального поиска знаний. На примере взаимодействия отдельных кластеров знаний из разных научных областей и когнитивных практик проанализировано явление синергетического развития интеллектуальной поисковой системы. В качестве результата данного процесса рассмотрено увеличение неопределенности знания, обуславливающее стохастизм творческого поиска в интеллектуальной среде.

### **Литература**

1. Лукашевич В. К. Философия и методология науки. – Мн.: Современная школа, 2006. – 320 с.
2. Микешина Л. А. Философия познания. Полемиические главы. – М.: Прогресс-Традиция, 2002. – 624 с.
3. Колешко В. М., Гулай А. В. Интеллектуальная система поиска научных открытий // Межведомственный сборник научно-методических статей «Теоретическая и прикладная механика». – Вып. 18. – Минск, БНТУ, 2005. – С. 241–248.
4. Михайлова Н. В. Психологические интенции тринитарного стиля философско-математического мышления // Высшая школа. – № 2. – 2007. – С. 38–42.
5. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
6. Можейко М. А. Синергетика // Новейший философский словарь. – Мн.: Интерпрессервис; Книжный Дом, 2001. – С. 902–911.
7. Рынкевич С. А. Общетеchnические и философские проблемы автоматизации технических объектов // Вестник БНТУ. – № 1. – 2007. – С. 86–93.
8. Ракитов А. И. Принципы научного мышления. – М.: Политиздат, 1975. – 143 с.