

СЕМАНТИКА СЕТЕЙ В ОПЫТЕ РАЗВИТИЯ КОНЦЕПЦИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Л.В. Нургалеева

Рассматриваются особенности формирования сетевой парадигмы в современной науке и её связь с практиками моделирования систем искусственного интеллекта. Отмечено, что разработка сетевого подхода обусловлена изменением представлений современного человека о мире, усложнением систем его писания. Показана особенность сетевых модельных репрезентаций и таких их разновидностей, как Web.3 и Web.4.

SEMANTICS NETWORKS IN THE EXPERIENCE OF DEVELOPMENT CONCEPTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

L.V. Nurgaleeva

The peculiarities of forming the network paradigm in modern science and its relationship with the model system of artificial intelligence practices. Noted that the development of a network approach is changing perceptions of the modern man of the world, the complexity of their Scriptures. Shows feature network model representations and their varieties, such as Web 3 and Web. 4.

Мировоззренческие аспекты сетевого мышления

Парадигматика сетевого мышления активно формируется в недрах многих научных исследовательских направлений в течение нескольких последних десятилетий. Появляются работы, стремящиеся создать образ сетевой картины мира [5]. Сегодня многие исследователи сводят описания жизненных явлений и объяснение их природы к представлениям о разных формах референциальной связанности элементов многоуровневой структуры мира. Реальность представляется как сложноорганизованное подвижное дискурсивное поле, формирующееся через развитие взаимосвязей пространственных структур. Без преувеличения можно сказать, что идеи сетевого подхода становятся базисом теории и практики естественных и социальных наук.

В контекст многих исследовательских направлений вплетена идея многомерности мира, включая и социально-антропологические аспекты её обсуждения. Не многие знают, что концептуальный аппарат тезиса о множественности Вселенных основан на традиции математического при-

нятия решений и тех формализмов, которые лежат в основе теорий искусственного интеллекта. Здесь уместно сделать отсылку к содержанию работы Д. Дойча и научных дискуссий, развернутых вокруг неё [28].

Сетевое мышление во многом опирается на кибернетические мотивы, ориентируясь на разработку оптимальных стратегий и тактики управления в сфере информационного моделирования. Анализ процессов в сложных системах информационного взаимодействия привел к трансформации взглядов на феноменологию средовых связей и отношений. Г. Хакен проводит сопоставление между традиционным описанием сложных систем и синергетическим [8]. Единицей описания в традиционном подходе является отдельный элемент рассматриваемой системы, например клетка, нейрон, компьютер в сети. Синергетический ракурс иной. Он предполагает выбор в качестве единицы описания сеть, состоящую из клеток, нейронов, компьютеров. В обычном описании свойства приписываются индивидуальному объекту, в синергетике же – ансамблям, множествам объектов. То есть результаты информационного взаимодействия и свойства порождаются не отдельными элементами системы, а их кооперативными отношениями: согласованностью, синхронизацией, когерентностью. Этот подход используется и в теории систем искусственного интеллекта. Считается, что качественные эффекты глобального взаимодействия в глобальной коммуникационной сети приобретут эмерджентную окраску, как только количество сетевых компьютеров приблизится к количеству нейронов в человеческом мозге. Это один из самых «сильных» аргументов в современной мифологии искусственного интеллекта.

Что же придаёт осязательную значимость применению сетевого подхода в научном познании? Как показывает анализ исследовательских работ в этой области, важное преимущество создается благодаря тому, что понимание общих принципов построения и функционирования сложных сетей не зависит от способов их реализации. Это служит обнадеживающим фактором в реализации теоретических и практических проектов в разных предметных и тематических областях. В большинстве своём речь идёт об исследованиях, посвященных поиску комплексных решений проблем в сфере организации и управления. Для компьютерных комплексов особую актуальность имеет решение проблем автоматического управления сложными системами как целостными динамическими объектами. Разработки в этой сфере тесно связаны с созданием современных систем искусственного интеллекта нового поколения, которые опираются на прагматику сетевого видения и всевозможные «смещения» в восприятии механизмов, поддерживающих целостность мира и социальной структуры.

Как отмечает Б. Тарасов, порождающие метаэффекты сетевых практик всё более отчетливо проявляются в человеческом мышлении [1, 2]. Распространение сетей коммуникации и средств сетевого моделирования формирует распределенный взгляд на мир. Он создает условия для расширения средств анализа динамик пространственно-временных распределений. Поскольку координационные переживания лежат в основе усложнения живого человеческого интеллекта, то можно говорить о том, что различные реализации сетевого подхода, по сути, представляют собой новый этап развития функциональной пластичности мышления и открытого восприятия мира. Основным преимуществом, как представляется, выступает возможность формирования новых источников рефлексии.

Рассмотрим, какие средства применяются сегодня для формирования представлений о сетевой структуре мира? Реальность предстает в виде резонирующих на разных уровнях и корреляционно зависимых объектов, референциально связанных процессуальной динамикой и тем самым взаимообусловленных. В самом широком понимании речь идет о наличии разных типов и видов связей и отношений, указывающих на нерасторжимую связь объектов, событий и эффектов, удаленных друг от друга в пространстве и времени. Само наличие разных форм многоуровневой связанности многообразных элементов реальности является базовым условием существования мира. В том числе и условием формирования человеческого интеллекта, чувствительного к видению образов и их комбинаций.

Что представляют собой социальные модели сетевых агломераций? В восприятии человека мир имеет полисемантическую структуру. Реальность отличает неоднородность смыслового пространства. Она воспринимается в таком виде благодаря острому дефициту телесности в природной среде, которая вынуждает человека достраивать себя искусственными средствами. Экзистенциальным стержнем формирования искусственно-естественного человека является неопределенность его онтологических границ. Каждая культура оформляет собственное смысловое поле и формирует в совокупности семантически упорядоченные множества элементов социальной организации. Именно изменчивый процесс структурирования смысловых агломераций придает социально распределяемой информации особые качества. Они оказывают системно преобразующее влияние на все основные сферы жизнедеятельности современных людей. Включение механизмов восприятия, осмысления и преобразования различных информационных потоков проявляет разные грани дискурсивных смысловых реальностей, не нарушая континуальность единой семанти-

ческой матрицы. Дискурсивно-семантические механизмы присутствуют в любой социокультурной системе и функционируют как сети взаимодействия, формирующие рисунок социальных отношений и определяющие границы мыслительного восприятия окружающего мира.

Благодаря расширению эпистемологических подходов современных науки и искусства структурно-функциональный подход дополнился представлениями об особой пространственной динамике корреляционных связей и отношений многомерного самоорганизующегося мира, взаимообусловленности микро- и макроявлений и т.д. Все попытки устранения таинственной завесы с коренной реальности стали означать выбор определенного методологического основания – установку на исследование отношений взаимозависимости, постижение скрытой взаимодополнительности начал мироздания, переходности разных состояний формообразования и т.д. [4]. Этот взгляд позволил интерпретировать реальность как совокупность циклических коммуникативных процессов, стягивающих многообразие реальностей при помощи сетевых отношений [3, 4, 5].

Сетевое мышление сформировалось благодаря разработке принципов нелинейной синергичной междисциплинарной коммуникации, противостоящей линейному взгляду на мир. Это определило новое понимание природы формирования сложных форм знания, несущих в себе свою собственную рефлексивность [4]. Наличие «когнитивных петель» мышления, циклически увязывающих разнообразие ментальных, интуитивных, эмоциональных состояний, событий, действий человека, позволило более детально описать характер отношений «система–метасистема» и приблизиться к пониманию познания, порождающего свое самопознание.

Парадигматика сетевого мышления вбирает в себя широкий спектр представлений, отражающих децентрализованное видение структуры мира и процессов, формирующих его онтологию. Основной акцент делается на развитии принципов децентрации управления в многоуровневых средах. Обобщая, можно сказать, что во многих случаях применение сетевого подхода позволяет выработать более интегративный взгляд на привычные социальные и природные явления, создавая тем самым предпосылки для формирования более полных, гибких и точных описаний действительности. При этом речь идет не только о формировании онтологий предметного знания, но и о расширении методологических представлений, включая и изучение природы информационного моделирования.

Бурный комбинаторный рост сложности задач, решаемых людьми в системах социальной организации и управления, способствовал разработке гетерогенного модельного поля на основе принципов плюрализма.

Если сделать отсылку к опыту разработки современных информационных систем как особого модельного поля для наблюдений за структурными метаморфозами в сфере обработки и передачи данных, то следует отметить, что всё увеличивающаяся комплексность современных компьютерных сетей привела в конечном счете к необходимости перехода от централизованного управления к децентрализованному. Чтобы справиться с задачами гибкой и оперативной обработки огромных массивов данных, потребовалось внедрение более «индивидуальных» управленческих моделей, которые бы позволяли, не дожидаясь команды из центра, принимать решения, формулировать промежуточные задачи на пути к достижению цели и т.д. Это направление было связано с совершенствованием систем поддержки принятия решений, включающих в себя разработку многообразных средств моделирования, анализа гетерогенных данных, опирающихся на семантику сетей.

Возможности анализа дифференцированного распределения информационных и управляющих сигналов в сетях, расширение потенциалов действия на разных уровнях, более точное описание основных состояний и механизмов перехода между ними, эффекторных функций, динамики изменения коэффициентов обученности элементов сети (обучение, переобучение и разобучение), условий масштабируемости сетей способствовали поиску всё более оптимальных информационных моделей. В целом же развитие форм сетевого мышления повлекло за собой повышение уровня виртуализации современной цивилизации, усложнение управления динамикой формирования смысловых пространств по сравнению с предшествующими типами организации социума.

Рассмотрим кратко историю развития идеи сетевого взаимодействия. Исторический контекст формирования современной сетевой цивилизации во многом задан эволюцией опытов формализации знания. Краеугольным камнем в формировании сетевого мышления современной культуры принято считать теорию графов. В 1735 г. Л. Эйлер, анализируя задачу о кенигсбергских мостах, создал учение, пригодное для абстрактного отражения структуры взаимосвязей реального мира. Сегодня основные понятия теории графов (вершины, ребра, степень вершины, связанный граф, дерево, цикл, ориентированный граф и т.д.) составляют одну из базовых областей современной информатики и лежат в основе разработки стратегий развития современных сетевых технологий, в частности семантических сетей и схожих с ними моделей. Созданная Л. Эйлером теория графов используется и сегодня при изучении транспортных и коммуникационных систем, в том числе и маршрутизации данных в Интернете.

Основное достоинство теории графов заключается в том, что она позволила проводить поиск решений в пространстве состояний, изменив подходы к моделированию скрытой структуры задач. Графы состояний стали инструментом измерения структурированности и сложности проблем. Сложные практические задачи стали рассматриваться как неоднородные, субъективные сущности с изменчивым элементным составом и структурой. Анализ и описание схем пространства решений создали предпосылки для более точной оценки эффективности, корректности и общности выбираемых стратегий.

Как уже отмечалось, сетевой подход взрастил реляционный принцип мышления, идентифицирующего реальность с взаимосвязями и отношениями, а не с субстанциями. Как отмечает П. Бурдьё, существует непосредственное и глубокое согласие между категориями восприятия, прилагающимися человеком к миру, и структурами самого мира [6]. Не удивительно, что сетевой подход нашел свое отражение и в опытах описания социальной реальности. Началом символической революции, претендующей на внедрение нового принципа легитимного конструирования, послужил анализ явлений социального мира с точки зрения представлений, применяемых в физике и математике. Социальное пространство стало описываться как систематизированное пересечение связей, объединяющих субъектов и имеющих разную силу активации [23, 27]. Появление нового направления структурно-функционального подхода выдвинуло на передний план исследование взаимодействий между социальными объектами и выявление условий возникновения этих взаимодействий. В работах Э. Дюркгейма социальная реальность стала рассматриваться как сеть невидимых связей, образующих пространство, складывающееся из внешних по отношению друг к другу позиций, характеризующихся референциальными связями (взаимным расположением, близостью, удаленностью и т.д.). Сеть социальных взаимодействий стала описываться как конечная совокупность социальных акторов и набора связей между ними. Это открыло дорогу для развития новых видов анализа форм и отношений в социальном мире. Значимость сетевого аспекта была особенно отчетливо осмыслена с появлением специальных исследований, посвященных анализу феноменов глобальной коммуникационной сети. Сегодня к разряду классических можно отнести идею о том, что ядром современной формы коммуникационной организации общества является не информация, а сетевая логика его базисной структуры, разрабатываемая в исследованиях М. Кастельса.

В социологической практике методология сетевого подхода применяется при проведении социометрических опросов. Их существенное отличие составляет характер исходных данных, способы их представления, процедуры опроса и методы анализа собранной информации. Результатом измерения в данном случае являются отношения между респондентами и структура взаимодействий, возникающая как система индивидуального выбора, соответствующая критериям членов малой группы.

Под влиянием сетевых представлений изменились и подходы к описанию многих социальных явлений. Так, например, наука стала рассматриваться как самоорганизующаяся перцептивно-понятийная сеть. Описание и анализ языковых явлений стали проводиться, исходя из аналогий с активационными сетями [9, с.38]. В образовании выделилось такое направление, как коннективизм. В нем обучение воспринимается как процесс создания сети, узлами которой являются внешние сущности – люди, организации, базы данных, библиотеки, сайты или любой другой источник информации.

Современными учеными осознается актуальность дальнейшей комплексной разработки сетевой парадигмы. Сетевые модели, их технические и социальные приложения отличаются большим разнообразием. Несмотря на важность и повсеместность сетей, их структура и свойства до сих пор плохо изучены. Общеизвестно, что сетевые отношения представляют собой один из наиболее комментируемых, но и одновременно наименее осмысленных феноменов информационного общества. Как отмечается в работе [5, с. 63], «для того, чтобы выстроить такую новую, сетевую картину мира, нужны новые образы и представления, новые метафоры и модели, качественно новые концептуальные инструменты». Заметные шаги в этом направлении сделаны такими исследователями, как Д. Бом, Д. Дойч, Ф. Маврикиди, В. Тарасенко, В. Аршинов и многие другие.

Как мы видим, преимущества сетевого подхода в описании и анализе разнообразных жизненных процессов, событий и феноменов задаются возможностью гибкого сочетания предельно абстрактных понятий и строго конструктивных информационно-коммуникационных моделей. Это создает необходимые предпосылки для формирования всё более информационно-емких схем понимания и методов наблюдения в разных сферах человеческой практики. Но поскольку сегодня еще продолжается поиск адекватных моделей сетевого взаимодействия, то в исследовательском плане по-прежнему сохраняется актуальность накопления эмпирического материала и концептуальных обобщений по сетевой проблемати-

ке. В том числе речь идет и о таком актуальном исследовательском поле, как системы искусственного интеллекта.

*Сетевая проблематика и современные системы
искусственного интеллекта*

Сетевая парадигма формирует поле междисциплинарных исследований, одним из наиболее ответственных и перспективных секторов которого является область разработок стратегий развития систем искусственного интеллекта нового поколения. Современные интеллектуальные системы представляют собой сложные интегрированные многоуровневые управляемые среды, концентрирующие в себе результаты развития разных методов и средств формализации, включая сетевые инструменты структурирования данных. Расширение и совершенствование интеграционных связей, создание ансамблей сотрудничающих моделей, сокращение количества ошибок при обработке информации и синтез персонализированных методов управления данными способствовали созданию комплексных гибридных интеллектуальных систем особого класса. Современные интеллектуальные системы дают большие возможности для реализации идей «нервной сети» Модели Жизнеспособных Систем (Viable System Model) на основе новых аналитических средств, включая использование Web-сервисов и мобильных устройств в формировании виртуальных ситуационных центров. Они позволяют вплотную заняться проблемой гибкого и оперативного управления слабо структурированными знаниями с нечеткими системами начальных условий, обработки неассоциированной информации, повышения уровня ситуативного реагирования на внешние события, применения форм разумного поведения при выборе решений.

Можно выделить два стратегических направления разработки СИИ, имеющих разную топологию, но представляющих собой грани единого процесса формализации знаний, повлиявшего на развитие механизмов управления принятием решений. Первое направление связано с локальными экспериментами на уровне компьютерного функционала. Оно ориентировано на детальный анализ решений задач, схожих для живых и технических информационных систем. В свою очередь, развитие различных технологий искусственного интеллекта стимулировало потребности использования «человекоподобных» и «животноподобных» программ. Целью являлось построение адекватных моделей переработки информации, позволяющих воспроизвести механизмы формирования целостного поведения. В первую очередь это было обусловлено интересом к исследова-

дованию форм коллективного поведения. Например, специфика протекания информационных процессов в нервной системе человека и животных определялась через методологию нейросетевого структурирования, а критерием разумности выступала способность к обучению. Эта работа проводилась на основе информационного моделирования работы отдельных узлов сенсорных информационных систем – периферического, центрального и сенсомоторного уровней обработки информации.

На основе подобного подхода сегодня активно развивается такое научное направление, как нейроинформатика. Здесь основным объектом внимания выступают сенсорные сети. Начало этому исследовательскому направлению было положено в 1942 г. Теория деятельности головного мозга нейрофизиолога У. Маккалоха и математика У. Питтса основывалась на идее, что функции компьютера и мозга в значительной мере аналогичны [7, 8, 10]. Она положила начало широкомасштабной экспериментальной работе многих исследовательских коллективов. Были предложены модели сетевых конструкций, позволявшие выполнять числовые или логические операции, обучаться, распознавать образы, обобщать. В общих чертах они воспроизводили когнитивную архитектуру, базовыми элементами которой выступали связанные между собой электронные нейроны, и обладали необходимыми чертами интеллекта [24–26]. Опыт У. Маккалоха и У. Питтса вдохновил кибернетиков из университетов и частных фирм, и в 40–60-е гг. XX в. сформировалось движение энтузиастов машинного интеллекта. Конечной целью экспериментов являлось создание «адаптивной сети». Она должна была нести в себе признаки самоорганизующейся системы, способной к самообучению.

Электронные нейроны нельзя считать идеальными моделями, поскольку уровень детализации моделей несравненно ниже реального. Основная цель моделирования на этом этапе заключалась в том, чтобы проанализировать самые общие принципы работы с информацией. Выделенные элементы рассматривались скорее, как абстракции. Если быть более точным, упрощенно они рассматривались как устройства, оперирующие двоичными числами, что соответствовало логике кодирования информации в цифровых компьютерах. Однако основной трудностью на пути к созданию адаптивной сети явилась высокая стоимость электронных элементов и сложность информационного моделирования нервной системы.

Какие функции требовались для полноценной проектной реализации адаптивной сети? Способность к мониторингу окружающей обстановки с целью ситуативной адаптации поведения, подобной живым организмам.

Остро встал вопрос о разработке методов реконструкции событий, происходящих во внешней среде, оперирования реальными (физическими) параметрами внешнего окружения. Были разработаны критерии интеллектуальности информационной системы:

- наличие развитых коммуникативных способностей, включающих разнообразие способов взаимодействия конечного пользователя с информационной системой и электронных агентов между собой;
- умение решать сложные плохо формализуемые задачи, требующие построения оригинального алгоритма для неопределенной или нестандартной ситуации, характеризующейся динамикой исходных данных и знаний;
- готовность к самообучению;
- способность системы к развитию, адаптивность по отношению к объективным изменениям областей знания.

В 80-е гг. XX в. в научный оборот было введено понятие адаптивной сети – «активационные сети» [9, с. 38–41]. Их поведение подчинялось определенным закономерностям. Отдельные узлы сетей обладают изменяющимся во времени количеством активации (по аналогии с количеством тепла в физике и т.д.). В сетях одни доминируют, другие находятся в пассивном состоянии. Таким образом, на основе оценки множества элементов сети и связей между ними можно выделить рейтинги коммуникационных нагрузок и выделить относительно небольшое число узлов (концентраторов), имеющих практически неограниченное количество связей. Активация может инициироваться внешними системами или изнутри через связи с другими узлами. Важным свойством узлов сети выступает их способность к хранению информации, тип и детальность которой могут различаться. Таким структурам свойственна масштабная инвариантность.

Сегодняшний этап развития систем искусственного интеллекта основан на моделировании гиперсложных бионических нейронных сетей [13, 14]. Идет поиск универсальной нейробионической парадигмы, направленной на анализ механизмов, закономерностей и принципов, предназначенных для создания базовой основы нейрокомпьютеров, сочетающей в себе простоту проектирования классических нейросетей и сложность, многофункциональность бионических нейронов.

Самостоятельными этапами повышения уровня интеллектуальности современных информационных сетей являются разработка гибких информационно-поисковых языков, дружественных интерфейсов с интуитивно понятной структурой представления информации, технологий баз

данных и онтологий знаний, поиск вариантов решения логических задач с нечеткими системами начальных условий, включая обработку неассоциированной информации. Новое поколение интеллектуальных технологий позволяло оперировать мультимедийными потоками информации – текстами, изображениями (статическими и динамическими), звуками. Для обеспечения возможности совместного использования разнородной информации технологии представления и корректной интерпретации данных должны были быть стандартизованы. Это наложило свой отпечаток на «мышление» подобных систем, введя условие гетерогенности информационного потока, повышение требований к формализации задач, разработке подходов и методов, не создающих препятствий для дальнейшей адаптации интеллектуальных систем. Но наиболее принципиальным шагом в развитии современных интеллектуальных систем является внедрение систем распределенной обработки данных.

К концу XX столетия компьютерные технологии, пройдя несколько этапов интеллектуализации, стали выступать интегрирующим инструментарием практически всех сфер человеческой деятельности благодаря наличию единой сетевой базовой коммуникативной структуры, основанной на электронных формах кодирования и передачи разнородной информации. Качественный сдвиг в развитии интеллектуальных систем во многом был обеспечен пересмотром классических вычислительных моделей, основанных на принципах работы машины фон Неймана. Он потребовал разработки новых концепций вычислительного пространства, теоретических и практических методов построения сетевых моделей. Попытки совершить революцию в организации современных коммуникационных пространств на основе совершенствования сетевых моделей информационного взаимодействия предпринимаются и по сей день [11].

Инфраструктуру современного информационного общества составляет новая «интеллектуальная», а не «механическая» техника. Современные социальные коммуникационные сети могут рассматриваться как особое модельное пространство, воплощающее собой формы искусственного интеллекта. Системой глобального управления, основанной на интеграционной деятельности интеллектуальных сетей коммуникации, является Интернет. Он может рассматриваться как динамическая макро-модель, построенная на основе реализации современных сетевых представлений.

Применение развитых методов и средств сетевого моделирования в проектировании интеллектуальных систем способствовало формированию параллельного инжиниринга. Его основным преимуществом яви-

лось сокращение времени разработок проектов за счет параллельного выполнения сложных задач несколькими рабочими группами. Поиск эффективных стратегий развития сетей, предназначенных для совместной кооперативной деятельности, стали приобретать всё большую популярность. Объединение порталных технологий, средств управления контентом, веб-аналитики, включая социальные составляющие и технологии электронного маркетинга, является одним из примеров реализации сетевых проектов на основе интегрированного подхода к организации интеллектуальной среды.

Сегодня одной из центральных тем в этом контексте становится внедрение социальных функций в среду управления бизнесом. Социальные составляющие, с помощью которых бизнес-структуры могут использовать широкий набор социальных функций для наполнения корпоративных порталов, требуют, в свою очередь, более серьезного внимания к инструментам сетевой аналитики. С их помощью выстраиваются структуры предпочтений пользователей и формируются персонифицированные предложения. Современные технологические решения позволяют, например, использовать встроенные аналитические модули, которые ранжируют информацию по степени важности для каждого конкретного пользователя и представляет её в удобной форме. За основу алгоритма фильтрации и определения приоритетов принимается рабочий план каждого конкретного сотрудника, а движок учитывает стоящие перед человеком задачи в процессе анализа всей информации, поступающей на клиентское место. Подобные стратегии актуальны и на уровне построения внутрикорпоративных сетей.

Традиционно любое деловое взаимодействие базировалось на транзакционной модели – обмене денег на сервис или продукт. Сегодня сетевые технологии обеспечивают создание среды для освоения новых форм символического обмена на основе форм открытой электронной коммуникации. Эмоциональная вовлеченность, персональные интересы людей при обсуждении продуктов и услуг в сети (символический капитал) создают условия для более детальной разработки бизнес-решений, брендов, новых модельных линеек, корпоративных стратегий. Тем самым трансформируется идея моделирования систем искусственного интеллекта как стратегия логического упорядочения социального информационного ресурса. Современные проекты искусственного интеллекта становятся всё более «эмоционально» ориентированными. Они стремятся к созданию таких коммуникационных сетей, которые реагируют на спонтанные формы человеческого восприятия и отклика – индивидуальные интере-

сы, предпочтения и мотивы деятельности. Таким образом, от проектов рефлексивного модернизма общество переходит к тактике эмотивной регуляции социальным развитием, что влечет за собой новые проблемы и вопросы.

Привычное восприятие глобальной коммуникационной сети как места активной апробации разных форм кооперативной деятельности и поиска новых форм информационно-коммуникационного взаимодействия между людьми и сообществами может конкурировать с более концептуальным представлением об Интернете. Отдельные исследователи рассматривают его как особый пространственно-временной семантический континуум, обладающий глобальным измерением [12]. Новая коммуникационная глобо-лаборатория позволяет совмещать совершенно разные формы интеллектуальных репрезентаций, открывая новые способы идентификации, коллективной рефлексии, организации и управления семантическими структурами социальности. Эта идея эволюционирует концептуально, технологически и организационно. Сегодня она отливается в реализацию проектов Web.3 (семантические сети) и Web.4 (прагматические сети). Они представляют собой электронные сети коммуникаций, основанные на более широком применении вариационных синергетических методов в информационном моделировании. В частности, использование способности сетей к саморазвитию. Этот процесс протекает на фоне исследования методологии самоорганизующихся систем. Ассимиляция синергетических идей осуществляется через абстрактные математические конструкции, специальные понятия и определения, которые выражают самые общие виды связей, отношений и свойств. Внедрение новых информационных и коммуникационных технологий способствовало достижению нелинейных, синергетических эффектов в процессе их «совместного действия» и взаимной адаптации, что позволило говорить о синергетической информатике и синергетическом искусственном интеллекте.

Специфика мультиагентного моделирования

Сегодня сформировалось целое направление в информационном моделировании, позволившее повысить уровень гибкости и ситуативной реактивности систем искусственного интеллекта. Фиксируется необходимость перехода от технологической цивилизации к цивилизации информационно-семантической, к более гибким и адекватным методам управления знаниями. Каким образом достигается необычайная гибкость реагирования? Что позволяет компьютерным программам проявлять всё более разнообразное поведение и развивать ситуативную логику? Эти

вопросы возникают и при осмыслении тех стратегий, которые лежат в основе реализации проектов Web.3 (семантические сети) и Web.4 (прагматические сети). Для ответа выберем тему, которая позволяет показать специфику мультиагентного моделирования, одной из современных форм имитационной компьютерной репрезентации.

Большинство интеллектуальных методов принятия решений предполагает применение таких правил поведения, которые не требуют выполнения операций в жестко заданном порядке и активизируются с учетом структуры конкретной задачи. Этот эффект достигается благодаря использованию методов агентного моделирования. Они возникли в результате исследований в области распределенных компьютерных систем, сетевых технологий и параллельных вычислений. Эта предметная область является одним из направлений имитационного моделирования. Агентный подход применялся для решения проблем в тех случаях, когда именно индивидуальное поведение объектов являлось существенным для системы в целом. В 50-х гг. прошлого столетия в России изучением коллективного поведения автоматов занимались представители научной школы М.Л. Цетлина. Затем исследования переместились в сферу изучения более сложных классов агентов – вероятностных автоматов с переменной структурой, мягко адаптирующейся к характеристикам изменяющейся среды. Позже были разработаны технологии, которые позволяли модельно реализовать способность к рассуждениям.

Рассмотрим более детально особенности применения агентного подхода для формирования систем искусственного интеллекта. Современные информационные системы представляют собой гибридные человеко-машинные комплексы. Они состоят из набора модульных компонентов. В самом общем виде идея заключается в следующем: разумное поведение формируется организацией большого числа простых взаимодействий, которые осуществляются полуавтономными индивидуумами. Они получили название «агенты».

«Агент» в теории современных систем искусственного интеллекта – это обобщающее понятие. Оно может обозначать любой из естественных или искусственных «элементов», обладающий автономностью и способностью рецепции конкретных аспектов своего окружения и непосредственного взаимодействия с ним. С точки зрения классического искусственного интеллекта агент (интеллектуальная система) должен был обладать глобальным видением проблемы, иметь все необходимые способности, ресурсы и знания для её решения. В концепции распределенного искусственного интеллекта реализован другой подход. Все агенты де-

централизованы, т.е. поведение модели в целом не определяется каким-то одним из агентов, а является результатом их независимой активности. По существу, агенты служат механизмами, обеспечивающими организацию коллективной деятельности, подчиненной задачам выбора адекватного целевого ситуативного решения задач, имеющих сложную управленческую структуру. Интеллектуальным агентам присущи следующие основные свойства:

- 1) общительность – взаимодействие и коммуникация с другими агентами;
- 2) ситуативная реактивность – адекватное восприятие состояния среды и реакция на его изменение;
- 3) целенаправленность.

Целесообразность поведения интеллектуальных агентов предполагает наличие целей функционирования и способностей использования знаний об окружающей среде (внешней системе событий/состояний), партнерах и о собственных возможностях. Таким образом, их способности обусловлены восприятием влияний внешнего мира и событий/состояний внутри системы, возможностями воздействия на них.

Агентно-ориентированные методы предполагают, что каждый агент, работая со своим собственным окружением и навыками, координирует общий ход решения задач и готов к участию в разных видах и формах кооперативной деятельности. Каждый агент наделен миссией, он выполняет свою независимую часть решения проблемы и сообщает результат другим агентам. Задача одних – собирать и передавать информацию, других – координировать взаимодействие между агентами, третьих – искать релевантную информацию, четвертых – формировать обобщающие концепции, пятых – обучать, шестых – раздавать задания, седьмых – принимать решения и т.д.

Рассмотрим основные аспекты онтологии агента. Агенты могут быть автономными или полуавтономными. Они взаимодействуют, формируя структурированные сообщества для решения конкретных задач. У агентов имеется определенный круг задач, они располагают частичным знанием о методах и функциях других агентов. Они являются «внедренными» объектами, то есть обладают чувствительностью лишь к своей окружающей среде и не имеют представлений о состоянии всей области существования агентов. Как и в человеческом обществе, знания, умения и обязанности агентов индивидуальны. Агентный подход включают в себя разнообразие агентных типов, поэтому в литературе можно встретить иное определение – «мультиагентное моделирование» [21]. Мультиагент-

ные системы – это новая парадигма информационно-коммуникационной технологии.

Создается впечатление, что агентный подход основывается на изначальном упрощении подхода к оценке сложной природы интеллекта, поскольку акцент делается на гибком взаимодействии атомарных акторов. Но в действительности интеллект рассматривается как синергичное явление, возникающее в сообществе благодаря совместным кооперативным действиям, а не как свойство отдельного элемента целостной структуры. Общий результат сообщества агентов представляет собой нечто большее, чем сумма отдельных инициатив, и это требует воспринимать и исследовать интеллект как результат интегрированного эффекта референции динамической среды, наделенной эмерджентными свойствами. В мультиагентных технологиях также реализуется принцип автономности различных частей программы (агентов), совместно функционирующих в распределенной среде, где одновременно протекает множество взаимосвязанных процессов.

Применение мультиагентного подхода позволяет сделать новые шаги в развитии веб-технологий. Инициаторами многих сетевых взаимодействий должны стать виртуальные интеллектуальные агенты, полностью или частично представляющие интересы своих реальных владельцев. При этом мультиагентные технологии ориентированы на совместное использование достижений, идей и методов искусственного интеллекта, современных локальных и глобальных компьютерных сетей. Распределенность коммуникационных структур обеспечивается за счет применения программных интеллектуальных агентов, территориально рассредоточенных на различных компьютерах. Со временем персональные сетевые агенты будут способны стать активными участниками инновационных процессов, протекающих в обществе. Мультиагентные технологии позволяют формировать активационные цепочки «агент – многоагентная система – искусственное сообщество». Например, в распределенной виртуальной бизнес-среде любой желающий начать собственное дело может начать с того, чтобы завести себе узел, настроить опции своего агента и получить результаты его деятельности по поиску партнеров, налаживанию связей с ними. Агенты, взаимодействуя друг с другом, собирают необходимую информацию для своих владельцев, при необходимости обновляют ее и на основе фильтрации результатов строят инновационные цепочки. В коммуникационные отношения могут быть вовлечены агенты-координаторы, осуществляющие управление формированием инновационных цепочек.

Активное взаимодействие участников коммуникации в мультиагентных системах дополняется свободным доступом к информационным ресурсам. Взаимодействие означает установление двусторонних и многосторонних динамических отношений между агентами. Это не просто связь между сосуществующими коммуникантами, а предпосылка для взаимных превращений самих агентов и отношений между ними. Гетерогенные структуры для представления информации; архитектура, обеспечивающая взаимодействие агентов с разными функциями и свойствами; стратегии поиска в пространстве альтернативных решений позволяют формировать уровень агентских сообществ.

Идеология современных мультиагентных систем лежит в основе проектов развития Semantic Web (Web 3.0) и Pragmatic Web (Web 4.0). На начальном этапе развития сетей предполагалось, что процесс поиска, регистрации, обновления и обработки информации будет инициироваться человеком. Большинство поисковых систем было основано на использовании системы ссылок для связи между сайтами, где анализ контента находился в зачаточной форме. Семантическая сеть ориентирована на выполнение более сложной интеллектуальной работы. Она способна взять на себя анализ контента с учётом контекста и ассоциативных связей. Можно заключить, что главная идея Web 3.0 состоит в создании условий для качественного сдвига в сторону формирования новой среды для активизации «коллективного разума». Она ориентирована в первую очередь на тех пользователей, которые имеют устоявшиеся интересы в сети и нуждаются в постоянном поступлении и обновлении информации. Web 3.0 предполагает появление таких сетевых сред, где будет произведена агрегация всех необходимых пользователю данных, осуществляться публикация экспертно-модерируемого контента.

В задачи формирования прагматических сетей входит создание динамических экспертных сред, основанных на интеграции разнородных источников знаний и высокоскоростном обмене результатами решения целевых задач между разными агентными уровнями сетевого взаимодействия. Предполагается создание узкоспециализированных ресурсов, сопровождающихся соответствующими сервисами и инструментами для организации работы экспертов различных направлений. Идеалом интеллектуальной компьютерной сети на сегодняшний день являются интегрированные системы, позволяющие оперировать не только наличными данными, но и формировать по ходу коммуникации новые совокупности знаний для их последующего гибкого применения для решения задач в каждой конкретной ситуации, как это делают эксперты.

Какие проблемные аспекты можно выделить в теории и практике мультиагентных систем? Круг инструментальных средств, поддерживающих разработку многоагентных систем, достаточно узок. Теория поведения мультиагентных систем еще не полностью сформирована. Недостаточно изучены виды и механизмы взаимодействия между интеллектуальными агентами (кооперация, конкуренция, компромисс, конформизм, уклонение от взаимодействия), стратегии их поведения в коллективной среде и многое другое. Но тем не менее мультиагентное моделирование уже сегодня позволяет решать такие задачи, как:

- интерпретация данных;
- диагностика;
- мониторинг;
- проектирование;
- прогнозирование;
- планирование;
- обучение;
- распределенное управление;
- поддержка принятия решений.

В основе применения сетевого подхода в развитии систем искусственного интеллекта лежат описание и анализ функциональных процессов в естественных и искусственных средах, разных форм целевого приспособительного поведения и кооперативной деятельности. Нужно отметить, что поиску решений чисто технологических задач нередко сопутствует смещение акцентов в мировоззренческой сфере. Сетевая парадигма является тому ярким примером. Возможно, она позволит прояснить многие вопросы, связанные с эволюционной самоорганизацией. Возможно, в ходе информационного моделирования человеку удастся открыть для себя глубокие принципы развертывания множественных, «вложенных друг в друга» эволюций. Сегодня же благодаря внедрению сетевых организационных структур решают сложные задачи в сфере стратегического менеджмента, ядро которых составляют методы искусственного интеллекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Тарасов В.Б.* От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. – М.: УРСС, 2002. – 348 с.
2. *Тарасов В.Б.* Агенты, многоагентные системы, виртуальные сообщества: стратегическое направление в информатике и искусственном интеллекте // *Новости искусственного интеллекта*. – 1998. – № 2.
3. *Морен Э.* Метод. – М.: Прогресс-Традиция, 2005. – С. 40–41.

4. *Аришинов В.* На пути к коммуникативной Вселенной солидарности и альтруизма // Антропокосмическая модель. – Тула: Репроцентр, 2008. – С. 150–173.
5. *Аришинов В., Лайтман М., Свицкий Я.* Сфирот познания. – М.: ЛКИ, 2007. – С. 63.
6. *Бурдые П.* Университетская докса и творчество: против схоластических делений // Socio-Logos'96. – М.: Socio-Logos, 1996. – С. 8–31.
7. *Люгер Д.* Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. – М.: Вильямс, 2003. – С. 27–55.
8. *Хаген Г.* Принципы работы головного мозга: Синергетический подход к активности мозга, поведению и когнитивной деятельности. – М.: ПЕР СЭ, 2001. – С. 286–306.
9. *Слюсарь Н.А.* На стыке теорий. – М.: ЛИБРОКОМ, 2009. – С. 39–43.
10. *Арбиб М.* Метафорический мозг. – М.: Едиториал УРСС, 2010.
11. *Барабаши А.-Л.* Безмасштабные сети // А.-Л. Барабаши, Э. Бонабо [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sciam.ru/2003/8/inform.html>
12. *Колмаков В.Ю.* Неосемантизм – новая глобальная смысловая формация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.globalistika.ru/biblio/actual_phil_1_.htm
13. *Круглов В.В., Борисов В.В.* Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – М.: Телеком, 2002.
14. *Беркинблит М.Б.* Нейронные сети. – М.: МИРОС, 1993.
15. *Вальцев В.Б., Григорьев И.Р., Лавров В.В., Черкашин Е.А.* Неоднородные сети и проблемы моделирования высших функций мозга // Нейроинформатика: Сб. тр. – М., 2000. – С. 52–56.
16. *Суворов В.В.* Нейропонятие – инструментальное средство моделирования мышления в понятиях // Нейроинформатика-2001: сб. науч. тр. Ч.1. – М.: МИФИ, 2001.
17. *Гаазе-Рапопорт М.Г., Поспелов Г.А.* От модели до робота: модели поведения. – М.: Едиториал УРСС, 2004.
18. *Поспелов Д.А.* Многоагентные системы – настоящее и будущее // Информационные технологии и вычислительные системы. – 1998. – № 1.
19. *Hendler J.* Agents and the Semantic Web // IEEE Intelligent Systems, Vol. 16, № 2, March/April 2001.
20. Социальная информатика: основания, методы, перспективы. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – С. 112–126.
21. *Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н.* Интеллектуальные информационные системы. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 424 с.
22. *Рябов Г.Г.* К разработке методологии формирования систем искусственного интеллекта // Искусственный интеллект в XXI веке: Тр. Международ. конгресса, 3–8 сентября 2001г., п. Дивноморское. – М.: Физматлит, 2001.
23. *Хойслинг Р.* Социальные процессы как сетевые игры. Социологические эссе по основным аспектам сетевой теории. – М.: Логос-Альтера, 2003. – 192 с.
24. *Шамис А. Л.* Поведение, восприятие, мышление: проблемы создания искусственного интеллекта. – М.: Едиториал УРСС, 2005. – 224 с.
25. *Широчин В. П.* Архитектоника мышления и нейроинтеллект. Программирование доверия в эволюции интеллекта. – М.: Юниор, 2004. – 560 с.
26. *Рассел С., Норвиг П.* Искусственный интеллект. Современный подход. – М.: Вильямс, 2006.
27. *Финн В. К.* Интеллектуальные системы и общество. – М.: РГГУ, 2000.
28. *Дойч Д.* Структура реальности. – Ижевск: НИЦ РХД, 2001. – 400 с.