

УДК 338.823.3

КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВИРТУАЛИЗАЦИИ

Апатова Н. В., Королев О. Л.

Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь, Российская Федерация

E-mail: apatova@list.ru

В статье исследуются процессы, протекающие в современной социально-экономической системе, связанные с развитием цифровой экономики в рамках когнитивной экономики – экономики знаний. Технологическая направленность процессов, обусловленная развитием искусственного интеллекта, проникновение его средств и методов во все сферы общественной жизни, происходит одновременно с переходом экономической деятельности в среду Интернет, что приводит к новым экономическим отношениям и формам, сочетающим реальные, традиционные с виртуальными.

Когнитивная экономика решает проблемы технологического и технического плана, тесно связанные с проблемами использования искусственного и естественного интеллекта, интеграции разнородных элементов в единую систему, применения моделей представления знаний у человека к моделированию современных процессов и систем.

Авторами построена когнитивная модель виртуализации для некоторого условного региона, интерпретированы результаты моделирования.

Ключевые слова: когнитивная экономика, искусственный интеллект, когнитивная модель, виртуализация.

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап социально-экономического развития характеризуется как технологический, в котором когнитивная экономика усиливается системами и методами искусственного интеллекта, применяемыми во всех сферах жизни общества.

Исследованию возможностей и реализаций искусственного интеллекта в экономике посвящено большое количество научных работ, среди которых следует отметить труды А. В. Воронковой [1], Г. Б. Клейнера [2], В. М. Воронина и З. А. Наседкиной [3], А. В. Поповой [4], Ю. Ю. Петрунина [5], А. В. Кошелева и Е. В. Ерохиной [6], в которых освещены общие вопросы развития и влияния искусственного интеллекта.

А. В. Воронкова рассматривает современные процессы как «интеллектуализацию экономики», внедрение в производство и сервис научных и формализованных (компьютерных, связанных с искусственным интеллектом) знаний. Искусственный интеллект представляет собой компьютерную программу, имитирующую мышление человека на основе формализованных знаний. Данная программа должна получать верные, обоснованные выводы, используя правила для индуктивных или дедуктивных рассуждений.

А. В. Воронкова дает два определения, первое из которых относится к цифровизации экономики: «цифровизация экономики предприятия – это система экономических отношений, основанных на использовании цифровых информационно-коммуникационных технологий, которая свидетельствует о новой стадии совершенствования и управления производством на основе применения современных информационных технологий» [1, с. 105]. Второе определение

охватывает технологическую составляющую, знания и технологии и раскрывает потенциал: «Интеллектуализация – это инструмент, приводящий к интенсивному пути развития экономики, а также ее интернационализации» [1, с. 106].

Г. Б. Кейнер назвал современный этап развития когнитивной экономики «экономикой постзнаний» [2]. Он отмечает, что для России характерно начинать каждый новый этап экономического развития с 20–х годов очередного века, и 2020 год также стал таким стартом, и «роль основного ресурса и результата экономической деятельности должна перейти к интеллекту как к способности человека, коллектива, общества опознавать и осознавать возникающие проблемы и находить пути их решения. Естественный, искусственный и социальный интеллект объединяются понятием системный интеллект, свойственным в разной степени различным социально-экономическим и социотехническим структурам» [2, с. 36]. По мнению данного автора, за экономикой знаний, генерируемыми человеком, следует этап «постзнаний», генерируемых перечисленными видами интеллекта, при этом возможно влияние интеллекта производителя на интеллект потребителя. Однако независимо от производителя знаний они все равно являются обобщенными закономерностями и новыми выводами, следовательно, этап «постзнаний» можно рассматривать как одну из стадий развития когнитивной экономики.

Перспективы когнитивной науки также исследуют В. М. Воронин и З. А. Наседкина, видя ее приложения в педагогике, инженерии, экономике, теории управления и политологии [3]. Для создания эффективных систем искусственного интеллекта необходимо определить способности человека, подлежащие «автоматизации». К ним данные авторы относят: «способность интегрировать разнородные элементы в единую систему; способность построить «модель внешнего мира»; предвидение событий внешнего мира; способность к выводам; решение нечетко сформулированных задач; распознавание ситуаций внешнего мира; способность ориентироваться во времени и пространстве; самонаблюдение; способность построить «модель внутреннего мира»; неограниченный диапазон гибкости способов переработки информации; общий тип решаемых проблем; создание абстрактных образов внешнего мира; способность выделения постоянных элементов внешнего мира» [3, с. 45].

Когнитивная экономика не может существовать в отрыве от правового регулирования деятельности ее субъектов, тем более, когда появляются новые субъекты с «нематериальным» характером, а также роботы, имитирующие человеческую деятельность. А. В. Попова, выделяя таких новых субъектов, как провайдеры, блогеры и других, действующих в Интернет, пишет: «индивид, создающий в виртуальной цифровой реальности собственный аватар, предстает одновременно в двух правовых ипостасях: как физическое лицо в национальном или международном правовом пространстве и как цифровая личность – искусственно созданное лицо в материальном и «синтетическом» мире» [4, с. 20]. Далее: «Европейский Союз предлагает определять промышленных роботов как электронных личностей, труд которых используется работодателями в различных областях жизнедеятельности человеческого общества и способных помогать человеку в его пути к обществу всеобщего благосостояния» [4, с. 21].

КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВИРТУАЛИЗАЦИИ

В когнитивной экономике появилась новое направление – Управление знаниями, в котором применяются результаты по машинному обучению к разработке систем самообучающихся организаций и даже самообучающегося государства [5]. Как отмечает Ю. Ю. Петрунин, «в управлении знаниями используются не только уже известные, но и новые, необычные для искусственного интеллекта подходы, методы, концепции: системное мышление, интеллектуальные модели, групповое обучение, опора на конкретные ситуации из практики управления, другие инструменты из проверенного арсенала и, одновременно, постмодернистские конструкции управления – общая мечта, совершенствование личности, искусство изменения сознания ...» [5, с. 68].

На основе передовых научных знаний создаются новые технологии и инновационные продукты [6]. А. В. Кошелев и Е. В. Ерохина выделяют следующие особенности прогрессивных технологий:

- 1) их практическая результативность после внедрения;
- 2) рост выпуска продукции и квалификации труда работников;
- 3) комплексность и системный характер технологий, что очень хорошо видно на примере систем искусственного интеллекта;
- 4) энергосбережение и взаимозаменяемость ресурсов.

Таким образом, с одной стороны, личность становится «цифровым» экономическим субъектом, а с другой, робот – субъектом экономической деятельностью с правовой ответственностью, т. е. искусственный интеллект также является субъектом наряду с физическими и юридическими лицами.

Целью данной работы является исследование использования средств и методов искусственного интеллекта для моделирования процессов экономики знаний, связанных с виртуализацией, и построение когнитивной модели виртуализации социально-экономических процессов условного региона.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Искусственный интеллект имеет многочисленные приложения и, благодаря межличностным и межфирменным коммуникациям, глобальный характер. Данные факторы исследуют в своих трудах Е. Ю. Алексейчева и О. В. Шинкарева [7], О. В. Сушкова [8], Э. Хайнс (A. Hines) [9], В. А. Погоньшев и Д. А. Погоньшева [10], Т. Р. Ахметов [11] и другие авторы. Несмотря на различие предметов исследования: поведенческой экономики и коммуникаций у Е. Ю. Алексейчевой и О. В. Шинкаревой, среды предпринимательской деятельности у О. В. Сушковой, эволюции ценностей при принятии решений у Э. Хайнса, роли ИКТ в когнитивной экономике у В. А. Погоньшева и Д. А. Погоньшевой, технологий и информации в экономике у Т. Р. Ахметова, все перечисленные авторы используют сетевое представление предметной области для выявления связей и степени взаимного влияния выявленных факторов, явно или неявно применяя аппарат когнитивного моделирования, на основе которого строятся и системы искусственного интеллекта.

В когнитивной экономике развиваются формализованные онтологии, представляющие собой семантические сети знаний ограниченной области. В узлах

сети находятся понятия, а на дугах – их отношения. Данный подход позволяет увидеть дополнительные связи, расширить область знаний за счет новых понятий, увидеть «лишние», бесперспективные, узлы.

Когнитивное моделирование позволяет строить сценарии устойчивого развития региона в зависимости от межрегионального обмена ресурсами и товарами, определять факторы негативного влияния на процессы обмена и находить пути их нейтрализации.

Главными задачами экономического развития России в разрезе «когнитивной экономики» должна стать реорганизация развития регионов, направленная на увеличение производительности экономических ресурсов, а не их перегруппировки. Развитие регионов, бесспорно, требует финансовых вложений как государственных, так и частных, но при наличии научно-обоснованных проектов, которые были начаты самостоятельно и имели бы ощутимые положительные результаты уже на первоначальных этапах реализации. Целесообразно отметить, что применению указанных направлений развития экономики уделяют внимание ведущие отечественные и зарубежные ученые, но акцентом решения вопросов этой проблематики является именно установление ключевой роли ученых в управлении реализацией процессов становления когнитивной экономики. Вывод экономики из кризисного состояния и ее дальнейшее развитие требует новых путей, одним из которых должно стать не просто внедрение поэтапных программ преодоления проблем на основе краткосрочных тактических мероприятий, а создание новой системы общественно-экономических отношений, которая основана на принципах «когнитивной экономики».

Когнитивные методы широко применяются в региональных исследованиях, о чем пишут А. А. Молчан, У. Ю. Рокшетаева и Д. А. Коваленко [12], Р. А. Караев и Р. Г. Гюльмамедов [13], М. С. Ракитина [14], Е. А. Колобова и др. [15], А. М. Погребницкая и М. К. Ильясова [16], А. К. Джалал и Г. И. Иванов [17].

Указанные авторы рассматривают в своих работах использование когнитивного анализа и моделирования для построения когнитивной карты угроз экономической безопасности, выбора стратегии для развития ИКТ, когнитивного моделирования обмена ресурсами, моделирования кластера, исследованию потенциала экономической системы, а также оценке эффективности регионального АПК. Как следует из приведенного списка, круг решаемых задач когнитивными средствами для развития региона очень широк.

М. С. Ракитина подчеркивает, что, во-первых, разработанный аппарат может применяться для любых территорий и регионов и, во-вторых, даже незначительные изменения в системе могут привести к крупным негативным последствиям, что показано в процессе испытания созданной на основе когнитивной карты экономико-математической модели.

Интерес представляет когнитивная модель функционирования агропромышленного комплекса Республики Крым [17]. Авторы рассматривают совокупность эндогенных (внедрение инноваций, соблюдение условий севооборота, внутренний менеджмент, кадровую политику, кооперацию отраслей, принципы экологичности, ресурсосбережение, материально-техническое обеспечение) и

экзогенных (программы государственной поддержки развития сельских территорий, законодательная база, инвестиционный климат, позитивный имидж продукции, финансово-кредитное обеспечение и профессиональное образование) факторов. А. К. Джалал и Г. И. Иванов делают вывод, что благоприятный сценарий возможен при одновременной активации (поступление импульса) одновременно в три вершины орграфа, сочетающие внешние и внутренние факторы: уже упомянутую государственную поддержку, а также «Реализация программ социально-экономического развития сельских территорий и сельских поселений» и «Совершенствование нормативно-законодательной базы, регулирующей взаимоотношения между участниками АПК».

Когнитивное моделирование широко применяют для исследования процессов ресурсозависимой экономики, данным вопросам посвящена работа М. Е. Морозовой и В. В. Шмат [18].



Рисунок 1. Когнитивная карта ресурсозависимой экономики.
Источник: [18, с. 85].

В когнитивной экономике знания материализуются в виде инноваций, и инновационное социально-экономическое развитие не только определяет конкурентоспособность предприятия, отрасли государства в целом, но и уровень благосостояния граждан. В связи с этим исследование фактора инноваций является актуальным, особенно для ресурсозависимой экономики России. В результате построения когнитивной карты (рис. 1) и проведения компьютерного эксперимента было показано, что «главное значение имеют характер и интенсивность непосредственного воздействия фактора «Ресурсы» (объемов производства или добавленной стоимости в минерально-сырьевом секторе) на «Экономику» (рост ВВП) и научно-техническую политику, а степень воздействия совокупности косвенных взаимосвязей гораздо слабее» [18, с. 86].

На рис. 1 показано, что если используется только импульсное воздействие на ресурсы, т. е. только взывается рента (Россия), то влияние фактора «Ресурсь» на экономику слабое; при условии управляемого развития в сочетании с другими факторами (научно-технической политикой, промышленной политикой и бюджетно-финансовой политикой), эффект возрастает в несколько раз (Норвегия как пример такого использования ресурсов).

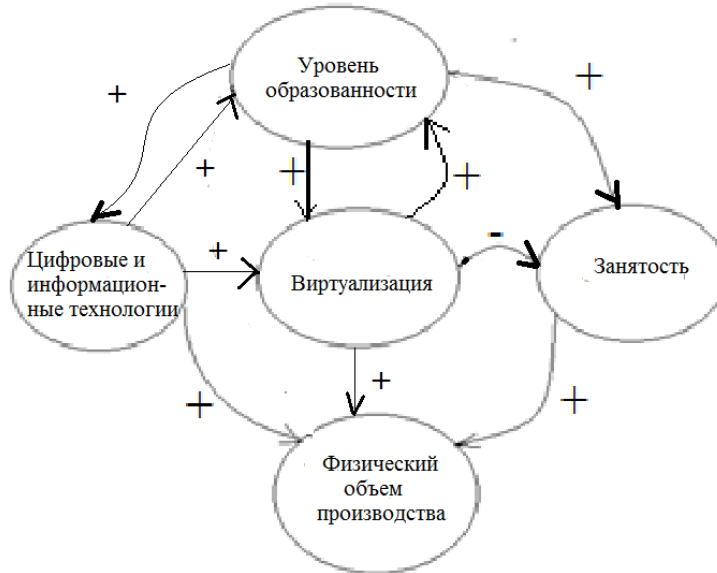


Рисунок 2. Когнитивная модель социально-экономических процессов условного региона в условиях виртуализации

Нами создана когнитивная модель некоторой условной социально-экономической системы, в которой рассматриваются виртуализация (В – 1), уровень образования населения (УО – 2), цифровые и информационные технологии (ЦИТ – 3), занятость (З – 4) и физический объем производства (ФП – 5), (рис. 2). На первом этапе строим знаковый ориентированный граф с определением вершин и связей между ними. Данные сведения отражены в матрице связности графа (табл. 1).

Таблица 1

Матрица смежности графа (1 – положительное влияние, 0 – отсутствие влияния, -1 – отрицательное влияние одной вершины на другую).

| Показатель j | Показатель i | | | | |
|-----------------|--------------|---|---|----|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | -1 | 1 |
| 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВИРТУАЛИЗАЦИИ

В матрице смежности показаны коэффициенты e_{ij} – значения знаков на дугах графа.

Значения вершин определим по формуле Робертса:

$$x_i(t+1) = x_i(t) + \sum_{j=1}^5 w_{ij} [x_j(t) - x_j(t-1)] \quad (1),$$

где w_{ij} – вес дуги из вершины x_j в вершину x_i , т. е. влияние фактора j на фактор i , равный значению на пересечении j -й строки и i -го столбца; $p_j = [x_j(t) - x_j(t-1)]$ – изменение в вершине x_j в момент времени t .

Таблица 2

Изменения состояния вершин графа на каждом шаге t

| Показатель i | Номер итерации t | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| | x_i | p_i | x_i | p_i | x_i | p_i | x_i | p_i | x_i | p_i |
| Виртуализация | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 4 | 1 | 5 | 1 |
| Уровень образованности населения | 1 | 1 | 4 | 3 | 16 | 12 | 64 | 48 | 208 | 144 |
| Цифровые и ИТ | 0 | 0 | 3 | 3 | 12 | 9 | 39 | 27 | 120 | 81 |
| Занятость | -1 | -1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| Физический объем производства | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |

ВЫВОДЫ

По результатам моделирования можно сделать следующие выводы: активирование вершины «Виртуализация» в когнитивной модели условной социально-экономической системе позволяет непрерывно повышать уровень образованности населения и, как следствие, развивать цифровые и информационные технологии, но незначительно при этом увеличивать занятость и практически не изменять физический объем производства. Уровень образованности населения растет быстрее всего, поскольку новые виртуальные миры и возможности требуют постоянного обучения и повышения квалификации персонала, поскольку также резко возрастают объемы используемых цифровых и информационных технологий, но они растут медленнее, чем уровень образованности населения. Виртуализация при этом возрастает достаточно медленно, на одну единицу за единицу времени, всего на 5 единиц; занятость за это же время выросла на 4 единицы; физический объем производства остался без изменений; цифровые и информационные технологии выросли до 120 единиц, а требуемый для получаемых условий виртуализации уровень образованности населения должен увеличиться до 208 единиц.

Полученные результаты позволяют выявить некоторые вопросы, касающиеся роли искусственного интеллекта в социально-экономических процессах, когнитивной экономики как современного этапа социально-экономического развития и когнитивного моделирования как аппарата, позволяющего на всех уровнях

экономики – от индивидуума до макроуровня применять единые подходы к представлению исследуемых процессов и систем, коррелирующих с технологиями искусственного интеллекта.

В последнее время все больше мнений высказывается об ожидаемых негативных последствиях внедрения искусственного интеллекта в жизнь общества, в быт и деятельность каждого человека.

Список литературы

1. Воронкова А. В. Интеллектуализация экономики как современный этап развития техники и технологии // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия D: Экономические и юридические науки. 2018. № 6. С. 103–107.
2. Клейнер Г. Б. Интеллектуальная экономика нового века: экономика постзнаний // Экономическое возрождение России. 2020. № 1 (63). С. 35–42.
3. Воронин В. М., Наседкина З. А. Перспективные приложения когнитивной науки // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. 2014. № 1 (21). С. 41–55.
4. Попова А. В. Новые субъекты информационного общества и общества знания: к вопросу о нормативном правовом регулировании // Журнал российского права. 2018. № 11 (263). С. 14–24.
5. Петрунин Ю. Ю. Искусственный интеллект и методологические вопросы управления знаниями // Философия науки. 2016. № 8. С. 67–74.
6. Кошелев А. В., Ерохина Е. В. Исследование роли технологий, созданных на основе передовых знаний // Научный электронный журнал Меридиан. 2019. № 12 (30). С. 336–338.
7. Алексейчева Е. Ю., Шинкарёва О. В. Современные тенденции развития глобальной экономики в контексте исследований поведенческой экономики // Вестник Екатеринбургского института. 2019. № 4 (48). С. 4–11.
8. Сушкова О. В. Особенности реализации искусственного интеллекта как объекта информационной среды в сфере предпринимательской деятельности в зарубежных странах // Вестник Университета имени О. Е. Кутафина (МГЮА). 2019. № 12 (64). С. 121–128.
9. Hines A. (2019) Getting Ready for a PostWork Future. Foresight and STI Governance. Vol. 13, №; 1. P. 19–30.
10. Погоньшев В. А., Погоньшева Д. А. О роли ИКТ в когнитивной экономике // Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Информационные технологии. 2018. № 1 (11). С. 13–15.
11. Ахметов Т. Р. Технологии искусственного интеллекта, инновации и теория эволюции информации в экономике // Известия Уфимского научного центра РАН. 2019. № 3. С. 92–100.
12. Молчан А. А., Рошкетаяева У. Ю., Коноваленко Д. А. Методология формирования когнитивной карты угроз на уровень экономической безопасности субъектов региональной экономики // Экономика устойчивого развития. 2019. № 4 (40). С. 169–173.
13. Каравев Р. А., Гюльмамедов Р. Г. Проблема выбора стратегии реализации ИКТ-потенциала инновационных регионов: когнитивный анализ // Экономика и управление. 2010. № 7 (57). С. 34–39.
14. Ракитина М. С. Когнитивное моделирование регионального обмена ресурсами // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. 2010. № 2. С. 186–193.
15. Колобова Е. А., Колобов А. Д., Теплова И. Г., Ягольницер М. А. Когнитивная модель кластера как институциональной системы // Креативная экономика. 2017. Т. 11. № 10. С. 1039–1056.
16. Погребницкая А. М., Ильясова М. К. Когнитивный подход к исследованию некоторых аспектов стратегического потенциала экономической системы Крымского региона // Бизнес-информ. 2013. № 12. С. 93–98.
17. Джалал А. К., Иванов Г. И. Возможности использования когнитивного моделирования в оценке эффективности регионального АПК // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2018. № 13 (176). С. 210–223
18. Морозова М. Е., Шмат В. В. Когнитивный анализ фактора инноваций в ресурсозависимой экономике // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2016. Т. 3. № 3. С. 82–87.

Статья поступила в редакцию 09.10.2023