УДК 338.2:004; 330.342
JEL: O11
DOI: 10.17238/issn1998-5320.2021.15.1.21

С. М. Ильченко[1], Я. В. Круковский[2]

[1]Омская гуманитарная академия, г. Омск, Российская Федерация
[2]Российская корпорация средств связи, г. Москва, Российская Федерация

Системообразующие аспекты моделирования процессов цифровой трансформации современной экономики

Аннотация. Основу данной работы составляет исследование подходов российских и зарубежных учёных в части анализа, сравнения и обобщения методов моделирования экономических процессов в условиях глобализации и перехода к новому технологическому укладу. В этой связи особую актуальность представляют вопросы экономико-математического моделирования процессов трансформации механизмов взаимодействия субъектов экономики на принципах и условиях нового экономического уклада (цифровой экономики). Востребована необходимость обработки больших объёмов данных (Big Data), выявления неочевидных зависимостей и построения мультивариантных сценариев с использованием инструментария предиктивной и прескриптивной аналитики. Очевидно, что общеэкономические системные изменения затрагивают все существующие механизмы взаимодействия субъектов экономики, эффективный анализ которых требует разработки качественных и количественных моделей этих механизмов для повышения конкурентоспособности и эффективности субъектов и, как следствие, устойчивого развития экономики в целом. Разработка моделей процессов и механизмов взаимодействия субъектов экономики для достижения стратегической цели – устойчивого развития экономики. Важно, что современный инструментарий цифровизации бизнес-процессов должен сделать эту методологию прозрачной, контролируемой и динамичной. Научная новизна исследования состоит в понимании моделей экономических процессов и механизмов с позиций системного подхода с помощью новых информационных технологий. В нашей работе мы определяем дальнейшие перспективы использования экономико-математического и качественного анализа процессов в современной экономике в контексте цифровой трансформации и перехода к новому технологическому укладу.

Ключевые слова: экономика, цифровая экономика, модели, цифровая трансформация, устойчивое развитие.

Дата поступления статьи: 25 февраля 2021 г

Для цитирования: Ильченко С. М., Круковский Я. В. (2021). Системообразующие аспекты моделирования процессов цифровой трансформации современной экономики // Наука о человеке: гуманитарные исследования. Т. 15. № 1. С. 187–198. DOI: 10.17238/issn1998-5320.2021.15.1.21.

Введение. Очевидно, что начавшиеся несколько десятилетий назад процессы цифровой трансформации (ЦТ) предопределяют основные тренды и характер развития всех экономических субъектов и систем: государства, бизнес-субъектов, конкретных индивидуумов. В этом направлении для государства , как системообразующего и одного из ключевых интеграторов и драйверов развития современной экономики, представляется стратегически важным определение и формирование перспективного подхода как комплекса федеральных целевых программ экономики нового поколения, включающих задачи развития и внедрения сквозных технологий, технологий анализа, прогнозирования и внедрения новых способов управления. Таким образом реализуются задачи стратегической важности, прежде всего в контексте внутреннего социально-экономического благополучия государства и выполнения ключевого условия развития Российской Федерации – повышения конкурентоспособности национальной экономики на глобальном рынке. Учитывая происходящие трансформационные процессы, общество в целом реализует ту модель, о которой писал почти 30 лет назад Поппер К., – «открытые инновации – интернет вещи – блокчейн-технологии – защищенные коммуникации» [5].

Цифровая экономика (ЦЭ) как новый этап организации хозяйственной деятельности общества и социально-экономических отношений внутри него является безусловным отражением тех изменений, которые протекают в мире и в национальном сообществах в процессе перехода

из одного состояния в другое, с 5-го технологического уклада на 6-й. Дисбаланс в экосистеме цифровой экономики в процессе рассматриваемого нами перехода с 5-го технологического уклада на 6-ой связан с отсутствием необходимого уровня комплементарности в бизнес-группах и имеет индикативные характеристики, обусловленные в т. ч. утечкой профессиональных кадров, выводом капитала за рубеж, негативными факторами импортозависимости в приоритетных для ЦТ отраслях экономики.

Эффективность трансформации экономической системы и в целом общества во многом определяется тем, какую модель выбирает для себя государство, и предпосылками этих процессов, характерных для конкретной социально-экономической системы. Это подтверждают исследования последних лет, например исследования австрийских учёных R. Strohmaier, M. Schuetz и S. Vannuccini [6], в которых они анализировали эволюцию структурных преобразований экономики в Дании, Финляндии, Германии, Нидерландах, Швеции, США, Китае, Индии, Малайзии, Сингапуре, Южной Корее и на Тайване под влиянием цифровизации.

Материалы и методы. Согласно техноэкономической парадигме, обозначенной К. Перез (Perez C. [7]), процесс трансфера новых технологий должен приводить к мультипликационному влиянию на экономику, изменяя также социо-институциональные структуры. Другими словами, предпосылками становления эффективной экономики нового типа (цифровой), являются формирование наиболее успешных и прибыльных практик, существующих в условиях необходимости выбора принципов, методов и технологий в рамках как существующих, так и формируемых бизнес-моделей, стратегий и структур. Эти взаимно совместимые принципы и критерии являются, в свою очередь, следствием нахождения наиболее адекватных процедур, устоявшихся практик и структур [8], процессов внедрения новых технологий – целенаправленных процессов ЦТ. При этом именно наиболее адаптивные выражения этой формы станут основой поддержания и увеличения темпов социально-экономического развития стран. Такие авторы, как О. В. Година, Ю. Ю. Косенкова, Л. Максименко, Ю. Р. Мезенцева, Т. А. Щербакова [9], исследуя определяющие тенденции инновационного развития российской экономики, обусловленные сменой технологических укладов, указывают на значимость гуманитарной составляющей компонента нематериальных активов экономического роста – формирования и развития человеческого потенциала.

Как считают С. Л. Сазанова, Н. В. Кузнецов [10], цифровая экономика – это новый тип экономической системы, которая имеет признаки и уровни эволюционной экономики: микро-, мезо- и макро-, – с адаптивной проекцией этих признаков на основные институциональные характеристики.

В новом экономическом укладе, помимо глобальных процессов и тенденции к цифровизации на региональном уровне, наряду с политикой, экономической средой, макропроцессами активизируются ключевые факторы экосистемы:

– государственно-правовой (системообразующий и институциональный), в т. ч. в области благоприятности и достаточности нормативно-правовой базы для реализации задач ЦТ;

– научно-технический (НТП в аспекте ЦТ);

– экономический, включая уровень и структуру доходов, темпы инфляции, безработицу и т. д.;

– демографический (экономически активных индивидуумов);

– фактор геопотенциала, в т. ч. в области природных ресурсов.

Теоретическая модель оценки национального экономического потенциала [11] и функциональной успешности государства (1) в основных сферах деятельности, рассмотренная в ряде современных публикаций, фактически отражает факторный подход, позволяющий построить техническую модель устойчивого экономического состояния (1):

$$G(t) = 0{,}5\left(1 + X_M^{0,43}\right) \cdot X_T^{0,11} \cdot X_D^{0,19} \cdot X_E^{0,27} \quad (1)$$

где:

$X_i \cdot (i = T, D, E, M)$ – доли государства в общемировых показателях в территориальной, демографической, экономической и инновационно-технической сферах соответственно.

В этом же смысле теоретически близкими являются работы Г. Н. Винокурова, В. И. Ковалева, Г. Г. Малинецкого, С. Ю. Малкова, Ю. А. Подкорытова [12, 13], которые проецируют оценку экономического статуса как функцию u_i обществен-

но-экономической устойчивости (безопасности) состояния и общественно-экономического обустройства (2):

$$u_i = \left(1 + \frac{I_i}{100}\right)^x \left(\frac{z_i}{z_{max}}\right)^\omega \left(\frac{s_i}{s_{max}}\right)^{1-\omega} \left(\frac{\zeta_i}{z_i}\right)^{\delta_i \mu_i} \quad (2)$$

где:

ω = 0,65–0,75 – параметр важности фактора ёмкости рынка применительно к обрабатывающей промышленности [14, 15] (коэффициент эластичности по объёму населения (человеческие ресурсы, Z – в (4)), участвующего в создании и потреблении ВНП), опирающийся на оценки соответствующего параметра производственной функции Кобба–Дугласа (2. 1) и функции геопотенциала государства (модель Г. Н. Винокурова и др. [12, 13]):

$$Y = AL\omega \cdot F\,1\omega, \quad (2.1)$$

где:

А – НТП, обеспечивающий развитие новых производственных факторов (совокупная производительность), L – человеческие ресурсы, участвующие в процессе производства, F – финансовые ресурсы, ω – коэффициент эластичности по труду;

x = 2–2,55 [16] – статистический параметр, отражающий вклад технологического фактора в обеспечение самостоятельного развития и реализации национальных интересов во всех сферах хозяйственной и общественной деятельности для гарантированного обеспечения индекса суверенности национальной экономики и государства в целом (оценён с использованием понятий экономически активных индивидуумов и экономически эффективного пространства для реализации хозяйственной деятельности);

$\mu_{ij} \geq 1$ – параметр близости j-й бизнес-группы к i-м государственным структурам (само государство, госкомпании и корпорации), реализующим приоритетные национальные цели и задачи государственной экономической политики ; оценивается по данным индикаторов цифровой трансформации (ИЦТ) отраслевых рынков (y_3, z_3 – в (4));

$\delta_i > 0$ – параметр комплементарности, отражающий взаимодополняемость и совместимость трансакционного развития экосистемы ЦЭ.

Результаты и обсуждение. Особенности современного этапа развития экономики определяются тем, что в условиях масштабного становления 4-го экономического уклада мирового экономического пространства технической основой указанных сфер является информационная инфраструктура, а информационной основой – информационные системы и данные (Big Data), которые формируются, генерируются, хранятся и используются субъектами хозяйственной деятельности на принципах глобальной ЦТ и внедрения сквозных информационных технологий (ИТ) на всех уровнях экономической деятельности. Трансграничное участие человека (в качестве руководителя, оператора, и пользователя, и креативного субъекта) в данной экосистеме является той компонентой, которая активно влияет на успешность каждого существующего и вновь создаваемого объекта ЦЭ. Системообразующие элементы экосистемы напрямую связаны с социальным целеполаганием общественного порядка и включают, помимо экономической системы как системы распределения ресурсов, благ, доходов членов сообщества, культурно-идеологическую подсистему общества и отдельных индивидуумов как объектов ЦЭ и соответствующую символическую подсистему, связанную в определённой мере и с политическими символами. При новом экономическом укладе одновременно формируются и новые символические формы, которые закрепляется в национальном обществе и как идеология, и как фактор эмоционального, мотивационного и информационного воздействия на людей и взаимодействия субъектов современного общества.

Создаваемая бизнес-структурами и обществом динамичная экосистема ЦЭ делает актуальным синергетический аспект экономической среды, который, в свою очередь, обусловливает деятельностные аспекты, понятия и процессы устойчивого и целостного развития и существования экосистемы ЦЭ. Задачей формирования современного, успешно функционирующего объекта ЦЭ является определение принципов управления и обоснования выбора таких методов хозяйствования, которые будут максимально гармонизированы с условиями реализации и в текущем, и в долгосрочном периоде.

Поэтому в рамках современных подходов к практикам управления сложными (интегрированными) рыночными системами [17, 2, 4] (к которым на метасистемном уровне относится и экосистема ЦЭ в целом), с одной стороны, цифро-

вые технологии соединены с приоритетами личности (цели, идеалы, ценности, смысл жизни) и общекультурными и идеологическими компонентами, с другой – актуализированы задачи создания систем управления бизнес-процессами, в которых все возможные транзакции будут происходить в автоматических и автоматизированных режимах, современных технологических платформ, оперирующих «цифровыми двойниками» (моделями – см. [18, 19]) хозяйственных систем по принципу управления в режиме реального времени, позволяющих проводить проактивную политику управления бизнес-процессами на любом уровне и на любом объекте управления. Системные вопросы, влияющие на условия проявления факторов устойчивого и непрерывного экономического развития [2] в экосистеме ЦЭ, являются в таком случае зоной ответственности руководителя бизнес-единицы и фактически требуют формирования своей дорожной карты, обеспечивающей концепцию управления и другие бизнес-процессы.

В этой связи возможна дифференциация как самого пространства экономического сегмента, в частности выделение секторов реального экономического блока, так и деловых виртуальных информационных пространств (с тремя основными функциями: коммуникация, интеракция, социализация). Безусловно, ЦТ экономической действительности не предполагает отмирания классических экономических отношений, но её очевидным следствием становится концентрация основных усилий в сфере информационно-коммуникационного пространства трансграничной информационной среды и собственно рынка информационных услуг. При таких условиях глобализация взаимодействий человеческой личности и информационного пространства опосредованно является и фактором технологического роста, и фактором активации риска для вовлечённых объектов.

Функцию эффективности хозяйствования (ui) i-го объекта в составе экосистемы ЦЭ аппроксимированно можно определять с использованием мультипликативной функции (3) [16], отражающей дуализм ценностей участников экосистемы:

$$u_i = w_i . q_i , \quad (3)$$

где:

w_i – функция производственного роста i-го объекта, реализуемая под влиянием технологического изменения – цифровизациии бизнес-процессов;

q_i – функция активация риска i-го объекта, потенциально возникающего под влиянием технологического изменений: цифровизациии бизнес-процессов и использования трансграничного информационного пространства.

Таким образом, одним из признаков ЦЭ является формирование добавочной стоимости посредством генерации цифровых экономических благ при возрастающей роли влияния нецифровых факторов обеспечения экономического роста, связанного с научно-технологическими изменениями в области сквозных технологий и стремлением государств использовать свои преимущества, связанные с уровнем развития экономики, высоких технологий (в т. ч. ИТ) в качестве инструмента глобальной конкуренции. Важно, чтобы в условиях цифрового общества индивидуумы (экономически активные граждане, хозяйствующие субъекты) получали новые знания и права, связанные с защитой неприкосновенности их личной интеллектуальной собственности, персональных данных, активов в материальном и цифровом виде и т. д., а экономика государства и общество в целом – возможности для укрепления своих национальных и общественных интересов. Как следствие, и бизнес-сообщество, в свою очередь, в меньшей степени будет подвержено потрясением, если будет объединять усилия всех участников в области стабильности экономического роста.

В таком случае возрастание роли контентной составляющей экосистемы ЦЭ является существенным фактором, актуализирующим вопросы управления хозяйствующими субъектами и влияющим на возрастание роли «искусственного интеллекта» (AI), что приводит к необходимости развития фундаментальных исследований, начиная от многомерного статистического анализа (оценка в большей степени прошедших событий и трендов) в экономических исследованиях и вплоть до проведения исследований с перспективой создания методологического обеспечения. Применение на практике интеллектуальных прогнозных компонент для оценки вариабельности состояний высокодинамического характера обеспечивает тем самым оперативную адаптивность бизнес-управления, нивелируя

возможные сценарии как положительных, так и негативных действий со стороны субъектов ЦЭ, с помощью проактивной оценки, в т. ч. в рамках динамического анализа, отличающегося постоянным мониторингом коррелируемых факторов.

Результатом оценки вероятности возникновения новых или усиления весомости существующих рисков должно стать комплексное применение соответствующих аналитических и советующих средств адаптивного управления, обеспечивающих либо полное нивелирование негативных событий, либо максимально возможный перенос связанных бизнес-рисков на другие условия. Результатом оценки риска возникновения коррелированных и труднопредсказуемых событий должно быть включение дополнительных резервов бизнеса (или глубокая модернизация) в политику управления бизнесом в целом. В теоретическом плане мы приходим к актуализации концепции управления в ЦЭ, основанной на постоянном динамическом анализе изменений с помощью агрегированных динамических информационно-признаковых моделей развития (см. подробнее в [20]), применимых к объектам ЦЭ. Информационно-признаковые модели, сформированные на основе оценок установленных целевых показателей объектов управления и системных критериев (см. подробнее в [21]), должны позволить определять степень (состояние) реализации (вероятности наступления или ненаступления), соответствующую событию управления в рамках проводимого анализа соответствия и концепции проактивного управления. Эти выводы должны быть получены:

– на основании сравнительных оценок численных значений текущих и эталонных показателей (индикаторов) контролируемой деятельности объекта управления;

– на факте наличия / отсутствия качественного информационного (идентификационного) признака;

– на значимости (важности / весомости) информационного (идентификационного) признака, вероятности идентификации состояния / угрозы при его получении;

– на характере связи информационного (идентификационного) признака с событиями, формирующими соответствующее состояние (экологическое, промышленное, технологическое, экономическое) и т. д.

Простейшим вариантом являются модифицированные варианты диаграмм Ганта. Так, любая бизнес-структура как информационная структура сектора цифровой экосистемы представляет собой сеть, которая может быть описана соответствующим графом, и при этом степень влияния каждого элемента сети будет определяться:

– количеством путей длиной в различное число дуг, контролируемых этим элементом;

– коэффициентом важности каждого элемента сети [22].

В связи с этим модель информационной структуры бизнес-объекта в развёрнутом виде может обеспечивать решение ряда задач по определению важности каждого выделенного элемента сети в виде функции важности каждого элемента, входящего в контролируемый путь. Статическую модель в виде диаграмм Ганта можно назвать «снимком данных» бизнес-проекта (данных, зафиксированных в определённый момент времени – в момент события) [23]; зачастую она не предусматривает хранения или прогноза истории состояний (изменений состояний), что очевидно ограничивает её практическое применение в исследуемой предметной области, поскольку мониторинг состояния объекта управления принципиально основывается на сравнениях данных в динамике.

Достаточно специализированными, но весьма прогностичными являются динамические модели, построенные на дифференциальных изменениях и учёте массивов больших данных (Big Data), которые на сегодняшний день доступны не только в математических формах, но и в технологиях искусственного интеллекта (AI) с обучаемой атрибутикой систем поддержки принятия решений (СППР). Дело в том, что для решения задачи проактивного управления необходим анализ как текущих, так и ретроспективных предметных данных, данные отражают состояние показателей объекта управления в определённый момент времени и используются для сравнения, выявления трендов и прогноза поведения, в т. ч. с помощью технологий AI и Big Data. Концептуально подобную динамическую модель можно отнести к моделям, создаваемым по классическим канонам, описанным в работах Форрестера Дж., Моисеева Н. Н. [24, 25].

Предлагаемая авторами адаптированная динамическая модель системы взаимодействия

Таблица 1 – Динамическая дифференциальная модель. Основные параметры

Элемент	Содержание модели	Область определения	Основные переменные Крайние значения и их интерпретация
k	Коэффициент скорости расходования ресурса	[0, +∞)	0 – «ресурс не расходуется, нет амортизации»
p11	Скорость уменьшения потенциала системы	[0, 1]	Стремится к 1 – «все идеи исчерпаны»
p33	Скорость устаревания целевой деятельности системы	[0, 1]	0 – «целевая деятельность системы актуальна», 1 – «целевая деятельность системы неактуальна»
p44	Скорость снижения актуальности ресурса	[0, 1]	0 – «количество и качество факторов риска не снижается», 1 – «факторы риска моментально идентифицируются и нейтрализуются».
p55	Скорость снижения ценового уровня ресурса	[0, 1]	0 – «на уровень ресурса не влияют факторы риска», 1 – «существует (-ют) факторы (-ы) риска, способные полностью снизить рентабельность».
q13	Коэффициент влияния динамики потенциала развития системы на целевую деятельность	[0, 1]	0 – «не существует технологий, способных улучшить процесс выполнения целевой деятельности», 1 – «любое нововведение будет способствовать выполнению целевой деятельности системы»
q14	Коэффициент влияния динамики потенциала развития системы на уровень риска	[0, 1]	0 – «развитие обеспечивающей системы не создаёт новые риски», 1 – «развитие обеспечивающей системы создаёт новые риски постоянно»
q21	Коэффициент воздействия системы управлении (СУ) на объект управления (ОУ)	[0, 1]	0 – «СУ не влияет на процессы ОУ (деятельность ОУ не связана с обеспечением низкого уровня риска)», 1 – «СУ полностью влияет на ОУ (процессы ОУ связаны с обеспечением безопасности)»
q24	Коэффициент влияния динамики СУ на уровень риска	[0, 1]	0 – «развитие СУ неспособно нейтрализовать риски», 1 – «развитие СУ способно предупреждать риски»
q45	Коэффициент влияния динамики уровня угроз на уровень безопасности	[0, 1]	0 – «риски, влияющие на уровень безопасности, больше не смогут появиться», 1 – «на уровень управления влияют все возможные риски»
q53	Оценка влияния СУ на выполнение целевой функции	[0, 1]	0 – «выполнение целевой функции не нуждается в обеспечении защиты от рисков». Значение этого коэффициента показывает степень зависимости в обеспечении эффективности СУ

развития ИТ и КТ, характерных для ЦЭ, базируется на трудах российских авторов [26, 4, 27]. Эта модель подтверждает возможность применения аппарата обыкновенных дифференциальных уравнений для исследований и анализа процессов, происходящих в плохо формализуемых системах, не имеющих узко физической природы. В зависимости от назначения и масштаба модели исследуется состояние ресурсов, включающих не только традиционное содержание, но и технологический, энергетический, кадровый, инфраструктурный компонент в обобщённом, комплексном смысле. Модель представляет собой систему дифференциальных уравнений первого порядка, которые описывают динамику использования ресурсов взаимодействующих сторон в экосистеме ЦЭ (X – государство, Y – бизнес-сообщество (объекты хозяйственной деятельности), Z – человеческие ресурсы) и фазовые переменные каждой из сторон (4). Параметры предлагаемой модели описаны в табл. 1 и 2.

Таблица 2 – Системные назначения фазовых переменных

Фазовая переменная	Системное назначение
$\dot{y}_1\dot{Z}_1$	Обеспечивающая деятельность системы (ОДС) – функции описываемой системы, предназначенные для поддержки выполнения целевой функции
$\dot{y}_2\dot{Z}_2$	Система обеспечения эффективности системы управления (СУ) – часть описываемой системы, основной задачей которой является обеспечение управления объектом хозяйственной деятельности
$\dot{y}_3\dot{Z}_3$	Целевая деятельность системы (ЦДС) – деятельность системы, напрямую связанная с решением основной задачи
$\dot{y}_4\dot{Z}_4$	Уровень риска (УР)

Описание фазовых переменных в общих терминах (X, Y, Z), (x_s), (y_s) (z_s) – фазовые переменные модели:

M

$$
\begin{cases}
X \begin{cases}
\dot{x}_1 = -p_{11}^{(x)} x_1 + r_1^{(x)} s^{(x)} \\
\dot{x}_2 = -p_{22}^{(x)} x_2 + r_2^{(x)} s^{(x)} \\
\dot{x}_3 = -p_{33}^{(x)} x_3 + q_{13}^{(x)} \dot{x}_1 + q_{53}^{(x)} \dot{x}_5 + r_3^{(x)} s^{(x)} \\
\dot{x}_4 = -p_{44}^{(x)} x_4 + q_{14}^{(x)} \dot{x}_1 - q_{24}^{(x)} \dot{x}_2 + p_{24}^{(x)} x_2 \\
\dot{x}_5 = -p_{55}^{(x)} x_5 + q_{45}^{(x)} \dot{x}_4 \\
s^{(x)} = -k^{(x)} s^{(x)} + g^{(x)} x_3
\end{cases} \\
Y \begin{cases}
\dot{y}_1 = -p_{11}^{(y)} y_1 + r_1^{(y)} s^{(y)} \\
\dot{y}_2 = -p_{22}^{(y)} y_2 + r_2^{(y)} s^{(y)} \\
\dot{y}_3 = -p_{33}^{(y)} y_3 + q_{13}^{(y)} \dot{y}_1 + q_{53}^{(y)} \dot{y}_5 + r_3^{(y)} s^{(y)} \\
\dot{y}_4 = -p_{44}^{(y)} y_4 + q_{14}^{(y)} \dot{y}_1 - q_{24}^{(y)} \dot{y}_2 + p_{24}^{(y)} z_2 \\
\dot{y}_5 = -p_{55}^{(y)} y_5 + q_{45}^{(y)} \dot{y}_4 \\
s^{(y)} = -k^{(y)} s^{(y)} + g^{(y)} y_3
\end{cases} \\
Z \begin{cases}
\dot{z}_1 = -p_{11}^{(z)} z_1 + r_1^{(z)} s^{(z)} \\
\dot{z}_2 = -p_{22}^{(z)} z_2 + r_2^{(z)} s^{(z)} \\
\dot{z}_3 = -p_{33}^{(z)} z_3 + q_{13}^{(z)} \dot{z}_1 + q_{53}^{(z)} \dot{z}_5 + r_3^{(z)} s^{(z)} \\
\dot{z}_4 = -p_{44}^{(z)} z_4 + q_{14}^{(z)} \dot{z}_1 - q_{24}^{(z)} \dot{z}_2 + p_{24}^{(z)} y_2 \\
\dot{z}_5 = -p_{55}^{(z)} z_5 + q_{45}^{(z)} \dot{z}_4 \\
s^{(z)} = -k^{(z)} s^{(z)} + g^{(z)} z_3
\end{cases}
\end{cases}
\qquad (4)
$$

где:

x_1, y_1, z_1 – обеспечивающая деятельность, x_2, y_2, z_2 – система обеспечения эффективности управления объектом хозяйственный деятельности;

x_3, y_3, z_3 – целевая деятельность (достижение экономической эффективности, эффективности по ИЦТ в отрасли);

x_4 , y_4 , z_4 – уровень дестабилизирующих факторов экономики ;

x_5 , y_5 , z_5 – уровень благоприятности бизнес-среды, уровень непрерывности бизнеса и уровень устойчивости;

$\bar{y}=(y_i, i = \overline{1,5})$ – вектор переменных y;

$\dot{\bar{y}}=(\dot{y}_i, i = \overline{1,5})$ – вектор производных от переменных y;

$\bar{z}=(z_i, i = \overline{1,5})$ – вектор переменных z;

$\dot{\bar{z}}=(\dot{z}_i, i = \overline{1,5})$ – вектор производных от переменных z ;

$s^{(x)}$ – ресурс стороны X;

$s^{(y)}$ – ресурс стороны Y;
$s^{(z)}$ – ресурс стороны Z.

Данное описание позволяет строить динамическую модель осуществления хозяйственной деятельности в процессе ЦТ и комплементарности ресурсов участников рынка.

Дополнительно можно заметить, что в настоящее время технологически система партнёрства и совместимости бизнес-процессов в ЦЭ во многом основана на развитии цифровых телекоммуникационных платформ, удалённом мониторинге, оперативной обработке и оценке распределённых данных, которые являются технической основой трансформации традиционных информационных потоков и бизнес-моделей предприятия. Реализация такого подхода в цифровой экосистеме является примером возрастания реальной роли аналитики нового уровня, предполагающей комплексное использование инструментов дескриптивной (описательной) аналитики, предпочтительно работающей с хорошо структурированными данными, прогнозной аналитики, обеспечивающей прогнозирование на основе подтверждённых статистических гипотез с использованием инструментов корреляционно-регрессионного и кластерного анализа (например, для прогнозирования численности, планирования загрузки, формирования профиля успешного сотрудника, плана мероприятий и др.). Очевидно, что условия хозяйствования на современном этапе, связанные с обработкой Big Data, выявлением неочевидных зависимостей и мультивариантностью сценариев, требуют создания инструментария предиктивной и прескриптивной аналитики. Здесь актуализируется роль машинного обучения (в т. ч. с функциями AI), аналитического ПО, позволяющего выделять эти неочевидные зависимости и строить модели, обеспечивающие поиск решений в динамической среде исследуемой экосистемы в целом. Важно, что управление с использованием прогнозных данных повышает эффективность и устойчивость бизнеса, а массивы данных, описывающих поведение объектов и субъектов управления, являются основой систем поддержки принятия решений (СППР), в т. ч. в сфере электронной коммерции, в системах промышленной и экологической безопасности и др.

В общем случае, с одной стороны, цифровое партнёрство способствует появлению и развитию сетевых и / или синергетических эффектов [13, 24], которые становятся мощным ресурсом конкурентного преимущества предприятий и одновременно источником совместных преимуществ участников, однако появляется проблема архитектуры партнёрства как системы отношений между всеми участниками, ориентированной на обмен информацией, создание знаний и обмен ими, поддержание необходимого окружения, уровня корпоративной и цифровой культуры. С другой стороны, партнёрство, основанное на трансграничных трансакциях, актуализирует соответствующие ему принципы управления и стили руководства, поскольку сообщество участников и их ресурсы, собственно данные, становятся главным активом экосистемы цифрового сообщества.

Выводы. Для объектов ЦЭ характерно наличие условий, формирующих динамическую масштабируемость воздействия и возможность самоорганизации среды под влиянием внешних и внутренних факторов хозяйственной деятельности, факторов, которые потенциально приводят к появлению новых событий и при этом могут иметь специфический характер с учётом как самого объекта ЦЭ, так и его отраслевого статуса. Таким образом, управление бизнес-проектом в условиях ЦЭ – это многофакторная динамическая задача трансграничного информационно-коммуникативного управления, направленного на выявление коррелированных событий, мониторинг качества и опережающего улучшения бизнес-процессов и их технологического обеспечения, анализ инцидентов и прогнозирование изменений.

Важно, что современный инструментарий цифровизации бизнес-процессов делает эту методологию достаточно прозрачной, контролируемой и динамичной. В эпоху ЦЭ, как отмечается в современных исследованиях [19], появляются новые приоритеты в работе хозяйствующих субъектов. Они обозначены в работах авторов [18], которые отметили, что необходимыми условиями для предприятий, стремящихся к успешной деятельности в условиях ЦЭ, являются следующие ценности:

– инвестирование в новые способности, осуществление вложений в человеческий талант и мотивирование к его развитию;

– высокая значимость оценки отношений с партнёрами;

– повышение оперативности и быстродействия;

– обладание полными знаниями о своих действительных конкурентах.

Если глобализация и глубина цифровых процессов представляет собой некий собирательный образ, характеризующийся системностью (охватывает различные сферы общественной жизни – политическую, социально-экономическую и духовно-нравственную), динамизмом (представляет собой не статику, а процесс) и комплексностью (совокупность множественных связанных процессов, протекающих в различных сферах общественной жизни), то проводимые и рекомендуемые к проведению исследования и мероприятия по управлению хозяйственной деятельностью основываются на необходимости поддержания реальной экономики с учётом требований непрерывности и устойчивости её суверенного долгосрочного развития в интересах российского общества и возможности нейтрализации факторов риска.

Источники

1. Иванова Л. Н., Терская Г. А. Точки роста и драйверы роста: к вопросу о содержании понятий // Journal of Institutional Studies (Журнал институциональных исследований). Т. 7. № 2. Ростов н / Д: Гуманитарные перспективы, 2015, С. 120–133.

2. Ильченко С. М., Круковский Я. В. Интеграционные процессы и механизмы в стратегии устойчивого развития российской экономики. Опыт ГЧП в сфере ОПК // Стратегическое планирование и развитие предприятий : матер. XV Всерос. симпозиума. М.: ЦЭМИ РАН, 2014. С. 89–91.

3. Макаров С., Угнич Е. Бизнес-катализаторы как драйверы развития региональных инновационных систем // Форсайт. Т. 9. № 1. М.: ВШЭ, 2015. С. 56–67.

4. Круковский Я. В. Условия и предпосылки развития интегрированных структур в промышленном секторе // Стратегическое планирование и развитие предприятий : матер. V Всерос. симпозиума. М.: ЦЭМИ РАН, 2004.

5. Поппер К. Открытое общество и его враги : в 2 т. : [пер. с англ] / под ред. В. Н. Садовского. М.: Культурная инициатива – Феникс, 1992. 437 с. 522 с.

6. Strohmaier R., Schuetz M., Vannuccini S. (2019) A systemic perspective on socioeconomic transformation in the digital age. J. Ind. Bus. Econ., 2019, no. 46, pp. 361–378 [Electronic resource]. Available at: https://doi.org/10.1007/s40812-019-00124-y (accessed 20.02.2021).

7. Perez C. Microelectronics, long waves and world structural change: New perspectives for developing countries (1985). World development, 1985, vol. 13, no. 3, pp. 441–463.

8. Perez C. Technological revolutions and techno-economic paradigms. Cambridge journal of economics, 2010, vol. 34, no. 1, pp. 185–202.

9. Godina O. V., Kosenkova Y. Y., Maksimenko L. S., Mezentseva Y. R., Shcherbakova T. A. (2019) Strategic Directions of Innovational Development of Socio-Economic Systems [Electronic resource]. In: Popkova E., Ostrovskaya V. (eds) Perspectives on the Use of New Information and Communication Technology (ICT) in the Modern Economy. ISC 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 726, Springer, Cham. Available at: https://doi. org/10. 1007/978-3-319-90835-9_14 (accessed 20.02.2021).

10. Sazanova S. L., Kuznetsov N. V. (2020) Institutional Environment of the Digital Economy. In: Popkova E., Sergi B. (eds) Scientific and Technical Revolution: Yesterday, Today and Tomorrow. [Electronic resource]. ISC 2019. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 129, Springer, Cham. Available at: https://doi.org/10. 1007/978-3-030-47945-9_64 (accessed 20.02.2021).

11. Акаев А. А., Малков С. Ю. Геополитическая динамика: возможности логико-математического моделирования // Геополитика и безопасность. СПб., 2009. № 4. С. 39–55.

12. Винокуров Г. Н., Коняхин Б. А., Подкорытов Ю. А. Геополитический статус Китая как фактор российской политики ядерного сдерживания Соединенных Штатов // Стратегическая стабильность. Королёв, 2008. № 2. С. 49–53.

13. Винокуров Г. Н., Ковалев В. И., Малинецкий Г. Г., Малков С. Ю., Подкорытов Ю. А. Россия в контексте мировой геополитической динамики: количественная оценка исторической ретроспективы, современного состояния и перспектив развития // Проекты и риски будущего. Концепции, модели, инструменты, прогнозы / отв. ред. А. А. Акаев, А. В. Коротаев, Г. Г. Малинецкий, С. Ю. Малков. М.: Красанд, 2011. С. 89–105.

14. Cobb C. W., Douglas P. H. A Theory of Production. Amer. Econ. Rev. Suppl., 1928, vol. 18, March, pp. 139–165.

15. Кондратьев В. Б. Отрасли и сектора глобальной экономики: особенности и тенденции развития [Электронный ресурс] // Мировая экономика и международные отношения. 2015. № 7. С. 5–15. URL: https://www.elibraryru/item.asp?id=23806979 (дата обращения : 20.02.2021)

16. Шумов В. В. Пограничная безопасность как ценность и общественное благо: Математические модели. М.: Ленанд, 2015. 184 с.
17. Ильченко С. М., Катеров Ф. В. Развитие государственно-частного партнёрства в энергетике // Экономика и современный менеджмент: теория и практика. Новосибирск: Сиб. академ. книга, 2013. № 26. С. 51–56.
18. Аренков И. А., Смирнов С. А. Трансформация системы управления предприятием при переходе к цифровой экономике // Российское предпринимательство. М.: Креативная экономика, 2018. Т. 19. № 5. С. 1711–1722.
19. Кокорев А. С. Цифровая экономика: смена ценностей и ориентиров в управлении предприятием // Московский экономический журнал. М.: Электронная наука, 2019. № 1. С. 252–259.
20. Левкин И. М., Левкина С. В., Сорокина Е. А. Информационно-признаковое моделирование угроз национальной безопасности // Геополитика и безопасность. СПб.: Ун-т ИТМО, 2015. № 1 (29). С. 88–93.
21. Левкин И. М., Микадзе С. Ю. Добывание и обработка информации в деловой разведке. СПб.: Ун-т ИТМО, 2015. 460 с
22. Заплатинский В. М. Терминология науки о безопасности // Zbornik prispevkov z medzinarodnej vedeckej konferencie Bezhecnostna veda a bezpecnostne vzdelanie. Liptovsky Mikulas: AOS v Liptovskom Mikulasi, 2006.
23. Лисянский К. Архитектурные решения и моделирование данных для хранилищ и витрин данных [Электронный ресурс]. URL: http://www.olap.ru/basic/diasoft1.asp (дата обращения : 20.02.2021)
24. Капица С. П., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика и прогнозы будущего. М.: Едиториал УРСС, 2003. 288 с.
25. Моисеев Н. Н. Простейшие математические модели экономического прогнозирования. М.: Знание, 1975. 63 с.
26. Круковский Я. В. Региональный опыт развития интегрированных структур в промышленном секторе российской экономики // Сотрудничество государства и частного сектора в ходе реструктуризации промышленности : матер. ЕЭК ООН. 2004. [Электронный ресурс]. URL: https://unece.org/fileadmin/DAM/ie/wp8/documents/tp1kr.pdf (дата обращения : 20.02.2021)
27. Шишкин В. М., Абросимов И. К. Динамическая модель системы взаимодействия развития ИКТ и обеспечения национальной безопасности // Региональная информатика и информационная безопасность : сб. трудов конфер. СПб.: ЛЭТИ, 2015. Вып. 1. С. 230–234.

Информация об авторах

Ильченко Светлана Михайловна
Кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник. Омская гуманитарная академия (644105, РФ, Омск, ул. 4-я Челюскинцев, 2а). ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-9492-7960. SPIN-код: 7713-5751. РИНЦ Author ID: 620200. E-mail: ilchenkosm@yandex.ru

Круковский Ярослав Валентинович
Кандидат экономических наук, доцент, руководитель ИТ-департамента. Российская корпорация средств связи (123022, РФ, Москва, 2-я Звенигородская ул., 13, стр. 40). ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4814-2089, SPIN-код: 4754-4915, РИНЦ Author ID: 860072.
E-mail: kroukovsky@yandex.ru