

configure the GDP model to describe the dynamics of the GDP of different countries, taking into account their real differences in the size of GDP. The problems of verification of the parameters of the proposed model arising in connection with the multi-extremality of the function describing this model are considered. Verification of the parameters of this model on specific data is carried out on the values of US GDP for the period from 1790 to 2018. The results of testing the model showed that the superposition of long Kondratieff–Schumpeter waves well describe the dynamics of US GDP over the entire period, and the model parameters are quite consistent with their generally recognized values.

Keywords: GDP USA, long waves, Kondratieff, periodic functions, technological structures, parameter estimation.

JEL: C51, C63, E32, O11, O51.

Manuscript received 24.01.2020

О ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ В КОНТЕКСТЕ СИСТЕМНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ¹

*С.Н. Сильвестров, В.П. Бауэр,
В.В. Еремин, Н.В. Лапенкова*

DOI: 10.33293/1609-1442-2020-2(89)-22-45

Цель статьи – разработка модели цифровой трансформации предприятия в контексте системной экономической

© Сильвестров С.Н., Бауэр В.П., Еремин В.В.,
Лапенкова Н.В., 2020 г.

Сильвестров Сергей Николаевич, д.э.н., профессор, Заслуженный экономист РФ, директор Института экономической политики и проблем экономической безопасности, ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ», Москва, Россия; silvestrsn@gmail.com. ORCID: 0000-0002-7678-1283

Бауэр Владимир Петрович, д.э.н., доцент, директор Центра стратегического прогнозирования и планирования Института экономической политики и проблем экономической безопасности, ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ», Москва, Россия; bvr09@mail.ru. ORCID: 0000-0002-6612-3797

Еремин Владимир Владимирович, к.э.н., ведущий научный сотрудник Центра мониторинга и оценки экономической безопасности Института экономической политики и проблем экономической безопасности, ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ», Москва, Россия; villy.eremin@gmail.com. ORCID: 0000-0002-2144-3543

Лапенкова Наталья Владимировна, младший научный сотрудник Центра мониторинга и оценки экономической безопасности Института экономической политики и проблем экономической безопасности, ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ», Москва, Россия; NVLapenkova@fa.ru

¹ Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ».

теории. Актуальность цели определена масштабным переходом мировой экономики на цифровые форматы функционирования. Предварительное моделирование цифровой трансформации позволит предприятию рассчитать экономический эффект от ее внедрения, выявить изменения во взаимоотношениях с его партнерами и конкурентами, влияние этих изменений на динамику рыночной стоимости ресурсов и готовой продукции. Задачей статьи является формирование модели, описывающей не только сам проект цифровой трансформации, но и его взаимосвязи с внешней средой предприятия, процессами снабжения и реализации готовой продукции. В статье формируется гипотеза о том, что системная экономическая теория позволяет создать модель цифровой трансформации предприятия. Данная модель обладает следующей научной новизной. Во-первых, обосновывается возможность и адекватность описания взаимоотношений составляющих экономической тетрады (комплекс из объектной, проектной, процессной и средовой систем) через изменение финансовых потоков и показателей при цифровой трансформации предприятия. Во-вторых, описывается влияние цифровой трансформации предприятия не только на его деятельность, но и на изменение конъюнктуры окружающей это предприятие рыночной среды, учитывая происходящие в результате цифровой трансформации предприятия изменения спроса и предложения на ресурсы, необходимые для функционирования трансформируемого предприятия, а также на реализуемую им продукцию. В-третьих, учет изменений конъюнктуры рыночной среды, окружающей трансформируемое предприятие, позволяет интегрировать в экономическую тетраду механизм рыночной конкуренции. В-четвертых, модель цифровой трансформации предприятия позволяет исследовать взаимодействия финансово-экономических процессов, которые усиливают и передают результирующие эффекты цифровой трансформации по вертикали и горизонтали сетевого экономического пространства экономических тетрад. Предлагаемое моделирование упростит переход к цифровой трансформации и применение сценарного анализа, повысит предсказуемость результатов цифровой трансформации, снизит риск ее негативных последствий.

Ключевые слова: цифровизация экономики, системная экономическая теория, экономические системы, пространственно-временной подход, теория экономических систем, управление финансовыми потоками, экономические тетрады.

JEL: D24, E22, G31.

ВВЕДЕНИЕ

Современным трендом развития экономики, который пришел на смену информатизации и компьютеризации, является цифровизация (Вайл, Вернер, 2019). Новым понятием, тесно связанным с цифровизацией, является понятие «цифровая экономика», в условиях которой у бизнеса появляется возможность эффективно адаптироваться к выживанию в конкурентной среде (Линц, Мюллер-Стивенс и др., 2019).

Официальным и принятым в России на правительственном уровне определением понятия «цифровая экономика» является следующее: «Цифровая экономика – это хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов данных и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг»².

Основой цифровой экономики выступает единое информационное пространство, формируемое с учетом потребностей как отдельных граждан, так и общества в целом в своевременном получении достоверных данных. Немаловажной составляющей цифровой экономики является формирование информационной инфраструктуры, а требования к информационной безопасности ставят вопрос о формировании этой инфраструктуры на основе российских информационных и телекоммуникационных технологий и оборудования. Развитие цифровой экономики, облегчающей и упрощающей получение, передачу и обработку данных, является необходимым условием прогресса в развитии как экономи-

² Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы, утвержденная Указом Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank41919>.

ческой, так и социальной сферы Российской Федерации³.

Импульсом развития цифровой экономики является *цифровизация*. Это процесс перевода хозяйствующих субъектов традиционной экономики на цифровые форматы. Разнообразие цифровых технологий, применяемых в процессе этого перевода, равно как и их влияние на общество, настолько масштабны, что позволяют говорить о *четвертой промышленной революции* (Шваб, Дэвис, 2018; Добрынин, Черных и др., 2016). Цифровые платформы, применение искусственного интеллекта, анализ больших данных, в том числе в целях управления предприятием и мониторинга состояния оборудования (Murray, 2016), роботизация промышленности – все это тренды цифровой трансформации не только отдельных предприятий, но и мировой экономики в целом (Стародубцева, Маркова, 2018; Володько, Володько, 2018).

Под цифровой трансформацией предприятия понимается интеграция цифровых технологий во все аспекты деятельности предприятия в целях повышения его конкурентоспособности и эффективности деятельности. Цифровой основой этого процесса является *фундаментальная программная платформа*, необходимая для достижения целей бизнеса с помощью цифровых технологий. Благодаря цифровой трансформации предприятие получает возможность использовать преимущества перевода своего бизнеса в цифровое поле – пространство взаимодействия субъектов и объектов окружающей среды, связанных процессами создания и потребления цифровых данных.

В работе (Бойко, Евневич и др., 2017) показано, что все предприятия цифровой экономики можно разделить на *три сферы деятельности*. Это предприятия традиционного уклада, использующие цифровые технологии

для модернизации инфраструктуры и бизнес-процессов (заводы, фабрики и прочие производства); предприятия, реализующие свою продукцию через виртуальные каналы (для продажи любых товаров), и виртуальные предприятия, которые привязаны к виртуальным активам (Google, mail.ru, Hotmail.com, Uber, Airbnb, Avito.ru и пр.). В данной работе сделан вывод о том, что структура цифровой экономики очень динамична и, следуя *концепции Р. Коуза о минимизации стоимости транзакций*, в ней должны преобладать в будущем сетевые конструкции, охватывающие взаимодействия всех предприятий из указанных сфер деятельности (Дятлов, Лобанов и др., 2018).

Таким образом, из изложенного выше можно сделать вывод о том, что если предприятия двух последних сфер деятельности являются полностью «цифровыми», то традиционным предприятиям для сохранения конкурентоспособности или просто выживания необходимо внедрять современные информационные технологии, последствия которых вызовут трансформацию как инфраструктуры, так и технологий производства и реализации продукции.

Вопросы внедрения цифровых технологий в деятельность современных предприятий, связанные с этим возможности и риски анализируются в широком пласте работ (Попкова, Морозова и др., 2018; Плотников, 2018; Бауэр, Побываев и др., 2018; Bredmar, 2017). Ряд авторов (Куликов, Ризванов и др., 2018; Крылатков, Минеева, 2018) анализирует цифровую трансформацию предприятий через внедрение в их деятельность «цифровых двойников» – цифровых копий физических объектов, технологий и бизнес-процессов, позволяющих повысить эффективность бизнеса как в сфере промышленного производства (Ильин, Ильин, 2015), так и в сфере выполнения работ и предоставления услуг (Grieves, 2017; Ильин, 2018). Активно анализируется применение цифрового контента в целях формирования *дополненной реальности* для физических активов (Бауэр, Подвойский и др.,

³ Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденная распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р. URL: <http://government.ru/docs/all/112831/>.

2018). Также активно рассматривается (Бауэр, Еремин и др. 2019) применение системной экономической теории для моделирования цифровой трансформации предприятий.

Как показывает анализ (Авдошин, Ананьин и др., 2018), в настоящее время цифровая трансформация предприятий осуществляется эмпирически за счет цифровизации отдельных активов производства, поэтому она не имеет оснований, способных обеспечить научную базу для цифровой трансформации. Это препятствует ее широкому внедрению. В данном контексте, по мнению авторов, наиболее многообещающим являются *ресурсный подход* к адаптации и специализации фирм к новым вызовам современности (Foss, Stieglitz, 2010), а также разработанная на его основе ресурсная модель цифровой трансформации предприятия. Подтверждением служат многочисленные работы, в основе которых присутствует ресурсный контекст изучения процессов в экономике, финансах и менеджменте (Wernerfelt, 2016; Ильин, 2013; Тарануха, 2018).

1. СИСТЕМНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ – ОСНОВА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЕКТА ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Рассмотрим подход к моделированию процессов цифровой трансформации предприятия в контексте системной экономической теории, разработанной в рамках теории экономических систем (Клейнер, 2007, 2008, 2011а, 2011б, 2019; Клейнер, Рыбачук, 2017) и дополненной Е.Г. Карповой (Карпова, 2017).

Эта теория основана на выделении в экономике четырех типов экономических систем. В качестве критерия их классификации применяется *степень локализации* каждого типа этих систем как в пространстве, так и во времени. Применяя такой критерий,

в рассматриваемой теории выделяются следующие типы экономических систем:

1) проектная – границы проекта определены как во времени (сроки реализации), так и в пространстве (на территории его реализации);

2) объектная – объект существует в пространстве (что определяет его пространственные границы), но время его существования не определено;

3) процессная – сроки протекания процесса (его временные границы) определены, но одни и те же процессы могут протекать в разных пространствах, распространяясь от них на соседние, что делает границы таких систем неопределенными в пространстве;

4) средовая – время и пространство ее существования не определены, следовательно, она не имеет не временных, ни пространственных границ.

Каждый из четырех выделенных типов систем изначально может использовать только ресурсы пространства и времени, а также способности, находящиеся в сфере его контроля. Но зачастую этих ресурсов и способностей оказывается недостаточно для функционирования системы, в результате чего она вступает в отношения устойчивого взаимодействия с другими системами, испытывающими недостаток базовых ресурсов и способностей, имеющих в избытке у анализируемой системы и имеющих избыток тех базовых ресурсов и способностей, нехватку которых испытывает анализируемая система.

В результате сформировавшихся взаимоотношений между системами происходит обмен такими ресурсами, как время (T) и пространство (S), и следующими способностями:

- интенсивность (I) – повышение эффективности использования пространства;
- активность (A) – повышение эффективности использования времени (Клейнер, 2011б).

Чтобы описать взаимодействия систем по обмену ресурсами и способностями, вводится ключевое для системной экономической теории понятие – «тетрада». Под *тетрадой*

подразумевается комплекс из четырех систем разных типов, которые находятся в устойчивом взаимодействии друг с другом. Общий вид тетрады представлен на рис. 1.

Успешная реализация проекта в установленный период времени повышает активность объектной системы (A). В результате повышается эффективность деятельности объекта и отдача на вложенные в него ресурсы, что интенсифицирует (I) процессы взаимодействия средовой и объектной систем через повышение притока ресурсов, инвестируемых средой в объект. Чтобы проект функционировал, необходимо пространство процессов (S), в рамках которого он будет развиваться. Пространство такой проектной системе предоставляет система процессная. В свою очередь, объектная система устанавливает сроки реализации проектов, предоставляя проектной системе время (T).

До тех пор пока составляющие средовой системы принимают участие в конкретных процессах, эти процессы будут развиваться. Таким образом, среда предоставляет процессам время (T). Объектной системе средовая система предоставляет пространство ресурсов (S), выделяя их на функционирование тех или иных объектов. Объект интенсифицирует предоставление этого пространства (I) путем вознаграждения владельцев ресурсов за счет получаемой прибыли. Аналогично за счет предоставления готовой продукции, ресурсов и выручки процессная система активизирует (A) деятельность средовой системы.

Модель финансовых потоков, описывающая работу традиционного предприятия на основе системной экономической теории, представлена в работе Е.Г. Карповой (Карпова, 2016), см. рис. 2.

Кандидат экономических наук Е.Г. Карпова ввела следующие обозначения: $EBIT$ – прибыль компании до вычета налога на прибыль и начисленных процентов по кредитам; $NOPAT$ – чистая операционная прибыль за вычетом налогов; $WACC$ – средневзвешенная стоимость капитала; IRR – внутренняя норма доходности; NPV – чистый приведенный до-

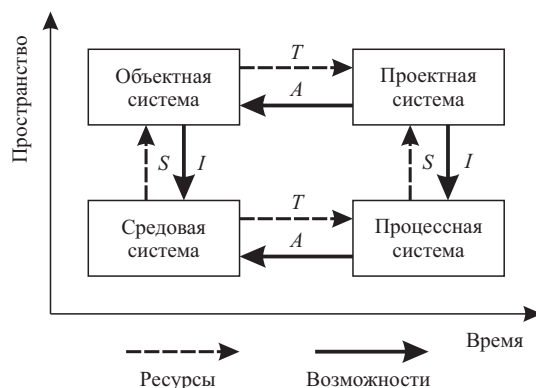


Рис. 1. Экономическая тетрада

ход; $I_{\text{пкт}}$ – инвестиционные затраты на проект; $\pi_{\text{пкт}}$ – прибыль от реализации проекта; $CF-$, $CF+$ – исходящие и поступающие денежные потоки; $V_{\text{пр-ва}}$, $V_{\text{пост}}$, $V_{\text{прод}}$ – объемы соответственно производства, поставки, продажи продукции в результате реализации проекта; $Выр$ – объем выручки; $ЗК$, $УК$ – среднегодовая стоимость заемного и уставного капитала соответственно; $N_{\text{обл}}$, $N_{\text{акц}}$ – выпуск корпоративных облигаций и акций соответственно; I – инвестиции; i , % – проценты по заемному капиталу; d , % – дивиденды по акциям.

Данная модель подробно описывает функционирование традиционного предприятия, но успешное моделирование проекта его цифровой трансформации требует детализации, представленной ниже.

Основой этой детализации является тот факт, что целью цифровой трансформации предприятия – кардинальное повышение эффективности его деятельности за счет глубокой интеграции в нее широкого спектра цифровых технологий. Условием успешной реализации проекта цифровой трансформации предприятия в течение планового периода времени является получение им дополнительного объема финансовых ресурсов, превышающего объем этих ресурсов, затраченных на реализацию и функционирование проекта цифровой трансформации. Это позволит предприятию повысить свою стоимость, сделать его более привлекательным для инвесторов.

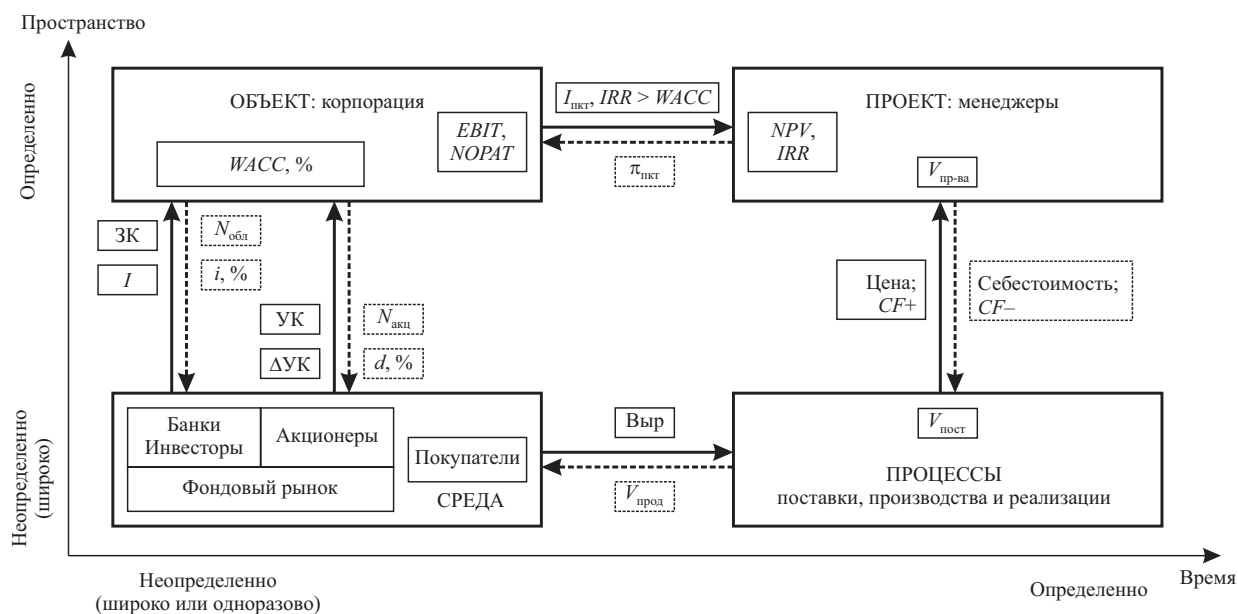


Рис. 2. Модель работы традиционного предприятия (по Е.Г. Карповой)

Источники: (Карпова, 2016).

Цифровая трансформация предприятия многоаспектна и разнонаправленна. Это комплекс решений, включающих разработку и применение цифровых платформ для повышения эффективности взаимодействия с поставщиками и покупателями, а также контроля качества. Использование анализа больших данных для грамотного выстраивания маркетинговой стратегии, роботизация производства и использование 3D-печати для снижения себестоимости продукции. Средства искусственного интеллекта можно применять на этапах разработки новых продуктов, координации производственных процессов, оптимизации логистики, продвижения готовой продукции.

Кроме сложности, цифровая трансформация предприятия – затратный процесс и априори не несет предприятию только положительные эффекты. Именно предварительное моделирование ее результатов позволит ответить на следующие вопросы:

1. Повысит ли цифровая трансформация эффективность деятельности данного предприятия?

2. Какой именно набор средств цифровой трансформации будет более эффективным для внедрения на данном предприятии?

Ответы на эти вопросы позволят получить ответ на основной вопрос: необходима ли данному предприятию цифровая трансформация?

Ряд авторов (Куприяновский, Добрынин и др., 2017) видят причиной цифровой трансформации предприятий интересы клиентов. Именно клиенты, желающие как получать информацию, услуги, отзывы о товарах, как и осуществлять заказ этих товаров, не выходя из дома, предпочитают компании, активно действующие в цифровом поле. Конкурентам этих компаний не остается ничего иного, как следовать за ними, также перенося часть своей активности в цифровое поле. Снижение рисков этого переноса, повышение его результативности возможно в результате его предварительного моделирования и основанного на этой модели сценарного анализа последствий применения компанией той или иной стратегии в цифровом пространстве.

Как правило, авторы, предлагающие свои подходы к моделированию цифровой трансформации предприятия, останавливаются на моделях цифровизации бизнес-процессов предприятия, моделях анализа потоков его ресурсов и информации (Ильина, 2018). Основой таких моделей являются: «канва Остервальдера» (Остервальдер, 2011); моментальный снимок (Ферр, Даер и др., 2017); четырехэлементные шаблоны моделей бизнес-архитектуры (Гассман, Франкенбергер и др. 2016) и т.п. На основе этих моделей создаются цифровые двойники производственных и реализационных бизнес-процессов (Смирнов, 2018), производственных технологий и готовой продукции (Гончаров, Саклаков, 2018).

В связи с экономическим успехом цифровых платформ, произошедшим в последнее десятилетие, ряд авторов (Йоффе, Кусумано, 2016; Muegge, 2013) рассматривают в качестве модели для цифровой трансформации современного предприятия именно цифровую платформу, проводят скрупулезный анализ деятельности цифровых платформ (Тапскотт, Уильямс, 2009) и предоставляют их подробную классификацию (Паркер, Альстин и др., 2017).

Процессы цифровой трансформации предприятий анализируются в большом числе работ. Но большинство этих работ освещают только одну, определенную область, фрагмент процессов цифровой трансформации, будь то создание цифровых двойников отдельных бизнес-процессов или преимущества цифровых платформ. В то время как цифровая трансформация современного предприятия – *не только трансформация его бизнес-процессов, но и трансформация его отношений с окружающей средой*, включая рынки финансов, готовой продукции и ресурсов как для ее производства, так и для реализации проекта цифровой трансформации предприятия. Необходимо отметить и тот факт, что изменения окружающей предприятие среды, происходящие под влиянием процесса цифровой трансформации предприятия, сами начинают оказывать влияние на этот процесс, усложняя его обратной связью.

Исследователи затрагивают и широкий круг подходов к моделированию деятельности предприятия. Это моделирование на основе положений теории автоматического управления (Ивахненко, Аникеева и др., 2019), моделирование в формате компонентных цепей (Затик, Затик и др., 2017), эконометрическое моделирование (Подопригора, 2018) и т.п. Но, как и в случае с работами, посвященными вопросам цифровой трансформации предприятия, эти и аналогичные исследования в основном затрагивают моделирование внутренних процессов предприятия, слабо затрагивая его связи с внешней средой.

С учетом вышеуказанного необходима модель, позволяющая учесть не только те изменения, которые процесс цифровой трансформации предприятия привносит в его деятельность, но и изменения в его взаимосвязях с окружающей средой, влияние процесса цифровой трансформации предприятия на рыночные механизмы. В статье формируется гипотеза о том, что в качестве основы для такой модели наилучшим образом может быть использована *системная экономическая теория*. Так как именно она позволит учесть влияние реализации проекта цифровой трансформации предприятия на деятельность этого предприятия (объект), изменение его взаимоотношений с поставщиками, подрядчиками и инвесторами (среда) и через них – на рыночные процессы ценообразования, в свою очередь влияющие на эффективность и сроки окупаемости проекта цифровой трансформации предприятия.

Сформируем детализированную модель цифровой трансформации предприятия, взяв за основу системную экономическую теорию и детализировав модель Е.Г. Карповой (см. рис. 2). Для этого формализуем возникающие в ходе цифровой трансформации предприятия взаимоотношения между объектной, проектной, процессной и средовой системами, конкретизировав понятия «время», «пространство», «активность», «интенсивность».

Каждая из трех систем (за исключением средовой) в системной экономической теории

испытывает ограничения либо во времени, либо в пространстве. Эти ограничения, с одной стороны, являются основой ограничения предприятия в финансовых ресурсах. С другой стороны, некоторые из этих ограничений могут быть преодолены путем определенного объема инвестиций финансовых ресурсов. Успешная интенсификация использования пространства, равно как и активизация использования времени в экономике коммерческого предприятия, приведет к изменению объемов его финансовых потоков, а именно к росту прибыли этого предприятия.

Целью цифровой трансформации деятельности коммерческого предприятия является получение дополнительной прибыли за счет расширения рынка, выхода на новые рынки и сокращения издержек производства и реализации продукции.

Исходя из всего вышесказанного следует вывод, что формализация взаимоотношений между системами тетрады и конкретизация понятий «время», «пространство», «активность», «интенсивность» возможны в результате перевода параметров систем модели и взаимоотношений между ними в финансовую плоскость.

Модель цифровой трансформации предприятия, предлагаемая ниже, содержит упрощение – нулевую инфляцию. Это упрощение необходимо, чтобы не перегружать работу информацией и не делать приводимые в ее рамках формулы слишком сложными. При внедрении предлагаемой модели в практическую деятельность предприятий это упрощение может быть легко устранено.

2. ФИНАНСОВАЯ МОДЕЛЬ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Классифицируем системы тетрады применительно к цифровой трансформации предприятия. В качестве объектной системы выступает само предприятие – как трансфор-

мируемый объект. Проект цифровой трансформации этого объекта в данном случае является проектной системой. Окружающая предприятие среда, состоящая из инвесторов средств в его деятельность, покупателей его продукции и поставщиков необходимых ресурсов, является средовой системой. Совокупность процессов поставки на предприятие ресурсов и реализации его продукции – процессная система.

Формализуем взаимоотношения между этими системами с помощью набора финансовых показателей. Прежде всего рассмотрим *взаимоотношения между объектом и средой*.

Для осуществления цифровой трансформации объекту необходимо пространство (S), которое дает ему среда. На практике предоставление этого пространства заключается в выделении объекту финансовых ресурсов, необходимых для реализации им анализируемого проекта. Это пространство финансовых ресурсов включает следующие составляющие:

1) долевое финансирование ($\Delta УК$) – получение средств на реализацию проекта цифровой трансформации за счет изменения величины уставного капитала предприятия;

2) долговое финансирование ($\Delta ЗК$) – финансирование проекта цифровой трансформации предприятия за счет привлечения заемных средств;

3) реинвестирование части прибыли, полученной предприятием, в реализацию проекта его цифровой трансформации ($\Delta Пр$).

Для интенсификации (I) предоставления финансового пространства объектная система:

- выплачивает средовой вознаграждение:

- за долевое финансирование – дивиденды (процент выплачиваемых дивидендов D);

- за долговое финансирование – проценты (выплачиваемый процент P);

- обеспечивает рентабельность реинвестированных средств (прибыли) на уровне, как минимум, равном рентабельности ее инвестирования в альтернативные проекты (P_a).

Определим общую сумму средств, выделяемых средовой системой объектной для

финансирования проекта цифровой трансформации предприятия в период времени n ($СФ_n$):

$$СФ_n = \Delta УК + \Delta ЗК + \Delta Пр. \quad (1)$$

Исходя из этого определяется средневзвешенная стоимость финансирования проекта цифровой трансформации предприятия (ЦФ):

$$ЦФ = Д \cdot \frac{\Delta УК}{СФ_n} + П \cdot \frac{\Delta ЗК}{СФ_n} + P_a \cdot \frac{\Delta Пр}{СФ_n}. \quad (2)$$

Как правило, поступающие инвестиции представляют собой распределенные во времени денежные потоки, которые необходимо дисконтировать:

$$СФ_d = \sum_{n=1}^m \frac{СФ_n}{(1+r)^n}, \quad (3)$$

где $СФ_d$ – дисконтированная сумма средств, инвестированных средой в проект цифровой трансформации предприятия; n – период времени поступления финансовых средств; m – общее число периодов времени поступления финансовых средств; r – ставка дисконтирования.

Графическое изображение данного блока модели представлено на рис. 3.

Формализация взаимоотношений средовой и процессной систем

Кроме инвесторов, средовая система включает покупателей продукции (услуг) трансформируемого предприятия, а также поставщиков ресурсов, необходимых как для

функционирования этого предприятия, так и для реализации и последующей поддержки функционирования проекта его цифровой трансформации. Взаимоотношения этих составляющих среды в ходе рыночных процессов купли-продажи формируют изменения объемов предложения на ресурсы и спроса на готовую продукцию. Эти изменения оказывают влияния на цены ресурсов и готовой продукции и, как следствие, финансовые потоки, генерируемые проектом цифровой трансформации предприятия.

В единицу времени средовая система формирует объемы:

- предложения ресурсов вида i для реализации проекта цифровой трансформации предприятия ($MSP_i^{пт}$);
- предложения ресурсов вида i для производства трансформируемым предприятием продукции ($MSP_i^{пр}$);
- спроса на вид продукции j , производимый трансформируемым предприятием ($MDPr_j$).

Формируя свой спрос в единицу времени, средовая система предоставляет время (T) для реализации рыночных процессов закупки-поставки продукции и ресурсов. Процессная система активизирует эти процессы путем предложения средовой системе в единицу времени определенного количества продукции (MSP_j), производимой трансформируемым предприятием, а также спроса в единицу времени на ресурсы:

- для реализации проекта цифровой трансформации предприятия ($MDP_i^{пт}$);
- производства продукции этим предприятием ($MDP_i^{пр}$).

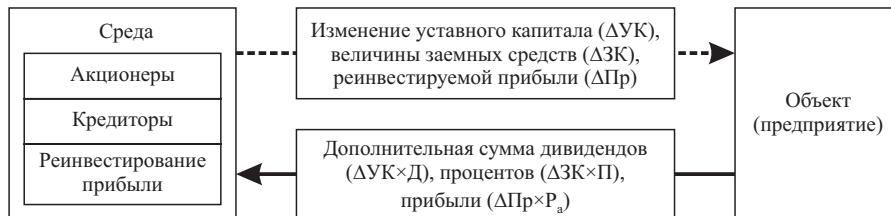


Рис. 3. Формализация взаимоотношений между объектом и средой

В результате конкурентных процессов взаимодействия спроса и предложения рыночный механизм определяет цены как на ресурсы, так и на готовую продукцию. Цифровая трансформация предприятия изменит объемы предлагаемой им продукции вида j (ΔSPr_j):

$$\Delta SPr_j = SPr_j^1 - SPr_j^0, \quad (4)$$

где SPr_j^0 – объем продукции вида j , который анализируемое предприятие реализовывало до внедрения проекта его цифровой трансформации; SPr_j^1 – объем продукции вида j , который анализируемое предприятие реализует после внедрения проекта его цифровой трансформации.

Изменение объемов реализации продукции оказывает влияние на ее цены. Если до внедрения предприятием проекта цифровой трансформации цены на его продукцию ($ЦПр_j^0$) определялись из следующего равенства:

$$MSPr_j = MDPr_j, \quad (5)$$

то после внедрения проекта цифровой трансформации предприятия рыночные цены на его продукцию ($ЦПр_j^1$) будут определяться из равенства

$$\begin{aligned} MSPr_j + \Delta SPr_j + \Delta MSPr_j &= \\ &= MDPr_j + \Delta MDPr_j, \end{aligned} \quad (6)$$

где $\Delta MDPr_j$ – изменение общего рыночного объема спроса на вид продукции j трансформируемого предприятия в результате реализации проекта его цифровой трансформации; ΔSPr_j – изменение предложения вида продукции j трансформируемым предприятием в результате реализации проекта его цифровой трансформации; $\Delta MSPr_j$ – изменение рыночного предложения вида продукции j как результат цифровой трансформации предприятия (без учета ΔSPr_j), необходимо для того, чтобы учесть то влияние, которое цифровая трансформация анализируемого предприятия окажет на деятельность его конкурентов.

Определив $ЦПр_j^0$ и $ЦПр_j^1$, определим произошедшее в результате цифровой трансформации предприятия изменение цен на его продукцию вида j ($\Delta ЦПр_j$):

$$\Delta ЦПр_j = ЦПр_j^1 - ЦПр_j^0. \quad (7)$$

Аналогичным образом определим влияние реализации проекта цифровой трансформации предприятия на цены ресурсов, применяемых этим предприятием для производства продукции.

Для этого определим то влияние, которое трансформация предприятия окажет на динамику его спроса на ресурсы вида i , необходимые ему для производства продукции (ΔDP_i^{np}):

$$\Delta DP_i^{np} = DP_i^{np1} - DP_i^{np0}, \quad (8)$$

где DP_i^{np0} – объем ресурсов вида i для производства продукции, спрос на который предприятие предъявляло до реализации проекта его цифровой трансформации; DP_i^{np1} – объем ресурсов вида i для производства продукции, спрос на который предприятие предъявляет после реализации проекта его цифровой трансформации.

Тогда цены на ресурсы вида i , необходимые для производства трансформируемым предприятием продукции, до реализации проекта его цифровой трансформации ($ЦР_i^{np0}$) определяются из равенства

$$MSPr_i^{np} = MDP_i^{np}. \quad (9)$$

Цены на ресурсы вида i , необходимые для производства трансформируемым предприятием продукции, после реализации проекта его цифровой трансформации ($ЦР_i^{np1}$) определяются из равенства

$$\begin{aligned} MSPr_i^{np} + \Delta MSPr_i^{np} &= \\ &= MDP_i^{np} + \Delta DP_i^{np} + \Delta MDP_i^{np}, \end{aligned} \quad (10)$$

где $\Delta MSPr_i^{np}$ – изменение общего рыночного объема предложения вида i ресурсов для

производства продукции трансформируемым предприятием в результате реализации проекта его цифровой трансформации; ΔDR_i^{np} – изменение спроса на вид ресурсов i трансформируемым предприятием в результате реализации проекта его цифровой трансформации; ΔMDP_i^{np} – изменение рыночного спроса на вид ресурсов i в результате реализации проекта цифровой трансформации предприятия (без учета ΔDR_i^{np}).

Определив $ЦР_i^{np0}$ и $ЦР_i^{np1}$, определим произошедшее в результате цифровой трансформации предприятия изменение цен на ресурсы вида i для производства анализируемым предприятием продукции ($\Delta ЦР_i^{np}$):

$$\Delta ЦР_i^{np} = ЦР_i^{np1} - ЦР_i^{np0}. \quad (11)$$

Произведем аналогичное моделирование изменения цен на ресурсы, требующиеся предприятию для реализации проекта его цифровой трансформации.

В процессе реализации этого проекта предприятия изменит свой спрос на необходимые для его реализации ресурсы следующим образом:

$$\Delta DR_i^{нт} = DR_i^{нт1} - DR_i^{нт0}, \quad (12)$$

где $DR_i^{нт0}$ – спрос на ресурсы вида i , необходимые для цифровой трансформации, предъявляемый анализируемым предприятием до реализации проекта его цифровой трансформации; $DR_i^{нт1}$ – спрос на ресурсы вида i , необходимые для цифровой трансформации, предъявляемый анализируемым предприятием после реализации проекта его цифровой трансформации.

Определим изменение рыночных цен на ресурсы вида i , необходимые для цифровой трансформации предприятия, произошедшее в результате реализации проекта его цифровой трансформации.

Рыночные цены на эти ресурсы до реализации этого проекта ($ЦР_i^{нт0}$) определяются следующим образом:

$$MSP_i^{нт} = MDP_i^{нт}. \quad (13)$$

После реализации проекта цифровой трансформации ($ЦР_i^{нт1}$) определяются из равенства

$$\begin{aligned} MSP_i^{нт} + \Delta MSP_i^{нт} = \\ = MDP_i^{нт} + \Delta DR_i^{нт} + \Delta MDP_i^{нт}. \end{aligned} \quad (14)$$

Слагаемые в формулах (13) и (14) аналогичны слагаемым в формулах (9) и (10).

Исходя из определенных выше цен, рассчитаем изменение цен на ресурсы, требующиеся предприятию для его цифровой трансформации, произошедшее в результате реализации проекта этой трансформации ($\Delta ЦР_i^{нт}$):

$$\Delta ЦР_i^{нт} = ЦР_i^{нт1} - ЦР_i^{нт0}. \quad (15)$$

Изменения объемов спроса и предложения должны быть рассчитаны для каждого из j видов продукции и i видов ресурсов. Набор показателей $\Delta СП_j$, ΔDR_i^{np} и $\Delta DR_i^{нт}$ в рамках модели цифровой трансформации предприятия определяется при взаимоотношениях проектной системы с процессной. В текущей части статьи определение этого набора описано для того, чтобы сохранить логику анализа.

Результатом взаимодействий процессной системы со средовой в результате реализации проекта цифровой трансформации предприятия является определение следующего набора показателей:

- изменение рыночных цен на продукцию предприятия ($\Delta ЦПр_j$);
- изменение рыночных цен на ресурсы для ее производства ($\Delta ЦР_i^{np}$);
- изменение рыночных цен на ресурсы для проведения цифровой трансформации предприятия ($\Delta ЦР_i^{нт}$).

Графическое изображение данного блока модели представлено на рис. 4.

Формализация взаимоотношений между проектной и процессной системами

Его основой является требование к эффективности проекта цифровой трансформации

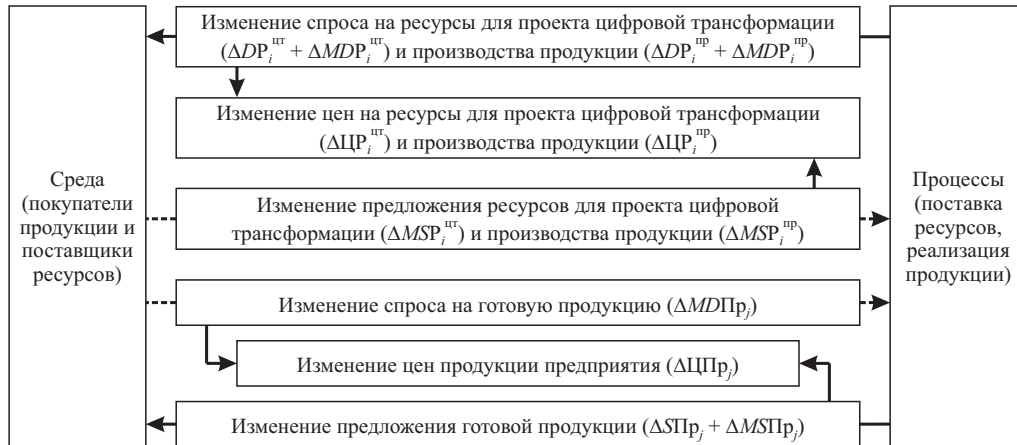


Рис. 4. Формализация взаимоотношений между средовой и процессной системами

ции предприятия, которое, в свою очередь, заключается в том, что для внедрения этого проекта он должен быть прибыльным. Так как только достаточная прибыль стимулирует средовую систему предоставить финансовые ресурсы для реализации проекта. Следовательно, необходимо моделировать затраты и выгоды (рост выручки, сокращение затрат), которые предприятие понесет в результате реализации проекта своей цифровой трансформации.

Для проектной системы процессная система предоставляет сеть для реализации продукции трансформируемого предприятия, а также снабженческую сеть для поставки ему требуемых ресурсов. Совокупность этих сетей формирует процессное пространство (S).

При этом авторы не рассматривают проект цифровой трансформации в отрыве от деятельности предприятия (объекта). С помощью реализации этого проекта объект оказывает влияние на объемы происходящих процессов. Через реализацию проекта возникает рычаг воздействия объектной системы на процессную (Карпова, 2017).

Одним из результатов реализации проекта цифровой трансформации предприятия является изменение в период времени n его выручки от реализации продукции вида j ($\Delta B_{цпj}^n$). В представленной ниже формуле в целях ее упрощения предполагается, что вся

предлагаемая предприятием продукция будет им реализована;

$$\Delta B_{цпj}^n = \Delta SPr_j^n \cdot \Delta ЦПр_j^n, \quad (16)$$

где ΔSPr_j^n – изменение в результате цифровой трансформации предприятия в период времени n объема вида j продукции, предлагаемой этим предприятием (см. формулу (4)); $\Delta ЦПр_j^n$ – изменение в результате цифровой трансформации предприятия в период времени n рыночной цены вида j продукции, предлагаемой этим предприятием (см. формулу (7)).

Если ΔSPr_j^n или $\Delta ЦПр_j^n$ равны нулю, значение этого показателя берется на уровне SPr_j^0 или $ЦПр_j^0$, т.е. до реализации проекта цифровой трансформации предприятия. В таком случае изменение выручки будет происходить только в результате изменений цен или объемов реализации продукции под влиянием цифровой трансформации предприятия.

Если ΔSPr_j^n и $\Delta ЦПр_j^n$ равны нулю, то $\Delta B_{цпj}^n$ равно нулю.

Так как предприятие производит и реализует не один, а k видов продукции в период времени n , необходимо определить общее изменение выручки от реализации продукции в этот период времени под влиянием проек-

та цифровой трансформации предприятия ($\Delta BO_{\text{цт}}^n$):

$$\Delta BO_{\text{цт}}^n = \sum_{j=1}^k \Delta B_{\text{цт}j}^n. \quad (17)$$

Проектная система интенсифицирует (I) процессную систему к предоставлению процессного пространства. Это происходит за счет оплаты как деятельности процессной системы, так и предоставляемых ей ресурсов, а также предоставления этой системе готовой продукции, которую она сможет реализовать участникам средовой системы. Фактически процессная система является посредником между средовой и объектной системами с учетом проектов, которые объектная система использует в своей деятельности.

Произведем моделирование изменения затрат, возникающего в процессе взаимодействия проектной и процессной систем. Формируется три вида таких изменений.

1. Изменение затрат на ресурсы, необходимые для реализации проекта цифровой трансформации предприятия. Изменение суммы затрат на вид i этих ресурсов в период времени n ($\Delta Z_{\text{цт}i}^n$) определяется как

$$\Delta Z_{\text{цт}i}^n = \Delta DR_i^{\text{цт}n} \cdot \Delta ЦР_i^{\text{цт}n}, \quad (18)$$

где $\Delta DR_i^{\text{цт}n}$ – изменение спроса трансформируемого предприятия на ресурсы вида i в период времени n для реализации проекта его цифровой трансформации (см. формулу (14)); $\Delta ЦР_i^{\text{цт}n}$ – изменение рыночной цены на ресурсы вида i в период времени n для реализации проекта цифровой трансформации предприятия (см. формулу (15)). Все изменения происходят под влиянием проекта цифровой трансформации предприятия.

С учетом того что в период времени n предприятием для реализации его проекта цифровой трансформации используется h видов ресурсов, произведем расчет изменения общей суммы затрат на эти ресурсы ($\Delta OZ_{\text{цт}}^n$):

$$\Delta OZ_{\text{цт}}^n = \sum_{i=1}^h \Delta Z_{\text{цт}i}^n. \quad (19)$$

2. Изменение затрат в связи с функционированием процессной системы (затрат на реализацию продукции и закупку ресурсов).

2.1. Вследствие того что объемы реализуемой предприятием продукции изменятся в результате его цифровой трансформации, необходимо рассчитать изменение затрат на реализацию в период времени n вида j продукции этого предприятия ($\Delta Z_{\text{реал}j}^n$):

$$\Delta Z_{\text{реал}j}^n = \Delta SPr_j^n \cdot \Delta Z_{\text{ред}j}^n, \quad (20)$$

где ΔSPr_j^n – изменение в результате цифровой трансформации предприятия в период времени n объема вида продукции j , предлагаемой этим предприятием; $\Delta Z_{\text{ред}j}^n$ – изменение затрат на реализацию в период времени n единицы вида продукции j трансформируемого предприятия.

С учетом того что предприятие реализует k видов продукции, изменение общей суммы его затрат на реализацию в период времени n в результате осуществления проекта цифровой трансформации этого предприятия ($\Delta Z_{\text{реал}}^n$) будет следующим:

$$\Delta Z_{\text{реал}}^n = \sum_{j=1}^k \Delta Z_{\text{реал}j}^n. \quad (21)$$

2.2. Вследствие изменения объемов производства продукции предприятием в результате его цифровой трансформации изменятся затраты этого предприятия на закупку вида i ресурсов для производства вида j продукции в период времени n ($\Delta Z_{\text{зр}pi}^n$):

$$\Delta Z_{\text{зр}pi}^n = \Delta DR_i^{\text{зр}n} \cdot \Delta Z_{\text{зр}pi}^n, \quad (22)$$

где $\Delta DR_i^{\text{зр}n}$ – изменение в период времени n спроса трансформируемого предприятия на ресурсы вида i для производства этим предприятием продукции вида j ; $\Delta Z_{\text{зр}pi}^n$ – изменение затрат на закупку в период времени n единицы вида i ресурса, необходимого для производства трансформируемым предприятием продукции.

С учетом того что предприятие реализует k видов продукции, закупая для их произ-

водства h видов ресурсов, изменение в период времени n общей суммы затрат предприятия на закупку ресурсов в результате реализации проекта его цифровой трансформации ($\Delta Z_{\text{рпр}}^n$) составит

$$\Delta Z_{\text{рпр}}^n = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^h \Delta Z_{\text{рпр}i}^n. \quad (23)$$

2.3. Предприятию необходимы ресурсы непосредственно для осуществления проекта его цифровой трансформации. Изменение в период времени n затрат на закупку вида i этих ресурсов в результате реализации проекта цифровой трансформации предприятия ($\Delta Z_{\text{рцт}i}^n$) рассчитывается следующим образом:

$$\Delta Z_{\text{рцт}i}^n = \Delta DP_i^{\text{пр}n} \cdot \Delta Z_{\text{рцт}i}^n, \quad (24)$$

где $\Delta DP_i^{\text{пр}n}$ – изменение в период времени n спроса трансформируемого предприятия на вид i ресурсов, необходимых для его цифровой трансформации; $\Delta Z_{\text{рцт}i}^n$ – изменение затрат на закупку в период времени n единицы вида i ресурса, необходимого для цифровой трансформации предприятия.

С учетом того что предприятие закупает h видов ресурсов, необходимых для его цифровой трансформации, изменение общей суммы затрат на эту закупку в период времени n ($\Delta Z_{\text{рцт}}^n$) составит

$$\Delta Z_{\text{рцт}}^n = \sum_{i=1}^h \Delta Z_{\text{рцт}i}^n. \quad (25)$$

В формулах (18), (20), (22), (24) изменение одного из множителей, а значит, и его значение могут быть равны нулю. Данная ситуация разъяснялась для формулы (16). В таком случае значение показателя, равного нулю, берется на уровне, который он занимал до реализации проекта цифровой трансформации предприятия. В случае равенства нулю двух множителей их значения в расчетах остаются нулевыми, следовательно, значение их произведения будет также равно нулю.

Рассчитав изменения трех видов затрат, необходимо также рассчитать изменение об-

щей суммы затрат предприятия на функционирование процессной системы в период времени n в связи с реализацией проекта его цифровой трансформации ($\Delta Z_{\text{проц}}^n$):

$$\Delta Z_{\text{проц}}^n = \Delta Z_{\text{реал}}^n + \Delta Z_{\text{рпр}}^n + \Delta Z_{\text{рцт}}^n. \quad (26)$$

3. Затраты на ресурсы вида i на производство предприятием продукции вида j в период времени n также могут измениться в результате цифровой трансформации этого предприятия ($\Delta Z_{\text{пр}i}^n$):

$$\Delta Z_{\text{пр}i}^n = \Delta DP_i^{\text{пр}n} \cdot \Delta ЦР_i^{\text{пр}n}, \quad (27)$$

где $\Delta DP_i^{\text{пр}n}$ – изменение в период времени n спроса трансформируемого предприятия на вид i ресурсов, необходимый для производства вида j продукции; $\Delta ЦР_i^{\text{пр}n}$ – изменение в период времени n цены вида i ресурсов, необходимого для производства вида j продукции трансформируемым предприятием.

С учетом того что предприятие закупает h видов ресурсов для производства k видов продукции, общая сумма изменения в период времени n затрат на ресурсы для производства трансформируемым предприятием продукции в результате его цифровой трансформации ($\Delta Z_{\text{прод}}^n$) составит

$$\Delta Z_{\text{прод}}^n = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^h \Delta Z_{\text{пр}i}^n. \quad (28)$$

Графическое изображение блока модели, характеризующего взаимоотношения между проектной и процессной системами, представлено на рис. 5.

Формализуем взаимоотношения между проектной и объектной системами

Проведенное моделирование изменения выручки и затрат предприятия в связи с реализацией проекта его цифровой трансформации позволяет моделировать экономическую эффективность реализации этого проекта.

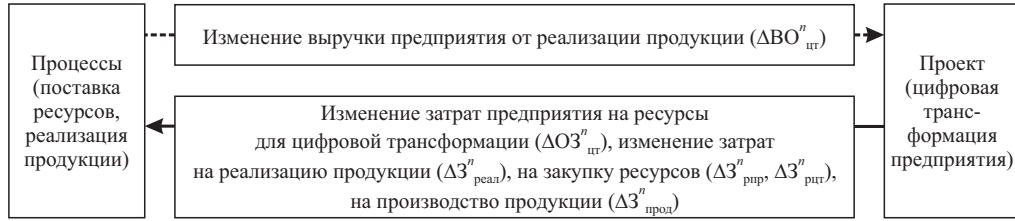


Рис. 5. Формализация взаимоотношений между проектной и процессной системами

Изменение в период времени n финансовых потоков предприятия в результате реализации проекта его цифровой трансформации ($\Phi\P_n$) рассчитывается следующим образом:

$$\Phi\P_n = \Delta BO_{цт}^n - \Delta Z_{реал}^n - \Delta Z_{прод}^n - \Delta Z_{рпр}^n - C\Phi_n \cdot ЦФ, \quad (29)$$

где $\Delta BO_{цт}^n$ – изменение выручки трансформируемого предприятия; $\Delta Z_{реал}^n$ – изменение затрат трансформируемого предприятия на реализацию его продукции; $\Delta Z_{прод}^n$ – изменение затрат трансформируемого предприятия на производство продукции; $\Delta Z_{рпр}^n$ – изменение затрат трансформируемого предприятия на приобретение ресурсов, необходимых для производства продукции; $C\Phi_n$ – сумма средств, выделяемых средовой системой объектной для финансирования проекта цифровой трансформации предприятия в период времени n (формула (1)); $ЦФ$ – средневзвешенная стоимость финансирования проекта цифровой трансформации предприятия (формула (2)).

Рассчитанные по формуле (29) финансовые потоки трансформируемого предприятия будут распределены во времени. Следовательно, они подлежат дисконтированию:

$$\Phi\P_d = \sum_{n=1}^m \frac{\Phi\P_n}{(1+r)^n}, \quad (30)$$

где $\Phi\P_d$ – дисконтированная сумма денежных потоков, генерируемых в результате реализации проекта цифровой трансформации предприятия; n – период времени поступления финансовых потоков; m – общее число периодов

времени поступления финансовых потоков; r – ставка дисконтирования.

Рассчитанную сумму $\Phi\P_d$ следует сравнить с дисконтированной суммой инвестиций в реализацию проекта цифровой трансформации предприятия. Для ее расчета первоначально необходимо рассчитать сумму этих инвестиций в период времени n (I_n):

$$I_n = \Delta OЗ_{цт}^n + \Delta Z_{рнт}^n + C\Phi_n \cdot ЦФ. \quad (31)$$

Вследствие распределения потоков инвестиций во времени их необходимо дисконтировать:

$$I_d = \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+r)^n}, \quad (32)$$

где I_d – дисконтированная сумма потоков инвестиций в проект цифровой трансформации предприятия.

Формулы (30) и (32) – основа для расчета показателей эффективности проекта цифровой трансформации предприятия, учитывающих временную стоимость денежных средств, а именно NPV и PI :

$$NPV = \Phi\P_d - I_d, \quad (33)$$

$$PI = \frac{\Phi\P_d}{I_d}. \quad (34)$$

Показатели NPV и PI описывают взаимодействие между проектной и объектной системами тетрады. Объект выделяет финансирование проекту цифровой трансформации, таким образом предоставляя ему время (T), так как прекращение финансирования означа-

ет закрытие проекта. Источником финансирования служат собственные средства объекта, заемные и привлеченные средства, описанные выше формулами (2) и (3).

Получая от объекта время, проект активизирует деятельность объекта (A), так как реализация успешного проекта позволяет объекту использовать время своего функционирования более эффективно, получая в единицу времени такую сумму прибыли от реализации проекта (π), которая позволяет всем участникам, финансирующим его реализацию, получать достойный доход на вложенные ими финансовые ресурсы.

Следовательно, время, предоставляемое проекту объектом, зависит от того, – насколько прибыльным является этот проект. Лишь в случае его прибыльности участники финансирования проекта будут готовы продолжить его финансирование. Значит, объект будет иметь время для реализации проекта цифровой трансформации при выполнении условия

$$IRR > ЦФ, \quad (35)$$

где IRR – внутренняя норма доходности проекта; $ЦФ$ – средневзвешенная стоимость финансирования проекта цифровой трансформации предприятия (формула (2)).

При этом обязательным остается следующее условие реализации проекта цифровой трансформации предприятия:

$$NPV > 0.$$

Средства, вложенные инвесторами в проект цифровой трансформации предприятия, преобразованы в активы этого предприятия. Инвесторов интересует возврат этих средств за счет поступлений от реализации проекта цифровой трансформации (без не-

обходимости реализации для этого активов предприятия). Исходя из этого, важным для инвесторов является выполнение в приемлемый для них период времени условия

$$NPV > C\Phi_d. \quad (36)$$

Также критерием эффективности проекта цифровой трансформации предприятия является срок окупаемости инвестиций в этот проект ($t_{ок}$). Рассчитаем его как отношение общей суммы инвестиций в проект к финансовому эффекту за один период времени. Так как финансовые эффекты в разные периоды времени отличаются друг от друга, рассчитаем среднюю величину финансового эффекта за один период времени (год) – $\Phi\Pi_{cp}$:

$$\Phi\Pi_{cp} = \frac{\sum_{n=1}^m \Phi\Pi_n}{m}. \quad (37)$$

Тогда

$$t_{ок} = \frac{\sum_{n=1}^m I_n}{\Phi\Pi_{cp}}. \quad (38)$$

Условием выделения инвестиций является период их окупаемости, меньший или равный приемлемому для инвесторов периоду их окупаемости ($t_{пр}$):

$$t_{ок} \leq t_{пр}. \quad (39)$$

Графическое изображение блока модели, характеризующего взаимоотношения между проектной и объектной системами, представлено на рис. 6.

Объединим рис. 3–6 в единую схему модели цифровой трансформации предприятия (рис. 7).

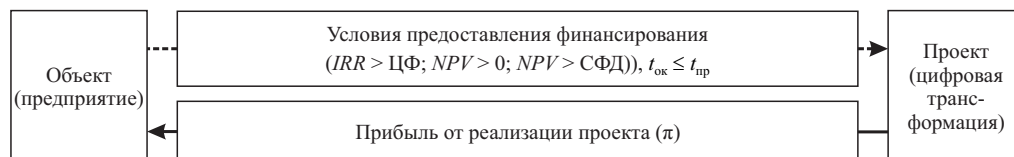


Рис. 6. Формализация взаимоотношений между проектной и объектной системами

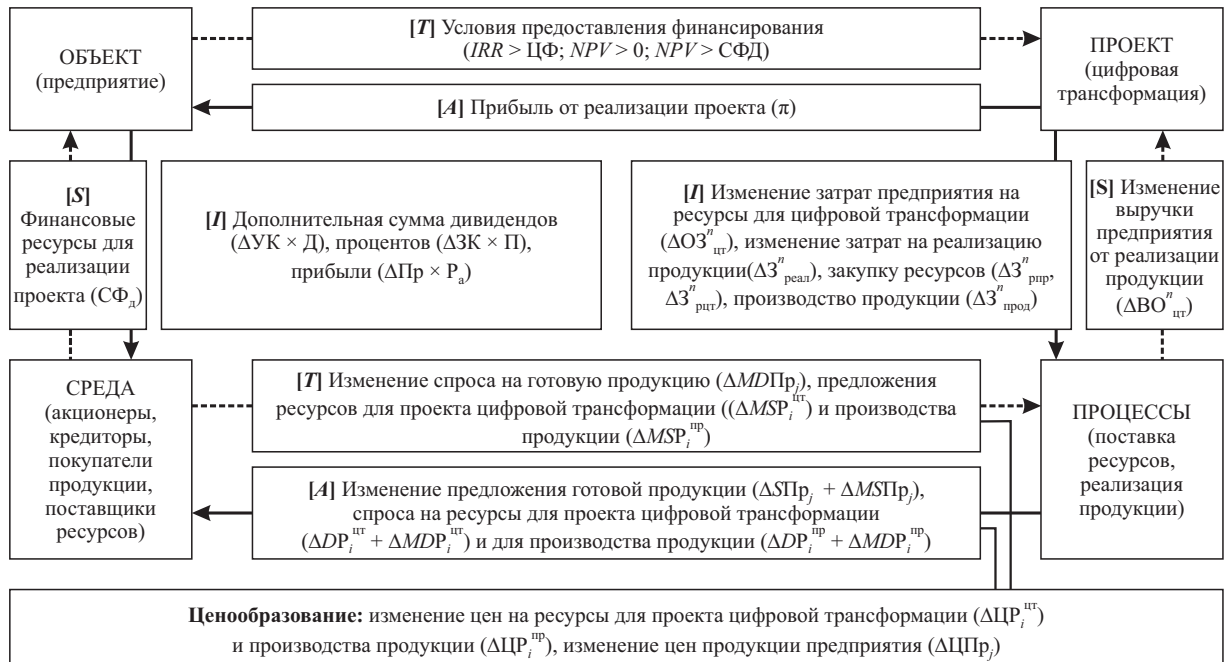


Рис. 7. Модель цифровой трансформации предприятия – усложнение тетрады системной экономической теории

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная модель, как и системная экономическая теория, описывает изменения в сетевой (основанной на тетрадах) структуре экономики, вызванные реализацией проекта цифровой трансформации предприятия, через изменения во взаимодействиях систем тетрады в пространстве и во времени. Изменения во времени описываются через дисконтирование связанных с проектом цифровой трансформации финансовых потоков, каждый из которых имеет временное изменение, подлежащее расчету и учету.

Пространственные изменения, порожденные реализацией проекта цифровой трансформации, формируются как по вертикали, так и по горизонтали пространства экономических тетрад. Горизонталью в данном случае является производственно-реализационная цепочка предприятия – от добычи ресурсов до их переработки, продажи, про-

изводства и реализации продукции. Цифровая трансформация предприятия изменит объемы и структуру его спроса на ресурсы и предложения готовой продукции. Таким образом, можно сделать вывод о том, что эти изменения окажут значительное влияние на рыночные цены лишь в одном случае: если трансформируемое предприятие является достаточно масштабным рыночным игроком, что характерно для крупных предприятий и холдингов в сферах промышленности и услуг, как правило, одними из первых рассматривающих вопросы своей цифровой трансформации как основу повышения эффективности деятельности.

Горизонтальная составляющая – конкурентная цепочка, которая усилит эти изменения даже в том случае, если трансформируемое предприятие является «малозаметным» игроком рынка, но проект его цифровой трансформации будет чрезвычайно эффективным и успешным. Возможны следующие два направления усиления этих изменений.

1. Конкуренты не реагируют на успешную цифровую трансформацию предприятия. В таком случае оно получает конкурентные преимущества в виде новой продукции и совершенствования существующей, снижения затрат, роста выручки. Это предприятие расширяет деятельность, становясь игроком, достаточно крупным для оказания влияния на уровень цен на рынках ресурсов и готовой продукции.

2. Конкуренты реагируют на успешную цифровую трансформацию анализируемого предприятия, внедряя аналогичные проекты. В таком случае в структуре и объеме их спроса на ресурсы и предложения продукции произойдут изменения, аналогичные изменениям, произошедшим в спросе и предложении у анализируемого предприятия. Поддержанные конкурентами, эти изменения будут настолько масштабными и массовыми, что повлияют на уровень рыночных цен на рынках ресурсов и готовой продукции.

Так цифровая трансформация изменяет экономическое пространство. Это изменение в модели отражено во взаимодействии среды и процессов, основанных на рыночном механизме взаимодействия спроса и предложения.

Именно масштабность влияния проекта цифровой трансформации предприятия на окружающую среду отличает этот проект от прочих проектов модернизации предприятия. Что приводит к необходимости учета в модели цифровой трансформации предприятия ее микро- и макроэкономических последствий. Моделирование проектов модернизации предприятия, как правило, имеет более выраженную микроэкономическую направленность.

Процесс цифровой трансформации предприятия будет сопровождаться мультипликативными эффектами, усложняющими его влияние на экономику и смещающими траекторию этого процесса. Мультипликативные эффекты процесса цифровой трансформации будут подкрепляться действием акселератора инвестиций и формироваться на разных стадиях этого процесса. Действие

мультипликативных эффектов может стать как положительным, переносящим рост экономики трансформируемого объекта на экономику его партнеров, так и отрицательным – инициирующим инфляционные процессы, препятствующие динамичному развитию процесса цифровой трансформации предприятия.

Авторы подробно рассматривали структуру и динамику мультипликативных процессов, а также взаимодействие мультипликатора и акселератора инвестиций в своих предыдущих работах (Еремин, 2014, 2015; Сильвестров, Бауэр и др., 2018).

Инициированные цифровой трансформацией предприятия мультипликативные эффекты в совокупности с диффузией инноваций поставят перед конкурентами трансформированного предприятия вопрос о необходимости перевода их деятельности на цифровую основу. С позиций анализируемого предприятия инновации его конкурентов будут догоняющими, но лишь в том случае, если трансформированное предприятие продолжит инновации в цифровой сфере. Следовательно, процесс его цифровой трансформации будет продолжен реализацией новых проектов в этой сфере. Для повышения эффективности этих проектов и закреплении конкурентного преимущества анализируемого предприятия ему понадобится предварительное моделирование новых проектов цифровой трансформации, для которого также может применяться предложенная модель.

Представленная в статье модель является основой для более масштабного и детального исследования результатов внедрения проекта цифровой трансформации в практическую деятельность предприятий. Это снизит риски внедрения подобных проектов, повысит эффективность управления ими, сделав результаты их внедрения более определенными и предсказуемыми. Одним из направлений дальнейшего совершенствования модели является установление экономико-математических зависимостей между исследуемыми переменными.

Список литературы / References

- Авдошин С.М., Ананьин В.И., Песоцкая Е.Ю., Чернов А.В. (2018). Управление информатизацией предприятия с использованием архитектурных подходов. Книга 1. Формирование и оценка архитектуры предприятия. М.: Издательство АСИТЭКС, 358 с. [Avdoshin S.M., Anan'in V.I., Pesockaja E.Ju., Chernov A.V. (2018). Management of enterprise informatization using architectural approaches. Book 1. Formation and evaluation of enterprise architecture. Moscow, Publishing House ASITEKS. 358 p. (in Russian).]
- Бауэр В.П., Еремин В.В., Сильвестров С.Н., Смирнов В.В. (2019). Экономическое моделирование процессов цифровой трансформации // Журнал экономической теории. Т. 16. № 3. С. 428–443. [Bauer V.P., Eremin V.V., Sil'vestrov S.N., Smirnov V.V. (2019). Economic modeling of digital transformation processes. *Journal of Economic Theory*, vol. 16, no. 3, pp. 428–443 (in Russian).]
- Бауэр В.П., Побываев С.А., Сильвестров С.Н. (2018). Блокчейн как дополненная реальность: от гипотезы к основам теории и практики // Экономическая наука современной России. № 1 (80). С. 20–32. [Bauer V.P., Pobuvaev S.A., Sil'vestrov S.N. (2018). Block-chain as augmented reality: from hypothesis to the basics of theory and practice. *Economics of Contemporary Russia*, no. 1 (80), pp. 20–32 (in Russian).]
- Бауэр В.П., Подвойский Г.Л., Котова Н.Е. (2018). Стратегии адаптации компаний США к цифровизации сфер производства // Мир новой экономики. № 12 (2). С. 78–89. [Bauer V.P., Podvojskij G.L., Kotova N.E. (2018). US companies' adaptation strategies for digitalizing manufacturing. *The World of the New Economy*, no. 12 (2), pp. 78–89 (in Russian).]
- Бойко И.П., Евневич М.А., Колышкин А.В. (2017). Экономика предприятия в цифровую эпоху // Российское предпринимательство. Т. 18. № 7. С. 1127–1136. [Bojko I.P., Evnevich M.A., Kolyshkin A.V. (2017). Enterprise economics in the digital age. *Russian Entrepreneurship*, no. 7, pp. 1127–1136 (in Russian).] DOI: 10.18334/rp.18.7.37769
- Вайл П., Вернер С. (2019). Цифровая трансформация бизнеса. Изменение бизнес-модели для организации нового поколения. М.: Альпина Паблишер, 257 с. [Vajl P., Verner S. (2019). Digital Transformation of Business. Changing the business model for organizing a new generation. Moscow, Alpina Publisher, 257 p. (in Russian).]
- Володько Л.П., Володько О.В. (2018). Цифровая трансформация: возможности и последствия // Банковская система: устойчивость и перспективы развития: сб. научн. ст. Девятой межд. научно-практ. конф. (Пинск, 25–26 октября 2018 г.). Пинск: Полесский гос. ун-т. С. 328–332. [Volod'ko L.P., Volod'ko O.V. (2018). Digital transformation: Opportunities and implications. *Banking system: sustainability and development prospects*. Collection of reports from the 9th International scientific and practical conference. Pinsk, Polesky state university, pp. 328–332 (in Russian).]
- Гассман О., Франкенбергер К., Шик М. (2019). Бизнес-модели. 55 лучших шаблонов. М.: Альпина. 432 с. [Gassman O., Frankenberger K., Shik M. (2019). Business models. 55 best templates. Moscow, Alpina Publisher, 432 p. (in Russian).]
- Гончаров А.С., Саклаков В.М. (2018). Цифровой двойник: обзор существующих решений и перспективы развития технологии // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Екатеринбург: Изд-во УрГАХУ. С. 24–26. [Goncharov A.S., Saklakov V.M. (2018). Digital double: A review of existing solutions and prospects for the development of technology. *Information and telecommunication systems and technologies*. Collection of reports from the All-Russian scientific and practical conference. Yekaterinburg, Publishing House UrGAKHU, pp. 24–26 (in Russian).]
- Добрынин А.П., Черных К.Ю., Куприяновский В.П., Куприяновский П.В., Синягов С.А. (2016). Цифровая экономика – различные пути к эффективному применению технологий (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA и другие) // International Journal of Open Information Technologies. Vol. 4. No. 1. P. 4–11. [Dobrynin A.P., Chernykh K. Ju., Kuprijanovskij V.P., Kuprijanovskij P.V., Sinyagov S.A. (2016). Digital economy – various ways to effective application of technologies (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA and others) // *International Journal of Open Information Technologies*. Vol. 4. No. 1. P. 4–11. (in Russian).]

- Kuprijanovskij P.V., Sinjagov S.A. (2016). The digital economy – various paths to the effective application of technologies (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA and others). *International Journal of Open Information Technologies*, vol. 4, no. 1, pp. 4–11 (in Russian).]
- Дятлов С.А., Лобанов О.С., Гильманов Д.В. (2018). Цифровая нейросетевая экономика: институты и технологии развития: монография. СПб.: Изд-во СПбГЭУ. 325 с. [Djatlov S.A., Lobanov O.S., Gil'manov D.V. (2018). Digital neuro-network economy: Institutions and development technologies: monograph. Saint Petersburg, SPbGEU, 325 p. (in Russian).]
- Затик О.С., Затик С.И., Дмитриев В.М., Давыдов Н.И. (2017). Базовая модель системной динамики экономико-экологической системы для компьютерного моделирования и функционально-стоимостного анализа деятельности предприятия // Информатика и системы управления. № 3 (53). С. 24–35. [Zatik O.S., Zatik S.I., Dmitriev V.M., Davydov N.I. (2017). Fundamental model of economic and ecological system dynamics for computer modelling and function-value analysis of company activity. *Informatics and Control Systems*, no. 3 (53), pp. 24–35 (in Russian).] DOI: 10.22250/isu.2017.53.24-35
- Еремин В.В. (2014). Влияние изменения склонности к предпочтению ликвидности на мультипликативные эффекты в статичной модели Хикса–Хансена // Экономика. Предпринимательство. Окружающая среда. № 2 (58). С. 19–22. [Erëmin V.V. (2014). The effect of changing the propensity to prefer liquidity on multiplier effects in the static Hicks–Hansen model. *Economy. Entrepreneurship. Environment*, no. 2 (58), pp. 19–22 (in Russian).]
- Еремин В.В. (2015). Математический анализ мультипликатора автономных расходов в статистике и динамике: монография. Уфа: Издательство Aeterna. 130 с. [Erëmin V.V. (2015). Mathematical analysis of the multiplier of autonomous costs in statistics and dynamics: monograph. Ufa, Publishing House Aeterna. 130 p. (in Russian).]
- Ивахненко А.Г., Аникеева О.В., Сторублев М.Л. (2019). Моделирование целенаправленной деятельности предприятия в области качества // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). № 51 (77). С. 104–108. [Ivahnenko A.G., Anikeeva O.V., Storublev M.L. (2019). Modeling the purposeful activities of the enterprise in the field of quality. *Proceedings of the St. Petersburg State Technological Institute (Technical University)*, no. 51 (77), pp. 104–108 (in Russian).] DOI: 10.36807/1998-9849-2019-51-77-104-108
- Ильин А.В., Ильин В.Д. (2015). Информатизация экономического механизма. М.: ИПИ РАН. 130 с. [Il'in A.V., Il'in V.D. (2015). Informatization of the economic mechanism. Moscow, IPI RAS. 130 p. (in Russian).] DOI: 10.13140/RG.2.1.2003.8167
- Ильин А.В. (2013). Экспертное планирование ресурсов. М.: ИПИ РАН. 58 с. [Il'in A.V. (2013). Expert resource planning. Moscow, IPI RAS, 58 p. (in Russian).]
- Ильина О.П. (2018). Моделирование бизнес-архитектуры цифрового предприятия // Конвергенция цифровых и материальных миров: экономика, технологии, образование: сборник научных статей Международной научной конференции. СПб.: Санкт-Петербургский государственный экономический университет. С. 106–117. [Il'ina O.P. (2018). Modeling the business architecture of a digital enterprise. *The convergence of the digital and material worlds: Economics, technology, education*. Collection of reports from the International scientific and practical conference. St. Petersburg, St. Petersburg State University of Economics, pp. 106–117 (in Russian).]
- Ильин В.Д. (2018). Технология назначенных платежей в среде цифровых двойников // Системы и средства информатики. Т. 28. № 3. С. 227–235. [Il'in V.D. (2018). Technology of designated payments in the environment of digital doubles. *Systems and Means of Informatics*, vol. 28, no. 3, pp. 227–235 (in Russian).]
- Карпова Е.Г. (2016). Модель финансового обеспечения инновационного проекта в теории экономических систем // Экономика и предпринимательство. № 3–2 (68). С. 841–848. [Karpova E.G. (2016). The model of financial support for an innovative project in the theory of economic systems. *Economics and Entrepreneurship*, no. 3–2 (68), pp. 841–848 (in Russian).]

- Карпова Е.Г. (2017). Проблемы взаимодействия организаций при реализации инновационного проекта в теории экономических систем // Экономика и предпринимательство. № 7. С. 692–700. [Karpova E.G. (2017). Problems of interaction between organizations in the implementation of an innovative project in the theory of economic systems. *Economics and Entrepreneurship*, no. 7, pp. 692–700 (in Russian).]
- Клейнер Г.Б. (2007). Системная парадигма и экономическая политика // Общественные науки и современность. № 3. С. 99–114. [Kleiner G.B. (2007). Systemic paradigm and economic policy. *Social Sciences and Modernity*, no. 3, pp. 99–114 (in Russian).]
- Клейнер Г.Б. (2008). Системная парадигма и системный менеджмент // Российский журнал менеджмента. № 6 (3). С. 37–50. [Kleiner G.B. (2008). Systemic paradigm and system management. *Russian Management Journal*, no. 6 (3), pp. 37–50 (in Russian).]
- Клейнер Г.Б. (2011a). Новая теория экономических систем и ее приложения // Вестник РАН. № 9. С. 794–808. [Kleiner G.B. (2011a). The new theory of economic systems and its applications. *Vestnik RAN*, no. 9, pp. 794–808 (in Russian).]
- Клейнер Г.Б. (2011b). Ресурсная теория системной организации экономики // Российский журнал менеджмента. Т. 9. № 3. С. 3–28. [Kleiner G.B. (2011b). Resource theory of systemic organization of economics. *Russian Management Journal*, vol. 9, no. 3, pp. 3–28 (in Russian).]
- Клейнер Г.Б. (2019). Предприятие в рыночной среде: модель двойной тетрады // Экономическая наука современной России. № 2 (85). С. 7–14. [Kleiner G.B. (2019). Enterprise in a Market Environment: A Double Tetrad Model. *Economics of Contemporary Russia*, no. 2 (85), pp. 7–14 (in Russian).]
- Клейнер Г.Б., Рыбачук М.А. (2017). Системная сбалансированность экономики. М.: Издательский дом «Научная библиотека». 320 с. [Kleiner G.B., Rybachuk M.A. (2017). Systemic balance of the economy. Moscow, Scientific Library Publishing House, 320 p. (in Russian).]
- Крылатков П.П., Минеева Т.А. (2018). Информационное пространство машиностроительного предприятия // Известия Уральского государственного экономического университета. Т. 20. № 5. С. 117–129. [Krylatkov P.P., Mineeva T.A. (2018). Information space of a machine-building enterprise. *News of the Ural State Economic University*, vol. 20, no. 5, pp. 117–129 (in Russian).] DOI: 10.29141/2073-1019-2018-19-5-9
- Куликов Г.Г., Ризванов К.А., Петров Ю.Е. (2018). Системный подход к построению структуры организационно-функциональной модели цифрового моделирования производственных процессов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». Т. 18. № 2. С. 60–70. [Kulikov G.G., Rizvanov K.A., Petrov Ju.E. (2018). A systematic approach to building the structure of the organizational and functional model of digital modeling of production processes. *Bulletin of SUSU. Series "Computer Technology, Management, Electronics"*, vol. 18, no. 2, pp. 60–70 (in Russian).] DOI: 10.14529/cter180206
- Куприяновский В.П., Добрынин А.П., Синягов С.А., Намиот Д.Е. (2017). Целостная модель трансформации в цифровой экономике – как стать цифровыми лидерами // International Journal of Open Information Technologies. Т. 5. № 1. С. 26–33. [Kuprijanovskij V.P., Dobrynin A.P., Sinjagov S.A., Namiot D.E. (2017). Holistic transformation model in the digital economy – how to become digital leaders. *International Journal of Open Information Technologies*, vol. 5, no. 1, pp. 26–33 (in Russian).]
- Линц К., Мюллер-Стивенс Г., Циммерман А. (2019). Радикальное изменение бизнес-модели. Адаптация к выживанию в конкурентной среде. М.: Альпина Паблишер. 312 с. [Linc K., Mjuller-Stivens G., Cimmerman A. (2019). A radical change in the business model. Adaptation to survival in a competitive environment. Moscow, Alpina Publisher, 312 p. (in Russian).]
- Остервальдер А. (2011). Построение бизнес-моделей. М.: Альпина. 288 с. [Osterval'der A. (2011). Building business models. Moscow, Alpina Publisher, 288 p. (in Russian).]
- Паркер Дж., Альстин М., Чаудари С. (2017). Революция платформ. М.: Манн, Иванов и Фербер. 440 с. [Parker Dzh., Al'stin M., Chaudari S. (2017). Revolution platforms. Moscow, Mann, Ivanov and Ferber, 440 p. (in Russian).]

- (2017). Platform revolution. Moscow, Mann, Ivanov and Ferber, 440 p. (in Russian).]
- Плотников В.А. (2018). Цифровизация производства: теоретическая сущность и перспективы развития в российской экономике // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. № 4 (112). С. 16–24. [Plotnikov V.A. (2018). Digitalization of production: theoretical essence and development prospects in the Russian economy. *Herald of St. Petersburg State University of Economics*, no. 4 (112), pp. 16–24 (in Russian).]
- Подопригора М.Г. (2018). Моделирование жизненного цикла производственного предприятия на основе анализа и прогнозирования финансовых показателей его деятельности // Экономика и предпринимательство. № 12 (101). С. 1071–1075. [Podoprigora M.G. (2018). Life cycle modeling for production enterprise based on the analysis and the forecast of financial indicators of its activities. *Journal of Economy and Entrepreneurship*, no. 12 (101), pp. 1071–1075 (in Russian).]
- Попкова Е.Г., Морозова И.А., Позднякова У.А. (2018). Модернизация экономики России с помощью построения индустрии 4.0: проблемы, тенденции, перспективы // Известия ВолгГТУ. № 6 (216). С. 23–27. [Popkova E.G., Morozova I.A., Pozdnjakova U.A. (2018). Modernization of the Russian economy through the construction of industry 4.0: Problems, trends, prospects. *Izvestia Volgograd State Technical University*, no. 6 (216), pp. 23–27 (in Russian).]
- Сильвестров С.Н., Бауэр В.П., Еремин В.В. (2018). Оценка зависимости мультипликатора инвестиций от изменения структуры экономики региона // Экономика региона. Т. 14. № 4. С. 1463–1476. [Sil'vestrov S.N., Bauer V.P., Eremin V.V. (2018). Assessment of the dependence of the investment multiplier on changes in the structure of the regional economy. *The Economy of the Region*, vol. 14, no. 4, pp. 1463–1476 (in Russian).] DOI: 10.17059/2018-4-31
- Смирнов Ю.Н. О цифровых платформах совершенствования деятельности промышленных предприятий // Развитие цифровой экономики как одно из приоритетных направлений «Стратегии – 2030 Республики Татарстан». Казань: Изд-во КГЭУ, 2018. С. 50. [Smirnov Ju.N. (2018). About digital platforms for improving the performance of industrial enterprises. *The development of the digital economy as one of the priority areas of the "Strategy-2030 of the Republic of Tatarstan"*. Kazan, Publishing house KGEU, p. 50 (in Russian).]
- Стародубцева Е.Б., Маркова О.М. (2018). Цифровая трансформация мировой экономики // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. № 2. С. 7–15. [Starodubceva E.B., Markova O.M. (2018). Digital transformation of the world economy. *Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Economics*, no. 2, pp. 7–15 (in Russian).]
- Тапскотт Д., Уильямс Э. (2009). Викиномика. Как массовое сотрудничество изменяет все. СПб.: Бест Бизнес Букс. 392 с. [Tapskott D., Williams J. (2009). *Wikinomics. How mass collaboration changes everything* (transl. from English). Saint Petersburg, Best Business Books, 392 p. (in Russian).]
- Тарануха Ю.В. (2018). Трансформация фирмы: от контракта владельцев ресурсов к кооперации владельцев компетенций. // Менеджмент в России и за рубежом. № 1. С. 4–11. [Taranuha Ju.V. (2018). Transformation of a company: From a contract of resource owners to cooperation of owners of competencies. *Management in Russia and Abroad*, no. 1. pp. 4–11 (in Russian).]
- Ферр Н., Даер Дж., Кристенсен К. (2017). Создавая инновации. М.: Эксмо. 304 с. [Furr N., Dyer J., Christensen C. (2017). *The innovator's method: Bringing the lean start-up into your organization*. Moscow, Exmo, 304 p. (in Russian).]
- Шваб К., Дэвис Н. (2018). Технологии четвертой промышленной революции. М.: Бомбора. 317 с. [Schwab K., Davis N. (2018). *Technologies of the fourth industrial revolution*. Moscow, Bombora, 317 p. (in Russian).]
- Йофффе Д., Кусумано М. (2016). Искусство стратегии. Уроки Билла Гейтса, Энди Гроува и Стива Джобса. М.: Манн, Иванов и Фербер, 240 с. [Yoffie D., Cusumano M. (2016). *Strategy rules. Five timeless lessons from Bill Gates, Andy Grove, and Steve Jobs* (transl. from English). Moscow, Mann, Ivanov and Ferber, 240 p. (in Russian).]

- Bredmar K. (2017). Digitalisation of enterprises brings new opportunities to traditional management control. *Business Systems Research Journal*, vol. 8, no. 2, pp. 115–125.
- Foss N., Stieglitz N. (2010). Modern resource-based theories. *SMG Working Paper. No. 7*. Retrieved 7 September 2010. Available at: <https://openarchive.cbs.dk/bitstream/handle/10398/8172/CBS%20Forskningsindberetning%20SMG%20261.pdf?sequence=1>
- Grieves M. (2017). Digital twin: Manufacturing excellence through virtual factory replication. Florida Institute of Technology. Retrieved 24 March 2017. Available at: <https://alterozoom.com/ru/documents/42557.html>
- Muegge S. (2013). Platforms, communities and business ecosystems: Lessons learned about technology entrepreneurship in an interconnected world. *Technology Innovation Management Review*, vol. 3, no. 2, pp. 5–15.
- Murray A. (2016). How GE and Henry Schein show that every company is a tech company. *Fortune*. Retrieved 10 June 2016. Available at: <https://fortune.com/2016/06/10/henry-schein-ge-digital-revolution/>
- Wernerfelt B. (2016). Adaptation, specialization, and the theory of the firm. Foundation of the Resource-Based View. USA: Sheridan Books, Inc. 320 p.

Рукопись поступила в редакцию 13.03.2020 г.

ABOUT DIGITAL TRANSFORMATION OF THE ENTERPRISE IN THE CONTEXT OF SYSTEMIC ECONOMIC THEORY

S.N. Sil'vestrov, V.P. Bauer, V.V. Eremin, N.V. Lapenkova

DOI: 10.33293/1609-1442-2020-2(89)-22-45

Sergei N. Sil'vestrov, Institute for Economic Policy and Problems of Economic Security, Financial University under

the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia; silvestrsn@gmail.com. ORCID: 0000-0002-7678-1283
Vladimir P. Bauer, Center for Strategic Forecasting and Planning, Institute for Economic Policy and Problems of Economic Security, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia; bvp09@mail.ru. ORCID: 0000-0002-6612-3797
Vladimir V. Eremin, Center for Monitoring and Evaluation of Economic Security, Institute for Economic Policy and Problems of Economic Security, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia; vil-ly.eremin@gmail.com. ORCID: 0000-0002-2144-3543.
Natalia V. Lapenkova, Center for Monitoring and Evaluation of Economic Security, Institute for Economic Policy and Problems of Economic Security, Institute for Economic Policy and Problems of Economic Security, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia; nvlapenkova@fa.ru

Acknowledgements. The article was prepared based on the results of studies carried out at the expense of budget funds on a state assignment to the Financial University.

The purpose of the article is to develop a model of digital transformation of an enterprise in the context of systemic economic theory. The relevance of the goal is determined by the large-scale transition of the world economy to digital functioning formats. Preliminary modeling of digital transformation will allow the enterprise to calculate the economic effect of its implementation, to identify changes in relations with its partners and competitors, the impact of these changes on the dynamics of the market value of resources and finished products. The objective of the article is to formulate a model that describes not only the digital transformation project itself, but also its relationship with the external environment of the enterprise, the processes of supply and sale of finished products. The article forms the hypothesis that the systemic economic theory allows you to create a model of digital transformation of the enterprise. This model has the following scientific novelty. 1. It substantiates the possibility and adequacy of the description of the relationships between the components of an economic tetrad (a complex of object, design, process and environmental systems) through a change in financial flows and indicators during the digital transformation of an enterprise. 2. The proposed model allows us to describe the impact of the digital transformation of the enterprise not only on its

activities, but also on changes in the market environment of this enterprise, taking into account the changes in supply and demand for resources needed for the functioning of the transformed enterprise, as well as for the products it sells, resulting from the digital transformation of the enterprise. 3. Taking into account changes in the market environment surrounding the transformed enterprise allows integrating the mechanism of market competition into the economic tetrad. 4. The model of digital transformation of the enterprise allows you to explore the interactions of financial and economic processes that enhance and transmit the resulting effects of digital transformation along the vertical and horizontal of network space of economic tetrads. The proposed simulation will simplify the transition to digital transformation and the use of scenario analysis; increase the predictability of the results of digital transformation, reducing the risk of its negative consequences.

Keywords: digitalization of economics, systemic economic theory, economic systems, space-time approach, theory of economic systems, financial flow management, economic tetrads.

JEL: D24, E22, G31.

Manuscript received 13.03.2020

СЕМИОТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИСТИННОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Н.А. Тарасова

DOI: 10.33293/1609-1442-2020-2(89)-45-57

Семиотический подход до сих пор необоснованно редко используется при исследованиях в области экономики; точнее, даже фактическое включение его или его элементов в разработку материалов каких-либо исследований до сих пор не сопровождается осознанием этого и указанием на их семиотический характер. В статье анализируются результаты нашего многолетнего опыта семиотического анализа и контроля десятков разнородных (в основном проведенных с нашим активным участием) социально-экономических и других исследований. Анализ начинается с теоретического рассмотрения процесса достижения не только достоверности, но и истинности результатов исследования (на основе философских теорий истинности). Семиотический контроль корректности используемых гносеологических, социально-экономических и математических положений проиллюстрирован на материале различных исследований. Для анализа и контроля этих положений применялась предложенная нами семиотическая методология обеспечения достоверности показателей (включающая общую семиотическую методологию и ее важный вариант – сравнительную методологию определения показателей государственной статистики). Применение этой методологии, не имеющей до сих пор известных нам аналогов, позволило решить как некоторые проблемы общеэкономического характера (начиная с важнейшей – корректности использования в исследованиях

© Тарасова Н.А., 2020 г.

Тарасова Наталия Андреевна, к.э.н., старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник ЦЭМИ РАН, Москва, Россия; tarasovan2008@yandex.ru