Инновационные подходы в цифровом моделировании региональных экономических процессов

Беилин И.Л.¹

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

АННОТАЦИЯ:

В статье впервые предлагается использование метода аналитической сегментации для формирования региональных инвестиционных портфелей малых инновационных предприятий, основанных на широком диапазоне собственных научно-исследовательских разработок. Это предприятия, созданные согласно № 209-ФЗ, на поддержку которых, в первую очередь, направлены программы Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (Фонд содействия инновациям). К ним относятся программы «СТАРТ», «Развитие», «Коммерциализация», «Кооперация». Цифровая модель реализует возможности в online-режиме корректирования сегментации и долей инвестирования портфелей региональных инновационных проектов в зависимости от изменений финансовых, экономических, технологических и эксплуатационных характеристик инновационного продукта. На основе методов сетевого планирования сформирована инновационная цифровая модель инвестирования малого инновационного предприятия, определен критический путь и резервы финансирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: моделирование экономических процессов, эконометрика, цифровая экономика, управление инновациями, экономика предприятий.

Innovative approaches in digital modeling of regional economic processes

Beilin I.L.¹

¹ Kazan Federal University, Russia

Введение

Новая экономика основана на знаниях и опирается преимущественно на интеллектуальные возможности, уменьшая зависимость от природных ресурсов. В настоящее время знания, навыки и опыт имеют столь же большое значение во все более взаимосвязанной с глобальным миром экономике, как и любые другие экономические ресурсы для успеха. В основе этой глобализации лежат технологические инновации, меняющие модели бизнеса во всех секторах экономики. Во многих инновационных предприятиях активно используются серверы, новейшие устройства хранения данных и сетевые ресурсы, задействованные в оцифровке ключевых бизнес-процессов, таких как маркетинг,

торговля, производство, обслуживание клиентов, связь и многое другое. Такие технологические преобразования актуализированы программой «Цифровая Экономика Российской Федерации» на 2016–2020 г. Во все более тесно связанной глобальной среде цифровые технологии стали важным фактором производительности, инноваций и конкурентоспособности в каждом секторе экономики. В ближайшие 5 лет принятие «умных» и интернет-технологий, таких как Internet of Things (IoT), изменит все аспекты экономики. Это производство, финансовые услуги, здравоохранение, транспорт, основные услуги, а также средства массовой информации, творческие отрасли. Дополнительно предпринимательский потенциал создает новые цифровые инновации и отрасли, которые, в свою очередь, способствуют экономическому росту и социальному развитию.

Вычислительные и коммуникационные технологии, которые являются технологическими основами интернета, за последние несколько десятилетий развивались постепенно. Несмотря на то, что это развитие является стратегическим и фундаментальным, базовые цифровые технологии не сильно отличаются от нововведений, на которые опираются современные стартапы. В современной экономической системе существует наблюдение, что технологические изменения, которые составляют конкуренцию вновь созданным инновационным предприятиям, обычно не являются принципиально новыми или сложными с технологической точки зрения. Успешная реали-

ABSTRACT:

The article proposes for the first time the use of the method of analytical segmentation for the formation of regional investment portfolios of small innovative enterprises, based on a wide range of their own research and development. These are enterprises established in accordance with No. 209 FZ, for the support of which, in the first place, the programs of the Foundation for the Promotion of the Development of Small Enterprises in the Scientific and Technical Field (Foundation for the Promotion of Innovations) are directed. These include the programs "START", "Development", "Commercialization", "Cooperation". The digital model realizes the possibilities of the on-line segmentation correction mode and the investment share of regional innovation project portfolios depending on changes in the financial, economic, technological and operational characteristics of the innovation product. Based on network planning methods, an innovative digital investment model of a small innovative enterprise has been formed, a critical path and funding reserves have been determined.

KEYWORDS: modeling of economic processes, econometrics, digital economy, innovation management, industrial economics

JEL Classification: C02, O32, R15

Received: 05.03.2019 / **Published:** 30.06.2019

© Author(s) / Publication: CREATIVE ECONOMY Publishers

For correspondence: Beilin I.L. (i.beilin@rambler.ru)

CITATION:

Beilin I.L. (2019) Innovatsionnye podkhody v tsifrovom modelirovanii regionalnykh ekonomicheskikh protsessov [Innovative approaches in digital modeling of regional economic processes]. Voprosy innovatsionnoy ekonomiki. 9. (2). – 361-382. doi: 10.18334/vinec.9.2.40499

зация жизнеспособного стартапа в цифровой экономике требует учета непрерывной трансформации правил конкуренции и освоения новых предложений.

Литературный обзор

Технологические инновации, особенно цифровые технологии, такие как социальные сети, мобильные, аналитические и облачные приложения, стали движущей силой инновационных производств и развития большинства как крупных, так и малых компаний. Все секторы экономики получили быстрое преобразование и интеграцию технологий в целях повышения экономической эффективности, снижения затрат, создания новых доходов, а также улучшения сотрудничества и инновационной инфраструктуры. На уровне предприятия цифровая экономика не ограничивается отделом информационных технологий, а проявляет свое значение во всей организации, во всех аспектах бизнес процессов. Например, интернет вещей (IoT), стал ключевым драйвером производительности, конкурентоспособности и роста. Среди информационных технологий на инновационных предприятиях лидирующее место занимают сервисы (74%), мобильные технологии и инструменты анализа данных (70%), социальные медиа (62%) и инструменты управления взаимоотношениями с клиентами (CRM) (60%). Цифровые технологии, такие как инструменты электронного обучения, планирование ресурсов предприятий (ERP), приложения электронной коммерции и виртуализация экономических систем так же становятся все более распространенными в производственной деятельности [1, 2, 3] (*Beilin, Khomenko, 2018; Beilin, 2018; Beilin, Khomenko, 2017*). Они повышают производительность труда, позволяют сотрудникам более эффективно работать и использовать время, способствуют снижению производственных издержек и увеличению доли рынка в конкурентной среде (то есть увеличению объема продаж и/или прибыли), помогают в стимулировании инновационных процессов в МИП.

Высокотехнологичные малые инновационные предприятия (МИП) полимерного профиля создают вдвое больше новых рабочих мест и увеличивают свои доходы на 15% быстрее, чем предприятия других направлений. Кроме того, использование ими цифровых технологий может создавать дополнительные рабочие места, не связанные с ИКТ, благодаря экономии средств и увеличению прибыли [4, 5] (*Waldfoegel, 2016; De Corniere, 2016*). Поскольку мировая экономика становится все более информатизированной, а доступ к новейшим технологиям расширяется, цифровые навыки

ОБ АВТОРЕ:

Беилин Игорь Леонидович, докторант (i.beilin@rambler.ru)

ЦИТИРОВАТЬ СТАТЬЮ:

Беилин И.Л. Инновационные подходы в цифровом моделировании региональных экономических процессов // Вопросы инновационной экономики. – 2019. – Том 9. – № 2. – С. 361-382. doi: 10.18334/vinec.9.2.40499

научно-технических сотрудников и предпринимателей могут стать решающим фактором успеха в новой экономике знаний. Для того чтобы оптимизировать выгоду от внедрения цифровых технологий и расширить масштабы производственной деятельности как на региональном уровне, так и на национальном и международном уровнях организациям нужны сотрудники с большим набором разноплановых навыков [6, 7, 8] (*Doleac, 2017; Zhang, Liu, 2012; Yang, 2013*). Деловые качества научно-технического работника и знание информационных технологий способствуют на всех этапах разработки новшества пониманию направлений и эффективности его коммерциализации.

Цифровые технологии трансформировали каждый аспект бизнес-процессов, например, использование электронной коммерции для достижения оффшорных клиентов, анализ крупных бизнес-данных для диверсификации продуктов, использование социальных сетей для более широкого охвата потребителя, использование облачных решений для планирования ресурсов предприятия (ERP) и управления людскими ресурсами (HRM).

Технологические инновации изменяют бизнес модели посредством виртуализации операционных систем и оцифровки маркетинга, торговли, производства, обслуживания клиентов. Технологические инновации превосходят все секторы экономики и охватывают почти каждую организацию. Экономические преимущества внедрения информационных технологий хорошо понимаются организациями всех размеров и времени «жизни», но малыми инновационными предприятиями особенно. Поиск сотрудников с наличием деловых, межличностных, технических, предпринимательских навыков и знанием цифровых технологий является самой большой проблемой работодателей. Успех в динамичной и непрерывно развивающейся экономической системе зависит от способности работодателя постоянно повышать в персонале предприятия знания для эффективного внедрения и использования цифровых технологий.

Успешная производственная корпорация зависит от экосистемы партнерств, включая поставщиков, системных интеграторов и партнеров по инновациям, таких как университеты, стартапы, технологические альянсы и пр. Постоянно меняющиеся технологии требуют большей гибкости от предприятия [9, 10, 11] (*Honka, 2014; Ayres, Banaji, Jolls, 2015; White, 2013*). Эта трансформация требует нового стиля управления, который подразумевает использование всех цифровых возможностей и расширение льгот инновационным предприятиям, аналогичных тем, которые предоставлены по ФЗ № 219. Требуются устойчивые партнерские отношения со стартапами, университетами, разработчиками и системными интеграторами для стимулирования инновационной экосистемы, которая может действовать быстро, постоянно адаптироваться и создавать рыночные прорывы.

На основе цифровой индустриализации в экономике регионального, национального и международного уровня возможно возникновение интеллектуальных корпораций. В условиях все более динамичного и постоянно меняющегося мира цифровое преобразование современного предприятия осуществляется посредством все более

эффективных процессов, поскольку компании используют цифровые технологии, которые позволяют создавать новые рабочие модели. В конце процесса трансформации успешные инновационные производственные компании становятся настоящими цифровыми предприятиями с собственными научно-техническими разработками в основе, но дополненными цифровыми интерфейсами и инновационными услугами на базе данных. Можно сказать, что такие инновационные предприятия создают вместе с клиентами и поставщиками промышленные цифровые системы. Как на сформировавшихся, так и на развивающихся рынках события коренным образом меняют отдельные компании и динамику рынка во всем диапазоне отраслей.

В результате влияния цифровых технологий компании и организации вынуждены переосмысливать традиционные бизнес функции. Цифровые бизнес-модели часто ориентированы на генерирование дополнительных цифровых доходов и оптимизацию взаимодействия с клиентами [12, 13, 14] (*Lambrecht, Misra, 2017; Waldfogel, Reimers, 2015; Simcoe, 2012*). Инновационное предприятие не просто использует новые технологии, оно заменяет свои старые рабочие модели цифровыми, которые могут быть включены в платформы продуктов и аналитики. Успешные предприятия используют Industrial Internet of Things для нового роста за счет увеличения производства и создания новых гибридных бизнес-моделей для увеличения доходов, использования интеллектуальных технологий для стимулирования инноваций и преобразования их, как рабочей силы [15, 16, 17] (*Anenberg, Kung, 2015; Varian, 2005; Tambe, Hitt, Brynjolfsson, 2012*). При предоставлении продуктов и услуг цифровизация способствует более низким затратам, улучшению качества продукции, гибкости и эффективности, более быстрому времени отклика на запросы заинтересованных лиц и рынка, а также открывает новые и инновационные бизнес-направления.

Массивы данных и цифровые каналы становятся наиболее важными инструментами для удовлетворения все более искушенного потребителя, а также предоставляют новые возможности для продуктов и услуг для тех, кто развивает инновации. Компании в производстве, энергетике и других традиционных отраслях промышленности инвестируют средства для оцифровки своих активов, приближая нас к эпохе умных машин, зданий и сооружений. Сущность «массива данных» не ограничивается размером, а включает возможности генерирования инновационных идей с помощью новых данных и контента, чтобы активировать решения, которые без этого можно было бы считать нереалистичными.

По данным International Data Corporation, размер рынка третьей ИТ-платформы (большие данные, облачные вычисления, мобильный интернет и социальный бизнес) к 2020 году достигнет 5,3 трлн долл. США. И 90% роста в ИТ-индустрии будет управляться третьей ИТ-платформой. За пятилетний период предприятия, заложившие большие массивы данных в основу решений о продажах и маркетинге, улучшили свою маркетинговую рентабельность инвестиций (ROI) на 15–20 процентов. Только в

странах Третьего мира наличие больших массивов данных не оказалось экономически целесообразным.

Для компаний-производителей цифровая технология может использоваться во всей цепочке поставок от производства до распределения. Ее можно применять для оптимизации потока материалов и оборудования, тестирования для решения вопросов прогнозирования сбоев, увеличения механизации за счет автоматизации и мониторинга производительности в режиме реального времени [18, 19, 20] (*Aaltonen, Seiler, 2016; Arnosti, Beck, Milgrom, 2016; Tucker, 2014*). Использование передовой аналитики также оказало наибольшее влияние на производственные процессы в областях контроля качества, прогнозирующего обслуживания и оптимизации цепочки поставок.

Для сервисных компаний цифровая технология находится в основе инновационных центров по привлечению клиентов, предоставления услуг через гибридные каналы, использования аналитики для стимулирования продаж и эффективного управления отношениями [21, 22] (*McElheran, 2014; Rao, 2015*). Для того чтобы адаптироваться к изменениям на рынке и технологическим тенденциям, сервисным компаниям необходимо внедрение инноваций в сфере услуг в стратегию обслуживания компании, инвестиционные циклы, продажи и операции. Компаниям необходимо не только собирать данные и применять новейшие аналитические методы, но и совмещать новые технологии с усовершенствованиями традиционных процессов.

Цифровая трансформация переопределяет бизнес в отрасли, помогая перейти от ориентированного на продукт подхода к подходу, ориентированному на экосистему. Существует также расширение отраслевых границ с плавной интеграцией в другие отрасли, что приводит к сосуществованию конкуренции и сотрудничества. Например, автомобильный производитель, помимо того, чтобы сосредоточиться на своем продукте, возможно, должен сотрудничать с различными заинтересованными сторонами, такими как операторы связи, производители вспомогательных устройств и страховые компании, чтобы создать связанную экосистему автомобиля. Банку, возможно, потребуется сотрудничество с операторами связи, розничными торговцами и FinTechs для создания цифрового продукта. Например, платежная система MCash, недавно запущенная Nigeria Inter Bank Settlement System (NIBSS), позволяет использовать микроплатежи без банковских пластиковых карт с использованием Unstructured Supplementary Service Data (USSD).

Некоторые перспективные банки в настоящее время практикуют интерфейс прикладных программ (API), чтобы использовать возможность создавать новые предложения продуктов, улучшать цифровые возможности и обеспечивать «бесшовное» партнерство с FinTechs. Ожидается, что это создаст переходы на открытые платформы, которые позволят динамичным инновационным производственным экосистемам ориентироваться на извлечение дополнительной прибыли в таких областях, как платежи, кредитование, управление персональными финансами и цепочка поставок.

В цифровую эру потребитель становится исключительным ориентиром для инно-

вационных производственных компаний. Поскольку цифровое преобразование продолжает переносить все больше возможностей контроля характеристик продукта потребителями, производители вынуждены адаптироваться к новой реальности или рискуют стать неактуальными для рынка. Компания должна разработать возможность быстро и автоматически прогнозировать и реагировать на потребности бизнеса в рамках цифровой эволюции организации. Прогностическая аналитика помогает предлагать новые целевые продукты и эффективно осуществлять быстрые продажи и комплектацию продуктов.

В такой ситуации банковскому сектору также необходимо менять политику, ориентированную на компанию, на политику, ориентированную на потребителя. Это требует изменений в процессе принятия решений за счет использования одновременно массива накопленных данных с данными, получаемыми в реальном времени, что позволяет банкам эффективнее реагировать на конъюнктуру потребностей в инновационной производственной продукции. Результатом служит увеличение способов максимизировать отдачу, используя более мощные аналитические инструменты и возможности для принятия «умных» решений, улучшения продаж и предоставления услуг. Цифровой (социальный, мобильный и онлайн) подход помогает в повышении заинтересованности, привлечении и удержании потребителя, включая продвижение бренда. Информационная аналитика повышает качество обслуживания клиентов, оценивая емкость потенциального рынка посредством демографической и транзакционной оценки. Это помогает в определении показателей успешности маркетинговых действий и новых продуктов, дизайна продукта и маркетинговых коммуникаций.

Социальные медиа создают дополнительные возможности предприятиям максимизировать свое присутствие на рынке при оптимизации маркетинговых расходов. Банки все чаще используют дифференцированные отраслевые форматы, чтобы лучше ориентироваться на разные сегменты потребителей, используя аналитическое управление сетью [23] (*Scott, Varian, 2015*). Рынок требует проникающего во все сферы многоканального взаимодействия. Следовательно, одновременные транзакции станут обычным явлением в будущем, когда потребитель сможет начать транзакции на одном канале и продолжить с последующими шагами на других.

Методы и этапы исследования

Аналитическая сегментация может приниматься за основу в деятельности предприятий по использованию каналов для разных групп клиентов. Пусть $X = (x_1, \dots, x_n)$ – множество объектов; $Y = (y_1, \dots, y_p)$ – множество признаков, характерных для каждого из объектов; множество эталонов обозначим $Z = (z_1, \dots, z_m)$. Эталоны z_i характеризуются множеством признаков Y и отличаются друг от друга степенью проявления в них каждого из признаков. Очевидно, что можно сгруппировать объекты из множества X в наборы M_i , которые соответствовали бы заданным эталонам z_i .

Обозначим через $\Phi_R(x, y)$ – степень проявления признака y в объекте x (это функция принадлежности нечеткого отношения R):

$$R = \begin{matrix} & y_1 & y_2 & \dots & y_n \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{matrix} & \begin{pmatrix} \Phi_R(x_1, y_1) & \Phi_R(x_1, y_2) & \dots & \Phi_R(x_1, y_n) \\ \Phi_R(x_2, y_1) & \Phi_R(x_2, y_2) & \dots & \Phi_R(x_2, y_n) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Phi_R(x_n, y_1) & \Phi_R(x_n, y_2) & \dots & \Phi_R(x_n, y_n) \end{pmatrix} \end{matrix}$$

$P_Q(y, z)$ – степень совместимости эталона z с признаком y (это функция принадлежности нечеткого отношения Q):

$$Q = \begin{matrix} & z_1 & z_2 & \dots & z_m \\ \begin{matrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_p \end{matrix} & \begin{pmatrix} \Phi_Q(y_1, z_1) & \Phi_Q(y_1, z_2) & \dots & \Phi_Q(y_1, z_m) \\ \Phi_Q(y_2, z_1) & \Phi_Q(y_2, z_2) & \dots & \Phi_Q(y_2, z_m) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Phi_Q(y_p, z_1) & \Phi_Q(y_p, z_2) & \dots & \Phi_Q(y_p, z_m) \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Постановка задачи: для каждого z_i необходимо сформировать набор объектов M_i , опираясь на нечеткие отношения R и Q .

Решение: следуя алгоритму Леунга, строим матрицу A :

$$A = \begin{matrix} & z_1 & z_2 & \dots & z_m \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{matrix} & \begin{pmatrix} \mu_{A_1}(x_1, z_1) & \mu_{A_2}(x_1, z_2) & \dots & \mu_{A_m}(x_1, z_m) \\ \mu_{A_1}(x_2, z_1) & \mu_{A_2}(x_2, z_2) & \dots & \mu_{A_m}(x_2, z_m) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_{A_1}(x_n, z_1) & \mu_{A_2}(x_n, z_2) & \dots & \mu_{A_m}(x_n, z_m) \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Элементы этой матрицы определяются функцией принадлежности:

$$\mu_{A_i}(x, z_i) = \frac{\sum_y \Phi_R(x, y) \cdot P_Q(y, z_i)}{\sum_y \Phi_R(x, y)} \quad \text{для всех } x \in X, y \in Y, z \in Z.$$

Порог разделения λ , объектов из множества X по различным наборам M_i , определяется условием:

$$\min_{i,j} \max_x \min [\mu_{A_i}(x, z_i) \mu_{A_j}(x, z_j)] > \lambda \quad (*).$$

Для этого строится вспомогательная матрица W :

$$W = \begin{pmatrix} x_1 & \mu_{A_1}(x_1, z_1) \wedge \mu_{A_2}(x_1, z_2) & \dots & \mu_{A_{m-1}}(x_1, z_{m-1}) \wedge \mu_{A_m}(x_1, z_m) \\ x_2 & \mu_{A_1}(x_2, z_1) \wedge \mu_{A_2}(x_2, z_2) & \dots & \mu_{A_{m-1}}(x_2, z_{m-1}) \wedge \mu_{A_m}(x_2, z_m) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n & \mu_{A_1}(x_n, z_1) \wedge \mu_{A_2}(x_n, z_2) & \dots & \mu_{A_{m-1}}(x_n, z_{m-1}) \wedge \mu_{A_m}(x_n, z_m) \end{pmatrix}$$

Тем самым для вычисления λ из условия (*), мы получили значения $\min[\mu_{A_i}(x, z_i) \mu_{A_j}(x, z_j)]$.

Далее, находим максимальные элементы в каждом из столбцов матрицы W , то есть $\max \min[\mu_{A_i}(x, z_i) \mu_{A_j}(x, z_j)]$.

Затем, из полученных значений выбираем наименьшее

$$L = \min_{i,j} \max_x \min[\mu_{A_i}(x, z_i) \mu_{A_j}(x, z_j)].$$

И наконец, определяем порог λ как возможное наибольшее значение, которое было бы меньше L . После того, как выбран порог λ , формируется уровневое множество на основании матрицы A :

$$M_i = \left\{ x \in X : \mu_{A_i}(x) \geq \min_{i,j} \max_x \min[\mu_{A_i}(x, z_i) \mu_{A_j}(x, z_j)] \right\}.$$

В результате M_i содержит такую группу объектов из множества $X = (x_1, \dots, x_n)$, которая соответствует заданному эталону z_i [24] (Salakhutdinov, Ismagilov, 2005).

Результаты и их обсуждение

В контексте актуальности поиска экономических моделей управления устойчивым развитием регионального нефтегазохимического кластера произведем практическую реализацию аналитической сегментации на примере малого инновационного полимерного предприятия «Пластик+», основанную на результатах собственных научно-технических исследований [25, 26, 27] (Beilin, Arkhireev, Galibeev, 2004; Beilin, Arkhireev, Nefedova, 2006; Beilin, 2006). Предприятие развивает десять инновационных проектов $X = (x_1 - x_{10})$, каждый из которых характеризуется шестью признаками: $Y = (y_1 - y_6)$: y_1 – стоимостная оценка инновационного продукта; y_2 – чистая текущая стоимость (NPV); y_3 – доходность активов; y_4 – модифицированная внутренняя норма рентабельности (MIRR); y_5 – величина инвестирования (IC), y_6 – дисконтированный срок окупаемости (DPP). В развитии проектов проявлен интерес пяти инвесторов: $Z = (z_1 - z_5)$. Степень проявления характеристики «у» в инновационном проекте «х» выражается матрицей «R» (табл. 1), а предпочтения инвестора «z» в той или иной характеристике «у» матрицей «Q» (табл. 2):

На основе описанного выше алгоритма Леунга в вероятностной форме выражаем заинтересованность инвесторов «z» в инновационных проектах «х», которая представлена в форме матрицы «A» (табл. 3). Расчеты производятся в программном приложении MS Excel при импорте данных с «обновлением при каждом открытии файла».

Таблица 1

Степень проявления характеристики «у» в инновационном проекте «х»

R=		y1	y2	y3	y4	y5	y6
	x1	1	0,7	0,4	0,8	0,5	1
	x2	0,3	0,35	0,2	0,2	0	0
	x3	0,4	0	1	0,1	0	0,9
	x4	0,2	0,1	0,3	0,7	0,5	1
	x5	1	1	0,1	1	0,4	1
	x6	0,2	0,7	0,4	0,3	0,9	0,5
	x7	0,5	0	0	0,5	0,3	1
	x8	0,5	0,4	0,6	0,3	0,9	0,1
	x9	0,1	0,6	0,7	0,4	0,5	0,7
	x10	0,5	0,8	0	0,5	1	1

Источник: составлено автором

Таблица 2

Степень проявления предпочтения инвестора «z» в характеристике инновационного проекта «у»

Q=		z1	z2	z3	z4	z5
	y1	1	0,7	0,1	0,5	0,5
	y2	0,4	0,3	1	0,2	0,1
	y3	0	0,1	0,8	0,36	0,7
	y4	1	0,5	0,9	0,5	0,9
	y5	1	0,9	0,4	0,3	1
	y6	0	1	0,4	1	0,5

Источник: составлено автором

Таблица 3

Степень заинтересованности инвесторов «z» в инновационных проектах «х»

A=		z1	z2	z3	z4	z5
	x1	0,586	0,636	0,555	0,530	0,584
	x2	0,610	0,414	0,686	0,373	0,481
	x3	0,208	0,554	0,538	0,629	0,600
	x4	0,514	0,714	0,568	0,617	0,696
	x5	0,622	0,638	0,587	0,524	0,549
	x6	0,560	0,617	0,623	0,435	0,623
	x7	0,565	0,813	0,443	0,691	0,652
	x8	0,664	0,568	0,571	0,381	0,689
	x9	0,413	0,557	0,670	0,491	0,603
	x10	0,611	0,721	0,553	0,516	0,600

Источник: составлено автором

Для определения порога разделения «L», проектов из набора «X» по различным портфелям « M_i » на основе попарной конъюнкции столбцов строим вспомогательную матрицу «W» (табл. 4):

Таблица 4

Вспомогательная матрица «W» на основе попарной конъюнкции столбцов

W=	0,586	0,555	0,530	0,530	0,584
	0,414	0,414	0,373	0,373	0,481
	0,208	0,538	0,538	0,600	0,208
	0,514	0,568	0,568	0,617	0,514
	0,622	0,587	0,524	0,524	0,549
	0,560	0,617	0,435	0,435	0,560
	0,565	0,443	0,443	0,652	0,565
	0,568	0,568	0,381	0,381	0,664
	0,413	0,557	0,491	0,491	0,413
	0,611	0,553	0,516	0,516	0,600

Источник: составлено автором

Через операцию «*min max min*» находим порог разделения «L» инновационных проектов по инвестиционным портфелям (табл. 5):

Таблица 5

Порог разделения «L» инновационных проектов по инвестиционным портфелям

L	z1	z2	z3	z4	z5
0,568	0,622	0,617	0,568	0,652	0,664

Источник: составлено автором

Такие проекты, значимости которых для инвесторов выше определенного порога, и составляют соответствующие инвестиционные портфели «M» (табл. 6).

Таблица 6

Формирование инвестиционных портфелей «M»

M1	M2	M3	M4	M5
x1	x1	-	-	x1
x2	-	x2	-	-
-	-	-	x3	x3
-	x4	x4	x4	x4
x5	x5	x5	-	-
-	x6	x6	-	x6
-	x7	-	x7	x7
x8	x8	x8	-	x8
-	-	x9	-	x9
x10	x10	-	-	x10

Источник: составлено автором

Для подтверждения работоспособности разработанной модели формирования наиболее экономически эффективных инвестиционных портфелей проведем аналогичные расчеты на примере еще одного инновационного предприятия «Пленки для запекания» (табл. 7–12). Это предприятие занимается производством опытных материалов по 14 проектам на основе механизмов полимеризации, аналогичных предприятию «Пластик+», но с большим содержанием амидных и меньшим содержанием эфирных составляющих в «линейке» производящихся полимерных продуктов, что придает материалу особенно высокую термостойкость [28, 29, 30] (Beilin, 2012; Beilin, Arkhireev, Azimov, 2006; Beilin, Nefedova, Arkhieev, 2006). Для «чистоты эксперимента» формирование портфелей проведем по тем же шести финансовым характеристикам проектов: $Y = (y_1 - y_6)$: y_1 – стоимостная оценка инновационного продукта; y_2 – чистая текущая стоимость (NPV); y_3 – доходность активов; y_4 – модифицированная внутренняя норма рентабельности (MIRR); y_5 – величина инвестирования (IC), y_6 – дисконтированный срок окупаемости (DPP). Поскольку данные проекты относятся к тому же полимерному сектору, то и инвесторы те же, которые были в первом примере: $Z = (z_1 - z_5)$.

Таблица 7

Степень проявления характеристики «у» в инновационном проекте «х»
для МИП «Пленки для запекания»

R=		y1	y2	y3	y4	y5	y6
	x1	1	0,7	0,4	0,8	0,5	1
	x2	0,3	0,35	0,2	0,2	0	0,8
	x3	0,4	0	1	0,1	0	0,9
	x4	0,2	0,1	0,3	0,7	0,5	1
	x5	0,7	1	0,5	0,3	0,7	0,4
	x6	0,2	0,9	0	0,5	0,8	0,3
	x7	0,5	0	0	0,5	0,3	1
	x8	0,5	0,4	0,6	0,3	0,9	0,1
	x9	1	0,3	0	0,4	0	0,6
	x10	0,5	0,8	0	0,5	1	1
	x11	0,1	0,7	0,3	0,4	0	0,5
	x12	0,4	0,8	0,4	0,2	0,7	1
	x13	0,5	0,9	0,1	0	0,35	0
	x14	0	0,6	0,7	1	0	0,3

Источник: составлено автором

Таблица 8

Степень проявления предпочтения инвестора «z» в характеристике
инновационного проекта «у» для МИП «Пленки для запекания»

Q=		z1	z2	z3	z4	z5
	y1	1	0,7	0,1	0,5	0,5
	y2	0,4	0,3	0	0,2	0,1
	y3	0,9	0,1	0,8	0,36	0,7
	y4	1	0,5	0,9	0,5	0,9
	y5	0,1	0,9	0,4	0,3	1
	y6	0,5	1	0,4	1	0,5

Источник: составлено автором

Таблица 9

Степень заинтересованности инвесторов «z» в инновационных проектах «х»
для МИП «Пленки для запекания»

A=		z1	z2	z3	z4	z5
	x1	0,680	0,636	0,395	0,530	0,584
	x2	0,659	0,668	0,373	0,644	0,489
	x3	0,771	0,554	0,538	0,629	0,600
	x4	0,629	0,714	0,532	0,617	0,696
	x5	0,589	0,561	0,328	0,414	0,547
	x6	0,478	0,622	0,337	0,396	0,589
	x7	0,665	0,813	0,443	0,691	0,652
	x8	0,586	0,568	0,429	0,381	0,689
	x9	0,791	0,691	0,304	0,591	0,517
	x10	0,505	0,721	0,342	0,516	0,600
	x11	0,650	0,505	0,405	0,499	0,470
	x12	0,529	0,654	0,349	0,518	0,554
	x13	0,532	0,511	0,146	0,309	0,411
	x14	0,777	0,404	0,608	0,451	0,615

Источник: составлено автором

Для решения вопроса о величине и последовательности финансирования сформированных инвестиционных портфелей представляется возможным использование метода сетевого планирования. В данном контексте предлагается вместо продолжительности работ указывать величину финансирования проекта (млн рублей). В качестве примера представим сетевой график наиболее крупных по величине инвестирования: из предприятия «Пластик+» портфеля М5 (рис. 1) из восьми проектов и из предприятия «Пленки для запекания» портфеля М2 (рис. 2) из одиннадцати инновационных проектов с учетом вариантов их последовательной и параллельной реализации. При этом способе кружок сетевого графика, обозначающий номер проекта, делится на четыре сектора. В верхнем секторе фиксируется номер проекта, в левом – наименее возможное финансирование для его реализации, в правом – наибольшее финансирование при варианте развития с максимальными издержками. В нижнем секторе указывается резерв инвестиций данного инновационного проекта. В скобках обозначены полный и свободный резерв финансирования (R^H/R^C).

Таблица 10

**Вспомогательная матрица «W» на основе попарной конъюнкции столбцов
для МИП «Пленки для запекания»**

W=	0,636	0,395	0,395	0,530	0,584
	0,659	0,373	0,373	0,489	0,489
	0,554	0,538	0,538	0,600	0,600
	0,629	0,532	0,532	0,617	0,629
	0,561	0,328	0,328	0,414	0,547
	0,478	0,337	0,337	0,396	0,478
	0,665	0,443	0,443	0,652	0,652
	0,568	0,429	0,381	0,381	0,586
	0,691	0,304	0,304	0,517	0,517
	0,505	0,342	0,342	0,516	0,505
	0,505	0,405	0,405	0,470	0,470
	0,529	0,349	0,349	0,518	0,529
	0,511	0,146	0,146	0,309	0,411
	0,404	0,404	0,451	0,451	0,615

Источник: составлено автором

Таблица 11

**Порог разделения «L» инновационных проектов по инвестиционным портфелям
для МИП «Пленки для запекания»**

L	z1	z2	z3	z4	z5
0,538	0,691	0,538	0,538	0,652	0,652

Источник: составлено автором

Таблица 12

**Формирование инвестиционных портфелей «М» для МИП «Пленки для
запекания»**

M1	M2	M3	M4	M5
x1	x1	-	-	x1
x2	x2	-	x2	-
x3	x3	x3	x3	x3
x4	x4	-	x4	x4
x5	x5	-	-	x5
-	x6	-	-	x6
x7	x7	-	x7	x7
x8	x8	-	-	x8
x9	x9	-	x9	-
-	x10	-	-	x10
x11	-	-	-	-
-	x12	-	-	x12
-	-	-	-	-
x14	-	x14	-	x14

Источник: составлено автором

Рисунок 1. Решение графическим способом (секторальным методом) сетевого планирования инвестиций портфеля М5 инновационного предприятия «Пластик+»

Источник: составлено автором

Рисунок 2. Решение графическим способом (секторальным методом) сетевого планирования инвестиций портфеля М2 инновационного предприятия «Пленки для запекания»

Источник: составлено автором

Рисунок 3. Решение методом потенциалов сетевого планирования инвестиций портфеля М5 инновационного предприятия «Пластик+»
Источник: составлено автором

Рисунок 4. Решение методом потенциалов сетевого планирования инвестиций портфеля М2 инновационного предприятия «Пленки для запекания»
Источник: составлено автором

Согласно расчетам, результаты которых представлены на данном сетевом графике, критический путь: (1,3) (3,4) (4,5) (5,8). Величина инвестирования по критическому пути составила 19,16 млн руб.

Согласно расчетам, результаты которых представлены на данном сетевом графике, критический путь: (1,2) (2,3) (3,6) (6,9) (9,10) (10,11). Величина инвестирования по критическому пути составила 29,5 млн руб.

На *рисунках 3 и 4* в круглых скобках указан номер инновационного проекта, через который к данному проекту проходит путь наибольшего финансирования от стадии готового комплекса целевых продуктов предприятия. Расчет начинается с завершающего проекта, так как его потенциал равен 0. В нижнем секторе последнего пункта в скобках указывается прочерк, в правый записывается 0 и производится переход к последующему событию.

Заключение

Цифровые технологии находятся в центре передового опыта в организационных операциях, особенно на нынешнем глобальном рынке. Они быстро меняют традиционные экономические модели. Переход на «цифру» является значительной трансформацией, которую «переживают» сегодня все производственные сектора и тем более сектора со значительной инновационной составляющей. Выражение «Адаптировать или умереть» можно считать девизом цифровой экономики, так как смена парадигмы в поведении потребителей также способствует росту конкурентных угроз и повышению рисков на рынке. Возможности для роста инвестиций в инновационные предприятия очень велики, поскольку результатами могут быть продукты с уникальным заданным комплексом свойств и совершенно новые категории услуг. Разработанная в данной статье цифровая модель на основе методов аналитической сегментации и сетевого планирования способствует развитию инвестирования в трансфер и коммерциализацию региональных наукоемких высокотехнологичных инноваций на основе собственных научно-технических исследований и создает возможности использования большого набора современных, но при этом легкодоступных программных средств. Независимо от изменения внутренних и внешних факторов, влияющих на региональные проекты, их характеристик и финансовых возможностей инвесторов представленная модель будет в автоматическом режиме комбинировать оптимальные портфели инновационных проектов по всему комплексу показателей их эффективности.

ИСТОЧНИКИ:

1. Беилин И.Л. Трехфакторная модель управления устойчивостью инновационного химического проекта в условиях экономической неопределенности // Вопросы инновационной экономики, 2018. – № 1. – doi: 10.18334/vinec.8.1.38859.
2. Беилин И.Л., Хоменко В.В. Экономическая оценка оптимальной производительности инновационного предприятия с учетом цикличности его развития // Вопросы инновационной экономики, 2018. – № 3. – doi: 10.18334/vinec.8.3.39384.

3. Беилин И.Л., Хоменко В.В. Управление себестоимостью инновационного химического проекта на основе подходов нечеткой логики // Вопросы инновационной экономики, 2017. – № 4. – doi: 10.18334/vines.7.4.38663.
4. Беилин И.Л., Архиреев В.П., Галибеев С.С. Изучение анионной сополимеризации пропиленкарбоната с изоцианатами // Вестник Казанского технологического университета, 2004. – № 1.
5. Беилин И.Л., Архиреев В.П., Нефедова М.А. Синтез и структура новых сополимеров циклических карбонатов с моноизоцианатами // Пластические массы, 2006. – № 1.
6. Беилин И.Л. Прикладные свойства новых сополимеров циклических карбонатов с изоцианатами различного строения // Пластические массы, 2006. – № 4.
7. Беилин И.Л. Оценка конкурентоспособности малого инновационного предприятия по ФЗ 217 // Вестник Казанского технологического университета, 2012. – № 21..
8. Беилин И.Л., Архиреев В.П., Галибеев С.С., Азимов Ю.И. Новые полиамидоэффры на основе пропиленкарбоната // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология, 2006. – № 1.
9. Беилин И.Л., Архиреев В.П., Нефедова М.А. Анионная сополимеризация циклических карбонатов с моноизоцианатами // Вестник Казанского технологического университета, 2006. – № 1.
10. Салахутдинов Р.З., Исмагилов И.И. Моделирование и принятие решений в экономике на основе теории нечетких множеств: Учебное пособие. – Казань: КГУ, 2005.
11. Aaltonen A., Seiler S. Cumulative growth in user-generated content production: Evidence from Wikipedia // Management Science, 2016. – № 7.
12. Anenberg E., Kung E. Information technology and product variety in the city: The case of food trucks // Journal of Urban Economics, 2015. – № 90.
13. Arnosti N., Beck M., Milgrom P. Adverse selection and auction design for internet display advertising // American Economic Review, 2016. – № 10.
14. Ayres I., Banaji M., Jolls C. Race effects on e-bay // RAND Journal of Economics, 2015. – № 4.
15. De Corniere A. Search advertising // American Economic Journal: Microeconomics, 2016. – № 3.
16. Doleac J.L. The effects of databases on crime // American Economic Journal: Applied Economics, 2017. – № 1.
17. Honka E. Quantifying search and switching costs in the us auto insurance industry // RAND Journal of Economics, 2014. – № 4.
18. Rao A. Online content pricing: Purchase and rental markets // Marketing Science, 2015. – № 3.
19. Lambrecht A., Misra K. Fee or free: When should firms charge for online content? // Management Science, 2017. – № 4.
20. McElheran K. Delegation in multi-establishment firms: Evidence from I.T. purchasing // Journal of Economics and Management Strategy, 2014. – № 2.

21. Scott S.L., Varian H.R. Bayesian Variable Selection for now casting Economic Time Series // University of Chicago Press, 2015.
22. Simcoe T. Standard setting committees: Consensus governance for shared technology platforms // American Economic Review, 2012. – № 1.
23. Tambe P., Hitt L.M., Brynjolfsson E. The extroverted: How external information practices affect innovation and productivity // Management Science, 2012. – № 5.
24. Tucker C. Social networks, personalized advertising, and privacy controls // Journal of Marketing Research, 2014. – № 5.
25. Varian H.R. Copying and copyright // Journal of Economic Perspectives, 2005. – № 2.
26. Waldfogel J. Cinematic explosion: New products, unpredictability and realized quality in the digital era // Journal of Industrial Economics, 2016. – № 4.
27. Waldfogel J., Reimers I. Storming the gatekeepers: Digital disintermediation in the market for books // Information Economics and Policy, 2015.
28. White A. Search engines: Left side quality versus right side // International Journal of Industrial Organization, 2. – № 6.
29. Yang H. Targeted search and the long tail // RAND Journal of Economics, 2013. – № 4.
30. Zhang J., Liu P. Rational herding in microloan markets // Management Science, 2012. – № 5.

REFERENCES:

- Aaltonen A., Seiler S. (2016). *Cumulative growth in user-generated content production: Evidence from wikipedia* Management Science. 62 (7).
- Anenberg E., Kung E. (2015). *Information technology and product variety in the city: The case of food trucks* Journal of Urban Economics. (90).
- Arnosti N., Beck M., Milgrom P. (2016). *Adverse selection and auction design for internet display advertising* American Economic Review. 106 (10). 2852–2866.
- Ayres I., Banaji M., Jolls C. (2015). *Race effects on e-bay* RAND Journal of Economics. 46 (4).
- Beilin I.L. (2006). *Prikladnye svoystva novykh sopolimerov tsiklicheskikh karbonatov s izotsianatami razlichnogo stroeniya* [Application properties of new copolymers of cyclic carbonates with isocyanates of different structure]. *Plasticheskiye massy (Plastic masses)*. (4). (in Russian).
- Beilin I.L. (2012). *Otsenka konkurentosposobnosti malogo innovatsionnogo predpriyatiya po FZ 217* [Evaluation of competitiveness of small innovative enterprises of the Federal law 217]. *Bulletin of Kazan National Research Technological University*. 15 (21). (in Russian).
- Beilin I.L. (2018). *Trekhfaktornaya model upravleniya ustoychivostyu innovatsionnogo khimicheskogo proekta v usloviyakh ekonomicheskoy neopredelennosti* [Three-factor model for managing the sustainability of an innovative chemical project under conditions of economic uncertainty]. *Russian Journal of Innovation Economics*. 8 (1). (in Russian). doi: 10.18334/vinec.8.1.38859.

- Beilin I.L., Arkhireev V.P., Galibeev S.S. (2004). *Izuchenie anionnoy sopolimerizatsii propilenkarbonata s izotsianatami* [The study of the anionic copolymerization of isocyanates with propylenecarbonate]. *Bulletin of Kazan National Research Technological University*. (1). (in Russian).
- Beilin I.L., Arkhireev V.P., Galibeev S.S., Azimov Yu.I. (2006). *Novye poliamidofiry na osnove propilenkarbonata* [New propilencarbonate-based polyamides]. *Chemistry and chemical technology*. 49 (1). (in Russian).
- Beilin I.L., Arkhireev V.P., Nefedova M.A. (2006). *Anionnaya sopolimerizatsiya tsiklicheskih karbonatov s monoizotsianitami* [Anionic copolymerization of cyclic carbonates with monoisocyanates]. *Bulletin of Kazan National Research Technological University*. (1). (in Russian).
- Beilin I.L., Arkhireev V.P., Nefedova M.A. (2006). *Sintez i struktura novykh sopolimerov tsiklicheskih karbonatov s monoizotsianatami* [Synthesis and structure of new copolymers of cyclic carbonates with monoisocyanates]. *Plasticheskiye massy (Plastic masses)*. (1). (in Russian).
- Beilin I.L., Khomenko V.V. (2017). *Upravlenie sebestoimostyu innovatsionnogo khimicheskogo proekta na osnove podkhodov nechetkoy logiki* [Cost management of an innovative chemical project based on fuzzy logical approaches]. *Russian Journal of Innovation Economics*. 7 (4). (in Russian). doi: 10.18334/vinec.7.4.38663.
- Beilin I.L., Khomenko V.V. (2018). *Ekonomicheskaya otsenka optimalnoy proizvoditelnosti innovatsionnogo predpriyatiya s uchetom tsiklichnosti ego razvitiya* [Economic evaluation of the optimum performance of an innovative enterprise with the account of the cyclicity of its development]. *Russian Journal of Innovation Economics*. 8 (3). (in Russian). doi: 10.18334/vinec.8.3.39384.
- De Corniere A. (2016). *Search advertising American Economic Journal: Microeconomics*. 8 (3).
- Doleac J.L. (2017). *The effects of databases on crime American Economic Journal: Applied Economics*. 9 (1).
- Honka E. (2014). *Quantifying search and switching costs in the us auto insurance industry RAND Journal of Economics*. 45 (4).
- Lambrecht A., Misra K. (2017). *Fee or free: When should firms charge for online content? Management Science*. 63 (4).
- McElheran K. (2014). *Delegation in multi-establishment firms: Evidence from I.T. purchasing Journal of Economics and Management Strategy*. 23 (2).
- Rao A. (2015). *Online content pricing: Purchase and rental markets Marketing Science*. 34 (3).
- Salakhutdinov R.Z., Ismagilov I.I. (2005). *Modelirovanie i prinyatie resheniy v ekonomike na osnove teorii nechetkikh mnozhestv* [Modelling and decisions in Economics based on the theory of fuzzy sets] Kazan: KGU. (in Russian).

- Scott S.L., Varian H.R. (2015). *Bayesian Variable Selection for now casting Economic Time Series* University of Chicago Press.
- Simcoe T. (2012). *Standard setting committees: Consensus governance for shared technology platforms* *American Economic Review*. 102 (1).
- Tambe P., Hitt L.M., Brynjolfsson E. (2012). *The extroverted: How external information practices affect innovation and productivity* *Management Science*. 58 (5).
- Tucker C. (2014). *Social networks, personalized advertising, and privacy controls* *Journal of Marketing Research*. 51 (5).
- Varian H.R. (2005). *Copying and copyright* *Journal of Economic Perspectives*. 19 (2).
- Waldfoegel J. (2016). *Cinematic explosion: New products, unpredictability and realized quality in the digital era* *Journal of Industrial Economics*. 64 (4)..
- Waldfoegel J., Reimers I. (2015). *Storming the gatekeepers: Digital disintermediation in the market for books* *Information Economics and Policy*. 31.
- White A. (2). *Search engines: Left side quality versus right side* *International Journal of Industrial Organization*. 31 (6).
- Yang H. (2013). *Targeted search and the long tail* *RAND Journal of Economics*. 44 (4).
- Zhang J., Liu P. (2012). *Rational herding in microloan markets* *Management Science*. 58 (5).