

DOI: 10.34684/ek.up.p.r.2020.08.02.002

УДК 004.032.2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ «ЦИФРОВИЗАЦИИ» РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

С. В. ПРОКОПЧИНА,
*доктор технических наук, профессор, Финансовый университет
при Правительстве Российской Федерации,
Москва, Россия*
E-mail: svprokopchina@mail.ru

В статье рассматриваются методологические аспекты и практические примеры «цифровизации» региональной экономики на основе регуляризирующего байесовского подхода, байесовских интеллектуальных технологий и мягких измерений. Эта методология обеспечивает получение оценок и ситуаций в социально-экономической сфере в условиях неопределенности и нестабильности, а также генерацию эффективных аналитических, оценочных и управленческих решений. Приведены основные преимущества методологии, даны ссылки на конкретные практические разработки систем «цифровизации» в различных областях хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: «цифровизация», региональная экономика, байесовская интеллектуальная технология.

Economic theory

A TECHNOLOGICAL PLATFORM FOR DIGITALIZATION OF THE REGIONAL ECONOMY

S. V. PROKOPCHINA,
Professor, Doctor of Technical Sciences, Financial University
under the Government of the Russian Federation,
Moscow, Russia
E-mail: svprokopchina@mail.ru

The article deals with methodological aspects and practical examples of digitalization of the regional economy based on the regularizing Bayesian approach, Bayesian intelligent technologies and soft measurements. This methodology provides for obtaining estimates and situations in the socio-economic sphere in conditions of uncertainty and instability, as well as generating effective analytical, evaluation and management decisions. The main advantages of the methodology are given and references to specific practical developments of digitalization systems in various areas of economic activity are given.

Keywords: digitalization, regional economy, Bayesian intelligent technology.

Актуальность темы. Темпы «цифровизации» общества в настоящее время ускоряются. Однако технологические решения и платформы еще не готовы решать основные задачи цифровой трансформации экономики в полном объеме. Это объясняется не только не-

обеспеченностью инструментальной базы «цифровизации», отсутствием или недостаточной разработанностью технологических платформ «цифровизации», но и, прежде всего, непроработанностью методологической и методической баз для их создания.

К числу основных задач «цифровизации» экономики относятся:

- получение решений системы в виде готовых рекомендаций, альтернатив, сценариев развития бизнес-процессов и бизнес-ситуаций;
- возможность работы с информацией, представленной в разнообразных числовых и лингвистических массивах данных и знаний;
- гибкость и динамичность информационных систем, под чем понимается способность прикладного программного обеспечения легко перестраиваться в условиях меняющихся условий бизнеса, требований и ситуаций;
- просчет рисков цифровых решений и управление ими;
- разработка инвестиционных предложений и проектов «цифровизации»;
- поиск методов и средств «цифровизации» производственных, маркетинговых и снабженческих, инвестиционных и кадровых задач;
- достоверная оценка влияющих факторов и ситуаций в окружающей бизнес-среде;
- удобство общения с информационной системой, понятность выводов и рекомендаций системы;
- надежность, объективность, полнота бизнес-решений.

Все это определяет переход экономики постиндустриального общества к максимальному потреблению знаний, т.е. формирует экономику, основанную на знаниях как производственном ресурсе и дополнительной мощной производительной силой, – экономику знаний.

В статье рассматриваются методологические вопросы разработки модели экономического развития в условиях «цифровизации» как дополнительного мощного фактора устойчивого развития территорий.

Всем названным требованиям отвечают методы и средства на основе регулизирующего байесовского подхода (РБП), байесовских интеллектуальных технологий (БИТ) и мягких измерений (МИ). Эта методология обеспечивает получение оценок и ситуаций в социально-экономической сфере в условиях неопределенности и нестабильности, а также генерацию эффективных аналитических, оценочных и управленческих решений.

Ключевыми технологическими направлениями в этой методологии в приложении к задачам «цифровизации» экономики являются:

- сбор и интеграция многочисленных и разнотипных информационных потоков данных и знаний;
- выделение основных показателей состояния и развития сложных экономических систем;
- мониторинг и аудит состояния социально-экономических систем;
- аналитическая оценка рисков и потенциалов развития социально-экономических систем;
- генерация управленческих решений;
- дистанционная подготовка квалифицированных кадров для работы в сферах государственных услуг, промышленности, энергетики и транспорта, аграрного сектора, туристско-рекреационной деятельности, других сфер бизнеса на основе интеллектуальных рабочих мест (ИРМ) специалистов;
- создание стратегий устойчивого развития, программ и бизнес-планов.

Байесовские интеллектуальные технологии предназначены для определения свойств, состояний, динамики, трендов характеристик сложных объектов, процессов и систем в условиях их непрерывного развития и активного взаимодействия с окружающей средой.

Практически все реальные современные экономические системы можно отнести к сложным объектам, функционирующим в условиях неопределенности при мощном влиянии факторов внешней среды. Поэтому концепция мягких измерений и байесовских интеллектуальных технологий адекватна природе социально-экономических систем.

Научная новизна предлагаемых решений на основе БИТ. Рассмотрим некоторые методологические аспекты мягких измерений и БИТ.

Поскольку измерения типа БИИ и МИ производятся в условиях значительной неопределенности относительно точных знаний о модели объекта измерения, условиях измерения, средствах измерений, которые могут быть как приборными, так и используемыми экспертные знания, что вносит неустойчивость в процесс измерений и получаемые решения, требуется реализация измерений в рамках единого регулированного пространства решений.

В качестве образцового объекта, в частности реперов измерительных шкал, могут быть не только числовые значения, но и функции, ситуа-

ции, образы объектов, сценарии, которые в совокупности представляют собой условно-полную группу событий, отражаемых реперами носителя шкалы измерений. Такие шкалы могут быть параметрическими, функциональными, системными с соответствующими им реперами в виде значенных параметров, образцовых функций и систем.

Задача измерений в условиях неопределенности ставится как задача восстановления значений или метрологической классификации образов, что определяет необходимость обеспечения устойчивости решений. Поэтому при сложных измерительных ситуациях используется представление измерительной задачи как совокупности обратных задач восстановления значений, состояний, ситуаций, связанных с полученной информацией.

Методика измерений может представлять собой сложную информационную технологию. Для каждого измерительного решения обеспечивается метрологическое обоснование моделей, алгоритмов, решений в виде показателей точности, надежности, достоверности, риска, информативности решений.

Обобщенное уравнение БИИ и МИ. Для методологической формализации получено обобщенное уравнение для измерений всех типов, в том числе БИТ и МИ. Уравнения измерений для всех типов классических измерений, как показано в работе [1], являются частными случаями данного обобщенного уравнения.

Так, для байесовских интеллектуальных измерений (Bayesian intelligent measurement) уравнение измерений записывается в следующем виде [2]:

$$\{h_{kt}^{(Q)} | \{MX\}_{kt}^{(Q)}\} | (Y_t^{(O)} \cdot Y_t^{(OE)} \cdot G_t^{(OE)}) = \{\text{argexstr}C^{(B)} [\varphi_j (f_{it} \{X_{it}\} | (Y_t^{(O)})) \cdot Y_t^{(OE)} G_t^{(OE)}]\} \quad (1)$$

где $\{h_{kt}^{(Q)} | \{MX\}_{kt}^{(Q)}\} | (Y_t^{(O)} \cdot Y_t^{(OE)} \cdot G_t^{(OE)})$ – нечеткое решение задачи в условиях (определяемых априорной информацией, требованиями, ограничениями и допущениями) функционирования объекта в условиях влияющих факторов окружающей среды в компактах совокупности свойств объекта и среды

$\{MX\}_{kt}^{(Q)}$ – комплекс метрологических характеристик решений, содержащий показатели точности, надежности, достоверности, риска решения, энтропии, информации по Фишеру;

$C^{(B)}$ – критерий, задающий логику решения задачи; в байесовских интеллектуальных технологиях это байесовский критерий

среднего риска решения; в мягких измерениях – логика Заде; в классических измерениях – логика Лукасевича;

φ_j – байесовские интеллектуальные технологии, задающие и реализующие регуляризацию решений;

f_{it} – вычислительные или алгоритмические технологии, используемые для обработки имеющейся первичной информации;

$\{X_{it}\}$ – совокупность потоков информации (данных и знаний), используемой для получения решений.

Уравнение для нечетких измерений отличается тем, что в общем случае может иметь не байесовские критерии вывода решений C . Но его результат, как и в уравнении (1), представлен списком альтернативных решений с различными степенями достоверности, которые вычисляются для любого показателя, например для оценки влияющих факторов внешней среды, по модифицированной формуле Байеса:

$$P(h_{kt}^{Ft} | G_t^{(OE)}) = \frac{P^a(h_{kt-1}^{Ft} | G_{t-1}^{(OE)}) \circ P(G_t^{(OE)} | h_{kt}^{Ft})}{\sum_{j=1}^J P^a(h_{jt-1}^{Ft} | G_{t-1}^{(OE)}) \circ P(G_t^{(OE)} | h_{jt}^{Ft})} \quad (2)$$

К числу основных отличий от классической методологии измерений физических величин относятся:

- обеспечение развиваемости методов, моделей, алгоритмов измерений в зависимости от меняющихся условий измерений;
- обеспечение когнитивности и интерпретируемости непосредственно в процессе формирования измерительного решения;
- обеспечение в ходе измерений возможности использования, обработки и свертки как числовой, так и качественной лингвистической информации;
- обеспечение устойчивости получаемых решений при интеграции, идентификации моделей систем и их характеристик;
- получение измерительных решений не только в виде числовых значений параметров как при классических измерениях, но и в виде моделей, аудиторских решений, рекомендаций, оценок, выводов, сценариев.

Опыт применения методологии и технологий БИИ и МИ в задачах цифровой экономики. Применение методов и средств РБП,

БИТ, БИИ и мягких измерений оказалось эффективным при решении многих базовых задач современной экономики. Некоторые приемы будут приведены далее, другие освещены в работах автора и его научной школы как результаты выполненных проектов в России и за рубежом (Прокочина С. В. Технологическая платформа «цифровизации» экономики в условиях нестабильности и неопределенности (2018); Прокочина С. В. «Цифровизация» региональной и муниципальной экономики на основе методологии байесовских интеллектуальных технологий (2019); книга [13] и др.). По сути, эти работы являются убедительными примерами решения задач основных направлений цифровой экономики на основе предлагаемой методологии.

Так, в организации «Центрохотконтроль» была введена в эксплуатацию интеллектуальная система учета и оценки состояния диких животных на территории России, которая предназначена не только для сбора информации о численности животных различных популяций, но и прежде всего для принятия оптимальных управленческих решений, обеспечивающих безопасность видов.

В Северо-Западном регионе Российской Федерации («Севзапрыхвод») введена в эксплуатацию система управления рыбохозяйственной деятельностью для девяти областей, которая проводила сбор и аналитическую обработку информации о рыбных ресурсах и по сети передавала ее в центр для принятия управленческих решений, а также в научных целях.

На предприятии «Лентрансгаз» создавалась сеть экологического аудита предприятий нефтегазовой промышленности, также для девяти областей России, на основе международных и отечественных стандартов.

В то же время были созданы интеллектуальные сети ЖКХ, обеспечивающие мониторинг и генерацию управленческих решений по источникам энергии, горячей и холодной воды, вплоть до оплаты этих услуг конечными потребителями.

Все эти системы по своей сути являлись системами цифровой экономики, поскольку решали задачи «цифровизации» деятельности экономических субъектов. Методологической и технологической базами для этих систем стали технологии и средства РБП и БИТ, которые реализованы на платформах «Экоаналитик» и «Инфоаналитик» в виде сети

интеллектуальных рабочих мест (ИРМ) различного профессионального назначения [3, 7, 8, 11, 12].

В настоящее время создано 28 различных типов ИРМв (лицензированные и запатентованные программные комплексы), при конфигурации которых в соответствии с задачами может быть организована практически любая профессиональная управленческая сеть. Это «ИРМ – Директор», «ИРМ – Финансовый директор», «ИРМ – Энергетик», «ИРМ – качество», «ИРМ – Кадры», «ИРМ – Эколог», «ИРМ – Территория», «ИРМ – Рыбхоз», «ИРМ – Лесхоз», «ИРМ – Водхоз», «ИРМ – Губернатор», «ИРМ – ЖКХ» и др.

Очевидно, что в соответствии с приведенными направлениями «цифровизации» экономики эти типы ИРМ могут быть использованы для создания методологической и технологической баз при решении практических задач цифровой экономики в ее реальных секторах.

В настоящее время перед администрациями районов и регионов стоят задачи разработки инвестиционных программ и программ устойчивого развития сельских территорий, «цифровизации» муниципальной экономики, обучения госслужащих активной работе с цифровыми технологиями. Предложенные методология, технологии и средства БИТ в виде интеллектуальных систем измерений, мониторинга, поддержки принятия решений, ИРМ могут быть успешно использованы для решения этих задач.

Список литературы

1. «Инфоаналитик»: свидетельство Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и торговым знакам об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2004611741 от 12.08.2004.
2. Интеллектуальное рабочее место специалиста по качеству: свидетельство Роспатента об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2004610246 от 19.02.2004.
3. Интеллектуальное рабочее место специалиста по управлению территорией: свидетельство Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и торговым знакам об официальной регистрации программы для ЭВМ № 20066102.
4. Интеллектуальное рабочее место финансового директора: свидетельство Федеральной службы по интеллектуальной собственности

- сти, патентам и торговым знакам об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2005611423 от 08.08.2005.
5. Интеллектуальный тренинговый комплекс для специалистов предприятия: свидетельство Роспатента об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006610210 от 21.03.2006.
 6. Лукьянец А. А., Прокопчина С. В. Методология поддержки решений в управлении энерго-снабжающими организациями на основе регуляризирующего байесовского подхода. Томск: Некоммерческий фонд развития региональной энергетики, 2006. 259 с.
 7. Прокопчина С. В. Интеллектуальные сети ЖКХ на основе регуляризирующего байесовского подхода в задачах цифровой экономики // Мягкие измерения и вычисления. 2018. № 5.
 8. Прокопчина С. В. Когнитивные измерения на основе байесовских интеллектуальных технологий // Сб. докл. межд. конф. по мягким вычислениям и измерениям SCM-2010. Т. 1. СПб, 2010.
 9. Прокопчина С. В. Концепция байесовской интеллектуализации измерений в задачах мониторинга сложных объектов // Новости искусственного интеллекта. 1997. № 3. С. 7–56.
 10. Прокопчина С. В. Методологические основы теории мягких измерений // Мягкие измерения и вычисления. Т. 1. М.: Научная библиотека, 2017. 395 с.
 11. Прокопчина С. В. О подходе к измерению социогуманитарных потенциалов с использованием байесовских интеллектуальных технологий // Государственный аудит. Право. Экономика. 2013. № 3. С. 73–82.
 12. Прокопчина С. В. Принципы создания единого информационного пространства на основе БИТ // Сб. докл. межд. конф. по мягким вычислениям и измерениям. СПб: СПбГЭТУ, 2003. С. 64–70.
 13. Прокопчина С. В., Щербakov Г. А., Ефимов Ю. В. Моделирование социально-экономических систем в условиях неопределенности. М.: Научная библиотека, 2018. 495 с.
- References**
1. (2004) "Infoanalyst" (certificate of the Federal service for intellectual property in. patents and cake marks on the official registration of computer programs no. 2004611741 dated 12.08.2004).
 2. (2004) Intellectual Workplace of a quality specialist (certificate of Rospatent on official registration of computer programs no. 2004610246 dated 19.02.2004).
 3. Intellectual Workplace of a territory management specialist (certificate of the Federal service for intellectual property, patents and trademarks on official registration of computer programs no. 20066102).
 4. (2005) Intellectual Workplace of the financial Director (certificate of the Federal service for intellectual property, patents and trademarks on official registration of the computer program no. 2005611423 dated 08.08.2005).
 5. (2006) Intellectual Training Complex for specialists of the enterprise (certificate of Rospatent on official registration of the computer program no. 2006610210 dated 21.03.2006).
 6. Lukyanets A. A., Prokopchina S. V. (2006) Methodology of decision support in the management of energy supply organizations based on the regularized Bayesian approach. Tomsk, Non-profit Foundation for regional energy development, 259 p.
 7. Prokopchina S. V. (2018) Intelligent housing and utilities networks based on the regularizing Bayesian approach in the problems of digital economy. *Soft measurements and calculations*, no. 5.
 8. Prokopchina S. V. (2010) Cognitive measurements based on Bayesian intellectual technologies. *Collection of reports of international conf. on soft computing and measurement SCM-2010*, vol. 1. Saint Petersburg.
 9. Prokopchina S. V. (1997) Concept of Bayesian intellectualization of measurements in the tasks of monitoring complex objects. *Artificial intelligence news*, no. 3, pp. 7–56.
 10. Prokopchina S. V. (2017) Methodological foundations of the theory of soft measurements. In: *Soft measurements and calculations*, vol. 1. Moscow, Scientific library, 395 p.
 11. Prokopchina S. V. (2013) On the approach to measuring socio-humanitarian potentials using Bayesian intellectual technologies. *State audit. Right. Economics*, no. 3, pp. 73–82.
 12. Prokopchina S. V. (2003) Principles of creating a unified information space based on BIT. *Collection of reports of the international conference on soft computing and measurement*, Saint-Petersburg, SPbSETU, pp. 64–70.
 13. Prokopchina S. V., Shcherbakov G. A., Efimov Yu. V. (2018) Modeling of socio-economic systems under uncertainty. Moscow, Scientific library, 495 p.