

## РОЛЬ МЯГКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В СОЗДАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

СВЕТЛАНА ВАСИЛЬЕВНА ПРОКОПЧИНА (ORCID 0000-0001-5500-2781)

ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

**Аннотация.** В работе предлагается концепция мягких измерений в качестве одного из перспективных направлений создания методологической основы и технологической базы цифровой экономики. В рамках данной концепции мягкие измерения реализуются на основе регуляризирующего байесовского подхода (РБП) и байесовских интеллектуальных технологий (БИТ). Приведено обобщенное уравнение мягких измерений на основе РБП. Сформулированы основные принципы и свойства мягких измерений, важные для решения практических задач цифровой экономики. Предложена концепция профессиональных интеллектуальных сетей на основе интеллектуальных рабочих мест специалистов. Даны примеры разработанных прикладных систем мягких измерений, ориентированных на функционирование в условиях информационной неопределенности.

**Ключевые слова:** мягкие измерения, регуляризирующий байесовский подход, цифровая экономика.

Искусственный интеллект является одним из пяти базовых направлений, составляющих технологическую основу цифровой экономики [1]. Именно его методы и средства призваны обеспечить полномасштабные решения новых экономических задач, которые возникают при формировании информационного общества. Как отмечается в [2], «становление цифровой экономики является результатом технологического развития, а ее теория – плод теории информационного общества и информационной экономики» (экономики знаний). Так называемое общество «суперумных» или «общество 5.0» (по терминологии, предложенной японскими учеными) формируется на волне четвертой промышленной революции, которая базируется на цифровых технологиях. Постиндустриальное общество (по терминологии американских социологов Д. Рисмена и Д. Белла), частью которого является цифровая экономика, характеризуется прежде всего тем,

**Abstract.** The paper proposes the concept of soft measurements as one of the promising directions of creating a methodological framework and technological base of the digital economy. Within the framework of this concept, soft measurements are implemented on the basis of the regularizing Bayesian approach (RBP) and Bayesian intelligent technologies (BITS). Given a generalized equation of the soft measurements based on the deferral. The basic principles and properties of soft measurements important for solving practical problems of the digital economy are formulated. The proposed concept of professional intelligent networks based on intelligent jobs specialists. The examples of the developed applied systems of soft measurements focused on the functioning in the conditions of information uncertainty are given.

**Keywords:** soft measurements, regulatory Bayesian approach, digital economy.

что в нем главную движущую силу развития составляют наукоемкие знания.

Генерация знаний как основного ресурса цифровой экономики и общества в целом определяется эффективностью интеллектуальных методов и средств, применяемых для их получения. Передовые телекоммуникационные технологии 5G, как отмечается в различных статьях компаний мобильной связи, дадут значительное число преимуществ для экономического развития общества. Но при этом главным вопросом на самом деле является не столько вопрос, с какой скоростью передавать информацию, сколько вопрос контента таких передач, определяющего суть и эффективность решаемых социально-экономических задач, вопрос «сжатия» данных до уровня полезных знаний. Такие знания можно передать по сети во много раз быстрее, чем данные, что снизит требования к скорости передач.

Для цифровой экономики, как и для любой

экономики, важны не только и не столько транзакции, сколько генерация эффективных оценочных и управленческих решений. Именно эти задачи и решают методы и средства искусственного интеллекта, к числу которых принадлежат методы и средства байесовских интеллектуальных технологий и мягких измерений.

В концептуальном плане [3] мягкие измерения представляют собой нечеткие, многоальтернативные, условные (результат измерения достоверен в рамках определенных условий эксперимента) измерения с мягкой логикой формирования решения измерительной задачи и полным метрологическим обоснованием результатов измерений. Если критерием выбора измерительных решений является байесовский критерий минимума среднего риска решений, то такие измерения называются мягкими байесовскими измерениями (МБИ). Они основаны на РБП и БИТ.

Мягкие измерения предназначены для измерения свойств, состояний, динамики, трендов характеристик сложных объектов, процессов и систем в условиях их непрерывного развития и активного взаимодействия с окружающей средой [3]. Практически все реальные современные экономические системы можно отнести к сложным объектам, функционирующим в условиях неопределенности при мощном влиянии факторов внешней среды. Так что концепция мягких измерений адекватна природе экономических систем. Применение методов и средств мягких измерений оказалось эффективным при решении многих базовых задач современной экономики. Некоторые из них будут приведены ниже, другие освещены в работах автора и его научной школы как результаты выполненных проектов в России и за рубежом. По сути эти работы являются убедительными примерами решения задач основных направлений цифровой экономики.

В настоящее время к созданию систем сбора и передачи данных, к решению экономических задач на основе идей и средств цифровой экономики, ее «цифровизации» постепенно приступают практически все регионы РФ. Прежде всего, это задачи организации

государственных услуг, крупной промышленности, энергетики и транспорта.

По информации из различных источников, в частности, [2,4], самыми передовыми в этих вопросах являются Москва и Московская область, Санкт-Петербург и Ленинградская область, Казань и Иннополис в Татарстане и другие регионы.

На самом деле «цифровизация» региональной экономики началась не с момента введения этого термина, а гораздо раньше и не только в перечисленных видах экономической деятельности. Так, еще в конце 80-х годов прошлого столетия в Центрохотконтроле была введена эксплуатация интеллектуальная система учета и оценки состояния диких животных на территории России, которая была предназначена не только для сбора информации по численности животных различных популяций, но прежде всего для принятия оптимальных управленческих решений, обеспечивающих безопасность видов. В те сложные в экономическом отношении годы решения системы во многом способствовали принятию срочных мер по восстановлению численности диких животных, таких как популяции лося и кабана, на которые на несколько лет в ряде регионов запретили выдачу охотничьих лицензий.

В 1991 году в Северо-Западном регионе РФ (Севзапрыбвод) была введена в эксплуатацию система управления рыбохозяйственной деятельностью для 9 областей РФ, которая осуществляла сбор и аналитическую обработку информации о рыбных ресурсах и по сети передавала ее в центр для принятия управленческих решений и в научных целях.

На предприятии Лентрансгаз в период с 1997 года по 2002 год создавалась сеть экологического аудита предприятий нефтегазовой промышленности также для 9 областей РФ на основе международных и российских стандартов. На основе методологии РБП созданы интеллектуальные сети ЖКХ, которые предназначены для мониторинга состояния всех инфраструктурных составляющих ЖКХ в реальном масштабе времени, а также генерации управленческих решений. На рисунке 1 представлена когнитивная схема оценки состояния системы

водоснабжения в городском районе.

Все эти системы по сути являлись системами цифровой экономики, поскольку решали задачи цифровизации деятельности экономических субъектов. Методологической и технологической базами для этих систем явились технологии и средства РБП и БИТ, которые были реализованы на платформах «Экоаналитик» и «Инфоаналитик» в виде сети интеллектуальных рабочих мест (ИРМ) различного профессионального назначения [5,6,7].

В настоящее время создано 28 различных типов ИРМов (лицензированные и запатентованные программные комплексы), при конфигурации которых в соответствии с целью задачи может быть организована практически любая профессиональная управленческая сеть. Концепция таких сетей разрабатывается на основе методологии когнитивных байесовских интеллектуальных сетей (КБИС) в рамках методологии и технологий РБП и БИТ, в том числе и мягких измерений. Подробное описание методологии и примеров реализаций КБИС приведено в ряде работ автора, например, в [8, 9]. Суть этой концепции состоит в том, что субъект, ЛПР включается в контур измерительно-аналитической сети как источник и приемник информации, а также как

устройство интеллектуальной обработки информации.

Применение ИРМов позволяет достичь нескольких целей. Основная цель – организация профессиональной деятельности и связанных с ней процессов на основе интеллектуальной обработки информации из различных производственных и внешних источников. Для этого создается сеть ИРМов, ориентированная на эту сферу деятельности.

Вторая цель – квалиметрия профессиональных знаний специалистов, включенных в контур такой сети. Каждый ИРМ способен аттестовать решение специалиста в любой момент времени, что обеспечивает возможность метрологического обоснования знаний специалистов по определенным критериям и требованиям, а также создания гиперкуба квалиметрических шкал специалистов в целом для всей сети.

Третья цель, которая достигается применением сети ИРМов – непрерывное самообучение и обучение специалистов.

На рисунке 2 представлен пример применения сетей ИРМ для управления тепловой энергии в ее распределения по теплосетям с когнитивной картой состояний участков и устройств тепловой сети.

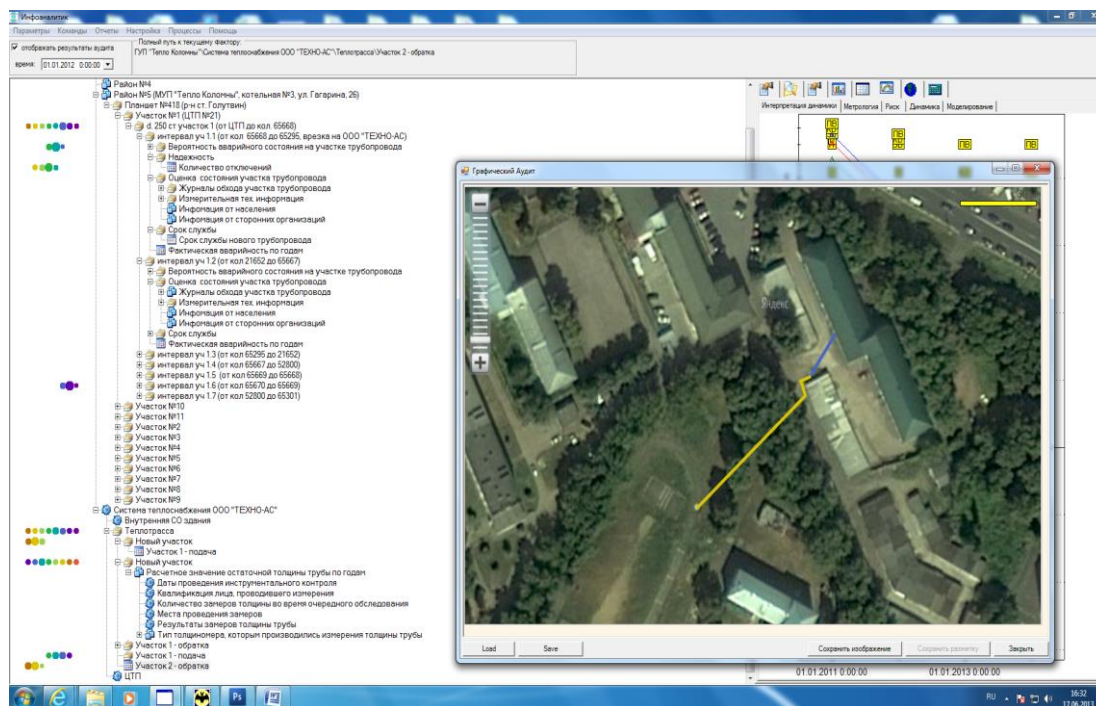


Рис.1 Пример восстановления трассы водопроводной сети на основе ИРМ

На рисунке 3 показана модель для определения социогуманитарных потенциалов регионов РФ на основе методологии РБП

с применением системы «Инфоаналитик», которая была разработана по проекту для Счетной палаты РФ.

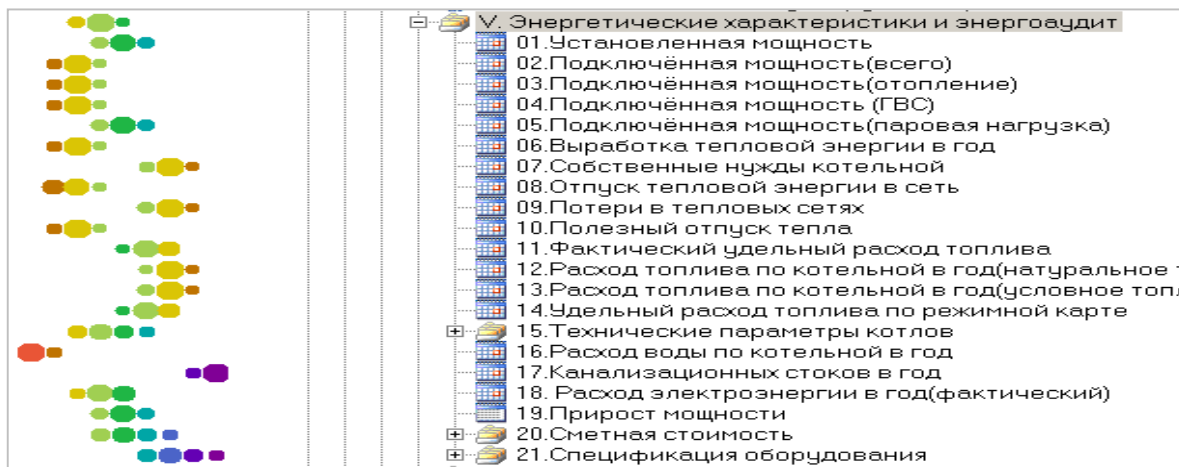


Рис.2 Пример применения сети ИРМ для мониторинга тепловой сети

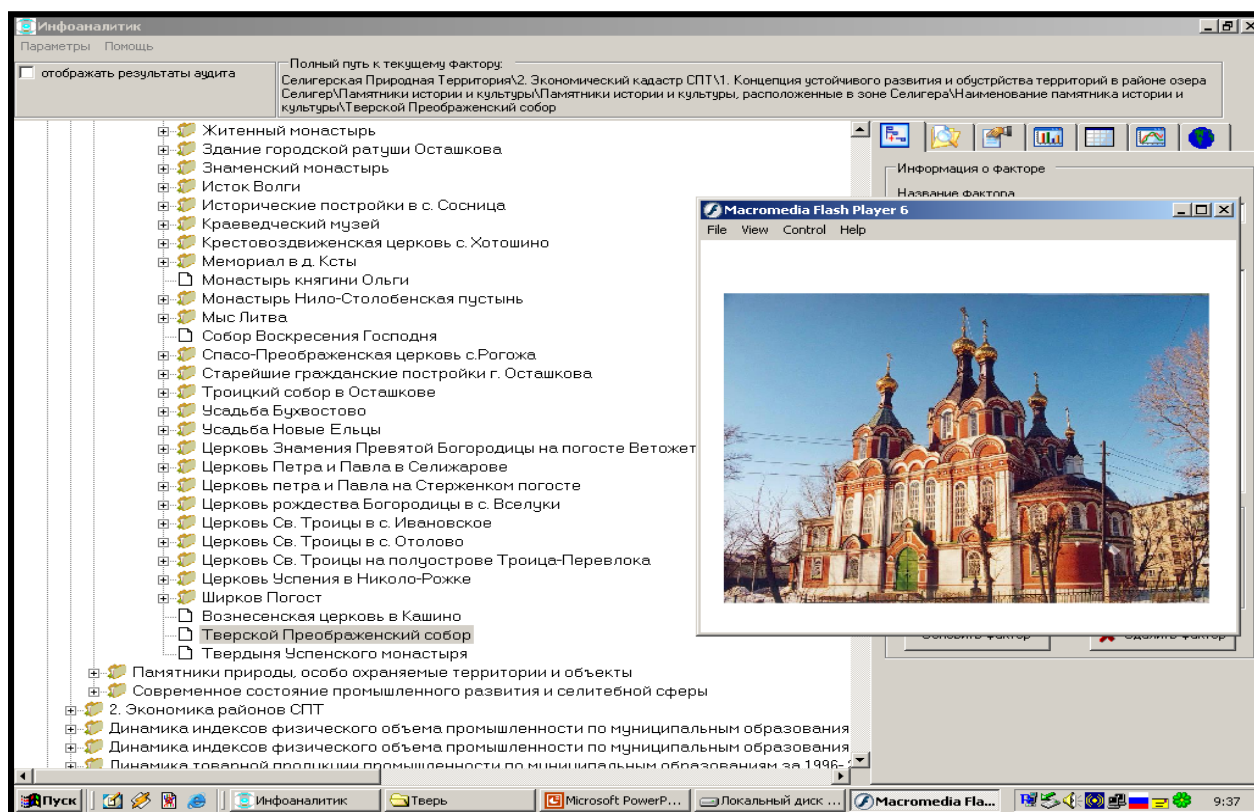


Рис.3 Модель для определения социогуманитарных потенциалов регионов РФ

### Список источников

1. Цифровое будущее. Business Guide. Приложение к газете «Коммерсантъ», май, 2018.
2. Основы цифровой экономики. Под ред. М.И.Столбова, Е.А. Бренделевой. – М.: Изд. Дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА», 2018. – 238 с.
3. Прокопчина С.В. Методологические основы теории мягких измерений. В кн. «Мягкие измерения и вычисления», том 1, – М.: Изд. Дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА», 2017. – 395 с.