

УДК 303.732:338.24(045)

Принципы и технологии мягкого управления полисистемными средами в условиях значительной неопределенности

ПРОКОПЧИНА СВЕТЛАНА ВАСИЛЬЕВНА, член правления ОАО «РАО» Роснефтегазстрой», доктор технических наук, профессор кафедры «Системный анализ и моделирование экономических процессов» Финансового университета
E-mail: SVProkopchina@fa.ru

Аннотация. В статье¹ предложена методология мягкого управления совокупностью сложных экономических систем как полисистемных сред, содержащих отдельные экономические системы с автономным и централизованным управлением, активно взаимодействующих между собой и с внешней средой в условиях значительной неопределенности. Для аудита и управления полисистемными средами предложена методология регуляризирующего байесовского подхода и интеллектуальных технологий на его основе, в частности мягких измерений. Представлены формализованные модели аудита и мягкого управления для полисистемных сред, отмечена возможность использования данной методологической основы для решения экономических задач.

Ключевые слова: мягкое управление, полисистемные среды, байесовский подход, интеллектуальные технологии.

Soft Management Principles and Technologies of Polysystem Environments under Considerable Uncertainty Conditions

PROKOPCHINA SVETLANA V., Member of the Board in JSC “RAO” Rosneftgasstroy”, Doctor of Engineering, Professor, Department of System Analysis and Modeling the Economic Processes, Financial University
E-mail: SVProkopchina@fa.ru

Abstract. The article² suggests the methodology of soft management with close reference to complicated economic systems as polysystem environments, containing separate economic systems with autonomous and centralized management, actively interconnecting between each other and outside environment under conditions of considerable uncertainty. For auditing and management by polysystem environments the methodology of regularizing Bayesian approaches and intellectual technologies on its basis, specifically soft measurements are

¹ Статья подготовлена по материалам круглого стола «Системная экономика, экономическая кибернетика, мягкие измерения в экономических системах», прошедшего в рамках XVIII Международной конференции по мягким вычислениям и измерениям SCM`2015.

² The article is edited following the round table “System Economy, Economic Cybernetics, Soft Dimensions in Economic Systems” held within XVIII International conference on Soft Measurements and Dimensions SCM`2015.

suggested. The formalized auditing models and soft management for polysystem environments are introduced and the possibility of using this methodological basis for solving economic matters is mentioned.

Keywords: *soft management, polysystem environments, Bayesian approach, intellectual technologies.*

Согласно современным теоретическим работам философии настоящее время характеризуется новым концептуальным представлением принципов управления сложными динамическими системами. Под управлением понимается не жесткая детерминированная схема, а «мягкие формы управления». Фактически доминирующими видами управления становятся разнообразные виды управления через среду на основе принципов полисубъектного управления по типу «субъект — полисубъектная среда» [1, 2].

Управление через среду означает замену жестких методов прямого управления объектом в результате применения управляющих воздействий на мотивацию объекта к достижению целей управляющей системы путем создания среды, влияющей на объект в требуемом направлении. При таком управлении управляющие воздействия направляются не на объект, а на соответствующие подсистемы внешней среды, окружающей объект, которые и создают условия, активно мотивирующие объект.

Для эффективного управления необходимо проводить измерения и аудит свойств и состояний управляемого объекта или системы. Специфическими характеристиками объектов и систем современной экономики являются их принципиальная непознаваемость, непрогнозируемость и недоступность для непосредственных наблюдений в объеме, необходимом для достоверной оценки их состояния. Поэтому возникает ситуация информационной неопределенности, при которой в результате измерения параметров, оценки свойств, аудита состояний объекта или системы не могут быть получены точные значения или выводы. В таких ситуациях достоверность измерений и аудита достигается за счет определения ряда альтернативных решений, входящих в некоторый интервал (пространство) решений. Это дает возможность снизить неопределенность результата за счет привлечения дополнительной

информации из альтернативных решений. Получение таких альтернатив возможно только при применении специально ориентированных методов.

Исходные положения и рефлексивные модели полисубъектного управления были впервые сформулированы В.А. Лефевром. В настоящее время на базе этих принципов активно развивается концепция постнеклассической рациональности и управления на основе кибернетики третьего порядка «человекоразмерными саморазвивающимися средами».

Следует заметить, что в определении полисубъектных сред основное внимание уделяется субъекту как активному управляемому компоненту процесса управления. Однако широкий круг важнейших задач экономики имеет в качестве компонентов процесса управления как активные субъекты, так и пассивные объекты, в своей совокупности представляющие собой управляемые системы. То же относится и к управляющим компонентам процесса управления. Поэтому целесообразно ввести понятия полисистемного аудита и полисистемного управления, которые соответствуют концепции управления «управляющая среда — полисистемная управляемая среда».

Определение термина «полисистема», предложенное в [7], рассматривает полисистему как среду, содержащую отдельные экономические системы с автономным и централизованным управлением, активно взаимодействующие между собой и с внешней средой в условиях значительной неопределенности.

Современные масштабные экономические системы, такие как системы региональной экономики, транспортные сети, предприятия с полным производственным циклом, энергетические комплексы, системы ЖКХ, представляют собой совокупность отдельных автономных систем, которые по ряду взаимосвязей объединяются в полисистемные среды. Для таких ме- гасистем характерна дуальность управления:

с одной стороны, системы автономны и могут принимать собственные управленческие и производственные решения, с другой — они находятся в зависимости или под влиянием некоторой центральной структуры, координирующей и регламентирующей их взаимодействие. Многообразие свойств и взаимосвязей отдельных систем в таких полисистемных средах, а также воздействие с меняющейся внешней средой определяют значительную информационную и ситуационную неопределенность. Это обуславливает необходимость применения методологических базисов для организации эффективного управления средами, ориентированных на указанную специфику.

Одним из эффективных подходов, позволяющих проводить измерение характеристик и управление сложными системами в условиях неопределенности, является регулирующий байесовский подход (РБП), предложенный автором в 1980-х годах [2].

РБП представляет собой модификацию широко известного байесовского подхода, основанную на совокупности принципов системного и измерительного подходов.

Принципы системного подхода позволяют рассматривать любую сложную систему как совокупность взаимосвязанных составляющих ее подсистем, обладающую, кроме свойств, присущих отдельным подсистемам, еще и собственными уникальными свойствами, характеризующими эту совокупность как целое.

Принципы измерительного подхода обеспечивают регуляризацию получаемых решений путем введения измерительных шкал, представляющих измерительную модель системы в виде метризованного гиперкуба, что позволяет получать устойчивые решения в условиях неполной, неточной, нечеткой информации.

Байесовская методология используется в РБП для реализации интегральной свертки информации при реализации индуктивно-дедуктивного вывода решений и развивающихся технологий обработки разнотипных информационных потоков, представленных в виде как данных, так и знаний.

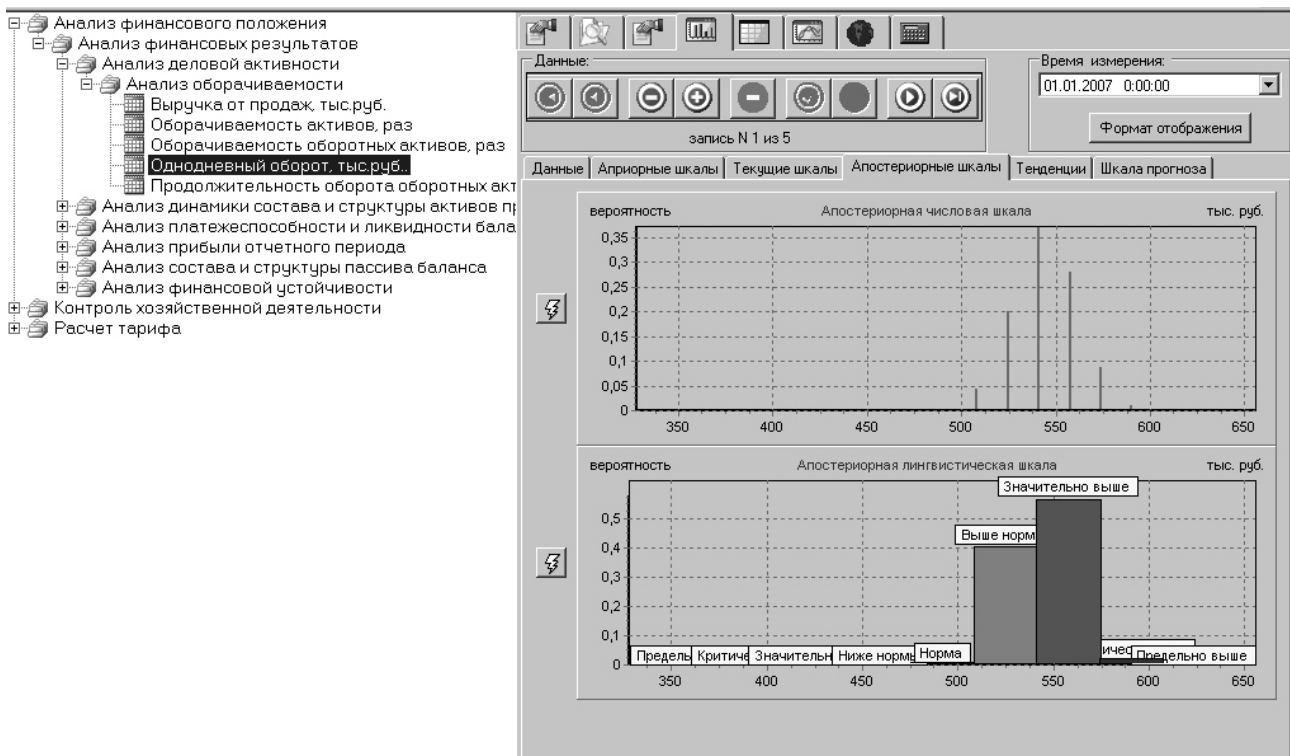
РБП предназначен для решения задач измерения, мониторинга, нормирования, аудита и

управления в условиях значительной неопределенности. Для этих задач автором данной статьи был разработан математический аппарат мягких измерений (*soft measurement*) в 1990-х годах, который нашел широкое применение для решения экономических задач. Определение термина «мягкие измерения», методологические принципы создания информационных технологий на основе теории мягких измерений, а также концептуальные основы и практические приложения даны в работах автора, например в [5–7]. Под мягкими измерениями понимаются такие измерительные технологии, которые позволяют получать результаты измерений в форме числовых значений, лингвистических выводов или рекомендаций в виде совокупности альтернативных решений с определенной степенью вероятности или возможности их реалистичности и осуществимости в условиях конкретной ситуации на основе имеющихся разнообразных данных и знаний.

Для условий значительной информационной неопределенности, обусловленной неточностью, неполнотой, нечеткостью знаний и данных о свойствах объекта, среды его функционирования, связей между ними, целей и критериев задач, а также для ситуаций с несогласованностью форм представления и типов информационных потоков, их многочисленностью, малыми объемами статистической информации и сложностью получения их в эксперименте на основе РБП были разработаны информационные технологии реализации измерений, аудита и управления, получившие название мягких технологий.

Каждое решение этих технологий получается на соответствующей измерительной шкале с определенной степенью вероятности (достоверности) решений. Типичная шкала байесовских интеллектуальных технологий (БИТ) приведена на рисунке.

Рисунок иллюстрирует вид сопряженной шкалы мягких измерений на основе БИТ. Шкала представляет собой двухзвенную структуру, состоящую из двух сопряженных между собой шкал. Верхняя шкала предназначена для измерений в числовой форме, нижняя — ориентирована на измерения при нечисловой информации.



Сопряженная шкала мягких измерений на основе БИТ

Для числовых данных достоверность решения определяется как частотная вероятность, а для качественной информации частотная вероятность решения заменяется субъективной, «фидуциальной» вероятностью, которая, в отличие от частотной, не требует при ее определении длинных выборок, стабильных условий экспериментов и других требований и ограничений постулатов теории вероятностей и математической статистики. При формировании измерительного решения возможными могут оказаться несколько реперов, которые и составят ряд альтернатив. Поскольку каждой гипотезе-реперу соответствует распределение вероятностей или функция принадлежности для каждого набора данных x_i , то матрица преобразуется в куб, в котором третье измерение куба соответствует метрическому пространству возможностей (характеристик уверенности, субъективных или частотных вероятностей) гипотез.

При проведении аудита по качественной информации могут использоваться лингвистические переменные (нижняя шкала *рисунка*). В качестве шкал используются так называемые

слабые шкалы: шкалы наименований и порядка, не имеющие вычислительных возможностей, но обладающие сильной семантической наполненностью, что дает возможность осуществлять интерпретацию решений согласно целям задачи аудита. В мягких измерениях (МИ) могут быть реализованы параметрические логики (логика Л. Заде, Я. Лукасевича и др.). Отличительные свойства МИ можно кратко сформулировать в следующем виде.

- Измерение реализуется как процесс принятия решений о значении измеряемой величины.
- В поле решений вводится метрическое пространство возможностей или субъективных вероятностей, значения которых сопровождают измерительный результат.
- Результат измерений может быть представлен в лингвистической форме.
- При реализации МИ используются слабые в вычислительном отношении, богатые семантически шкалы (номинальные и порядковые).
- Результаты МИ представляют собой совокупность альтернатив с метрологическим

обоснованием и могут трактоваться как «нечеткие» измерения.

- Результаты МИ сопровождаются специальными комплексами метрологических характеристик точности, надежности, достоверности, риска, информативности и др.

- Результатам МИ свойственны активность, интерпретируемость, мотивирующие реализацию мероприятий.

- МИ реализуются на специальных шкалах (например, шкалах с динамическими ограничениями ШДО [3]), реперами которых являются гипотезы о возможных значениях (градациях) измеряемого свойства.

- Критерии, логика и правила вывода определяются исходя из типа задачи и условий аудита или измерений.

- Шкалы и модели МИ — динамические объекты и могут реформироваться в процессе аудита.

- МИ применяются, когда нет повторяемости условий реализации измерительного эксперимента, имеются лишь отдельные факты, малые выборки экспериментальных данных.

Определение понятия «мягкое управление» и формальные модели на основе схем саморазвития были даны в работах автора [3–7]. На основании этих формальных моделей были разработаны информационные технологии и алгоритмы мягкого управления сложными динамическими системами техногенного и социально-экономического типов.

Основные отличия концепции и моделей управляемых и управляющих систем полисистемного управления состоят в следующем:

- в качестве управляемых и управляющих систем могут быть любые существующие системы (техногенные, природные, социально-экономические), а не только социальные сети как совокупность субъектов;

- для таких систем формируются понятие и комплексная модель окружающей системы среды, которая интегрируется с моделью управляемых систем;

- все модели динамичны, развиваются в соответствии со складывающимися в системах ситуациями и могут изменять тип и степень взаимовлияния в процессе управления в зависимости от складывающейся ситуации.

Процессы аудита и управления распределенными техногенными системами, например топливно-энергетическими комплексами, транспортными магистралями или территориями, являются типичными примерами контроля и управления сложными динамическими системами с меняющимися во времени и в пространстве свойствами. При активном взаимодействии таких объектов с окружающей средой в условиях значительной неопределенности информации, ситуаций, меняющихся ограничений (например, в зависимости от нормативно-методической базы), критериев и требований возникает задача реконфигурации моделей, структуры и функций систем мониторинга, аудирования, управления объектами в режиме функционирования самих объектов. При эксплуатации указанных информационных систем это обеспечивает постоянное поддержание адекватности используемых в них моделей объектам с целью обеспечения эффективности получаемых управленческих решений при меняющихся свойствах и характеристиках как самих управляемых систем, так и бизнес-ландшафта или природно-хозяйственной среды.

Отличие от концепции управляемой системы в классической схеме управления «управляемый объект — управляющая объект» состоит в сложности взаимодействия и взаимовлияния систем как входящих в полисистему управляемую, так и непосредственно в саму полисистему управления. Так, в предлагаемой концепции полисистемного управления вполне допустимы конфликтные ситуации как между системами управляющей и управляемой полисистем, так и в самих системах, приводящие к торможению и усложнению управления.

Управленческая практика выдвигает новые задачи полисистемного управления. Так, в процессе управления предприятиями по неполной и неточной информации, собираемой системой мониторинга, необходимо одновременно оценить и скорректировать в заданном направлении техническое состояние управляемых систем, экологичность производства и его влияние на окружающую среду, производственную политику, кадровую, финансовую и рыночную ситуации и другие процессы деятельности

предприятия и окружающей среды. Очевидно, что для выработки эффективной стратегии управления таким объектом необходимо иметь в составе системных средств средства для реконфигурации модели объекта с достаточной степенью достоверности и контролируемостью риска принятия решений в темпе поступления новой информации об объекте и среде.

Учитывая вышеперечисленные требования и ориентируясь на свойства интеграции, метрологичности и саморазвития методологической основы РБП и информационных технологий на его основе (байесовских интеллектуальных технологий), представляется целесообразным использовать их для создания развивающихся систем мониторинга, аудита и управления по схеме мягкого управления полисистемными средами.

Очевидно, все эти задачи могут быть разделены на три основные группы:

- измерение, оценивание свойств и характеристик управляющей системы и управляемой полисубъектной среды, а также моделирование их эволюции, восстановление ретроспективы развития и прогнозирование состояний и ситуаций;
- многокритериальный контроль (аудирование) и нормирование состояния систем или их характеристик; к этому этапу относятся все задачи различных аудитов (качества продукции и производства, экологичности производств, персонала, энергетических показателей и др.);
- генерация оптимальных управленческих решений и управляющих рекомендаций и реализация их на практике с последующим контролем и планированием.

В данной статье рассмотрены возможности создания таких саморазвивающихся систем на основе моделей и ШДО.

Системы на основе РБП имеют поля решений, деревьев факторов и их свойств в виде динамических компактов ШДО для управляемой среды S_t^O , окружающей среды S_t^E , или управляющей полисистемы, взаимодействующей со средой S_t^{OE} . При оценивании свойств или ситуаций на основе методологии БИТ концептуальная запись ШДО имеет вид

$$S_t^{OE} = S_t^O \overset{z}{*} S_t^E \overset{z}{*} S_t^{O_L} \overset{z}{*} S_t^{O_K} \overset{z}{*} S_t^{O_V}, \quad (1)$$

где $S_t^{O_L}$ — ШДО ограничений в пространстве и во времени; $t=1, T$ — временной интервал, определяющий динамику ШДО; $S_t^{O_K}$ — ШДО критериальной базы; $S_t^{O_V}$ — ШДО требования (в том числе метрологические) и условия постановки задачи; $\overset{z}{*}$ — символ свертки с логикой z (при $z=1$ и параметрическом семействе логик свертка соответствует свертке с вероятностной логикой).

Для синтеза ШДО разработаны методологическая база и информационная метатехнология, которые позволяют достаточно просто осуществлять переход к новому пространству существования решений, оценок или моделей. Для интеграции такого пространства в существующие рабочие поля и обеспечения квазиустойчивости решений в условиях неопределенности новой информации проводится метризация пространства на основе ШДО. В этой методологии могут меняться требования, ограничения, условия решения задачи, критериальная база, логика вывода и принятия решений, априорная информация, информационно-технологическая и техническая базы. Поэтому выражение (1) по сути представляет краткую формализованную запись концепции реконфигурации моделей сложного объекта и среды для условий неопределенности.

Вследствие возможности управления не только данными, но и знаниями [3–5] в системах на основе РБП, а также открытости их для включения в информационные базы новых данных моделей, алгоритмов и рекомендаций на основе шкал с динамическими ограничениями теоретических и практических знаний обеспечиваются требования реконфигурации моделей (1). Каждое пополнение такого рода сопровождается в системе процессом метрологического обоснования вновь принятой информации. Для отражения параметрической, функциональной или системной информации строится иерархическая структура гипершкал с динамическими ограничениями (HS) в виде композиции параметрических $S_t^{O_P}$, функциональных $S_t^{O_F}$ и системных (ситуационных) $S_t^{O_S}$ ШДО:

$$HS_t^O = S_t^{O_P} \overset{z}{*} S_t^{O_F} \overset{z}{*} S_t^{O_S}.$$

Концептуальная запись — для синтеза всех типов ШДО основным принципиально важным аспектом метрологического обоснования является метрология знаний, в том числе представленных в виде аналитических зависимостей, алгоритмов, лингвистических выводов, описания ситуаций и сценариев их развития, что реализуется на базе ШДО. Применение ШДО позволяет контролировать качество и метрологические характеристики (точность, надежность, достоверность), энтропию и риск получаемых решений, а также синтезировать технологию с требуемым качеством.

Разработаны ШДО для оценки числовых S_i^N и лингвистических S_i^{Lg} переменных, динамических переменных $S_i^S(t=1, T)$ и многомерных процессов $HS_i^S(t=1, T)$ ситуаций $S_i^S(t=t_i)$, сценариев развития ситуаций $S_i^S(t=1, T)$, рекомендаций $S_i^D(t=f)$, стратегий управления $HS_i^D(t=1, T)$ ШДО взаимосвязи объектов и ситуаций S_i^{SS} . Последний тип шкал позволяет создавать гипершкалы для интегральных характеристик (индексов, индикаторов), восстанавливать их или прогнозировать.

Для проведения аудита состояний или ситуаций дополнительно к перечисленным формируются эталонные шкалы указанных типов S_i^C или гипершкалы HS .

Эталонная ШДО для аудита S_i^C представляет собой регуляризованную информацию о нормах, стандартах и степенях соответствия установленным пределам показателей характеристик объекта. В частности, проведение проверки на соответствие стандартам ISO 9000 или ISO 1400 реализовано на методологической и информационно-технологической базе байесовских интеллектуальных технологий средствами ШДО. Это необходимое каждому предприятию программное средство для проведения самоаудита обеспечивает значительную экономию финансовых и временных затрат. Концептуальное уравнение такого **интеллектуального аудита**, определяемого в данной работе как аудита, основанного на производстве, использовании знаний и управлении знаниями в условиях неопределенности (при использовании БИТ — **байесовского интеллектуального аудита**), может быть записано в оптимизационной форме следующего вида:

$$\left\{ h_i^c | \{MX\}_i^c \right\} = \left\{ \arg \text{extr} C S_i^{OE} * S_i^{CL} * S_i^{CU} * S_i^{CK} | (X_i; X_i^A; \Phi_i^A; \Phi_i; \Phi_i^{CA}; \Phi_i^C) \right\},$$

где $X_i; X_i^A$ — массивы текущей и априорной информации; $\Phi_i^A; \Phi_i$ — информационная технологическая база в текущий и предыдущий моменты времени; $\Phi_i^{CA}; \Phi_i^C$ — расчетно-методическая основа аудита, представленная в виде набора информационных технологий контролирующих (аудиторских) методик, которые интегрируются средствами байесовских интегрирующих технологий; S_i^{CL} — ШДО ограничений при проведении аудита; S_i^{CU} — ШДО условий аудита; S_i^{CK} — ШДО критериальной базы аудита; C — байесовское решающее правило с гибкой логикой.

Если применяется отличная от вероятностной логика байесовского правила, то такое правило называется **мягким байесовским правилом** (*Soft Bayesian Rule*). Аудирующий метод, основанный на применении ШДО с мягким байесовским правилом, можно определить как метод **«мягкого» (soft audit) аудита** и использовать его в задачах полисистемного аудита.

При использовании таких технологий в процессе аудита наглядно выявляются факторы, тормозящие и усиливающие эффективность управления, определяются системы противодействующие управлению и содействующие ему, а также определяются причины этих ситуаций. Это дает мощную основу для генерации рекомендаций с целью бесконфликтного и эффективного управления в сложных условиях динамичности и неопределенности. Для этого в технологиях БИТ предусмотрена параллельная ветвь метрологического синтеза ШДО. Свойство инертности экосистем в определенных пределах внешних воздействий и шкалирование ситуаций по РБП позволяют перейти от жесткого управления по оценкам отдельных контролируемых параметров этих экосистем к более глубокому комплексному управлению на основе оценки ситуаций.

Интеллектуальное («мягкое» при гибкой логике) ситуационное или стратегическое управление на основе методологии РБП и БИТ дает возможность предусмотреть влияние результатов предпринимаемого регулирования на все компоненты объекта и экосистемы

и предупредить появление кризисных или чрезвычайных ситуаций, а при необходимости своевременно скорректировать стратегию управления, что является основой обеспечения устойчивого функционирования или развития объекта. Однако для обеспечения устойчивости управления в условиях неопределенности (неточности, неполноты и нечеткости) информации необходимо достоверно оценить ситуацию.

Регуляризирующий байесовский подход и методология байесовских интеллектуальных технологий дают уникальную возможность обеспечить получение таких оценок и требуемого качества их определения. На основе этого подхода проводится квантификация пространства ситуаций, рекомендаций или управляющих воздействий, что позволяет сформировать их репрезентативное множество в виде многомерных и интегральных шкал ситуаций, реперами которых являются градации признаков или типовых классов ситуаций, отстоящие друг от друга на заданное расстояние.

Процесс принятия решений может быть реализован как процесс преобразования таких взаимосвязанных шкал на основе получения

объективных и достоверных знаний о контролируемом объекте и окружающей его среде, знаний о их текущем состоянии, динамике развития ситуаций, тенденциях в эволюции объекта и среды. Процесс получения таких знаний и управление на его основе очевидно можно назвать **интеллектуальным управлением на основе БРП/БИИ/БИТ**. Если логика такого управления реализуется на основе мягкого байесовского правила со сменной логикой получения решений, то такое управление можно определить, как **мягкое управление**.

Данные технологии реализованы в программной среде «Инфоаналитик», которая является платформой многочисленных разработанных систем мониторинга, аудита и поддержки принятия управленческих решений [6, 7]. На основе этих технологий разработаны системы аудита и принятия решений для управления энергогенерирующими комплексами, ресурсоснабжающими сетями, транспортными сетями, системами ЖКХ, природоохранной деятельностью, распределенными производствами, территориальным и социогуманитарным развитием и другие задачи полисистемного аудита и управления.

Литература

1. Лепский В.Е. Эволюция представлений об управлении в контексте развития научной рациональности // В сб.: Рефлексивные процессы и управление / под ред. В.Е. Лепского. М.: Когнито-Центр, 2013. С. 43–55.
2. Недосекин Д.Д., Прокопчина С.В., Чернявский Е.А. Информационные технологии интеллектуализации измерительных процессов. Л.: Энергоатомиздат, 1986. 389 с.
3. Прокопчина С.В. Байесовские интеллектуальные технологии для аудита и управления сложными объектами в условиях значительной неопределенности // Тр. Вольного экономического общества. 2010. № 144. С. 109–118.
4. Лукьянец А.А., Прокопчина С.В. Управление региональными энергетическими ресурсами с использованием регуляризирующего байесовского подхода. Томск: НИЦ «Энергоэффективность», 2003. 397 с.
5. Прокопчина С.В. Развивающиеся информационные технологии на основе регуляризирующего байесовского подхода // В сб. докладов XI Международной конференции по мягким вычислениям и измерениям SCM-2007. СПб.: ЛЭТИ, 2007.
6. Управление в условиях неопределенности / под ред. С.В. Прокопчиной. СПб.: ЛЭТИ, 2014. 378 с.
7. Прокопчина С.В. Об одном подходе к измерению социогуманитарных потенциалов с использованием байесовских интеллектуальных технологий // Государственный аудит. Право. Экономика. 2013. № 3. С. 73–82.

References

1. Lepsky V.E. Ob evolutsii predstavleniy ob upravlenii v kontexte razvitiya nauchnoy ratsional'nosti [The evolution of management views in the context of scientific rationality]. Moscow, Kognito-Tsentr — Cognito-Centre, 2013, pp. 43–55 (in Russian).
2. Nedosekin D.D., Prokopchina S.V., Chernyavsky E.A. *Informatsionnye tehnologii intelektualizatsii izmeritel'nykh protsesov* [Information technologies of measurement processes intellectualization]. Leningrad, Energoatomizdat — Energy Atom Publishing House, 1986, 389 p. (in Russian).
3. Prokopchina S.V. Bayesovskiy intelektual'nyye tehnologii dlya audita i upravleniya slozhnymi obyektami v usloviyakh znachitel'noy neopredelyonosti [Bayesian intellectual technologies for auditing and managing the complicated objects under conditions of considerable uncertainty]. *Vol'noye ekonomicheskoye obshchestvo — Liberal economic community*, 2010, no. 144, pp. 109–118 (in Russian).
4. Lukyanets A.A., Prokopchina S.V. *Upravleniye regional'nimi energeticheskimi resursami s ispol'zovaniem regulariziruetshego bayesovskogo podhoda* [Managing regional energetic resources with the use of regularizing Bayesian approach]. Tomsk, NITS “Energoefektivnost” — SIC “Energoefektivnost”, 2003, 397 p. (in Russian).
5. Prokopchina S.V. *Razvivayutshiesya informatsionnye tehnologii na osnove regulariziruetshego bayesovskogo podhoda* [Developing information technologies on the basis of regularizing Bayesian approach]. Saint-Petersburg, LETI–LETI, 2007 (in Russian).
6. *Upravleniye v usloviyakh neopredelyonosti / pod red. Prokopchinoy S.V.* [Managing under conditions of uncertainty / under edition of Prokopchina S.V.]. Saint-Petersburg, LETI–LETI, 2014, 378 p. (in Russian).
7. Prokopchina S.V. Ob odnom podhode k izmereniyu sotsiogumanitarnih potentsialov s ispol'zovaniem bayesovskih intelektual'nykh tehnologiy [About one approach to measurement the socio-humanistic potentials using Bayesian intellectual technologies]. *Gosudarstveniy audit. Pravo. Ekonomika. — State audit. Law. Economy*, 2013, no. 3, pp. 73–82 (in Russian).