

УДК 657.6

МЕТОДОЛОГИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ МЯГКОГО ПОДХОДА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

С.В. ПРОКОПЧИНА,

**доктор технических наук, профессор, Финансовый университет
при Правительстве РФ, Москва, Российская Федерация**

В статье рассмотрена концепция мягких подходов, предложены основные этапы развития мягких пространств, мягких моделей, мягких технологий. Дается реализация концептуальных принципов на основе байесовского подхода к регуляризации. приводятся примеры масштабных и мягких оценок. Представлена информационная система «бизнес-навигатор».

Ключевые слова: мягкие подходы, бизнес-процессы, концепции когнитивных измерений.

Management problems

SOFT APPROACHES FOR ECONOMICS TASKS SOLVING UNDER THE CONDITIONS OF UNCERTAINTY

S.V. PROKOPCHINA,

**doctor of technical Sciences, Professor, Financial University under the Government
of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation**

The concept of soft approaches are considered. Main steps for development of soft spaces, soft models, soft technologies are suggested. The realization of concept's principals on the base of Regularization Bayesian Approach is given. The examples of scale and soft estimations are given also. Information system «Business-navigator» is presented.

Keywords: soft approaches, business processes, the concept of cognitive measurements.

Информационная сфера в современном обществе стала важнейшим фактором его развития. Она непрерывно расширяет границы решаемых задач и технологических возможностей. Вместе с тем общество (и в первую очередь бизнес) ставят перед разработчиками информационных систем новые практические задачи, отличающиеся повышенной сложностью, междисциплинарностью используемых подходов, специфичностью и уникальностью объектов применения информационных технологий.

В отличие от предыдущих десятилетий, повышаются требования к интеллектуальности информационных систем. Так, к числу основных требований к информационному обеспечению бизнес-процессов относятся: получение решений в виде готовых рекомендаций, альтернатив, сценариев развития бизнес-процессов и бизнес-ситуаций.

В концептуальном плане экономические объекты и системы, с которыми взаимодействуют информационные технологии, могут рассматриваться как сложные системы с позиций системного подхода.

Сложность измерения свойств таких систем и управления ими общеизвестна. Это объясняется спецификой самих систем, их уникальностью, невозможностью повторения событий, процессов и ситуаций, отсутствием средств измерений их свойств, часто имеющих качественный характер, множеством неизученных и меняющихся влияющих факторов и связей между ними, что в целом создает условия неопределенности, состоящие в неполноте, неточности, нечеткости информации. В таких условиях не «работают» классические методы и модели измерений и управления.

Это относится, прежде всего, к методам измерений в их классической детерминированной

постановке, методам классической математической статистики, методам эконометрики.

На практике приходится сталкиваться с подгонкой существующих моделей свойств и деятельности реально функционирующих систем к ограничениям, предположениям, допущениям и постулатам предлагаемых математических методов и моделей, что значительно сужает сферу их применения, а в ряде ситуаций не применимо. Это обусловлено прежде всего тем, что адекватные модели построить в условиях неопределенности достаточно сложно. Кроме того, активное влияние на систему факторов окружающей среды определяет изменчивость системы, что приводит к необходимости перестройки модели в ходе функционирования реальной системы и обработки информации. Для построения адекватных моделей необходимо накапливать и перерабатывать все имеющиеся данные и знания об объекте измерения или управления. Кроме того, решения задач в условиях неопределенности должны иметь многоальтернативный вид, т.е. представлять собой так называемые мягкие, нечеткие решения, где каждому альтернативному решению ставится в соответствие степень его вероятности, достоверности или правдоподобия.

В работах [1, 3, 5] сформулированы принципы построения мягких подходов и мягких информационных технологий, которые ориентированы на условиях информационной неопределенности:

1) в условиях неопределенности задачи измерений и управления должны быть поставлены как обратные;

2) для обеспечения устойчивости решения прикладной задачи в условиях неопределенности необходима регуляризация решений на компакте решений;

3) должны быть развиты функциональные и контентные возможности методов, моделей, алгоритмов;

4) необходимо метрологическое обеспечение моделей, алгоритмов, решений;

5) информационные технологии обработки информации в условиях неопределенности должны иметь обратные связи с возможностью коррекции алгоритмов, моделей, решений с целью их непрерывного контроля и улучшения;

6) должна быть когнитивность и интерпретируемость решений для активного исполь-

зования и вовлечения в процесс обработки информации знаний, интуиции и логики экспертов и пользователей как составных частей систем, моделей и алгоритмов обработки информации;

7) должна присутствовать возможность обработки и свертки как числовой, так и качественной, лингвистической информации;

8) должна быть итерационность и последовательная взаимосвязанность процессов сбора и интеграции информации, идентификации моделей объектов и оценки их параметров;

9) должна быть условность полученных решений (в виде моделей, рекомендаций, оценок, выводов, сценариев развития событий) в рамках принятых допущений, ограничений и требований.

При отсутствии достаточной информации ограничения, формирующие пространство компакта решений, могут быть определены в нечеткой или вероятностной формах. Это обуславливает формирование компакта решений также в нечеткой или вероятностной формах. Ограничения могут изменяться во времени, что ведет к динамичности границ компакта решений. Все в целом формирует нечеткий динамический компакт решений.

Мягкий, нечеткий динамический компакт решений – это совокупность возможных компактов решений с соответствующими им степенями вероятности и с нечеткими динамическими границами.

Мягкой моделью называется нечеткая модель, состоящая из ряда альтернативных моделей с соответствующими им вероятностями, представляющими собой закон распределения моделей на пространстве мягкого (нечеткого) компакта моделей [1].

Изменение свойств сложного объекта и взаимосвязей объекта и внешней среды задает необходимость постоянной коррекции модельных представлений об объекте, оценок его свойств, критериев и других компонентов информационного пространства. В условиях значительной неопределенности модель сложного объекта и среды его окружения должна изменяться в зависимости от получаемой информации и меняющихся требований, ограничений, целевых функций и критериев решаемой задачи. В концептуальной форме это можно определить как изменение степени

«погружения» модели $G^{(M)}(t)$ в систему

объекта $G^{(O)}(t)$ и формально представить в виде выражения :

$$G^{(O)}(t) \rightarrow G^{(M)}(t), \quad (1)$$

$$G_x \rightarrow \{G_{mxi} / P(G_{mxi})\} / \{MX\}$$

где Qmx – измеряемое свойство ОИ;

$\{G_{mxi} / P(G_{mxi})\}$ – мягкая модель объекта измерения в виде совокупности альтернативных моделей с соответствующими им вероятностями $P(G_{mxi})$; $i = 1, I$.

Алгоритм действий будет следующий.

1. Постановка задачи в нечеткой формулировке, определение цели задачи.

2. Идентификация ситуации и типа задачи.

3. Формирование пространства входной информации.

4. Метрологическое обоснование источников информации.

5. Формирование моделей объекта измерения или управления на основе решения обратных задач измерения, оценивания и идентификации, а также моделей окружающей среды в нечеткой форме, в форме списка возможных моделей объекта измерения или управления с определением их достоверности.

6. Выбор сбалансированных показателей свойств объектов согласно разработанным моделям и их свертка в единое пространство.

7. Выбор правила вывода, критериев и логики принятия решений.

8. Формирование и метризация пространства решений.

9. Создание конкретных измерительных шкал для свойств объекта.

10. Решение обратных задач измерения, оценивания, идентификации.

11. Планирование и организация процесса решения основной задачи с целью обеспечения требуемого качества решений.

12. Реализация процесса решения основной задачи с получения решений в виде набора альтернатив с определением их возможности, надежности, достоверности, риска, информативности и т.д.

13. Проверка качества решений.

14. Коррекция всех составляющих процесса определения решений.

15. Повторение процесса начиная с первого этапа для получения уточненного решения задачи.

Обобщенное уравнение таких измерений будет иметь следующий вид:

$$\{h_{k,t}^{(l_t)} | MX_{k,t}^{(l_t)}\} = rang\{\arg extr C_t[\phi_{j,t}^{(l_t)}((^{(l_t)}x_{i,t}) * h_{k,t-1}^{(l_{t-1})}) | MX_{k,t}^{(l_{t-1})}) | y_{i,t}\} \quad (2)$$

где: $h_{k,t} \in H_{K,T}$ – решение из динамического множества решений на ШДО;

$\phi_{j,t} \in \Phi_{J,T}$ – алгоритм обработки из множества алгоритмов обработки;

$x_{i,t} \in X_{I,T}$ – информационный поток из динамического множества информационных потоков;

$y_{i,t} \in Y_{I,T}$ – набор условий измерений из динамического множества наборов условий измерений;

l_{t-1} – логика, при которой было получено решение $h_{k,t-1}$;

$l_t \in L_T$ – логика из динамического множества логик вывода (в частности, параметрические семейства логик);

$T = 1 \dots T$, где T – период времени измерения.

Поскольку настраиваемые логики являются основным элементом теории нечетких систем, входящих в направление, получившее название «мягкие вычисления», очевидно правомочно назвать данный новый тип измерений, причем если критерий принятия решений останется байесовским, то этот тип уместно назвать *байесовскими мягкими измерениями БМИ (Bayesian soft measurements BSM)*.

Как известно, в процессе измерений система объекта измерений G_x преобразуется в систему модели ОИ G_{mx} в одностороннем порядке при гомоморфном преобразовании Фвида [6]:

$$G_x \rightarrow \{G_{mxi} / P(G_{mxi})\} : \Phi(Q_{mxi}) = x_i \quad (3)$$

– где Qmx – измеряемое свойство ОИ;

– $\{G_{mxi} / P(G_{mxi})\}$ – мягкая модель объекта измерения в виде совокупности альтернативных моделей с соответствующими им вероятностями $P(G_{mxi})$; $i = 1, I$

– X_i – результат измерения по i -той модели.

Развитием общей теории измерений явились предложенные автором концепции, методологические и практические работы на основе когнитивных, мягких статистических [1], полисистемных [1] видов измерений.

В концепции когнитивных измерений основная идея состоит в привлечении знаний субъекта, рассматриваемого в качестве вирту-

ального измерительного прибора с полным метрологическим сопровождением полученных знаний. В процессе измерений производится свертка измерительной информации, полученной из различных источников с информацией, полученной от субъектов измерительного процесса. Все входные информационные потоки и получаемые решения метрологически аттестуются в виде показателей точности, надежности, достоверности. Измерительные решения характеризуются риском их применения, энтропийными показателями, количеством информации, полученной на соответствующих им этапах измерительного процесса. Это позволяет оптимизировать измерительный процесс по затратам времени и ресурсов при получении решений с требуемым качеством.

Кроме того, технологии когнитивных измерений используют когнитивную графику, иллюстрирующую полученные решения в цветовой гамме, ускоряя понимание полученных решений и вовлекая субъектов измерительной сети в генерацию новых знаний и в продолжение измерений, формируя тем самым обратные связи измерительного процесса.

Мягкие статистически измерения [1, 5] являются решениями статистических (например, эконометрических) задач в условиях малых выборок и уникальных экспериментов.

Эти измерения очень эффективны для широкого круга экономических задач, которым, как правило, присущи разнотипные многочисленные потоки информации, сложные объекты измерения и их взаимосвязи, случайный характер поведения объектов или субъектов измерительного процесса, сложно прогнозируемые ситуации. Этот тип измерений относится к функциональным интеллектуальным измерениям [6], в которых решения получают в функциональных метрических пространствах.

Характерным свойством мягких статистических измерений является их способность интегрировать данные и знания (причем как объективные, так и субъективные) на основе свертки (при байесовском подходе – байесовской свертки) при получении решения, а также полное метрологическое обоснование полученных решений.

К числу мягких статистических измерений (интеллектуальных статистических измерений) относятся методы байесовской математической статистики [1, 5, 6].

На рис. 1 приведен пример мягкого моделирования при использовании технологий и средств байесовских интеллектуальных статистических измерений. При использовании гибких параметрических логик в этих измерениях можно рассматривать этот случай как пример мягких статистических измерений.

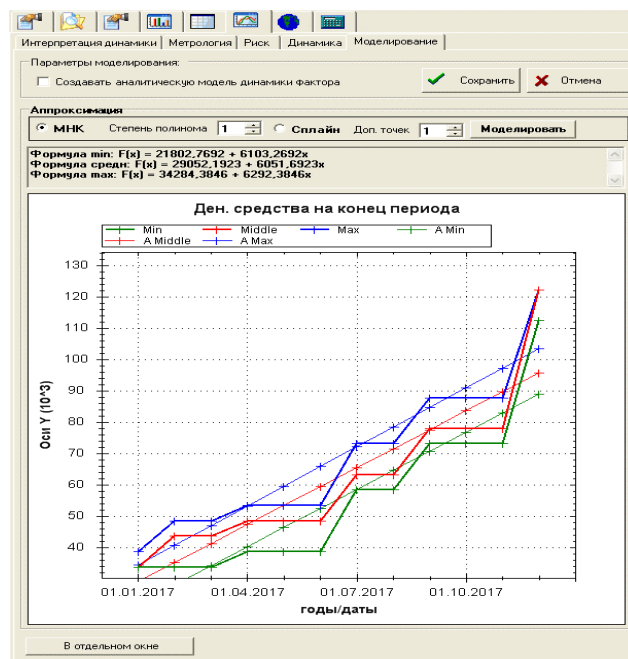


Рис. 1. Мягкая модель авторегрессии для показателя макроэкономического развития экономики на основе байесовских интеллектуальных (мягких) измерений

Методологические и практические аспекты концепции полисистемных измерений даны в других работах автора. Концепция разработана в связи с необходимостью измерять свойства и состояния полисистем различного типа. Этот тип управления относится к типу мягкого управления с нечеткими, мягкими выводами, рекомендациями и управляющими воздействиями, скорее мо-

тивизирующими, чем регламентирующими. Особенно актуален такой подход при управлении системами, связанными с социальными средами или являющимися ими. На рис. 2 проиллюстрирован пример мягких управленческих решений, которые сформированы на основе мягкой оценки ситуации в «умной» сети управления электро-снабжением (smart grid).

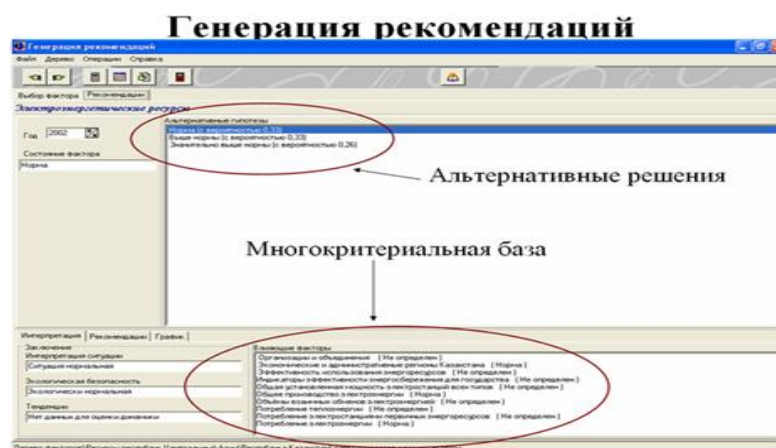


Рис. 2. Мягкие управленческие рекомендации при управлении электроресурсами

Примером реализации на практике мягких подходов к управлению предприятиями является измерительно-аналитический программный комплекс «БИЗНЕС-НАВИГАТОР», предназначенный для управления бизнес-процессами предприятий и его деятельностью в целом. Его подробное рассмотрение является отдельной темой для исследования.

Список литературы

1. Мягкие вычисления и измерения: в 2 т. / под ред. С. В. Прокопчиной. М.: Изд-во «Научная библиотека», 2017.
2. Недосекин Д. Д., Прокопчина С. В., Чернявский Е. А. Информационные технологии интеллектуализации измерительных процессов. СПб.: Энергоатомиздат, 1995.
3. Опыт решения социально-экономических задач на основе БИТ / под ред. С. В. Прокопчиной М., 2014.
4. Прокопчина С. В. Методологические аспекты теории мягких измерений: сборник докладов Международной конференции «SCM-2009», СПб, 2009. С. 49–63.
5. Прокопчина С. В. Принципы мягкого аудита и мягкого управления сложными системами. М., 2010.

6. Управление в условиях неопределенности / под ред. С. В. Прокопчиной, М. Ю. Шестопалова., СПб.: Изд-во «ЛЭТИ», 2014.

References

1. (2017) Soft computing and measurements: in 2 volumes / under the editorship of S. V. Prokopchina. M.: Publishing house «Research library».
2. (1995) Nedosekin D. D., Prokopchina S. V., Chernyavskiy E. A. Information technology of intellectualization of measuring processes. SPb.: Energoatomizdat.
3. (2014) Experience of solving socio-economic tasks on the basis of a BIT / under the editorship of S. V. Prokopchina Moscow.
4. Prokopchina S. V. (2009) Methodological aspects of the theory of soft measurements: collection of reports of International conference «SCM-2009». SPb. P. 49–63.
5. Prokopchina S. V. (2010) Principles soft soft audit and control of complex systems. Moscow.
6. (2014) Management under uncertainty / ed. by S. V. Prokopchina, M. Yu. Shestopalova. SPb.: Izd-vo LETI.