

# СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ИНТЕГРАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ИНДУСТРИИ ЗНАНИЙ

БОГОМОЛОВ А. И., НЕВЕЖИН В. П.

УДК 004.89

## Богомолов А. И., Невежин В. П. Стандартизация и интеграция математических моделей экономических систем как составная часть индустрии знаний

Обсуждается возможность получения новых знаний от интеграции в одну модель нескольких экономико-математических моделей, погружённых в единое информационное пространство в виде семантической сети, описываемых стандартным образом на специальном языке знаний и концептуальных карт. Приведены два примера полезности интеграций нескольких моделей в одну.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, системы, классификация, сети доверия Байеса, знания, язык знаний, информационное пространство, контент-карты, семантическая паутина.

**Рис.:** 3. **Формул.:** 3. **Библ.:** 10.

**Богомолов Александр Иванович** – кандидат технических наук, доцент, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (пр. Ленинградский, 49, Москва, 125993, Россия)

**Невежин Виктор Павлович** – кандидат технических наук, профессор, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (пр. Ленинградский, 49, Москва, 125993, Россия)

УДК 004.89

## Богомолов О. І., Невежин В. П. Стандартизація та інтеграція математичних моделей економічних систем як складова частина індустрії знань

Обговорюється можливість отримання нових знань від інтеграції в одну модель декількох економіко-математичних моделей, занурених у єдиний інформаційний простір у вигляді семантичної мережі, описуваних стандартним чином на спеціальній мові знань і концептуальних карт. Наведено два приклади корисності інтеграцій декількох моделей в одну.

**Ключові слова:** математичне моделювання, системи, класифікація, мережі довіри Байеса, знання, мова знань, інформаційний простір, контент-карти, семантична павутина

**Рис.:** 3. **Формул.:** 3. **Бібл.:** 10.

**Богомолов Александр Иванович** – кандидат технических наук, доцент, Финансовый университет при Уряді Російської Федерації (пр. Ленинградський, 49, Москва, 125993, Росія)

**Невежин Виктор Павлович** – кандидат технических наук, профессор, Финансовый университет при Уряді Російської Федерації (пр. Ленинградський, 49, Москва, 125993, Росія)

UDC 004.89

## Bogomolov A. I., Nevezhin V. P. Standardisation and Integration of Mathematic Models of Economic Systems as a Component of the Knowledge Industry

The article discusses a possibility of obtaining new knowledge from integration of several economic and mathematical models, submerged into a single information environment in the form of a semantic web and described in a standard form in a special language of knowledge and conceptual maps, into one model. It provides two examples of usefulness of integration of several models into one model.

**Key words:** mathematic modelling, systems, classification, Bayesian network, knowledge, knowledge language, information environment, content cards, semantic web.

**Pic.:** 3. **Formulae:** 3. **Bibl.:** 10.

**Bogomolov Aleksandr I.** – Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Finance Academy under the Government of the Russian Federation (125993, Russia)

**Nevezhin Viktor P.** – Candidate of Sciences (Engineering), Professor, Finance Academy under the Government of the Russian Federation (125993, Russia)

Применение математического моделирования экономических процессов и систем является широко распространённой практикой как в учебных процессах, так и в экономических исследованиях. Огромное множество созданных за последние десятилетия разнообразных математических моделей ежедневно пополняется вновь создаваемыми, имеющими различную степень новизны и практическую значимость. Создание и ведение банков математических моделей, имеющих общепринятые (стандартизованные) классификационные признаки, «погружённых» в единое информационное пространство (Интернет), будет способствовать дальнейшему развитию «индустрии знаний». Если бы математические модели были представлены в Интернет в стандартизованном виде, то в ряде случаев при решении практических задач они могли бы быть объединены в одну систему.

Пример положительного эффекта от интеграции нескольких моделей в одну являет собой использование статистической процедуры Эйткена в системе массовой

оценки стоимостных показателей объектов недвижимости г. Москвы [1]. Разработка вышеназванной системы было поручено Правительством Москвы Финансовой академии при Правительстве РФ. В качестве ядра этой системы использовалась эконометрическая нелинейная по параметрам модель массовой оценки объектов недвижимости г. Москвы.

В предположении, что помимо разработанной эконометрической модели для повышения точности оценки стоимостных показателей объекта недвижимости, могут быть использованы и другие модели, была осуществлена интеграция данной и дополнительной моделей на основе статистической процедуры Эйткена, что дало возможность существенно улучшить качество модели и точность вычисляемых стоимостных характеристик.

Рассмотрим другую модель, а именно: использование модели на основе сети доверия Байеса для принятия решения о возможности предоставления кредита [2]. На рис. 1 представлена модель в виде простейшей сети доверия для оценки вероятности принятия положитель-

ного решения о выдаче кредита. Вероятности событий, кроме корневого, определяются экспертным путём.

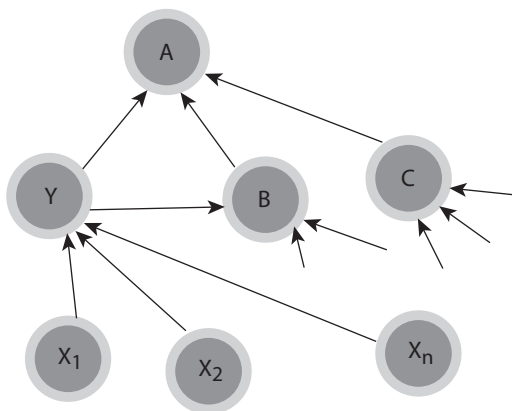


Рис. 1. Сеть доверия Байеса для принятия решения о выдаче кредита

Однако точность и информативность модели можно было бы улучшить, если использовать для оценки вероятности некоторых событий не экспертные оценки, а модели бинарного выбора [3], то есть объединить модель на основе сети доверия и модели бинарного выбора, которая определяет вероятность события не на основе экспертного вывода, а на основе фактических значений характеристик клиента и финансовых показателей банка.

Данные примеры иллюстрирует актуальность создания регистров с базами знаний, включающих в себя математические модели различных классов, а также технологий их стандартизованного описания, поиска и взаимодействия. Такая задача является лишь частным, но весьма важным аспектом общей проблемы стандартизации, поиска и интеграции знаний.

На производство знаний в современном обществе затрачивается больше ресурсов, чем на производство товаров и услуг, что позволяет говорить об индустрии знаний. Знания – это нечто большее, чем и данные и информация. Наши знания помогают нам создавать новые технологии и машины, лечить заболевания и покорять космос, разбираться в различных ситуациях, решать сложные задачи и выполнять трудные задания, учиться на своем опыте и, соответственно, корректировать свое поведение. Если мы работаем в какой-либо компании, то наши знания в сочетании со знаниями наших коллег способствуют ее успешной деятельности.

Основным средством накопления, обнародования и распространения знаний совсем недавно были книги, затем добавилось радио и телевидение. За последние 20 лет ситуация коренным образом изменилась. С появлением Интернет, всеобщим распространением компьютеров и компьютерных сетей, цифровых хранилищ данных, технологий OLAP и Data Mining, других достижений в области информационных технологий, произошли революционные изменения в хранении, обработке информации и получении знаний. Основная часть информации и знаний хранится в сетях и на машинных носителях, не считая, конечно, тех знаний, которые хранятся в головах людей.

Накопленный и всё увеличивающийся объём мировых знаний ставит перед человечеством задачу их формализации, стандартизации и интеграции. Теория классификации и систематизации сложно организованных областей знаний называется *таксономией*. Таксономия представляет иерархически выстроенную систему понятий от простого к сложному.

Математическую модель, лежащую в основе таксономии, можно представить в виде древообразной структуры набора объектов. Вверху этой структуры – объединяющая единая классификация (корневой таксон), которая относится ко всем объектам данной таксономии. Таксоны, находящиеся ниже корневого, являются более специфическими классификациями, которые относятся к поднаборам общего набора классифицируемых объектов. Например, в классификации организмов Карла Линнея корневым таксоном является организм. Ниже в этой таксономии находятся тип, класс, отряд, семейство, род и вид [4].

В настоящее время знания могут быть представлены и описаны на различных языках (также имеющих иерархическую структуру), включая естественные (русский, английский и др.), язык формул, в виде графиков, таблиц, фильмов и т. д. Отдельные направления науки имеют свои понятия и свои языки, например, генетика или теория групп. Есть языки для записи доказательств, архивы этих доказательств и программы, которые могут не только проверять, но и искать доказательства утверждений.

Одно из решений для формализации и поиска знаний предлагает российский проект KML<sup>1</sup>. Основная идея проекта заключена в создании специального языка знаний – Knowledge Markup Language (KML). KML – это XML язык для создания больших Баз Знаний, как естественнонаучных, так и гуманитарных. Это могут быть строгие теории, описания технологий, материалы по истории науки, фундаментальные работы, статьи о текущих исследованиях, учебники, методические разработки, результаты экспериментов, и все то, что является рациональным знанием.

Возможность создания универсального языка знаний, даже на базе такого универсального инструмента и языка, как XML (который лежит в основе KML), представляется проблематичной. Но, безусловно, продвижение научных исследований в этом направлении представляется весьма интересным и перспективным. На выходе таких исследований появляются результаты, которые находят применение в экспертных системах, теории интеллектуальных агентов и искусственного интеллекта, теориях и технологиях создания баз знаний, компьютерной лингвистике, общей теории систем, теории компьютерного анализа естественного языка и компьютерного выделения семантики. Случаи, когда какой-либо этап решения задач, в том числе теоретических, проводят с помощью компьютера, сегодня уже не редкость. Человечество начинает доверять свои знания компьютеру.

<sup>1</sup> kml.mipt.ru

Продвижение в этом направлении связано с разработкой единых стандартов формализации знаний, протоколов обмена знаниями, технологий взаимодействия различных онтологий и связывания объектов в единые сети.

Наиболее простым средством описания онтологий являются концептуальные карты. Впервые концепт-карты были предложены в начале 70-х гг. профессором Джозефом Новаком (Joseph D. Novak) из Корнелльского университета для изучения детского мышления и формирования первых научных понятий [5]. Это исследование использовало идеи Дэвида Аусубела [6] о формировании понятийного мышления. Концепт-карты оказались эффективным инструментом отображения понятийной системы человека. Благодаря этому они стали использоваться в обучающих системах (E-learning), для формальных обоснований в химии и аргументации высказываний в биологии, затем для описания процессов проведения научных исследований и при разработке баз знаний.

Концепт-карты, или карты памяти, активно используются в образовании и бизнесе. Перечислим лишь некоторые сферы их применения:

- ✦ краткое изложение проблемы;
- ✦ выявление знаний;
- ✦ генерирование новых знаний;
- ✦ трансформация скрытых знаний в структурированные;
- ✦ сохранение данных в ассоциативных связях;
- ✦ моделирование совместных групповых знаний;
- ✦ анализ структуры комплексных идей;
- ✦ выстраивание цепочек аргументации, выявление нарушения аргументационной логики (ошибки, разрывы, пропуски и т. п.);
- ✦ изучение механизмов познания.

Для работы с концепт-картами разработано достаточно много программ. Обзор программ класса *concept mapping* приведен на сайте [7].

Например, программный инструмент для построения концептуальных карт Smart Tools. Этот программный продукт разработан Флоридским Институтом исследований человеческого и машинного познания

(IHMC – Institute for Human and Machine Cognition), доступен для скачивания в интернете и успешно используется отечественными и зарубежными специалистами по созданию баз знаний и систем работы со знаниями [6]. Указанный институт плодотворно работает по заказам Минобороны США (DOD), Агентства перспективных исследовательских проектов (DARPA) и американского космического агентства (NASA).

SMART Tools обладает целым рядом достоинств.

- ✦ позволяет создавать карты концепций, добавлять ссылки;
- ✦ программа бесплатна;
- ✦ имеет неплохой и быстрый в освоении интерфейс;
- ✦ поддерживает он-лайн доступ. Можно запустить собственный сервер или использовать сервер IHMC разработчика;
- ✦ поддерживает совместную работу (контроль доступа, комментарии, запись изменений);
- ✦ программа успешно использовалась для крупных проектов, например, освоения Марса.

Основным назначением программы BrainEKP [7] является устранение в современных корпорациях, так называемого кризиса знаний (*knowledge crisis*), который заключается в постоянно возрастающей потребности в автоматизации накапливаемых знаний. BrainEKP предоставляет корпорациям возможность утилизировать неиспользуемый интеллектуальный капитал, интегрируя информацию из разных хранилищ данных, например с web-сайтов, из баз данных и т. п. На рис. 2 приведена структура BrainEKP.

Так как знания, представленные в виде информации, хранятся в различных узлах всемирной сети, для их объединения необходимо, чтобы сеть единым образом представляла их в виде, пригодном для машинной обработки. Это направление развития Всемирной паутины называется *семантическая паутина* [8] (от англ. *Semantic Web*). В обычной Паутине, основанной на HTML-страницах, информация заложена в тексте страниц и извлекается че-



Рис. 2. Структура BrainEKP [7]

ловеком с помощью браузера. Семантическая же паутина предполагает запись информации в виде семантической сети с помощью онтологий. Таким образом, программ-клиент может непосредственно извлекать из паутины факты и делать из них логические заключения. Семантическая паутина работает параллельно с обычной Паутиной и на её основе, используя протокол HTTP и идентификаторы ресурсов URI.

Термин «семантическая паутина» был впервые введён сэром Тимом Бернерсом-Ли [9] (изобретателем Всемирной паутины) в мае 2001 г. в журнале «Scientific American», и называется им «следующим шагом в развитии Всемирной паутины». Позже в своём блоге он предложил в качестве синонима термин Гигантский Глобальный Граф (*Giant Global Graph, GGG*, по аналогии с WWW). Концепция семантической паутины была принята и продвигается Консорциумом Всемирной паутины.

Семантическая паутина может являться основой для поиска баз знаний с экономико-математическими моделями. Однако остаются вопросы их классификации и интеграции. Интеграция двух и более экономико-математических моделей в одну, более сложную, но более эффективную, требует последовательности действий, которые выполняются каждой на своём уровне.

Попробуем провести аналогии с сетью UDDI (*The Universal Description, Discovery and Integration*) [10]. UDDI является инициативой лидеров электронного бизнеса Ariba, IBM и Microsoft. Это первая попытка привести к общему стандарту деятельность бизнес-структур, представленных в Интернете. В целом UDDI принимает и организует три типа информации в три категории:

- ★ белые страницы (*white pages*) – это общая информация о компании, включающая наименование, тип бизнеса, адрес и контактную информацию;
- ★ желтые страницы (*yellow pages*) описывают, какие услуги предоставляет компания. Здесь имеется возможность применить отраслевые или межотраслевые классификаторы;

**Семантическая сеть – GGG**  
**Белые страницы**

- Информация об области применения модели
- Информация о типе модели и т. д.

**Язык для формализованного описания моделей.**  
**Жёлтые страницы**

- Текстовая информация о модели
- Обозначения и формулы

**Интеграция нескольких моделей в одну.**  
**Зелёные страницы**

- Контент-карты
- Согласование интерфейсов программ для вычислений

**Рис. 3. Схема поиска, классификации и интеграции экономико-математических моделей**

- ★ зеленые страницы (*green pages*) – это техническая информация об услугах, которые выставлены бизнесом, включая ссылки и интерфейсы к ним.

Тогда по аналогии с UDDI для поиска и интеграции экономико-математических моделей может быть использована схема, представленная на рис. 3.

Несмотря на существенные продвижения в вышеперечисленных направлениях, которые относятся, скорее, к поиску и получению знаний из неструктурированной информации, вопросы стандартизации, поиска и интеграции математических моделей всё ещё ожидают своих исследователей. ■

**ЛИТЕРАТУРА**

1. **Бывшев В. А.** Массовая оценка стоимостных показателей объектов недвижимости: от модели к системе / В. А. Бывшев, А. И. Богомолов, В. И. Костюнин // Вестник Финансовой академии. – М., 2007. – № 3.
2. <http://otherreferats.allbest.ru/programming/00199834.html>
3. **Пасечник А. А.** Использование эконометрических моделей бинарного выбора для оценки вероятности банкротства российских банков [Текст] / А. А. Пасечник, Д. А. Пасечник, Е. Н. Лукаш // Молодой ученый. – 2011. – № 10. Т. 1. – С. 137 – 148.
4. <http://ei5.ru/?p=4597>
5. <http://www.mindmap.ru/stat/cmmaps.htm>
6. <http://www.slideshare.net/olgashum/concept-mapping-presentation>
7. **Прохоров А.** Обзор программ класса concept mapping [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.compress.ru/article.aspx?id=17383>
8. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/28440>
9. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1143580>
10. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%C2%E5%E1-%F1%EB%F3%E6%E1%E0>

**PREFERENCES**

Byvshev, V. A., Bogomolov, A. I., and Kostyunin, V. I. "Massovaia otsenka stoimostnykh pokazateley obektov nedvizhimosti: ot modeli k sisteme [Mass evaluation of indicators stoimostnykh real estate objects: from c system models]." *Vestnik Finansovoy akademii*, no. 3 (2007).

<http://ru.wikipedia.org/wiki/%C2%E5%E1-%F1%EB%F3%E6%E1%E0>.

Pasechnik, A. A., Pasechnik, D. A., and Lukash, E. N. "Ispol-zovanie ekonomicheskikh modeley binarnogo vybora dlia otsenki veroiatnosti bankrotstva rossiyskikh bankov [Using economic binary choice of the models for the evaluation of probability of bankruptcy of Russian banks]." *Molodoy uchenyy*, vol. T.1, no. 10 (2011): 137-148.

Prokhorov, A. "Obzor programm klassa concept mapping [Browse the class concept mapping programs]." <http://www.compress.ru/article.aspx?id=17383>

<http://www.mindmap.ru/stat/cmmaps.htm>  
<http://www.slideshare.net/olgashum/concept-mapping-presentation>

<http://ei5.ru/?p=4597>  
<http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/28440>  
<http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1143580>  
<http://otherreferats.allbest.ru/programming/00199834.html>