

МУЛЬТИАГЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ  
РЕШЕНИЙ В ПРОЕКТАХ ПО ИНЖИНИРИНГУ БИЗНЕСА<sup>1</sup>

MULTI-AGENT DECISION SUPPORT SYSTEMS FOR  
BUSINESS ENGINEERING PROJECTS

Железко Б.А.  
Zhelezko B.A.

Белорусский национальный технический университет  
Belarusian National Technical University

*Аннотация.* В данной работе проведено обобщение методов построения мультиагентных систем поддержки принятия решений применительно к задачам маркетингового инжиниринга и реинжиниринга бизнеса.

*Summary.* This paper summarizes the methods for building multi-agent decision support systems in relation to the tasks of marketing engineering and business reengineering.

Маркетинговый инжиниринг и реинжиниринг бизнеса (МРБП) – разновидность реинжиниринга бизнес-процессов (РБП), ориентированная на достижение основных целей маркетинговой деятельности (расширение объема продаж и рынков сбыта; увеличение занимаемой роли на рынке; рост прибыли и обеспечение обоснованности принимаемых руководством фирмы решений в области производственно-сбытовой и научно-технической деятельности). Этим он отличается от, например, стратегического корпоративного РБП, целью которого является поиск стратегического инвестора.

Исследования в сфере мультиагентных систем поддержки принятия решений (МА СППР) и их применения для цифровизации процессов управления проектами по МРБП ведутся достаточно давно. Однако, в связи с исключительно высокой динамикой развития информационных технологий, разработки в области МА СППР требуют постоянной адаптации к уровню достижений научно-технического прогресса и изменениям во внешней бизнес-среде.

---

<sup>1</sup>Результаты частично получены в рамках выполнения проекта 543853-TEMPUS-1-2013-1-DE-TEMPUS-SMHES «Поддержка треугольника знаний в Беларуси, Украине и Молдове»

Несмотря на имеющиеся разработки в данной области, существующие технологии поддержки принятия решений предполагают адаптацию только отдельных компонент СППР и не обеспечивают адаптацию модели предметной области. Это приводит к использованию неактуальных и недостоверных данных в СППР, что отрицательно сказывается на эффективности принятия решения в условиях быстро меняющейся внешней среды. В цикле проведенных исследований под руководством автора данные проблемы в значительной мере решены благодаря разработке механизмов адаптации моделей предметной области к условиям задач принятия решений и своевременного обновления необходимых для этого баз моделей, данных, знаний [1, 2], а также коллекций прецедентов (предметных коллекций [3]).

Обычно объект  $O$  может представляться в виде тройки  $O = \langle \text{Data}, \text{Met}, \text{Mes} \rangle$ , где  $\text{Data}$ ,  $\text{Met}$ ,  $\text{Mes}$ , соответственно, множество внутренней информации объекта (данных), множество его собственных процедур для манипулирования этими данными (методов) и внешний интерфейс для взаимодействия с другими объектами предметной области (ПрО), например, допустимое множество сообщений о событиях вне и внутри ПрО. Однако необходимость учета развития МА СППР требует более общего и гибкого механизма их описания и моделирования. Такой механизм может быть построен на основе дальнейшего обобщения объектно-ориентированного подхода и, в частности, собственно понятия объекта в концептуальной модели ПрО [4 – 7].

Введено понятие обобщенного объекта  $GO = \langle \text{Data}, \text{Met}, \text{Model}, \text{Knowl}, \text{Mes}, \text{Link} \rangle$ , в котором, кроме данных  $\text{Data}$ , методов и свойств  $\text{Met}$  дополнительно инкапсулируются модели  $\text{Model}$ , формализованные знания  $\text{Knowl}$ , а также возможные сообщения  $\text{Mes}$  и связи  $\text{Link}$  для взаимодействия данного объекта с другими объектами обобщенной ПрО. Такую модель обобщенной ПрО можно рассматривать как разновидность мультиобъектной нейронной сети, если к обычному способу взаимодействия объектов, путем обмена сообщениями, добавить возможность активизации объектов (передачи возбуждения) по связям, снабженным весами (приоритетами) с указанием для каждого экземпляра объекта значения уровня порога срабатывания.

Последние могут изменяться в зависимости от этапа развития системы, решаемой задачи, накопленного статистического опыта решения подобных задач, наиболее часто решаемых задач и т. п. Взаимодействие между GO может осуществляться посредством: сообщений; изменения структуры связей системы GO, которая отделена от функциональной их части и представлена динамическим списком связей, а также изменения весов (фильтрации) связей и значений порогов срабатывания.

Каждый GO может иметь несколько состояний и переходить из одного состояния в другое в зависимости от поступающих сообщений, которые являются результатом деятельности других GO. При этом GO изменяет

свое состояние, когда значение его возбуждения превышает некоторый ненулевой порог срабатывания.

В целом такую модель ПрО можно рассматривать как иерархию абстракций, представленную классами обобщенных системных, проблемных и пользовательских объектов. Состояние ПрО фактически зависит от состояния каждого ГО и очередей сообщений на входе и выходе этих ГО. Последнее можно рассматривать как базу фактов о событиях, на основании которых можно определить машину вывода для интерпретации существующих и порождения новых фактов в процессе имитации функционирования моделируемой системы.

Основные группы специалистов-экспертов различной квалификации (например, потребители, маркетологи, изготовители и разработчики) формулируют требования к МА СППР в своих профессиональных терминах ПрО путем их объектно-ориентированной классификации (перечисления участвующих в решении задач классов объектов, их свойств, взаимосвязей и поведения). Основным принципом классификации является спецификация классов объектов на основе множества внутренних свойств, присущих объектам класса. Затем эти требования последовательно детализируются до тех пор, пока проект МА СППР не будет полностью описан в терминах базовых объектов используемых инструментальных средств.

К настоящему времени концепция динамического управления требованиями к МА СППР без ограничения общности уже внедрена в практику проектирования ряда мультиагентных систем поддержки принятия решений, где она получила наибольшее теоретическое развитие и детализацию [2, 5 – 7]. При этом выявлено, что развитие МА СППР может рассматриваться как процесс взаимного развития и адаптации двух типов систем.

Первый из – это формализованные системы требований UPD(t), которые представляют собой систему баз знаний группы специалистов различного профиля и разной квалификации о ПрО.

Второй тип – слабо формализованные системы трансформации требований F(UPD(t), t) по мере развития знаний вышеназванных групп специалистов и научно-технического прогресса, в частности, новых информационных технологий.

При этом, разработан комплекс инструментальных методов и методик поддержки принятия эффективных управленческих стратегических и инвестиционных решений, который дополнен методами автоматизации рутинных и творческих операций интерактивного построения моделей многокритериального выбора наилучшей альтернативы из заданного множества альтернатив (объектов, стратегий), оцениваемых по ряду критериев (показателей эффективности, качества). Применение данных результатов позволило на порядок уменьшить сроки создания моделей (проводить интерактивное моделирование и прогнозирование), снизить требования к

квалификации пользователей любого ранга в области информационных технологий и моделирования, обеспечить возможность непосредственного личного участия в этой процедуре первых лиц организаций, сделать ее более «прозрачной», а результаты более обоснованными и объяснимыми.

Кроме того, существенно развиты методики оценки эффективности и качества МА СППР, основанные на динамическом анализе степени удовлетворения требований различных целевых групп специалистов-экспертов, а также разработаны методические рекомендации по внедрению МА СППР в проекты по стратегическому корпоративному и маркетинговому реинжинирингу, которые позволяют спланировать и реализовать технические и организационные процессы внедрения МА СППР в задачи реинжиниринга, а также осуществить обоснованный выбор МА СППР, необходимых для повышения эффективности результатов проведения проектов.

Разработано математическое и программное обеспечение семейства информационно-аналитических (и мультиагентных) СППР, которые по основным функциональным характеристикам соответствуют международным аналогам, а по некоторым параметрам (простота освоения, используемое математическое обеспечение и др.) превосходят их, а также мета-технология построения методик анализа и рейтингования экономических объектов, которые могут быть использованы в проектах по маркетинговому инжинирингу и реинжинирингу бизнеса, а также в научной деятельности для создания методик и методов поддержки принятия решений на основе рейтингования различных объектов и субъектов экономической деятельности.

Предлагаемые разработки соответствует уровню развития методического и технологического обеспечения, требуемого в проектах по МРБП в современных условиях, когда рынок консалтинговых услуг в этой сфере еще только формируется.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Железко, Б.А. Системы поддержки принятия решений: вопросы создания и примеры использования / Б.А. Железко; под ред. А.Н. Морозевича. – Минск: КИВТ НАН Беларуси, 1998. – 80 с.
2. Navitskaya, K. Information and Analytical Support of Decision-Making Procedures in Strategic Corporate Reengineering / K. Navitskaya, B. Zhalezka // Eastern European Journal of Regional Studies. – 2016. – Volume 2. Issue 2. December 2016. – P. 41-49.
3. Виссия Х.Э.Р.М. Принятие решений в информационном обществе: учебное пособие / Х.Э.Р.М. Виссия, В.В. Краснопрошин, А.Н. Вальвачев. – СПб.: Лань, 2019. – 228 с.

4. Аксенов, К.А. Разработка и применение метода реинжиниринга бизнес-процессов на основе мультиагентного моделирования: монография / К.А. Аксенов, Ван Кай. – Ульяновск: Зебра, 2016. – 192 с.

5. Karkanitsa, N. Adaptive Decision Support Systems / N. Karkanitsa // Pattern Recognition and Information Processing (PRIP'2019): Proc. of the Intern. Conf., Minsk, Belarus, 21–23 May 2019. – Minsk : Bestprint, 2019. – P. 342–345.

6. Железко, Б.А. Мультиагентные системы поддержки принятия решений в проектах по маркетинговому инжинирингу бизнеса / Б.А. Железко // Міжнародна науково-практична конференція «Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку» / Збірник тез доповідей (м. Харків, 17 березня 2020 р.). – Харків. – 2020. – С. 168 – 169.

7. Железко, Б.А. Методическое и инструментальное обеспечение стратегического корпоративного реинжиниринга / Б.А. Железко, Г.Н. Подгорная // Научные труды Белорусского государственного экономического университета. – Минск: БГЭУ, 2018. – Вып. 11. – С. 171 – 178.

УДК 331.108.26

UDC 331.108.26

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АУТСТАФФИНГА  
С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАУЧНО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРКОВ В БЕЛАРУСИ

USING OUTSTAFFING TO OPTIMIZE THE ACTIVITIES OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY PARKS IN BELARUS

Журкевич М.В., Калинин А.Ю., Ладутько М.М.  
Zhurkevich M.V., Kalinin A.Yu., Ladutko M.M.

Государственное предприятие «Научно-технологический парк  
БНТУ «Политехник»  
State enterprise "Science and technology Park Of BNTU "Polytechnic"

*Аннотация.* Рассмотрены теоретические основы аутстаффинга и его эффективность применения в научно-технологических парках Республики Беларусь.

*Summary.* The theoretical foundations of outstaffing and its effective application in science and technology parks of the Republic of Belarus are considered.

В современных конкурентных условиях бизнеса эффективное управление активами предприятия выходит на первый план. Одной из главных задач руководства является оптимизация затрат с целью обеспечения эф-