

# СПЕЦИФИКА РАЗРАБОТКИ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ ПРОЦЕССА РЕАЛИЗАЦИИ МЕГАПРОЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ПРИРОДЫ (НА ПРИМЕРЕ ТКМ ЧЕРЕЗ БЕРИНГОВ ПРОЛИВ)<sup>81</sup>

Есикова Т.Н., Вахрушева С.В., Шаталов Д.А.

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,  
Россия, г. Новосибирск, улица Пирогова, 1

T.N.Yesikova@gmail.com, s.vakhr@gmail.com, shatal1@yandex.ru

*Аннотация: Процесс реализации транспортных мегапроектов сопряжен с многочисленными рисками, порождаемых разнонаправленными интересами экономических агентов, их весом в принятии решений. Разработка мультиагентной системы (с детализацией процессов принятия решений) позволяет заблаговременно вскрыть эти риски. Объектом исследования выбран проект ТКМ через Берингов пролив.*

Ключевые слова: мультиагентные системы (МАС), агенты, окружающая среда, поддержка принятия решений, информационное пространство, мегапроекты, трансконтинентальная магистраль.

## Введение

Существует довольно развитый инструментарий, который плодотворно используется для решения многочисленных транспортных задач. Нам представляется, что многие актуальные вопросы, связанные с выявлением и анализом рисков, заложенных в крупномасштабных транспортных мегапроектах не могут быть разрешены имеющими модельными и инструментальными средствами. Во-первых, за транспортными мегапроектами традиционно стоит довольно большой сонм экономических, хозяйственных и политических агентов, каждый из которых преследует собственные цели и интересы. Эти интересы не всегда совпадают с официально озвученными, и могут даже противоречить интересам акторов, которые являются основными инвесторами этих проектов. Во-вторых, транспортные мегапроекты априори воспринимаются как палочка-выручалочка для выхода из кризиса, для подъема экономики страны. Требуется дополнительный анализ проектов через призму интересов хозяйствующих субъектов, являющихся субподрядчиками, поставщиками и т.п. при выполнении работ. В-третьих, официально озвучиваемые цели транспортного мегапроекта составляют далеко не все цели и задач, реально поставленные в его рамках. Ожидания населения, как основного потенциального выгодополучателя, могут и не реализоваться.

Для опережающего анализа транспортных мегапроектов (с разнообразными типами активно функционирующих агентов-участников, с перекрещивающимися и конфликтными целями, интересами, полномочиями) представляется продуктивным использование аппарата мультиагентного моделирования [1-7].

## 1 Некоторые аспекты разработки мультиагентной системы

Схема разработки мультиагентной системы процесса реализации мегапроектов транспортной природы принципиально не отличается от общеупотребимой:

- анализ проекта строительства трансконтинентальной магистрали и формирования его логико-структурной и организационной схемы, поиск и изучение альтернативных предложений;
- анализ процедур принятия решений на каждом этапе структурной и организационной схемы с позиции выявления узких мест;
- выявление и оценка места и степени, влияния экономических, хозяйственных и управленческих акторов, сопряженных как с ходом реализации проекта, так и с обеспечением поддержки информационной, законодательной, делопроизводческой и т.п.;
- на базе проведенного анализа провести первичное формирование агрегированных типов агентов и для каждого типа агентов прописать спецификацию свойств и атрибутов;
- прописать логические схемы взаимодействия агентов друг с другом на тех или иных стадиях реализации транспортного мегапроекта;
- на базе анализа процессов принятия решения выявить основные компоненты окружающей среды, которые оказывают значимое влияние на процесс принятия решений всеми участниками транспортного мегапроекта;
- формирование правил поведения агентов, их атрибутов при взаимодействии как с окружающей средой, так и друг с другом и т.д.

В настоящее время разработан следующий прототип мультиагентной модели:

- (1)  $M = (V, E, P, R, I_k, A_j),$
- (2)  $E \subset V \times V,$
- (3)  $I_k = I\_field_p \cup I\_flow_q,$
- (4)  $P \subset V \times I,$
- (5)  $R \subset I \times V,$
- (6)  $A \subset I \times V.$

$V$  – множество различных групп агентов, в которое входит два подмножества групп агентов:  $V_1$  и  $V_2$ . Первое подмножество агентов ( $V_1$ ) включает в себя классические экономические агенты, такие как агенты-лоббисты, организации-лоббисты проекта, руководители территориальных структур, администрация проекта сооружения магистрали, инвесторы и др. Второе подмножество агентов ( $V_2$ ) это группа агентов информационного сопровождения проектов. Например, агенты, обеспечивающие обновление информационного сегмента окружающей среды; агенты-интерпретаторы. Между агентов разных групп взаимодействия осуществляются в обе стороны. Концепция «многие-ко-многим» лучшим образом отражает суть процессов, которые свойственны реальным условиям. Технически взаимодействие агентов (агента с окружающей среду, друг с другом) осуществляется через передачу потоков сообщений.

$E$  – множество видов отношений между агентами (например, итерации по согласованию проектов; проведение тендеров и т.п.).  $I_k$  – множество компонентов среды функционирования агентов (средства массовой информации и др.),  $P$  – множество взаимосвязей агентов и внешней среды их функционирования (восприятие агентами преобразований среды, формирование изменений в информационных потоках).  $R$  – множество взаимосвязей среды и агентов (оповещение агентов информационной средой о каком-либо событии, изменение атрибутов агентов и т.д.),  $A$  – множество взаимосвязей окружающей среды и агентов (эмоциональная реакция агентов при принятии решения в изменившихся условиях окружающей среды).

## **2 Построение концептуальной модели информационного пространства, как элемента окружающей среды**

Для корректного моделирования в мультиагентных системах экономической природы больше значение имеет выбранная концептуальная модель окружающей среды.

Окружающая среда для разрабатываемой модели поведение включает несколько подпространств а) информационное подпространство, формируемое различными внешними источниками (средствами массовой информации, информационными потоками интернет-пространства, социальными сетями и т.п.); б) нормативно-законодательное подпространство; в) исторический опыт (память социума) реализации проектов того или иного типа и др., г) объявления о тендерах, д) информационное подпространство для генерации эмоциональных оценки по разным социальным и институциональным срезам (отклики и предпочтения) и т.п.

В базе данных, стоящей за окружающей средой, выделяются два подпространства с разными уровнями доступа агентов. Сегмент базы данных (информационные поля  $I\_field\_p$ ), предназначенный для хранения информации общего плана (природно-климатические данные, справочники, нормативно-строительная документация, откликов и предпочтений и др.), остается практически неизменным. Расширение информации в этом сегменте возможно только агентом-распорядителем базы данных по запросам ограниченной группы агентов (агенты-лоббисты, организации-лоббисты и некоторые другие).

Динамические изменения окружающей среды отслеживаются через информационные потоки  $I\_flow\_q$  (специальный сегмент базы данных), содержимое которых формируется и изменяется агентами специализированных групп по мере накопления изменений (контенты средств-массовой информации, сопряженных с мегапроектами; отклики и предпочтения разных профессиональных группах, членов социальных сетей и т.д.).

При этом каждая группа агентов имеет собственную модель восприятия окружающего среды, которую выстраивает сам агент на базе информации, получаемой через свои рецепторы из внешней среды. Восприятие этого информационного потока, его оценка и предпринимаемые ответные действия зависят от группы, к которой принадлежит агент. Для этого используется алгоритм оценки тональности текста [8], основанный на словарях узкоспециализированной базы данных «Отклики и предпочтения» в комбинации с правилами, отвечающих той или иной группе агентов.

Апробация предлагаемых алгоритмов проводилась на текстах, предварительно размеченных экспертом. Оценка корректности работы алгоритмов, вычислялась по следующей формуле

$$(7) \quad P^{\sim} = \frac{C}{T^{\sim}}, \text{ где}$$

$C$  – количество публикаций, по которым тональность определена правильно, а  $T$  – общее количество публикаций. В результате проверки работы на экспериментальном массиве публикациях, корректная оценка тональности статьи наблюдалась в 71% случаев.

Предвосприятие происходящих событий является одной из компонент, влияющих на принятия решений. В частности, агенты-лоббисты, ориентируясь на эмоциональную оценку информационных потоков, могут принять решения о вбрасывания в информационные потоки статей, докладов и других источников для преобразования окружающей среды в желательном для них направлении. Тем самым опосредовано воздействуя на сам процесс принятия решений.

Проведенные эксперты показали, что предлагаемая структура подпространств окружающей среды мультиагентной модели процесса реализации мегапроектов транспортной природы позволяет корректно моделировать процесс принятия решений агентами соответствующей группы и что, окружающей среда является значимым элементом модели.

В перспективе стоит задача уточнения агентной модели: не только за счет состава агентов, но и алгоритмов взаимодействия агентов, как внутри группы, так и между группами. Возможно дальнейшее развития топологии модели, а также модернизация информационной среды, в рамках которой функционируют агенты. Для организации Кроме того, корректного взаимодействия агентов и общего для них информационного пространства представляется необходимой разработка коммуникационных протоколов.

## Литература

1. *Тарасов В.Б.* Агенты, многоагентные системы, виртуальные сообщества: стратегическое направление в информатике и искусственном интеллекте. [Электронный ресурс]: URL: <http://www.raai.org/library/ainews/1998/2/tarasov.zip>
2. *Хорошевский В.Ф.* Поведение интеллектуальных агентов: модели и методы реализации // В сб. трудов 4-го международного семинара по прикладной семиотике, семиотическому и интеллектуальному управлению ASC/IC'99. Москва, 1999.
3. *Скобелев П.О.* Открытые мультиагентные системы для оперативной обработки информации в процессах принятия решений // Автометрия. – 2002. – № 6. – с. 45-61
4. *Маслобоев А.В.* Механизмы взаимодействия и координации агентов в открытой мультиагентной системе информационной поддержки региональных инновационных структур. Теория и практика системной динамики: Труды II-ой Всерос. науч. конф., Апатиты, КНЦ РАН, 2007
5. *G. Rzhovsky.* Multi-agent systems in logistics and e-commerce, [Электронный ресурс]: URL: <https://blog.iteam.ru/multiagentnye-sistemy-v-logistike-i-e-kommertsii/#i-5>.
6. *Rolf CR., Kuchcinski, K.* «Distributed constraint programming with agents», in Proceedings of the second international conference on Adaptive and intelligent systems, Springer-Verlag, Berlin. – 2011. – P. 320–331.
7. *Frank Didik.* Proposal for a Trans Global Highway. // [Электронный ресурс] URL: <http://www.transglobalhighway.com/>.
8. *Lande D.V., Snarskii A.A., Yagunova E.V., Pronoza E.V.* The Use of Horizontal Visibility Graphs to Identify the Words that Define the Informational Structure of a Text // 12th Mexican International Conference on Artificial Intelligence, 2013. – P. 209-215.