

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА И ФОРМИРОВАНИЕ СХЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА РАЗВИТИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РЕГИОНА

В.И. Батищев, Н.Г. Губанов, Е.Ю. Кубрин

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: Nick_G_Gubanov@mail.ru

Рассмотрены вопросы представления данных в информационных системах анализа. На основе синтеза фреймовой и продукционной моделей предложен формальный аппарат формирования баз знаний проектов развития дорожно-транспортной инфраструктуры.

Ключевые слова: проекты развития дорожно-транспортной инфраструктуры, продукционная система, структурная таксономия.

Проблема формирования и оценки эффективности проектов развития транспортной инфраструктуры охватывает широкий круг задач – от проектирования и производства работ до организации безопасной эксплуатации потенциально опасных элементов дорожно-транспортной сети. Задача развития транспортной инфраструктуры является комплексной, и ее грамотное решение интересно не только органам государственной власти России, но и представителям бизнес-сообщества. Первоочередной задачей оценки эффективности проектов развития транспортной инфраструктуры является создание такой стратегии, которая была бы направлена на формирование оптимальных показателей и ориентирована на привлечение частных инвесторов [1].

Решение подобной задачи требует применения системного подхода, предполагающего разработку инструментов для прогнозирования и принятия решений, оценку результатов принимаемых решений и направленного на создание комплексной системы проектов развития дорожно-транспортной инфраструктуры [2].

Установлен комплексный алгоритм отбора проектов развития дорожно-транспортной инфраструктуры, в нем оценка эффективности проекта проводится в два этапа: на первом этапе определяют эффективность проекта в целом; на втором этапе оценивается эффективность участия в проекте при условии эффективности на первом этапе [3].

Задачей первого этапа является определение эффективности проекта в целом исходя из предположения, что он будет профинансирован целиком за счет собственных источников, т. е. без привлечения кредитов. Данный подход позволяет представить эффективность проекта как такового, т. е. эффективность технико-технологических и организационных решений, заложенных в проекте. Такая характеристика проекта необходима для привлечения потенциальных инвесторов к участию в реализации проекта. В зависимости от общественной значимости проекта расчеты на первом этапе производятся по разным схемам.

*Виталий Иванович Батищев – д.т.н., профессор.
Николай Геннадьевич Губанов – к.т.н., доцент.
Егор Юрьевич Кубрин – магистрант.*

Для общественно значимых проектов оценивается, в первую очередь, их общественная эффективность. При неудовлетворительной общественной эффективности такие проекты не рекомендуются к реализации и не могут претендовать на государственную поддержку. Если же их общественная эффективность оказывается достаточной, оценивается их коммерческая эффективность. При недостаточной коммерческой эффективности общественно значимого проекта развития дорожно-транспортной инфраструктуры рекомендуется рассмотреть возможность применения различных форм его поддержки, которые позволили бы повысить коммерческую эффективность проекта развития дорожно-транспортной инфраструктуры до приемлемого уровня. Если проект в целом по показателям эффективности является достаточно привлекательным, то от первого этапа, являющегося предварительным, переходят ко второму, основному.

Второй этап оценки осуществляется после рассмотрения вариантов возможных схем финансирования и связанных с этим затрат, распределения прибыли и т. д. На этом этапе определяются финансовая реализуемость и эффективность участия в проекте инвесторов, государства.

Рассматривается построение реализационных структур задач принятия решений на этапах оценки общественной значимости, общественной эффективности и коммерческой эффективности. Построена теоретико-игровая модель формирования схемы финансирования проекта развития дорожно-транспортной инфраструктуры региона с привлечением частных инвесторов.

Согласно системной модели подсистема управления представлена экспертами городских властей, которые осуществляют принятие решения по проекту развития дорожно-транспортной инфраструктуры региона. Подсистема управления в качестве объекта управления рассматривает модель проекта развития дорожно-транспортной инфраструктуры региона M . Среда L на первом этапе оценки эффективности проекта развития дорожно-транспортной инфраструктуры региона является пассивной нецеленаправленной системой. По определению $|U| \geq 2$, при $|M|=1$ $|U|=2$, т. е. в этом случае формальных оснований для принятия решения нет [4].

Управляющие воздействия U определяют принятие решения по поддержке проекта развития дорожно-транспортной инфраструктуры региона на этапах оценки общественной значимости, общественной эффективности и коммерческой эффективности.

Реализационная структура задачи принятия решения представлена в виде

$$V = (U, L, M, F^R),$$

где U – множество управляющих воздействий; L – множество состояний среды, характеризуемой состоянием региона; M – реализация выбранного проекта развития дорожно-транспортной инфраструктуры региона; $F^R; U \times L \rightarrow M$ – функция реализации. Оценочная функция $\langle M, \varphi \rangle$ ставит в соответствие исходу M_i некоторое значение φ_i .

Рассмотрим подробнее этапы принятия решения. Принятие решения на этапе оценки общественной значимости проекта развития дорожно-транспортной инфраструктуры региона представлено в виде

$$O^{03} = (U, L, M, F^{03}),$$

где F^{03} – функция реализации принятия решения на этапе оценки общественной

значимости проекта развития дорожно-транспортной инфраструктуры региона. По сути, оценивается соответствие последствий проекта развития дорожно-транспортной инфраструктуры региона планам развития региона и определяется целями управления C . Соответственно F^{oz} определяет, насколько совпадает направление $\overline{q^{oz}}$ с направлением \overline{C} – $F^{oz} = \left(\overline{q^{oz}}, \overline{C} \right)$.

Принятие решения на этапе оценки общественной эффективности заключается в количественной оценке совпадающих с целями развития региона результатов проекта развития дорожно-транспортной инфраструктуры региона

$$O^{oz} = (U, L, M, F^{oz}),$$

где F^{oz} – функция реализации принятия решения на этапе оценки общественной эффективности проекта развития дорожно-транспортной инфраструктуры региона, F^{oz} оценивает расстояние между $\overline{q^{oz}}$ и \overline{C} . Наиболее распространенным является декартово расстояние

$$F^{oz} = \sqrt{|\overline{q^{oz}}| + |\overline{C}|}.$$

Принятие решения на этапе коммерческой эффективности –

$$O^{kz} = (U, L, M, F^{kz}),$$

где $F^{kz} = (q^{kz})$ – совокупность показателей коммерческой эффективности. Выбор альтернатив заключается в решении задачи многокритериальной оптимизации. Решение данной задачи обычно осуществляется методом сравнения множеств по Парето.

Задача формирования схемы финансирования заключается в выборе участников проекта развития дорожно-транспортной инфраструктуры региона. Подразумевается, что участниками проекта развития дорожно-транспортной инфраструктуры региона являются частные инвесторы. Они имеют свои цели, и привлечение их инвестиционных ресурсов осуществляется на определенных условиях.

В данном случае системное описание задачи принятия рассматривает некоторый объект управления, на который воздействуют управляющая подсистема и среда. Управляющая подсистема всегда является целенаправленной, и ее управление направлено на достижение этой цели. Поведение среды может носить как целенаправленный, так и случайный характер. В данном случае среда ведет себя как целенаправленная система, и такая ситуация принятия решения является теоретико-игровой, а ее математическая модель – игрой.

Сформулируем данную задачу подробнее. Игровая модель уравнивает управляющую структуру и целенаправленную среду, предполагая наличие некоторого множества игроков I , обладающих набором целей C . Существует два класса игроков – городские власти I^g и частные инвесторы I^h . Первые характеризуются целью C^g – стремлением, чтобы проект развития дорожно-транспортной инфраструктуры региона максимально увеличивал потенциал региона P^r при минимальном бюджетном финансировании F^b :

$$C^g \rightarrow (P_{\max}^r \cup F_{\min}^b).$$

Цель вторых C^h – стремиться получить максимальный доход D^h от вложенных ресурсов при минимальном риске R :

$$C^h \rightarrow (D_{\max}^h \cup R_{\min}).$$

В нашем случае цели управляющей подсистемы и среды противоположны, соответственно сложившаяся игра является антагонистической. В данной игре ее оценочная структура задается с помощью оценочной функции, представленной в виде:

$$\{S^g, S^h, C\}$$

где S^g – множество стратегий городских властей, S^h – множество стратегий инвесторов, C – целевая функция. При этом для региональных властей целевая функция рассматривается как функция выигрыша, а для инвесторов – как функция потерь.

Так как в данной игре множества стратегий игроков конечны, то такая игра является матричной. Она задается в виде платежной матрицы $M = \|m_i^j\|$. В этом случае стратегии S^g соответствуют номерам строк, а стратегии S^h – номерам столбцов платежной матрицы. Число m_i^j рассматривается одновременно как выигрыш I^g и проигрыш I^h в ситуации (i, j) .

Применяя критерий Вальда, основанный на гипотезе антагонизма, предполагающей рассматривать решения, опираясь на самый худший из возможных вариантов, определим наибольшую и наименьшую цены игры. Наименьший гарантированный выигрыш I^g при стратегии S_i^g определяется как $u_i = \min_j m_i^j$; тогда максимин, или нижняя граница стоимости игры, будет $Q_{\min} = \max_i u_i$. Соответственно, стратегия $S_i^g = S_q^g$ – максиминная стратегия игрока I^g . Оценка стратегии S^h на основании гипотезы антагонизма – максимум возможных при этой стратегии потерь, тогда стратегия, минимизирующая максимальные потери I^h , максимин – $v^j = \max_i m_i^j$ и верхняя цена игры будет $Q_{\max} = \min_j v^j$ согласно правилам $Q_{\max} \geq Q_{\min}$. В частном случае, если существует цена игры $Q_{\max} = Q_{\min} = Q$, можно говорить о седловой точке – точке равновесия PL , так как в этой ситуации ни одному из игроков невыгодно одностороннее отклонение от нее. Согласно теореме о связи седловой точки (точки равновесия) с ценой игры имеем:

$$PL = Q = m.$$

Построена новая игра, в которой множеством стратегий игрока I^g является множество вероятностных векторов S^g , множеством стратегий игрока I^h – множество вероятностных векторов S^h , а функция выигрыша определяется равенством

$$F_g(g, h) = M\xi = \sum (g_i h_j) m_i^j.$$

В случае если игрок I^g использует смешанную стратегию, а игрок I^h – чистую стратегию, то значение функции выигрыша в полученной ситуации равно взвешенной сумме элементов j -го столбца платежной матрицы:

$$F_g(g, j) = \sum_{i=1}^k g_i m_i^j .$$

В противном случае, когда I^g использует чистую стратегию, а игрок I^h – смешанную стратегию, значение функции выигрыша в полученной ситуации равно взвешенной сумме элементов i -и строки платежной матрицы:

$$F_g(i, h) = \sum_{j=1}^k h_j m_i^j .$$

Функцию выигрыша можно разложить по чистым стратегиям следующим образом:

$$F_g(g, h) = \sum_{j=1}^k h_j F_g(g, j)$$

или

$$F_g(g, h) = \sum_{j=1}^k g_i F_g(i, h) .$$

Согласно теореме фон Неймана для любой матричной игры

$$\max_{g \in S^R} \min_{h \in S^h} F_g(g, h) = \min_{h \in S^h} \max_{g \in S^R} F_g(g, h)$$

Согласно теореме о связи седловой точки с ценой игры в смешанном расширении матричной игры получаем, что цена игры соответствует исходу в седловой точке. Тогда согласно теории антагонистических игр можно говорить об условиях оптимальности стратегий игроков и условиях оптимальности ситуаций в следующих случаях:

- оптимальная стратегия игрока I^g – максиминная стратегия;
- оптимальная стратегия игрока I^h – минимаксная стратегия;
- оптимальная ситуация – седловая точка.

Данные принципы оптимальности согласованы между собой и с принципом оптимальности исходов, по которому оптимальным исходом матричной игры является ее цена в смешанных стратегиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Батищев В.И.* Аппроксимационные методы и системы промышленных измерений, контроля, испытаний, диагностики / В.И. Батищев. В.С. Мелентьев. – М.: Машиностроение-1, 2007. – 393 с.
2. *Батищев В.И.* Методология оперативной реструктуризации информационных систем анализа состояния сложных технических объектов / В.И. Батищев. Н.Г. Губанов // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Тр. IX Международ. конф. – Самара: СНЦ РАН, 2008. – С. 187-193.
3. *Батищев В.И.* Категорное представление сложных технических объектов в индуктивных системах логического вывода / В.И. Батищев. Н.Г. Губанов // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Тр. IX Международ. конф. – Самара: СНЦ РАН, 2008. – С. 185-191.
4. *Загоруйко Н.Г.* Прикладные методы анализа данных знаний / Н.Г. Загоруйко. – Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 1999. – 270 с.

Статья поступила в редакцию 25 июня 2011 г.

COMPREHENSIVE ASSESSMENT AND DEVELOPMENT SCHEME OF THE PROJECT DEVELOPMENT OF ROAD TRANSPORT INFRASTRUCTURE IN THE REGION

V.I. Batishchev, N.G. Gubanov, E.Y. Kubrin

Samara State Technical University
244, Molodogvardeiskaya st., Samara, 443100

Problems of data in information systems analysis. Based on the synthesis of framing and production models the formation of the formal apparatus of knowledge-development projects, road and transport infrastructure is presented.

Keywords: *development projects of road and transport infrastructure, production systems, structural taxonomy.*

Vitaliy I. Batishchev – Doctor of Technical Sciences, Professor.

Nikolay G. Gubanov – Candidate of Technical Sciences, Associate professor.

Egor Y. Kubrin – Graduate student.