

МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗЫ ЗНАНИЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РЕГИОНА

Н.Г. Губанов, Е.Ю. Кубрин

Самарский государственный технический университет

443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

E-mail: Nick_G_Gubanov@mail.ru

Предложена системная модель экспертизы развития региональной транспортной инфраструктуры, в частности строительных проектов развития, с целью их поддержки региональными властями. Данная модель позволяет описать взаимодействие регионального управления, рассматриваемый проект развития транспортной инфраструктуры и сложившиеся социально-экономические условия в регионе. Описывается формирование модели дорожно-транспортной сети на основе данных и знаний, накопленных в результате анализа дорожно-транспортной деятельности.

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

Информационно-аналитические системы анализа состояния крупномасштабных инфраструктурных промышленных систем (ИАС КИПС) являются основным средством и инструментом системных исследований в области управления, анализа развития транспортной инфраструктуры. Транспортной системе (ТС) присущи свойства сложных систем, среди которых следует выделить: многоаспектность и неопределенность их поведения; иерархию, структурное подобие и избыточность основных элементов и подсистем ТС, связей между ними; многовариантность реализации функций управления на каждом из уровней СТС; территориальную распределенность компонент. Однако ТС как составляющая крупномасштабных инфраструктурных промышленных систем (КИПС) имеет ряд особенностей: комплексная, а не отраслевая поддержка промышленных объектов; инерционность, связанная с крайне высокими затратами на коренное изменение структуры; направленность на развитие, реконструкцию и модернизацию существующих схем.

Как показывает опыт исследований, при формировании системных моделей ТС целесообразно применение моделей и методов обработки знаний. В данной работе предлагается модель формирования базы знаний ТС, основанная на синтезе фреймовых и производственных систем.

База данных содержит информацию о существующих элементах дорожно-транспортной сети и представлена фреймовой моделью. Структура базы данных представляет собой систему, состоящую из имен фреймов, имен слотов и заполнителей слотов.

Имена слотов могут являться одновременно именами фреймов более низкой иерархии, а имена фреймов соответственно могут быть именами слотов другого фрейма более высокой иерархии.

Николай Геннадьевич Губанов (к.т.н., доц.), декан факультета Автоматики и информационных технологий.

Егор Юрьевич Кубрин, аспирант.

Заполнителями слотов могут быть знания как декларативного, так и процедурного характера. Знания декларативного характера содержат факты, знания процедурного характера содержат правила формирования и использования знаний. При использовании в качестве заполнителей слотов только декларативных знаний необходимо использовать внешнюю управляющую структуру. Информацию об элементе дорожно-транспортной сети можно структурировать через описание его жизненного цикла. Таким образом, базу данных будем рассматривать как фрейм

$$D = (D_1, D_2, \dots, D_k) = \bigcup_{i=1}^k D_i,$$

где D_i – данные i -го элемента дорожно-транспортной сети:

$$D_i = \left\{ \left(\langle D_i^n \rangle, H \right), \left(\langle D_i^u \rangle, F \right), \left(\langle D_i^e \rangle, E \right) \right\} \quad (1)$$

где D_i^e – имя фрейма ⟨элемент дорожно-транспортной сети на этапе проектирования⟩;

D_i^u – имя фрейма ⟨ элемент дорожно-транспортной сети на этапе строительства⟩;

D_i^e – имя фрейма ⟨элемент дорожно-транспортной сети на этапе эксплуатации⟩;

⟨ H ⟩ – имя слота = ⟨параметры элемента дорожно-транспортной сети на этапе проектирования⟩;

⟨ F ⟩ – имя слота = ⟨параметры элемента дорожно-транспортной сети на этапе строительства⟩;

⟨ E ⟩ – имя слота = ⟨параметры элемента дорожно-транспортной сети на этапе эксплуатации⟩.

Рассмотрим более подробно эти массивы:

$$H = \{H_1, H_2, \dots, H_l\} = \bigcup_{j=1}^l H_j \quad (2)$$

$$H_j = \bigcup_{i=1}^u \left\{ \left(\langle hl_{ij} \rangle, hl_{ij} \right), \left(\langle ht_{ij} \rangle, ht_{ij} \right), \left(\langle hm_{ij} \rangle, hm_{ij} \right) \right\},$$

где H_j – имя слота ⟨ j -ая характеристика этапа проектирования элемента дорожно-транспортной сети⟩;

⟨ hl_{ij} ⟩ – имя слота ⟨ i -ая стоимостная характеристика⟩;

⟨ ht ⟩ – имя слота ⟨длительность j -ой характеристики i -го расхода на проектирование⟩;

⟨ hm_{ij} ⟩ – имя слота ⟨начало j -ой характеристики i -го расхода с момента старта проектирования элемента дорожно-транспортной сети⟩.

$$F = \{F_1, F_2, \dots, F_l\} = \bigcup_{j=1}^l F_j$$

$$F_j = \bigcup_{i=1}^u \{ (\langle fl_{ij} \rangle, fl_{ij}), (\langle ft_{ij} \rangle, ft_{ij}), (\langle fm_{ij} \rangle, fm_{ij}) \} \quad (3)$$

где F – имя слота $\langle j$ -ая характеристика этапа строительства элемента дорожно-транспортной сети);

fl – имя слота $\langle i$ -ая стоимостная характеристика);

ft_{ij} – имя слота \langle длительность j -ой характеристики i -го расхода на строительство);

fm_{ij} – имя слота \langle начало j -ой характеристики i -го расхода с момента начала строительства элемента дорожно-транспортной сети).

$$E = \{E_1, E_2, \dots, E_l\} = \bigcup_{j=1}^l E_j$$

$$E = \{ (\langle el \rangle, el), (\langle et \rangle, et), (\langle em \rangle, em) \}, \quad (4)$$

где E_j – имя слота $\langle j$ -ая характеристика этапа строительства элемента дорожно-транспортной сети);

$\langle el \rangle$ – имя слота $\langle i$ -ая стоимостная характеристика);

$\langle et \rangle$ – имя слота \langle длительность j -ой характеристики i -го расхода на строительство);

$\langle em \rangle$ – имя слота \langle начало j -ой характеристики i -го расхода с момента начала эксплуатации элемента дорожно-транспортной сети).

Базу знаний будем рассматривать как фрейм

$$Z = (Z_1, Z_2, \dots, Z_g) = \bigcup_{i=1}^g Z_i \quad (5)$$

где Z_i – знания i -го элемента дорожно-транспортной сети:

$$Z_i = \{ (\langle Z_i^n \rangle, Y), (\langle Z_i^u \rangle, T), (\langle Z_i^o \rangle, J) \}, \quad (6)$$

где Z_i^o – имя фрейма \langle знания элемента дорожно-транспортной сети на этапе проектирования);

Z_i^u – имя фрейма \langle знания элемента дорожно-транспортной сети на этапе строительства);

Z_i^o – имя фрейма \langle знания элемента дорожно-транспортной сети на этапе эксплуатации);

$\langle Y \rangle$ – имя слота = \langle параметры элемента дорожно-транспортной сети на этапе проектирования);

$\langle T \rangle$ – имя слота = \langle параметры элемента дорожно-транспортной сети на этапе строительства);

$\langle J \rangle$ – имя слота = \langle параметры элемента дорожно-транспортной сети на этапе эксплуатации).

Такое наполнение фреймовой модели позволяет говорить об элементе дорожно-транспортной сети как о структурном объекте.

Базу правил P можно представить

$$P = (P_z, P_m, P_o, P_f),$$

где P_z – правила формирования базы знаний элементов дорожно-транспортной сети;
 P_u – правила формирования модели элемента дорожно-транспортной сети;
 P_k – правила комплексной оценки элемента дорожно-транспортной сети;
 P_w – правила формирования схемы финансирования дорожно-транспортной сети.

Рассмотрим более подробно каждую систему продукций

$$P_z = \langle D, Z, R_z, O_z \rangle,$$

где D – фрейм: множество параметров, освоенных ИП; Z – фрейм: знания ИП; R_z – множество продукций выявления знания Z с помощью данных D :

$$R_z = \{R_z^n, R_z^u, R_z^o\},$$

где R_z^n – продукция ⟨Правило формирования знаний элемента дорожно-транспортной сети на этапе проектирования⟩:

$$R_z^n; D^n \cup Z^n \exists H_j \cup O_z \rightarrow Z_j^n; j = j + 1, 1 \leq j \leq l,$$

где D^n определяется в (1), Z_j^n определяется в (6), H_j определяется в (2);

R_z^u – продукция = ⟨Правило формирования знаний элемента дорожно-транспортной сети на этапе строительства⟩:

$$R_z^u; D^u \cup Z^u \exists F_j \cup O_z \rightarrow Z_j^u; j = j + 1, 1 \leq j \leq l,$$

где D определяется в (1), Z_j^u определяется в (6), F_j определяется в (3);

R_z^o – продукция ⟨Правило формирования знаний элемента дорожно-транспортной сети на этапе эксплуатации⟩:

$$R_z^o; D^o \cup Z^o \exists E_j \cup O_z \rightarrow Z_j^o; j = j + 1, 1 \leq j \leq l,$$

где D^o определяется в (1), Z_j^o определяется в (6), E_j определяется в (4), O_z – процедура формирования знаний элемента дорожно-транспортной сети.

$$P_m = \langle Z, M, R_m, O_m \rangle,$$

где Z – фрейм: знания элемента дорожно-транспортной сети; M – фрейм: модель элемента дорожно-транспортной сети; R_m – множество продукций построения модели элемента дорожно-транспортной сети с помощью знаний Z :

$$R_m; Z \cup M_j \exists Z_j \cup O_m \rightarrow m_j; j = j + 1, 1 \leq j \leq l,$$

где Z определяется в (5), Z_j определяется в (4), O_m – процедура формирования модели элемента дорожно-транспортной сети.

$$P_o = \langle M, Q, R_o, O_o \rangle,$$

где M – фрейм: модель элемента дорожно-транспортной сети; Q – фрейм: последствия эксплуатации элемента дорожно-транспортной сети; R_o – множество продукций комплексной оценки модели элемента дорожно-транспортной сети;

$$R_o = \{R_o^{o3}, R_o^{o3}, R_o^{k3}\},$$

где R_o^{o3} – продукция (Правило формирования показателя общественной значимости дорожно-транспортной сети);

$$R_o^{o3}; M_j \cup Q \exists m_j \cup O_o^{o3} \rightarrow q_j^{o3} j = j+1, 1 \leq j \leq l,$$

где $M_j, Q, q_j^{o3}, R_o^{o3}$ – продукция (Правило формирования показателя общественной эффективности дорожно-транспортной сети);

$$R_o^{o3}; M_j \cup Q \exists m_j \cup O_o^{o3} \rightarrow q_j^{o3} j = j+1, 1 \leq j \leq l,$$

где Q, q_j^{o3}, R_o^{k3} – продукция (Правило формирования показателя коммерческой эффективности дорожно-транспортной сети);

$$R_o^{k3}; M_j \cup Q \exists m_j \cup O_o^{k3} \rightarrow q_j^{k3} j = j+1, 1 \leq j \leq l,$$

где q_j^{k3} – показатели коммерческой эффективности;

$$O_o = (O_o^{o3}, O_o^{o3}, O_o^{k3}),$$

где O_o^{o3} – процедура формирования общественной значимости дорожно-транспортной сети;

O_o^{o3} – процедура формирования параметров общественной эффективности дорожно-транспортной сети;

O_o^{k3} – процедура формирования параметров коммерческой эффективности дорожно-транспортной сети.

$$P_f = \langle Q, N, R_f, O_f \rangle,$$

где Q – фрейм: последствия элемента дорожно-транспортной сети; N – фрейм: схема финансирования дорожно-транспортной сети; R_f – продукция формирования схемы финансирования дорожно-транспортной сети;

$$R_f; Q \cup N \exists Q_j \cup O_f \rightarrow N; j = j+1, 1 \leq j \leq l,$$

где O_f – процедура формирования схемы финансирования элемента дорожно-транспортной сети.

Предложенные методы многоуровневого формального представления, распознавания и обобщения фрагментов транспортной сети позволили сформировать базу знаний, включающую в себя несколько десятков классов элементов транспортной сети.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Батищев В.И., Мелентьев В.С. Аппроксимационные методы и системы промышленных измерений, контроля, испытаний, диагностики. – М.: Машиностроение-1, 2007. – 393 с.
2. Батищев В.И., Губанов Н.Г. Методология оперативной реструктуризации информационных систем анализа состояния сложных технических объектов // Проблемы управления и модели-

рования в сложных системах: Тр. IX Международ. конф. – Самара: СНЦ РАН, 2008. – С. 187-193.

3. *Батищев В.И., Губанов Н.Г.* Категорное представление сложных технических объектов в индуктивных системах логического вывода // 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. – Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 1999. – 270 с.

Статья поступила в редакцию 5 сентября 2012 г.

METHODS OF FORMATION OF KNOWLEDGE IN INFORMATION SYSTEMS ANALYSIS OF THE TRANSPORT INFRASTRUCTURE OF THE REGION

N.G. Gubanov, E.Y. Kubrin

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

Proposed a system model of expertise development of regional transport infrastructure, in particular the construction of development projects, with a view to supporting the regional authorities. This model allows us to describe the interaction of regional governance, the project under consideration of transport infrastructure and the prevailing socio - economic conditions in the region. Describes the formation of the model of road transport network based on data and knowledge gained from the analysis of road transport activities.

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

*Nikolay G. Gubanov (Ph.D. (Techn.)), Associate Professor.
Egor Y. Kubrin, graduate student.*