

ВЛИЯНИЕ ДОРОЖНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ И ИНФРАСТРУКТУРЫ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ УКРАИНЫ

УДК 625.7;65.001.1

МОДЕЛЬ ВЫБОРА ПРОЕКТА РЕМОНТА АВТОМАГИСТРАЛИ НА ОСНОВЕ ПРЕЦЕДЕНТОВ

Л.И. Нефёдов, профессор, д.т.н., И.Г. Ильге, доцент, к.т.н., Д.А. Маркозов, доцент, к.т.н., Р.Н. Миськевич, магистр, ХНАДУ

Аннотация. Представлены модели выбора проекта ремонта автомагистрали на основе прецедентов и модели выбора прецедентов состояния дороги и проекта ремонта.

Ключевые слова: транспортно-эксплуатационные показатели, состояние отрезка дороги, теория прецедентов, проект ремонта, автомобильная дорога.

МОДЕЛЬ ВИБОРУ ПРОЕКТУ РЕМОНТУ АВТОМАГІСТРАЛІ НА ОСНОВІ ПРЕЦЕДЕНТІВ

Л.І. Нефьодов, професор, д.т.н., І.Г. Ільге, доцент, к.т.н., Д.О. Маркозов, доцент, к.т.н., Р.М. Миськевич, магістр, ХНАДУ

Анотація. Представлено моделі вибору проекту ремонту автомагістралі на основі прецедентів і моделі вибору прецедентів стану дороги та проекту ремонту.

Ключові слова: транспортно-експлуатаційні показники, стан відрізка дороги, теорія прецедентів, проект ремонту, автомобільна дорога.

MODEL OF CHOICE OF HIGHWAY REPAIRING PROJECT BASED ON PRECEDENTS

L. Nefiodov, Professor, Doctor of Technical Science, I. Ilge, Associate Professor, Candidate of Technical Science, D. Markozov, Associate Professor, Candidate of Technical Science, R. Miskevich, Master, KhNAHU

Abstract. The model of choice of highway repairing project based on precedents and models of choice of precedents of road condition and repair project is presented in the given article.

Key words: transportation and performance indicators, state of the road, theory of repair project precedent, highway.

Введение

Своевременное проведение ремонтных работ на автомобильных дорогах является условием обеспечения безопасности движения. Для выполнения требований по транспортно-эксплуатационным показателям дорог необходимо в сжатые сроки определить содержание работ, которые должны быть проведены

для отрезка дороги, выполнить планирование проекта ремонта автомагистрали.

В связи с этим актуальной является разработка модели выбора проекта ремонта автомагистрали на основе прецедентов, которая имеет конечной целью автоматизацию создания плана проекта с помощью современных компьютерных технологий управления проектами.

Анализ публикаций

Для определения состояния дороги использована комплексная оценка состояния дорог по их потребительским характеристикам [2]. Она базируется на том, что в рыночных условиях конечным заданием функционирования дорог есть обеспечение их высоких потребительских свойств, благодаря которому дорожная отрасль вносит свой вклад в технико-экономические показатели работы автомобильного транспорта.

В качестве потребительских характеристик для комплексной оценки использованы: ширина основной укрепленной поверхности дороги; ширина и состояние обочин; интенсивность и состав движения; продольные уклоны; радиусы кривых в плане и уклон виражей; ровность покрытия; коэффициент сцепления колес с покрытием.

Вместе с тем в настоящее время не решена задача разработки модели выбора проекта ремонта автомагистрали, опирающейся на накопленный опыт ведения проектов ремонтных работ на автомобильных дорогах и позволяющей на основе оценки состояния отрезков дороги формировать планы проектов ремонтных работ.

В качестве методологической основы для построения такой модели с учетом опыта предыдущих проектов может служить теория прецедентов [3].

Цель и постановка задачи

Цели работы – формирование проекта ремонта дороги и уменьшение времени на планирование его работ, подготовку проекта ремонта автомобильной дороги с помощью модели выбора проекта ремонта автомагистрали на основе прецедентов.

Модели идентификации состояния дороги, выбора прецедентов состояния дороги и проекта ремонта

Для построения проекта и плана ремонта необходимо определить содержание и длительности работ, а также требующиеся ресурсы. Эти данные найдем на основании эффективного использования существующего опыта, представленного в виде прецедентов (case-based reasoning) CBR.

Для успешного применения метода прецедентов необходимо произвести моделирование предметной области с целью построения модели прецедента.

Прецедент – это структурированное представление накопленного опыта в виде данных и знаний, обеспечивающее его последующую автоматизированную обработку при помощи специализированных программных систем. Как правило, прецедент состоит из описания проблемной ситуации и совокупности действий, предпринимаемых для устранения данной проблемной ситуации (ее решения).

Основная цель использования аппарата прецедентов в рамках управления проектами ремонта дороги заключается в выдаче готового решения для ремонта конкретного участка на основе прецедентов, которые уже имели место в прошлом.

На первом этапе CBR-цикла выполняется определение степени сходства состояния дороги текущего отрезка с прецедентами из базы прецедентов (БП) системы и затем выполняется их извлечение с целью определения возможных проектов ремонта.

Для успешной реализации рассуждений на основе прецедентов необходимо обеспечить корректное извлечение прецедентов из БП. Выбор метода извлечения прецедентов напрямую связан со способом представления прецедентов и соответственно со способом организации БП.

Основные способы представления прецедентов можно разделить на следующие группы:

- параметрические;
- объектно-ориентированные;
- специальные (в виде деревьев, графов, логических формул и т.д.).

Для представления прецедентов выберем простое параметрическое представление, т.е. представление прецедента в виде набора параметров с конкретными значениями.

Определим прецедент как множество $P = \{s, r\}$, где $s \in S$ – идентификация состояния дороги, $r \in R$ – связанный с ней проект ремонта.

Состояние дороги s характеризуется параметрами p_1, \dots, p_n , описывающими данный

прецедент ($p_1 \in P_1, p_2 \in P_2, \dots, p_n \in P_n$), где n – количество параметров прецедента, а P_1, P_2, \dots, P_n – области допустимых значений соответствующих параметров прецедента.

Информационная модель идентификации состояния дороги включает такие параметры как: ширина проезжей части, ширина укрепленной полосы обочины, ширина обочины, интенсивность движения, продольный уклон, радиус кривой в плане, расстояние видимости поверхности дороги, ровность покрытия, коэффициент сцепления колес с покрытием и категория дороги.

Данные о перечисленных выше параметрах относятся к количественному типу и в таком же виде представлены в модели.

Каждому параметру состояния дороги назначают коэффициент важности, учитывающий его относительную ценность φ_{i^*} .

Метод ближайшего соседа – это самый популярный и часто используемый метод для извлечения прецедентов, а его эффективность во многом зависит от выбора метрики (меры сходства).

Для извлечения прецедентов из БП используем модифицированный метод ближайшего соседа. Модификация заключается в том, что вводится специальная величина Q^* – пороговое значение степени сходства прецедентов (s_{II}) и текущей ситуации (s_T). Таким образом, в результате сравнения выбирается не один-единственный ближайший сосед (прецедент), а некоторое множество W ближайших соседей, степень сходства которых больше или равна пороговому значению ($\Delta(s_{II}, s_T) \geq Q^*$).

Кроме того, в модифицированном методе учитывается возможность работы с неполной информацией в исходных данных и возможность учета коэффициентов важности параметров.

Значение коэффициента важности i^* -го параметра содержания работ (φ_{i^*}) будет изменяться в интервале от 0 до 1 (0 до 100 %). По умолчанию примем все эти коэффициенты равными, но эксперт имеет возможность ука-

зать необходимые, на его взгляд, значения для коэффициентов важности параметров. Для учета коэффициентов важности параметров при извлечении прецедентов из БД и вычислении степени сходства необходимо скорректировать значения параметров (p_{i^*}), умножив их на соответствующий коэффициент (φ_{i^*}), а также учесть коэффициенты важности при вычислении максимального расстояния d_{MAX} ($p_{i^*}^H \varphi_{i^*}$ и $p_{i^*}^B \varphi_{i^*}$), $p_{i^*}^H, p_{i^*}^B$ – нижнее и верхнее значения i^* -го параметра.

Рассмотрим постановку задачи выбора прецедентов из БП с использованием евклидовой метрики.

Входными параметрами являются:

- множество значений параметров $s_T = \{p_{i^*}^{s_T}\}$, $i^* = \overline{1, n}$, описывающих текущее состояние дороги;
- непустое множество $\Pi = \{\Pi_{j^*}(s_{j^*}, r_{j^*})\}$, $j^* = \overline{1, m^*}$ состояний отрезка дороги, а также выполненных проектов ремонтов в БП;
- количество выполненных ремонтов в БП – m^* ;
- коэффициенты важности параметров состояния дороги – $\varphi_1, \dots, \varphi_n$;
- пороговое значение степени сходства – Q^* .

Необходимо найти множество прецедентов состояния дороги и возможных проектов её ремонта $W = \{W_{j^{**}}(s_{j^{**}}, r_{j^{**}})\}$, $j^{**} = \overline{1, m^{**}}$, которые имеют степень сходства (близости), большую или равную пороговому значению Q^* .

На основе модифицированного метода определения ближайшего соседа (ближайших соседей) был разработан соответствующий алгоритм извлечения прецедентов [3].

На рис. 1 представлена схема алгоритма выбора прецедентов состояния дороги и проектов ремонта.

В результате найденные прецеденты могут быть упорядочены по убыванию значений их степени сходства с текущим состоянием дороги, а проекты ремонта образуют множество W возможных проектов.

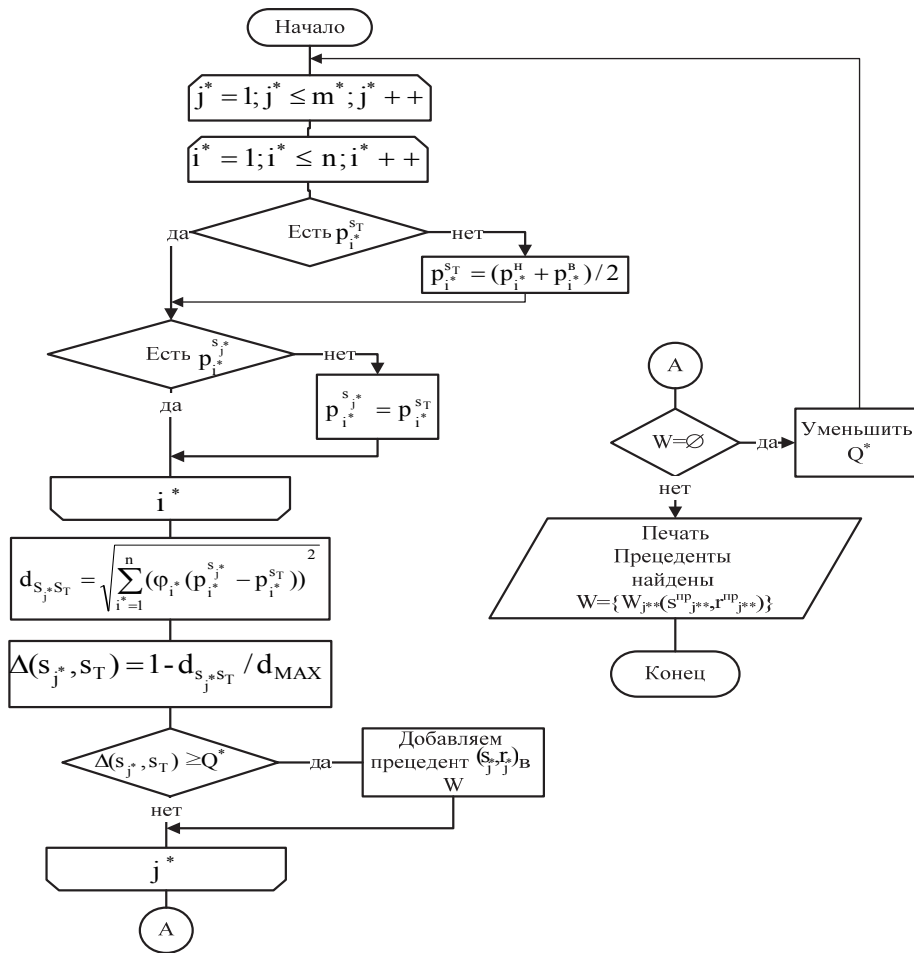


Рис. 1. Схема алгоритма выбора precedентов состояния дороги и проектов ремонта

В качестве характеристик проекта ремонта используются следующие: виды работ и сроки их выполнения; коды квалификации и количество работников; виды и количество единиц технических средств; виды и количество материальных ресурсов.

Модели выбора эффективного проекта

Рассмотрим постановку задачи выбора эффективного проекта ремонта.

Известно:

- множество проектов ремонтов $\overline{\overline{W}} = \{\overline{\overline{W}}_\zeta\}$;
- $\zeta = \overline{1}, \zeta'$, где ζ' – количество проектов ремонтов;
- каждый проект ремонта характеризуется: множеством технических, людских и материальных ресурсов $\overline{\overline{W}}_\zeta \rightarrow \{\overline{\overline{Q}}_q\}, \{\overline{\overline{L}}_l\}, \{\overline{\overline{F}}_f\}$;
- $\zeta = \overline{1}, \zeta'$, а $q = \overline{1}, q'$; $l = \overline{1}, l'$; $f = \overline{1}, f'$;
- q', l', f' – количество соответствующих ре-

сурсов; а также необходимыми капитальными затратами на момент реализации проекта $\overline{\overline{C}}_\zeta$; $\zeta = \overline{1}, \zeta'$ и затрачиваемым временем $\overline{\overline{T}}_\zeta$; $\zeta = \overline{1}, \zeta'$ на выполнение.

Введем переменную $\pi_\zeta = \{0, 1\}$, где $\pi_\zeta = 1$ – если выбран ζ -й проект ремонта, $\pi_\zeta = 0$ – в противном случае.

Необходимо выбрать проект ремонта по заданным критериям и ограничениям, с учетом текущих цен.

В качестве критериев выбора могут применяться:

- минимальные капитальные затраты

$$\overline{\overline{C}} = \min \sum_{\zeta=1}^{\zeta'} \overline{\overline{C}}_\zeta \pi_\zeta, \tag{1}$$

где $\pi_\zeta = 1$, если выбран ζ -й план, 0 – в противном случае;

– минимальная продолжительность реализации плана ремонта

$$\bar{T} = \min \sum_{\zeta=1}^{\zeta'} \bar{T}_{\zeta} \pi_{\zeta}. \quad (2)$$

Область допустимых решений задается следующими ограничениями:

– капитальные затраты не должны превышать заданных $\bar{C}_{\text{зад}}$

$$\sum_{\zeta=1}^{\zeta'} \bar{C}_{\zeta} \pi_{\zeta} \leq \bar{C}_{\text{зад}}; \quad (3)$$

– продолжительность реализации плана не должна превышать заданную $\bar{T}_{\text{зад}}$

$$\sum_{\zeta=1}^{\zeta'} \bar{T}_{\zeta} \pi_{\zeta} \leq \bar{T}_{\text{зад}}; \quad (4)$$

– технические, людские и материальные ресурсы, используемые при реализации ζ -го проекта ремонта, не должны превышать заданных $\bar{Q}_{\text{зад}}^{\zeta}$, $\bar{L}_{\text{зад}}^{\zeta}$, $\bar{F}_{\text{зад}}^{\zeta}$

$$\sum_{q=1}^{q'} \bar{Q}_{\zeta q} \pi_{\zeta} \leq \bar{Q}_{\text{зад}}^{\zeta}, \quad \zeta = \overline{1, \zeta'}; \quad (5)$$

$$\sum_{l=1}^{l'} \bar{L}_{\zeta l} \pi_{\zeta} \leq \bar{L}_{\text{зад}}^{\zeta}, \quad \zeta = \overline{1, \zeta'}; \quad (6)$$

$$\sum_{f=1}^{f'} \bar{F}_{\zeta f} \pi_{\zeta} \leq \bar{F}_{\text{зад}}^{\zeta}, \quad \zeta = \overline{1, \zeta'}; \quad (7)$$

– из множества проектов ремонта \bar{W} должен быть выбран только один проект

$$\sum_{\zeta=1}^{\zeta'} \pi_{\zeta} = 1. \quad (8)$$

Приведенная модель (1)–(8) относится к задачам многокритериального линейного дискретного программирования с булевыми переменными.

Реализация модели

Информационная технология, реализующая модель выбора проекта ремонта автомагистрали на основе прецедентов, содержит базу прецедентов состояний дороги и проектов ремонта, модуль выбора набора прецедентов, удовлетворяющих пороговому значению степени сходства, модуль выбора наиболее эффективного прецедента проекта ремонта и модуль адаптации выбранного прецедента к формату программного комплекса управления проектами.

Предложенная информационная технология определения содержания работ проекта ремонта автомагистрали ориентирована на реализацию в программном обеспечении Microsoft Project, Access и Excel 2010.

Выводы

Разработана модель выбора проекта ремонта автомагистрали на основе прецедентов, позволяющая принять решение с учетом накопленного опыта.

Литература

1. Ремонт автомобільних доріг загального користування. Види ремонтів та перелік робіт: ГБН Г.1-218-182:2011. – Чинний від 2011-12-1. – К.: Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор), 2011. – 17 с.
2. Ремонт и содержание автомобильных дорог: справочная энциклопедия дорожника. Т. II. / под ред. проф. А.П. Васильева. – М.: ФГУП «ИНФОРМ-АВТОДОР», 2004. – 1279 с.
3. Нефедов Л.И. Метод поиска прецедентов проектов ликвидации чрезвычайных природных ситуаций на магистральных автомобильных дорогах / Л.И. Нефедов, Н.Ю. Филь, Ю.Л. Губин // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 1/3 (43). – С. 50–52.

Рецензент: Е.Б. Угненко, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 13 апреля 2013 г.