

УДК 656.225:004.896

Г. І. КИРИЧЕНКО^{1*}

^{1*}Каф. «Управління процесами перевезень», Державний економіко-технологічний університет транспорту, вул. Лукашевича, 19, Київ, Україна, 03049, тел. +38 (044) 452 12 02, ел. пошта kirichenko@detut.edu.ua, ORCID 0000-0002-6883-1877

МЕТОДИКА СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ДОСТАВКОЮ ВАНТАЖІВ НА ЗАЛІЗНИЦІ

Мета. Наукова робота має за мету аналіз функціонування існуючої інформаційної системи залізниці, як сховища даних, та розгляд шляхів переходу до інтелектуальної системи управління, у т. ч. з використанням семантичного підходу. Наразі необхідна зміна парадигми автоматизованого управління перевезеннями, що обумовлює зміну моделі управління експлуатаційною роботою залізниці. Для розробки та впровадження нової системи класу Business Intelligence необхідне створення формалізованих знань про перевізний процес залізниці, у т. ч. у вигляді онтологій, як моделі та засобу формалізації знань. Нові знання потребують використання термінів та понять, що відображають нові процеси та об'єкти управління в експлуатаційній роботі. **Методика.** При формалізації знань необхідно абстрагуватись від класичних визначень, таких як сортувальна, вантажна, технічна або дільнична станції, залізничний вузол, розвинений залізничний вузол і т. ін. Уніфіковані мови моделювання для проектування автоматизованих систем використовують поняття: категорії об'єктів, діаграми класів, станів, послідовності, діяльності, компонентів, відношень між властивостями тощо. Ці поняття дозволяють формалізувати знання, привести до однотипних представлень та використовувати їх для моделювання процесів управління доставкою вантажу. **Результати.** Дані про час здійснення подій процесу доставки вантажу, відхилення у плані-графіку враховуються в теоретико-множинній моделі сценаріїв процесу доставки. Один із концептів моделі відхилення від плану (з бази знань системи АСКВПУЗ–Є) дозволяє врахувати вплив можливих факторів та умов реальної експлуатаційної роботи. **Наукова новизна.** Розглянуті шляхи формалізації знань про перевізний процес як передумови формування інтелектуального інформаційного забезпечення системи управління. Побудовано теоретико-множинні моделі управління доставкою вантажу для складання сценаріїв процесу доставки, наведені приклади використання засобів об'єктно-орієнтованого моделювання для алгоритмізації технологічних процесів. **Практична значимість.** Автором запропоновані нові терміни та поняття, що відображають логістичні бізнес-процеси та дозволяють перейти до формалізації знань та створення засад інтелектуальної системи управління доставкою вантажів на залізниці.

Ключові слова: інтелектуальна система управління; формалізовані знання; засоби проектування; автоматизовані системи; експлуатаційна робота; термінологія залізниці; процес доставки вантажу

Вступ

Управління вантажними перевезеннями залізниці вже не існує без автоматизованої системи. Облік роботи підрозділів і всієї залізниці, фінансова та облікова звітність, технологічні (суто залізничні) документи, розрахункові документи за надані послуги та інше здійснюється в інформаційній базі – єдиній автоматизованій системі управління вантажними перевезеннями Укрзалізниці (АСК ВП УЗ–Є). Але ця система, що містить величезний обсяг даних про всі операції з об'єктами управління, залишається по суті інформаційною. Існуючі авто-

матизовані технології, що використовуються при управлінні процесами перевезень, є значною мірою, системами збору та передачі даних, що часто здійснюються людиною, а отже із відставанням від реального часу виконання операції, з наступною їх обробкою для складання технологічних, облікових, фінансових документів, звітів про виконану роботу та іншої документації [1, 14, 15].

Інформаційна система залізниці являє собою гігантське сховище даних, що описують виконану роботу, і лише констатують процеси, що вже відбулись. Значна кількість довідок, звітів використовується для аналізу роботи за-

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

лізниці. Так, наприклад, персонал дирекцій та залізниць України, що відповідає за планування роботи на добу, починає свій робочий день з четвертої години ранку. В плануванні роботи, як і у більшості процесів управління залізничними перевезеннями вантажів, не дивлячись на тотальне впровадження комп'ютерних технологій на всіх робочих місцях, використовуються підходи, що базуються на евристичних методах, власному досвіді управлінців та дисципліні виконання наказів. З іншого боку, від залізниці, як від сфери обслуговування, бізнес-оточення вимагає прозорості дій, дотримання логістичних принципів при доставці вантажів, що пов'язано з точним прогнозуванням, та подальшим дотриманням встановлених часових параметрів договору між учасниками перевезень. Це все зумовлює необхідність переходу від інформаційної системи, як сховища даних та системи розрахунків документів і звітів, до інтелектуальної системи (ІС). У контексті зазначеного серед основних функцій ІС [2, 9] особливо важливі задачі, які базуються на системі підтримки прийняття рішення (СППР) диспетчерським апаратом, задачі планування та прогнозу виконання процесу перевезень, а також управління доставкою вантажів.

В той же час, однією з основних тенденцій розвитку ІС сьогодні, як показує аналіз світових і вітчизняних досліджень [10, 17, 18], є використання автоматизованої розробки програмного забезпечення на основі об'єктно-орієнтованих моделей предметної області та певних семантичних конструкцій. Актуальним для підвищення сервісів у бізнес-процесах є також впровадження семантичних технологій. У світі вже існує значна кількість програмних продуктів класу Business Intelligence (BI) [3, 19], програмних засобів та технологій, що спрямовані на вибір обґрунтованих рішень на підставі інтелектуального аналізу даних, наприклад, Data mining [21]. Функціонування BI технологій спрямовано на накопичення знань та генерування нових.

Всі ці засоби та системи використовують формалізовані знання про предметну область (ПрО). Такі знання використовуються при плануванні роботи в реальному режимі часу, моделюванні, прогнозу розвитку ситуацій та при розробці СППР.

Мета

Метою цієї роботи є аналіз функціонування існуючої інформаційної системи залізниці, як сховища даних, розгляд шляхів переходу до інтелектуальної системи управління, у тому числі з використанням семантичного підходу. Враховуючи сучасні задачі економіки, бізнесу, рівень розвитку технологій у світі, необхідна зміна парадигми автоматизованого управління перевезеннями. Для розвитку існуючої системи АСК ВП УЗ–Є, з можливою трансформацією архітектури та функціональних властивостей системи або розробки та впровадження нової системи рівня VI, необхідно створення формалізованих знань про перевізний процес залізниці, у тому числі у вигляді онтологій, як моделі і засобу формалізації знань [3, 12, 16]. Онтології – бази знань (БЗ) спеціального виду із семантичною інформацією певної ПрО. Компоненти, з яких складаються онтології, залежать від парадигми подання.

Методика

При формалізації знань необхідно абстрагуватись від класичних визначень, таких як сортувальна або вантажна, технічна, ділянкова, тупикова станція, залізничний вузол, розвинений залізничний вузол і т. ін. Та й у реальному житті не існує сортувальної станції без якоїсь вантажної роботи. І навпаки. Крім того, опис процесів, що надається при розробці систем працюючими, має суб'єктивний характер і часто не відображає суті подій, що відбуваються в дійсності [8].

З іншого боку, існують уніфіковані мови моделювання для проектування автоматизованих систем використовуються, що оперують такими поняттями, як категорії об'єктів, діаграми класів, станів, послідовності, діяльності, компонентів, відношень між властивостями, тощо [5, 20]. Ці поняття дозволяють формалізувати технологічні процеси, привести до однотипних представлень основних об'єктів залізниці та наочно показати їх взаємодію.

Технологія або сценарій послідовності станів чи операцій характеризується побудовою графічного зображення, орієнтованого на візуалізацію та формалізацію процесу, в тому числі засобами UML [5] для наступного накладання на часову вісь.

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

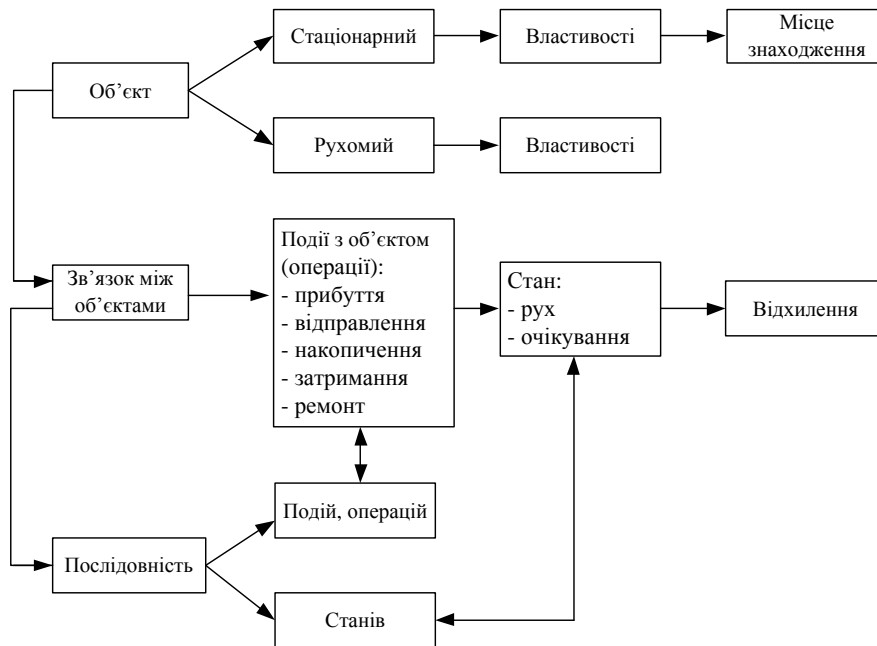


Рис. 1. Категорії уявлень для складання діаграм класів, станів, послідовностей

Fig. 1. Representation categories for diagramming the classes, states, sequences

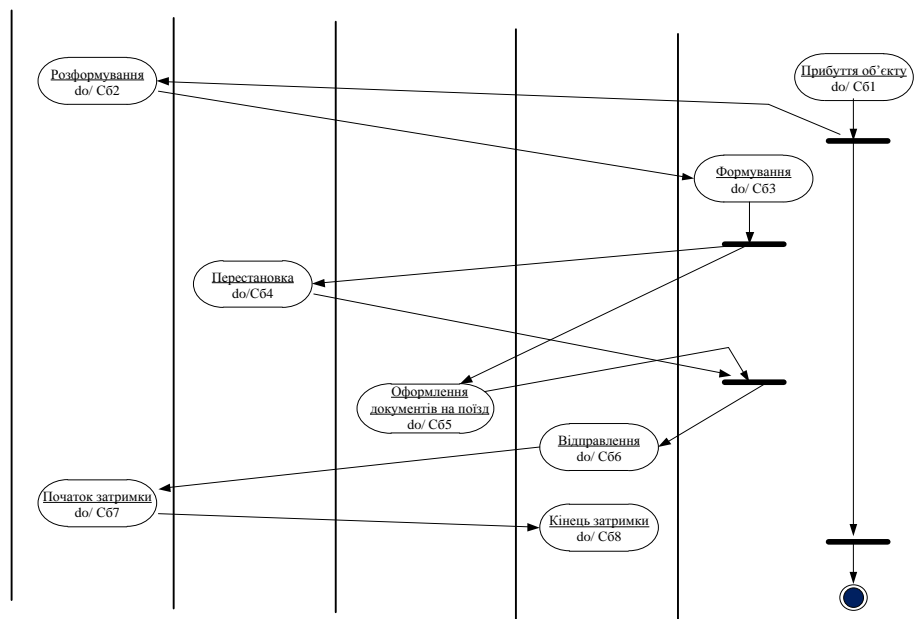


Рис. 2. Діаграма діяльності (сценарій засобами UML) з рухомим об'єктом управління на стаціонарному об'єкті

Fig. 2. Activity diagram (scenario by means of UML) with a moving control object on immovable object

Абстрагування від специфіки залізниці наразі являє собою найбільшу складність у розумінні етапів переходу до інтелектуальної системи управління процесами вантажних перевезень. Здійснити такий перехід можливо

лише змінивши парадигму управління експлуатаційною роботою залізниці при перевезенні вантажів. Проблема полягає у тому, що залізниця, яка існує на гроші своїх клієнтів, ефективність роботи вимірює в показниках, що

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

не мають прямого відношення до якості обслуговування отримувачів послуг, не відображають ефективність логістичних процесів при перевезенні вантажів. Зміна парадигми управління експлуатаційною роботою, що дозволить оперувати формалізованими знаннями, пов'язана значною мірою, зі зміною понять та термінології.

Основна маса термінів і їх визначень у сфері транспортної системології створювались в 60-70-х роках минулого століття. Тезаурус залізничних перевезень складався ще на сотню років раніше. На сьогодні, за цей проміжок часу транспортна наука і практика значно розвинулася. Тому виникає необхідність перегляду термінологічної системи [4, 7], що пов'язано з теоретичними і емпіричними дослідженнями в сфері транспорту.

Оскільки проблема суттєва і багаторівнева, а термінів багато, розглянемо частину з них, а саме: термінологію, яка відсутня, але необхідна для створення системи, у тому числі автоматизованої, управління доставкою вантажу, яка є актуальним напрямком реформування діяльності залізниці. Організація перевезення «точно в строк» є необхідною умовою забезпечення якості обслуговування клієнтів залізниці, дотримання фінансових умов у договорах з отримувачами послуг. Для прогнозування реальних термінів доставки при наданні послуги використовується моделювання процесів [11, 13] з використанням вже формалізованих знань на підставі нової термінології.

Визначення 1. Доставкою вантажу (ДВ) називаються цілеспрямовані зміни навколишнього положення вантажу, впорядковані в часі, як результат діяльності окремих або паралельних систем.

Визначення 2. Планування ДВ здійснюється попереднім складанням сценарію доставки вантажу за нормативними документами або евристично, виходячи з достатнього досвіду особи, що складає сценарій (експедитор, диспетчер, логіст та ін.).

Визначення 3. Сценарій доставки вантажу (СДВ) – це можливий варіант реалізації гіпотетичної, логічної послідовності ситуацій процесу доставки вантажу у вигляді декларативно-графічного опису, складеного евристичним методом на основі експертної оцінки.

Зазначимо, що СДВ не є функцією часу, тобто послідовність ситуацій не накладена на тимчасову вісь, табл. 1.

Таблиця 1

Перелік подій для складання сценаріїв процесу доставки

Table 1

The list of events for compiling the scripts of delivery process

Події з об'єктом	СЦ 1	СЦ 2	...	СЦ-ст N
1. Прибуття $Cб_1$	×	×		×
2. Розформування $Cб_2$		×		×
3. Формування $Cб_3$		×		×
4. Перестановка вагона з вантажем на відправлення $Cб_4$				×
5. Подача локомотива $Cб_5$				×
6. Відправлення вантажу $Cб_6$	×	×		×
7. Початок затримки вагона з вини клієнта $Cб_7$				×
8. Кінець затримки вагона $Cб_8$				×

При прогнозуванні часових характеристик ситуацій СДВ вона перетвориться в планову реалізацію процесу доставки вантажу (план-графіка). Приклад такого план-графіку наведено на рис 3.

Визначення 4. План-графік доставки вантажу (ГДВ) – затверджений план-графік у вигляді планової послідовності ситуацій та подій, з зазначенням часу їх виконання (KT_{ij}), або із зазначенням часових інтервалів між подіями.

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

Перелік робочих операцій	Тривалість виконання операцій у часі					
	t_1	t_2	t_3	...	t_{13}	t_{14}
1 Надходження заявки на порожні вагони від клієнта-відправника вантажу	■					
2 Подача порожніх вагонів на під'їзні шляхи клієнта-відправника вантажу		■				
3 Завантаження вагонів на під'їзному шляху клієнта-відправника вантажу			■			
...						
13 Накопичення вагонів на станції приймання і формування поїзда					■	
14 Знаходження вагонів у поїзді до відправлення новому клієнту-відправнику вантажу						■
Загальний час, t_{ij}	■	■	■	■	■	■

Рис. 3. План-графік виконання технологічних операцій з визначеними КЧТ

Fig. 3. Scheduled plan for the implementation of technological operations with the determined control-time points

При розробці плану-графіка визначаються планові значення контрольно-часових точок (КЧТ) [6, 10]. Ці точки визначають час початку tn і час закінчення $tn+1$ кожної технологічної операції, t_{ij} – час здійснення i - операції.

Визначення 5. Процес доставки вантажу (ПДВ) – послідовність фактичних подій з об'єктом доставки (вантажем, вагоном), при переміщенні його у часі та просторі ($KЧТ^{\phi}$).

Аналіз фактичних реалізацій ПДВ показав, що вони унікальні – нема двох реалізацій проце-

су доставки вантажу, які б повторили в точності один одного.

Визначення 6. Відхилення у графіку доставки вантажу (Відхилення ГДВ). У Процесі ДВ здійснюється контроль за відхиленням ($\Delta KЧТ$) фактичних значень часу ($KЧТ^{\phi}$) від визначених планом-графіком ($KТij$) періодично, з потрібною для кожної ситуації частотою.

Визначення 7. Управління доставкою вантажу – заходи, які спрямовані на дотримання ГДВ, а саме: часових параметрів зобов'язань, встановлених договором з клієнтом та мінімізацію відхилень ($\Delta KЧТ$) при проходженні контрольно-часових точок або у часових інтервалах між запланованими подіями.

Результати

Дано для контролю доставки вантажу відповідно ГДВ за таблицями АСК ВП УЗ–Є мають вигляд, наведений у табл. 2. Запис інформації здійснюється періодично, з потрібною для кожної ситуації частотою. Дані $\Delta KЧТ$, Δt накопичуються в інформаційній базі для наступної участі у моделях, які використовуються для прогнозування ГДВ, дані якого максимально наближені до реальних умов експлуатаційного процесу.

Номенклатура об'єктів і суб'єктів сценарного відображення ДВ являє собою близько 35–40 множин, що містять формалізовані елементи, які у свою чергу є теж множинами. Теоретико-множинна модель [10] процесу доставки має вигляд:

$$M_1: On \times Ob \times Cb \times Cu \times Ct \times T \rightarrow KЧТ^n \times T$$

де On – множина операцій ПДВ;

Ob – множина стаціонарних об'єктів (залізничних колій і споруд, ділянок);

Cb – множина суб'єктів управляючих і приймаючих рішення по ПДВ;

Cu – множина СДВ, сценаріїв процесів доставки вантажів;

Ct – множина просторових станів вантажів;

T – реальний час.

Розкриття моделі Cu за множиною СДВ має вигляд:

$$M_2: On \times S \times D \times t_n \rightarrow Cu ;$$

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

$$M3: Ob \times \Delta T \times T \rightarrow On \times T ;$$

$$M4: D \times On \times I \rightarrow Cm ,$$

де S – множина ситуацій ПДВ;

D – множина подій процесу доставки вантажів, Sbi ;

ΔT – множина інтервалів часу виконання операцій ПДВ;

t_i – множина інтервалів часу між подіями:

$$t_n = t_i \pm \Delta t_i^n ,$$

Δt_i^n – середні (прогнозовані) відхилення від нормативного часу, за даними ΔKCT по подіях;

I – інформація.

Таблиця 2

Склад даних про час здійснення подій

Table 2

Data composition on time of events

Події з об'єктом Sbi	Нормативний час подій, операцій t_i	T факт.	Δt
Прибуття	–	20:02	–
Розформування	25 хв	40 хв	15 хв
Формування	8 год 50 хв	10 год 15 хв	1 год 25 хв
Перестановка вагону з вантажем на відправлення	30 хв	27 хв	–3 хв
Подача локомотива	40 хв	1 год 20 хв	40 хв
Відправлення вантажу	20 хв	35 хв	15 хв

Управління доставкою вантажу, що направлено на дотримання ГДВ, а саме часових параметрів зобов'язань, встановлених договором з клієнтом, потребує визначення максимально реального часу подій з об'єктом управління. Дані про час здійснення подій ПДВ, відхилення у ГДВ враховуються в моделі процесу достав-

ки. Один з концептів моделі – середнє (прогнозоване) відхилення з бази знань системи АСК ВП УЗ–Є – дозволяє врахувати вплив можливих факторів та умови реальної експлуатаційної роботи.

Наукова новизна та практична значимість

Розглянуті шляхи формалізації знань про перевізний процес як передумови формування інтелектуального інформаційного забезпечення системи управління. Побудовано теоретико-множинні моделі управління доставкою вантажу для складання сценаріїв доставки та визначення КЧТ процесу доставки, наведені приклади використання засобів об'єктно-орієнтованого моделювання для алгоритмізації технологічних процесів. Запропоновані нові терміни та поняття, що відображають логістичні бізнес-процеси, об'єкти управління в експлуатаційній роботі та дозволяють перейти до формалізації знань.

Висновки

Для формування бази знань інтелектуального інформаційного забезпечення системи управління, зокрема процесами управління доставкою вантажу, існуюча автоматизована система залізниці АСК ВП УЗ–Є потребує нарощування функціональних властивостей системи. Створення та використання формалізованих знань про перевізний процес залізниці, у тому числі у вигляді онтологій, дозволить розробку та впровадження інтелектуальних, рівня ВІ, систем, що реалізують підтримку прийняття рішення, управління в реальному часі, задовольняють сучасним вимогам бізнес-процесів та учасників транспортного ринку. Функціонування системи управління з можливістю роботи у відкритому розподіленому інформаційному просторі створить умови постійного оновлення знань, що надходять із зовнішнього середовища, та взаємодії із сучасними програмними продуктами світу. Для цього, в першу чергу, необхідно переосмислення власне залізничних технологій та пов'язаної з ними термінології.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Башлаев, В. К. О создании сетевой автоматизированной системы управления грузовыми перевозками Украины / В. К. Башлаев, С. Ю. Цейтлин, В. В. Великодний // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2007. – Вип. 17. – С. 18–21.
2. Вернигора, Р. В. Перспективы создания интеллектуальной системы поддержки принятия оперативных решений по управлению работой поездных локомотивов на железнодорожном полигоне / Р. В. Вернигора, Л. О. Ельникова // Сучасні проблеми розвитку інтелектуал. систем трансп. : тези Міжнар. наук.-практ. конф. (27.01–31.01.2014). – Дніпропетровськ, 2014. – С. 23.
3. Гладун, А. Я. Семантичні технології: принципи та практики / А. Я. Гладун, Ю. В. Рогушина. – Київ : В Д «АДЕФ-Україна», 2016. – 308 с.
4. Гладун, А. Я. Формирование тезауруса предметной области как средства моделирования информационных потребностей пользователя при поиске в Интернете / А. Я. Гладун, Ю. В. Рогушина // Вестн. компьютер. и информ. технологий. – 2007. – № 1. – С. 26–33.
5. Горбова, О. В. Удосконалення методів техніко-експлуатаційної оцінки роботи залізничних станцій : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.20 / Горбова Олександра Вікторівна ; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2016. – 21 с.
6. Кириченко, Г. І. Розробка методу контрольно-часових точок для контролю графіків доставки вантажу / Г. І. Кириченко, С. М. Овчаренко // Проблеми транспорту : зб. наук. пр. / Нац. трансп. ун-т. – Київ, 2013. – Вип. 10. – С. 112–118.
7. Козаченко, Д. М. Методи збору даних про функціонування залізничних станцій / Д. М. Козаченко, Р. В. Вернигора, О. В. Горбова // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2014. – Вип. 8. – С. 58–64. doi: 10.15802/tstt2014/38087.
8. Ломотько, Д. В. Аналіз теоретичних підходів щодо оцінки ефективності роботи залізниць України / Д. В. Ломотько, Т. В. Бутько, О. В. Розсоха // Залізничний транспорт України. – 2012. – № 2. – С. 36–38.
9. Ломотько, Д. В. Методологія формування інтелектуальної транспортної системи на залізничному транспорті / Д. В. Ломотько, Т. В. Бутько // Науч. тр. SWorld. – Иваново, 2012. – Т. 2, № 1. – С. 45–46.
10. Моделювання сценаріїв переміщення вантажу у ланцюгах доставки / Г. І. Кириченко, О. Г. Стрелко, Ю. А. Бердниченко [та ін.] // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2016. – Вип. 12. – С. 32–37. doi: 10.15802/tstt2016/85882.
11. Павлишенко, Б. М. Групування текстових даних на основі моделі семантичного контексту / Б. М. Павлишенко // Вост.-Европ. журн. передових технологій. – 2011. – Т. 5, вып. 2 (53). – С. 234–247.
12. Петрашевский, О. Л. Адаптация методологии концептуально-логического отображения и проектного моделирования транспортных систем к задачам управления проектами / О. Л. Петрашевский, В. В. Данилевский, Н. Н. Цымбал // Проблеми транспорту : зб. наук. пр. / Нац. трансп. ун-т. – Київ, 2010. – Вип. 7. – С. 56–60.
13. Системный тезаурус процессов мультимодальной доставки грузов / А. И. Кириченко, В. В. Габа, С. И. Ивашук, О. В. Петриковец // Проблеми транспорту : зб. наук. пр. / Нац. трансп. ун-т. – Київ, 2013. – Вип. 10. – С. 186–196.
14. Цейтлін, С. Ю. Передумови створення аналітичної системи. Створення централізованої бази даних фінансово-економічних систем / С. Ю. Цейтлін, С. В. Подоляк, І. Д. Васишин // Сучасні інформ. та комунікац. технології на трансп., в пром-сті та освіті : тези ІХ міжнар. наук.-практ. конф. (16.12–17.12.2015). – Дніпропетровськ, 2015. – С. 97.
15. Цейтлін, С. Ю. Создание электронного архива учётных и отчётных форм данных в АСК ВП УЗ–Е / С. Ю. Цейтлін, Л. А. Коваленко, М. В. Николенко // Сучасні інформ. та комунікац. технології на трансп., в пром-сті та освіті : тези ІХ міжнар. наук.-практ. конф. (16.12–17.12.2015). – Дніпропетровськ, 2015. – С. 41.
16. Cognos: crowdsourcing search for topic experts in microblogs / S. Ghosh, N. Sharma, F. Benevenuto [et al.] // Proc. of the 35th Intern. ACM SIGIR Conf. on Research and Development in Information Retrieval (12.08–16.08.2012). – Portland, Oregon, USA, 2012. – P. 575–590. doi:10.1145/2348283.2348361.

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

17. Di Noia, T. Semantic Matchmaking as Non-Monotonic Reasoning A. Description Logic Approach / T. Di Noia, E. Di Sciascio, F. M. Donini // J. of Artificial Intelligence Research. – 2007. – No. 29. – P. 269–307.
18. Fernandez-Loppez, M. Methontology: From Ontological Art Towards Ontological Engineering / M. Fernandez-Loppez, A Gomez-Perez, N. Juristo // Proc. of the Spring Symposium on Ontological Engineering of AAAI. – California : Stanford University, 1997. – P. 33–40.
19. Use of textual and conceptual profiles for personalized retrieval of political documents / E. Vicente-López, L. M. de Campos, J. M. Fernández-Luna, F. Juan // Knowledge-Based Systems. – 2016. – Vol. 112. – P. 127–141. doi: 10.1016/j.knosys.2016.09.005.
20. Using personalization to improve XML retrieval / L. M. De Campos, J. M. Fernandez-Luna, J. F. Huete, E. Vicente-Lopez // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. – 2014. – Vol. 26. – Iss. 5. – P. 1280–1292. doi: 10.1109/tkde.2013.75.
21. Witten, I. H. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques / I. H. Witten, F. Eibe, M. A. Hall. – 3rd ed. – Burlington : Morgan Kaufmann, 2011. – 664 p.

А. И. КИРИЧЕНКО^{1*}

^{1*}Каф. «Управление процессами перевозок», Государственный экономико-технологический университет транспорта, ул. Лукашевича, 19, Киев, Украина, 03049, тел. +38 (044) 452 12 02, эл. почта kirichenko@detut.edu.ua, ORCID 0000-0002-6883-1877

МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТАВКОЙ ГРУЗОВ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

Цель. Научная работа имеет своей целью анализ функционирования существующей информационной системы железной дороги, как хранилища данных, и рассмотрение путей перехода к интеллектуальной системе управления, в т. ч. с использованием семантического подхода. Сейчас необходима смена парадигмы автоматизированного управления перевозками, что обуславливает изменение модели управления эксплуатационной работой железной дороги. Для разработки и внедрения новой системы класса Business Intelligence необходимо создание формализованных знаний о перевозочном процессе железной дороги, в том числе в виде онтологий, как модели и средства формализации знаний. Новые знания нуждаются в использовании терминов и понятий, отражающих новые процессы и объекты управления в эксплуатационной работе. **Методика.** При формализации знаний необходимо абстрагироваться от классических определений, таких как сортировочная, грузовая, техническая или участковая станции, железнодорожный узел, развитой железнодорожный узел и т. п. Унифицированные языки моделирования для проектирования автоматизированных систем используют понятия: категории объектов, диаграммы классов, сословий, последовательности, деятельности, компонентов, отношений между свойствами. Эти понятия позволяют формализовать знания, привести к однотипным представлениям и использовать их для моделирования процессов управления доставкой груза. **Результаты.** Данные о времени совершения событий процесса доставки груза, отклонения в плане-графике учитываются в теоретико-множественной модели сценариев процесса доставки. Один из концептов модели отклонения от плана (с базы знаний системы АСК ВП УЗ–Е) позволяет учесть влияние возможных факторов и условия реальной эксплуатационной работы. **Научная новизна.** Рассмотрены пути формализации знаний о перевозочном процессе как предпосылки формирования интеллектуального информационного обеспечения системы управления. Построены теоретико-множественные модели управления доставкой груза для составления сценариев процесса доставки, приведены примеры использования средств объектно-ориентированного моделирования для алгоритмизации технологических процессов. **Практическая значимость.** Автором предложены новые термины и понятия, отражающие логистические бизнес-процессы, позволяющие перейти к формализации знаний и созданию основ интеллектуальной системы управления доставкой грузов на железной дороге.

Ключевые слова: интеллектуальная система управления; формализованные знания; средства проектирования; автоматизированные системы; эксплуатационная работа; железнодорожная терминология; процесс доставки груза

H. I. KYRYCHENKO^{1*}^{1*}Dep. «Management of Transportation Process», State Economy and Technology University of Transport, Lukashevych St., 19, Kyiv, Ukraine, 03049, tel. +38 (044) 452 12 02, e-mail kirichenko@detut.edu.ua, ORCID 0000-0002-6883-1877

CREATION PRINCIPLES OF INTELLIGENT AUTOMATED DELIVERY MANAGEMENT SYSTEMS AT THE RAILWAY

Purpose. The paper is aimed to analyze the functioning of the existing railway informational system, as the data storage, consideration of the ways to changeover to intelligent management system, including the application of semantic approach. It is necessary to change the paradigm of automated traffic management; this determines changing the paradigm in railway operation management. The development and introduction of new Business-Intelligence-type system requires the formalized knowledge on railway transportation process to be implemented, including in the form of ontology as the model and means to formalize the knowledge. New knowledge requires using the terms and concepts to describe the new processes and management objects in railway operations. **Methodology.** Formalizing the knowledge one should abstract away from classical definitions such as marshaling or freight station, train station, division station, dead-end station, railway junction, railway hub etc. Unified Modeling Languages for engineering the automated systems use the definitions: the objects' categories, the class diagrams, statechart diagrams, sequence diagrams, activity diagrams, component diagrams, link diagrams in properties etc. These concepts enable formalizing the knowledge, bringing to homogeneous representing and using them for modeling the management processes of goods delivery. **Findings.** The data on timing the events of goods delivery process, breakings of schedule are taken into account in set-theoretical model on scripting scenarios for goods delivery process. One of the concepts in the model on breaking of schedule (from the knowledge base of the system ASK VPUZ-E enables to take into account the influence of possible factors and the real railway operations conditions. **Originality.** The ways to formalize knowledge on railway transportation process as the major premise to form intelligent informational software for management system were analyzed. The set-theoretical models on goods delivery management for scripting goods delivery process' scenarios have been developed in the paper, the examples of using the means of object-oriented modeling to construct algorithm for technological processes have been given as well. **Practical value.** The author suggests new terms, definitions and concepts describing the logistic business processes and enabling to changeover to formalizing the knowledge and to forming the conditions of intelligent management system of goods delivery on railways.

Keywords: intelligent management system; formalized knowledge; means of engineering; automated systems; railway operations; railways terminology; goods delivery process

REFERENCES

1. Bashlaiev, V. K., Tseitlin, S. Y., & Velykodnyi, V. V. (2007). About the network of automated control system creating of Ukrainian freight transport. *Science and Transport Progress*, 17, 18-21.
2. Vernigora, R. V., Yelnikova, L. O. (2014). Perspektivy sozdaniya intellektualnoy sistemy podderzhki prinyatiya operativnykh resheniy po upravleniyu rabotoy poezdnykh lokomotivov na zheleznodorozhnom poli-gone. *Abstracts of the International Conference «Modern Problems of Intelligent Transport Systems Development»*, January 27-31, 2014, Dnipropetrovsk. 23-24. Dnipropetrovsk, Ukraine: DNURT.
3. Hladun, A. Y., & Rohushyna, Y. V. (2016). Semantychni tekhnolohii: pryntsyipy ta praktyky. Kyiv: TOV VD «ADEF-Ukrayna».
4. Gladun, A. Y., & Rogushina, Y. V. (2007). Formirovaniye tyezaurusa pryedmyetnoy oblasti kak sryedstva modyelirovaniya informatsionnykh potrebnostyey polzovatyelya pri poiskye v intyernyetye. *Vestnik komp'uternykh i informatsionnykh tekhnologii*, 1, 26-33.
5. Gorbova, O. V. (2016). *The improving of methods in technical-service of railway station's operation*. (PhD thesis). Available from Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Dnipropetrovsk.
6. Kyrychenko, H. I., & Ovcharenko, S. M. (2013). Rozrobka metodu kontrolno-chasovykh tochok dlia kontroliu hrafikiv dostavky vantazhu. *Transport Problems*, 10, 112-118.
7. Kozachenko, D. M., Vernyhora, R. V., & Horbova, O. V. (2014). Methods of data collection on the functioning of the railway stations. *Transport Systems and Transportation Technologies*, 8, 58-64. doi: 10.15802/tst2014/38087

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

8. Lomotko, D.V., Butko, T. V., & Rozsokha, O. V. (2012). Analiz teoretychnykh pidkhodiv shchodo otsinky efektyvnosti roboty zaliznyts Ukrainy. *Railway Transport of Ukraine*, 2, 36-38.
9. Lomotko, D. V., & Butko, T. V. (2012). Metodolohiia formuvannia intelektualnoi transportnoi systemy na zaliznychnomu transporti. *Research Bulletin SWorld*, 2(1), 45-46.
10. Kyrychenko, H. I., Strelko, O. H., Berdnychenko, Y. A., Petrykovets, O. V., & Kyrychenko, O. A. (2016). Scenarios modeling of cargo movement in the supply chains. *Transport Systems and Transportation Technologies*, 12, 32-37. doi: 10.15802/tsst2016/85882
11. Pavlyshenko, B. M. (2011). Text data grouping on the base of semantic context model. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5, 2(53), 234-247.
12. Petrashevskiy, O. L., Danylevskiy, V. V., & Tsymbal, N. N. (2010). Adaptatsiya metodologii kontseptualnologicheskogo otobrazheniya i proektnogo modelirovaniya transportnykh sistem k zadacham upravleniya proektami. *Transport Problems*, 7, 56-60.
13. Kyrychenko, A. I., Haba, V. V., Yvashchuk, S. Y., & Petrykovets, O. V. (2013). Sistemnyy tezaurus protsesov multimodalnoy dostavki gruzov. *Transport Problems*, 10, 186-196.
14. Tseitlin, S. Y., Podoliak, S. V., & Vasylyshyn, I. D. (2015). Peredumovy stvorennia analitychnoi systemy. Stvorennia tsentralizovanoi bazy danykh finansovo-ekonomichnykh system. *Abstracts of the International Conference «Modern information and communication technologies on a transport, in industry and education», December 16-17, 2015, Dnipropetrovsk*. 97. Dnipropetrovsk, Ukraine: DNURT.
15. Tseytlin, S. Y., Kovalenko, L. A., & Nikolenko, M. V. (2015). Sozdaniye elektronnoho arkhiva uchetykh i otchetnykh form danykh v ASK VP UZ-Ye. *Abstracts of the International Conference «Modern information and communication technologies on a transport, in industry and education», December 16-17, 2015, Dnipropetrovsk*. 41. Dnipropetrovsk, Ukraine: DNURT.
16. Ghosh, S., Sharma, N., Benevenuto, F., Ganguly, N., & Gummadi, K. (2012). Cognos: crowdsourcing search for topic experts in microblogs. *Proceedings of the 35th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, August 12-16, 2012, Portland, Oregon, USA*. 575-590. doi:10.1145/2348283.2348361
17. Di Noia, T., Di Sciascio, E., & Donini, F. M. (2007). Semantic Matchmaking as Non-Monotonic Reasoning: A Description Logic Approach. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 29, 269-307.
18. Fernandez-López, M., Gomez-Perez, A., & Juristo, N. (1997). Methontology: From Ontological Art Towards Ontological Engineering. *Proceedings of the Spring Symposium on Ontological Engineering of AAAI*. Stanford University, California, 33-40.
19. Vicente-López, E., De Campos, L. M., Fernández-Luna, J. M., & Huete, J. F. (2016). Use of textual and conceptual profiles for personalized retrieval of political documents. *Knowledge-Based Systems*, 112, 127-141. doi: 10.1016/j.knsys.2016.09.005
20. De Campos, L. M., Fernandez-Luna, J. M., Huete, J. F., & Vicente-Lopez, E. (2014). Using personalization to improve XML retrieval. *Knowledge and Data Engineering*, 26 (5), 1280-1292.
21. Witten, I. H., Frank, E., & Hall, M. A. (2011). *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques* (3rd ed.). Burlington: Morgan Kaufmann.

Стаття рекомендована до друку д.т.н., проф. О. Л. Петрашевським (Україна); д.т.н., проф. І. В. Жуковицьким (Україна)

Надійшла до редколегії: 14.11.2016

Прийнята до друку: 03.03.2017