

Бушуєв Сергій Дмитрович

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри управління проєктами, orcid.org/0000-0002-7815-8129
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Чуб Ольга Ігорівна

Кандидат економічних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної системотехніки, orcid.org/0000-0002-1216-856X
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків

КОНЦЕПЦІЯ ОНТОЛОГІЙ У МОДЕЛЮВАННІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МІСЬКОЮ ЛОГІСТИЧНОЮ ІНФРАСТРУКТУРОЮ

Анотація. Управління логістичною інфраструктурою великого міста передбачає постановку і формалізацію завдань управління і контролю за розвитком сукупності об'єктів, що утворюють логістичну інфраструктуру, а також створення та впровадження відповідного прикладного інформаційного забезпечення. Розглянуто складові системи управління міською логістичною інфраструктурою і розроблено її множину взаємопов'язаних моделей предметних областей управління на основі онтологічного підходу як базис інструментальних засобів перетворення інформації, яка є критичною для підвищення ефективності системи управління. Створення системи подібних моделей допоможе адаптувати досліджувані інформаційні потоки до зміни зовнішніх та внутрішніх умов, а також інтегрувати різномірні предметні галузі в рамках спільного розв'язання стратегічних задач управління міською логістичною структурою.

Ключові слова: логістична інфраструктура міста; онтологічна модель; система управління; бізнес-правила

Вступ

У Стратегії сталого розвитку України зазначено, що її основною метою є забезпечення високого рівня та якості життя населення, створення сприятливих умов для діяльності нинішнього та майбутніх поколінь, а також припинення деградації природних екосистем шляхом впровадження моделі економічного зростання, що базується на засадах сталого розвитку [1]. Досягнення цієї мети можливе лише за рахунок розвитку великих та малих міст і втілення ними принципів інклюзивності, безпеки, життєстійкості та збалансованості.

Місто є складною багатокomпонентною відкритою динамічною системою, яка функціонує в умовах зовнішнього і внутрішнього середовища, що швидко змінюються. Тому досягнення стану стійкої життєдіяльності міста уможливує комфортне і безпечне життя міської громади, високий рівень інвестиційної привабливості.

Такого стану місту, як складній соціально-економічній та організаційно-технічній системі, неможливо досягти без постійної модифікації складу і змісту логістичної інфраструктури [2 – 4], інноваційного розвитку та зміни парадигм управління [5]. У зв'язку з цим виникає потреба в розв'язанні задач організації і управління логістичною інфраструктурою з урахуванням вимог до складових логістичної інфраструктури на різних

рівнях – від кінцевого споживача послуг, які надаються підприємствами міста, до рівня регіону і держави в цілому.

Теоретичні і практичні аспекти побудови й підвищення ефективності системи управління міською логістичною інфраструктурою є предметом значної уваги науковців та фахівців реального сектору економіки. Отже, аналіз наукових джерел, зокрема [2 – 3], свідчить, що формулюються і розглядаються лише окремі питання підвищення ефективності функціонування логістичної інфраструктури міста. Розроблення положень теорії управління міською логістичною інфраструктурою знаходиться на початковій стадії, оскільки не враховується високий динамізм розвитку і невизначеність характеристик факторів впливу зовнішнього й внутрішнього середовища системи.

Постановка проблеми дослідження

Якість управлінських рішень залежить від складності вивчення, дослідження й сприйняття життєдіяльності сучасного міста, що вимагає розвитку відповідних методів і засобів, які спроможні відобразити властивості і функціональність його складових об'єктів та процесів. Відображення процесів функціонування міста потребує забезпечення спільного опрацювання обсягів інформації різних видів, що збільшуються.

У зв'язку з цим процеси опрацювання різнопланової інформації щодо функціонування міста значно ускладнюються, з'являється необхідність в інтеграції й взаємодії інформації з інших різних за призначенням систем. Тобто для моделювання необхідно побудувати певну систему знань, яка описує властивості складових об'єктів і процесів міста як системи. Певні додаткові вимоги знаходження кращих рішень щодо зручності, продуктивності, надійності і вартості також вимагають розроблення і розвитку адекватних моделей.

Таким чином, формування системи знань про міську логістичну інфраструктуру потребує реалізації на основі онтології.

Онтологія – детальна формалізація деякої галузі знань за допомогою ієрархічної структури даних, що містить всі релевантні класи об'єктів, їх зв'язків, теорем та обмежень, які прийняті у певній предметній галузі [6; 7].

Загальноприйнято онтологію предметної галузі представляти трійкою елементів

$$O = \langle X, R, F \rangle,$$

де X – кінцева множина концептів; R – множина відносин між концептами; F – множина функцій інтерпретації концептів і відносин.

В мові опису онтологій для упорядкування концептів використовуються такі елементи множини відношень, як гіпонім, гіперонім, синонім, антонім, омонім, хоронім, меронім. Графічно онтологія має вигляд мережі (онтографа), вершини якої є термінами і відносинами, а ребра вказують на зв'язки між ними. В роботі [8] запропоновано онтограф предметної сфери "міське середовище" як середовища перебування і виробничої діяльності людей у вигляді сукупності природних, техногенних, соціальних та економічних умов життя, що існують на території міста.

Загалом онтологічна модель містить інформаційні описи логістичних процесів і правил задоволення потреб споживачів на основі об'єктно-орієнтованої процедури формалізації. Онтологічну модель логістичної інфраструктури завдяки поданню знань в явному вигляді можна використовувати для створення компонентів програмних засобів, підтримки процесу відображення й розподілення схем баз даних і структур [9; 10].

Мета статті

Мета – створення онтологічної моделі системи управління міською логістичною інфраструктурою як складової комплексної системи управління програмами розвитку логістичної інфраструктури мегаполісу.

Виклад основного матеріалу

Логістична інфраструктура – це динамічна система соціально-економічних об'єктів, що забезпечують функціонування різнорівневих логістичних систем. З іншого боку, логістична інфраструктура забезпечує функціонування міських підсистем і підтримує рух людських, матеріальних, фінансових, інформаційних, сервісних та пасажиропотоків у міському середовищі своєчасно й у повному обсязі. Найважливішою соціальною функцією логістичної інфраструктури є комплексне системне задоволення потреб споживачів.

Логістична інфраструктура міста має декілька властивостей:

1) висока різноманітність і просторовий розподіл функціональних елементів (транспортна мережа, мережі тепло- і водопостачання, електричні, телекомунікаційні мережі, об'єкти і споруди тощо);

2) висока динаміка процесів, що протікають в логістичній інфраструктурі, яка проявляється не тільки в зміні якісних та кількісних характеристик об'єктів, а й у високій інтенсивності створення і видалення самих об'єктів (будівництво і демонтаж об'єктів, формування і ліквідація підприємств, прокладання нових ліній трубопроводів тощо);

3) невизначеність і неоднозначність станів об'єктів, що входять в логістичну інфраструктуру, вимагає вивчення динаміки розвитку системи, аналізу процесів зростання, з урахуванням загального життєвого циклу міста і його частин (населення, підприємства, житлового фонду тощо);

4) високий ступінь розрізненості даних, що представляють різні аспекти функціонування логістичної інфраструктури, ускладнюється відсутністю єдиних форматів і стандартів подання й зберігання інформації.

Система управління логістичною інфраструктурою – сукупність органів і об'єктів управління та зв'язків між ними, які приводять логістичну інфраструктуру мегаполісу до стану рівноваги або досягнення мети щодо ефективного забезпечення та обслуговування логістичних процесів. Використання процесів автоматизації допоможе аналізувати і прогнозувати розвиток логістичної інфраструктури, підвищувати ефективність управління міським господарством.

Найважливішою складовою логістичної інфраструктури є інженерна інфраструктура міста, представлена сукупністю комунальних підприємств (КП).

Узагальнений вигляд системи управління інженерною інфраструктурою міста наведено на рис. 1.

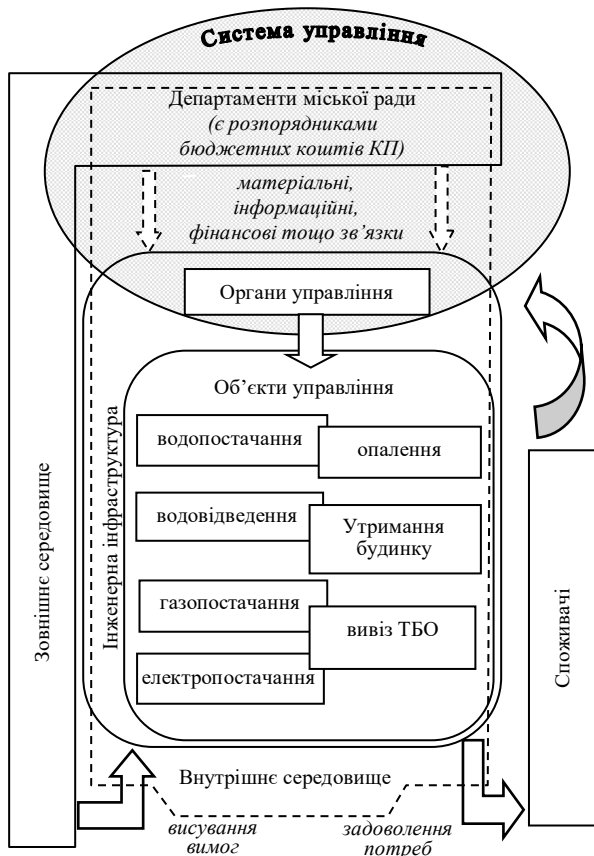


Рисунок 1 – Система управління логістичною інфраструктурою

Стейкхолдерами системи управління логістичною інфраструктурою є такі категорії, підпорядковані за рівнем ієрархії:

1. Зовнішнє середовище (рівень країни):
 - міжнародні неурядові організації;
 - центральні органи влади;
 - місцеві органи влади інших регіонів;
2. Зовнішнє середовище (рівень мегаполісу):
 - споживачі (міське населення, підприємства);
 - місцеві органи влади мегаполісу;
3. Внутрішнє середовище (рівень мегаполісу):
 - місцеві органи влади мегаполісу;
 - комунальні підприємства (КП), які утримують складові інженерної інфраструктури.

Основним стейкхолдером системи управління є споживач. Саме споживач (фізична або юридична особа) здебільшого формує множину критеріїв якості системи управління інженерною інфраструктурою й ініціює зворотний зв'язок в системі управління. Відмітимо також дуальну природу місцевих органів влади мегаполісу. Місцеві органи влади частково (відповідні департаменти) виступають як елемент внутрішнього середовища системи управління. Водночас місцеві органи влади є елементом зовнішнього середовища, беручи участь у формуванні екзогенних параметрів системи управління, наприклад, встановлюючи структуру і обсяг місцевих податків, субсидій тощо.

Онтологічна модель системи управління

Для опису впливів на систему управління логістичною інфраструктурою міста, прийнятному для машинного опрацювання, побудовано онтологію предметної галузі.

Підґрунтям для побудови онтології є глосарій предметної галузі і система бізнес-правил.

При моделюванні системи управління логістичною інфраструктурою міста проведено аналіз 8-ми предметних галузей (ПрО), які акумулюють інформацію зовнішнього і внутрішнього середовища системи управління міською логістичною інфраструктурою:

- ПрО 1 «Інженерні комунікації» (ІК);
- ПрО 2 «Послуги»;
- ПрО 3 «Підприємство»;
- ПрО 4 «Споживач»;
- ПрО 5 «Органи місцевої влади»;
- ПрО 6 «Органи центральної влади»;
- ПрО 7 «Інфраструктура інших територіальних одиниць»;
- ПрО 8 «Міська інфраструктура».

Для кожної з виділених предметних галузей розроблено глосарій, який містить понад 100 термінів, а також описано більше 50 бізнес-правил.

На рис. 2 наведено перелік основних концептів глосарію, які визначають сутності із сукупністю атрибутів. У переліку не враховані персональні і контактні дані споживачів, банківські та установчі дані підприємств тощо, які також ідентифікують сутності. За таким підходом реалізовано узагальнений (незалежний від функціонального спрямування об'єкта управління) підхід до моделювання онтології.

Загалом побудована онтологія має ієрархічну структуру. При цьому необхідно зважати на те, що стан об'єкта або характеристика реального світу, які є реферальними для певного концепту, в загальному випадку є функцією часу, тобто такими, що динамічно змінюються.

Більш того, в сучасному історичному періоді становлення господарського устрою територіальних громад відбувається зміна парадигм законодавчої та нормативної бази, що генеруються органами центральної влади. Відповідно до цього онтологія системи управління, як модель реального світу, також має змінитися у двох напрямках: певні концепти онтології можуть бути видалені або додані, функціональність об'єктів, ознак та відношень між концептами можуть бути змінені.

Наведемо фрагмент опису онтології на рис. 2:

1. Глосарій:

– *Послуга (Utility service)* – результат господарської діяльності, спрямованої на задоволення потреби фізичної чи юридичної особи у забезпеченні комунальними послугами у порядку, встановленому законодавством;

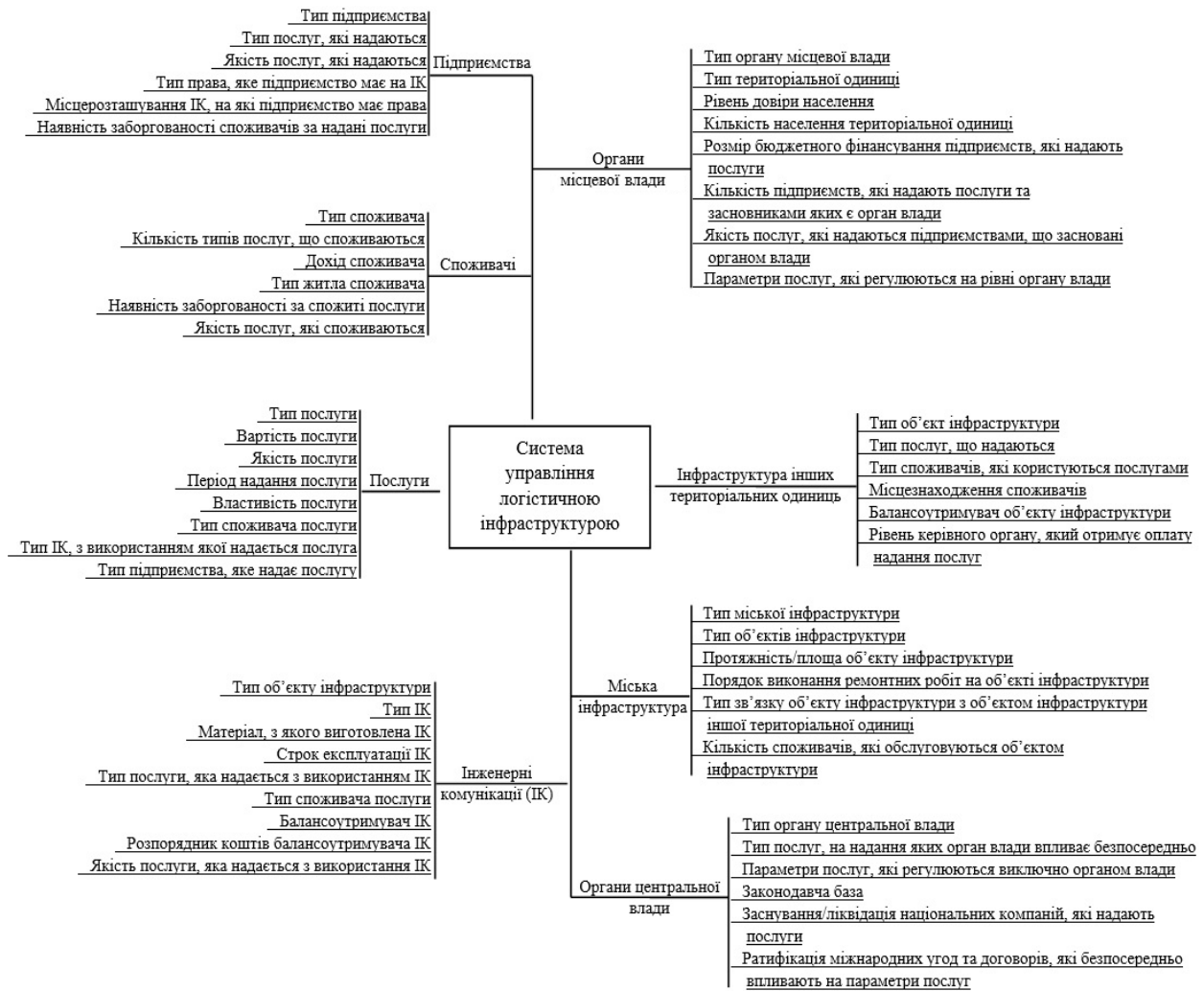


Рисунок 2 – Верхній рівень ієрархії онтології предметних областей

– *Споживач (Consumer)* – фізична або юридична особа, яка отримує або має намір отримувати послугу;

– *Міська інфраструктура (Urban infrastructure)* – сукупність споруд, будівель, систем і служб, необхідних для функціонування галузей міського господарства матеріального виробництва та забезпечення умов життєдіяльності міської громади;

– *Виконавча влада (Executive power)* – одна з трьох гілок державної влади, яка розробляє та втілює державну політику, спрямовану на забезпечення виконання законів, та керує сферами суспільного життя.

Залежно від рівня управління виокремлені два типи суб'єктів владних повноважень: органи центральної влади і органи місцевої влади, що характеризуються своїм набором ознак і характеристик.

2. Бізнес-правила:

– кожен споживач користується комунальними послугами;

– кожен споживач є частиною міського населення;

– кожна комунальна послуга кожному споживачу надається через елементи інженерної інфраструктури;

– міська рада забезпечує надання усіх комунальних послуг усім споживачам.

3. Атрибути:

– комунальна послуга = тип послуги, якість послуги, вартість послуги, періодичність надання послуги, постачальник послуги тощо;

– міське населення = кількість споживачів кожного типу послуги, кількість фахівців, задіяних в галузі надання комунальних послуг, сума заборгованості населення з оплати комунальних послуг кожного типу тощо;

– інфраструктура регіону = загальна протяжність магістральних трубопроводів, вік інженерної комунікації, загальна протяжність аварійних магістральних трубопроводів, кількість професійних працівників, необхідних для усунення аварійної ситуації тощо;

– виконавча влада = тариф на комунальну послугу кожного типу, сума наданих кредитних коштів, кількість міського населення тощо.

4. Концепти онтології:

– хоронім: вартість послуги – сума кредитних коштів;

– меронім: сума кредитних коштів – вартість послуги;

– гіпонім: кількість міського населення – кількість споживачів послуг;

– гіперонім: кількість міського населення – кількість працівників, необхідних для усунення аварії.

5. Зв'язки між сутностями:

– наприклад, між сутностями «Послуги» і «Споживачі» зв'язок багато до багатьох: кожен житель міста отримує багато комунальних послуг та кожна комунальна послуга надається багатьом жителям міста.

6. Сутності та атрибути для побудови ER-діаграми наведено у таблиці.

Таблиця – Атрибути сутності «Комунальні послуги»

Сутність	Атрибути
Utility service	UtilityServiceID
	TypeService
	QualityService
	CostService
	FrequencyService
	ProviderService

7. Інформаційні відношення для побудови ER-діаграми: Utility service (UtilityServiceID*, TypeService, QualityService, CostService, FrequencyService, ProviderService...), де символом * позначається первинний ключ.

Складність аналізу проблеми побудови онтології системи управління логістичною інфраструктурою обумовлена особливостями формування інформаційних потоків на об'єктах інфраструктури, рівнем автоматизації та якістю наповнення масивів первинних даних щодо реалізації концептів предметних галузей. Методологічні засади опрацювання інформації щодо стану інфраструктурних об'єктів є такими, що жорстко прив'язані до сфери функціонування, тобто типу послуги, що надається споживачеві. Тому в процесі конструювання онтологія розбивається на універсальну онтологію, загальну для всіх систем цієї проблемної сфери (див. рис. 2), і спеціалізовані онтології, які відображають дані та знання стосовно функціонування відповідних комунальних підприємств.

Висновки

У роботі розроблено ієрархічну онтологічну модель упорядкованої множини предметних галузей управління міською логістичною інфраструктурою як складової комплексної системи управління програмами розвитку логістичної інфраструктури мегаполісу.

Створення системи подібних моделей є базою формалізації інформаційних потоків до зміни зовнішніх і внутрішніх умов, а також засобом інтеграції різнорідних предметних галузей в рамках сумісного розв'язання стратегічних задач управління міською логістичною структурою.

Список літератури

1. Стратегія сталого розвитку України до 2030 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу https://www.undp.org/content/dam/ukraine/docs/SDGreports/UNDP_Strategy_v06-optimized.pdf
2. Сумець О.М. Логістична інфраструктура: теоретичний аспект : монографія / О.М. Сумець, Т.Ю. Бабенкова. – Харків: ХНТУСГ імені П. Василенка, 2010. – 146 с.
3. Вороніна Р.М. Концептуальні засади міської логістики / Р. М. Вороніна, Н.О. Маргіта, О.І. Карий // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Логістика. – 2014. – № 811. – С. 49 – 55.
4. Новожилова М.В. Концепція сіту-логістики в управлінні мегаполісом / М.В. Новожилова, О.І. Чуб, Р.С. Мележек // Комунальне господарство міст. – 2017. – № 139. – С. 115 – 119.
5. Бушуєв С.Д. Зміна парадигм в управлінні інфраструктурними і програмами проєктами / С.Д. Бушуєв, Д.А. Бушуєв, Б.Ю. Козир // Управління розвитком складних систем. – 2019. – №37. – С. 7 – 12.
6. Литвин В.В. Метод побудови інтелектуальних агентів на основі адаптивних онтологій / В.В. Литвин // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Інформаційні системи та мережі. – 2015. – № 829. – С. 186-200.
7. Буров Є.В. Програмні системи на базі онтологічних моделей задач / Є.В. Буров, В.В. Пасічник // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Інформаційні системи та мережі. 2015. – № 829. – С. 36 – 57.
8. Патракеєв І.М. Онтологічне дослідження міського середовища / І.М. Патракеєв // Управління розвитком складних систем. – 2015 – Вип. 23(1). – С. 159 – 168.
9. Палагин А.В. Системно-онтологічний аналіз предметної області / А.В. Палагин А.В., Н.Г. Петренко // Управляющие системы и машины. – 2009. – № 4. – С. 3 – 14.

10. Стрижак О.Є. Засоби онтологічної інтеграції і супроводу розподілених просторових та семантичних інформаційних ресурсів / О.Є. Стрижак // Екологічна безпека та природокористування. – 2013. – Вип. 12. – С. 166 – 177.

11. Noy N.F. *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology* / Noy N.F., McGuinness D.L. // Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880. – Stanford. – 2001. – 23 p.

Стаття надійшла до редколегії 03.11.2019

Бушуев Сергей Дмитриевич

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой управления проектами, orcid.org/0000-0002-7815-8129
Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

Чуб Ольга Игоревна

Кандидат экономических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной системотехники, orcid.org/0000-0002-1216-856X
Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, Харьков

КОНЦЕПЦИЯ ОНТОЛОГИЙ В МОДЕЛИРОВАНИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГОРОДСКОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Аннотация. Управление логистической инфраструктурой большого города предполагает постановку и формализацию задач управления и контроля за развитием совокупности объектов, образующих логистическую инфраструктуру, а также создание и внедрение соответствующего прикладного информационного обеспечения. Рассмотрены составляющие системы управления городской логистической инфраструктурой и разработано множество ее взаимосвязанных моделей предметных областей управления на основе онтологического подхода как базиса инструментальных средств преобразования информации, которая является критической для повышения эффективности системы управления. Создание системы подобных моделей позволит адаптировать исследуемые информационные потоки к изменению внешних и внутренних условий и интегрировать разнородные предметные области в рамках совместного решения стратегических задач управления городской логистической структурой.

Ключевые слова: логистическая инфраструктура города; онтологическая модель; система управления; бизнес-правила

Bushuyev Sergiy

DSc, Professor, Head of Department of Project Management, orcid.org/0000-0002-7815-8129
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Chub Olha

PhD (Economic), Associate Professor, Department of Theoretical and Applied Systems Engineering, orcid.org/0000-0002-1216-856X
Kharkiv National University Karazin, Kharkov

ONTOLOGY CONCEPT IN MODELING A CONTROL SYSTEM URBAN LOGISTICS INFRASTRUCTURE

Abstract. Management of the logistics infrastructure of a big city involves the formulation and formalization of the tasks of management and control over the development of the totality of objects that make up the logistics infrastructure, as well as the creation and implementation of appropriate applied information support. The components of the urban logistics infrastructure management system are considered and many of its interconnected models of management subject areas are developed on the basis of the ontological approach as a basis for information conversion tools, which is critical for increasing the efficiency of the management system. Creating a system of such models will allow us to adapt the studied information flows to changing external and internal conditions and integrate heterogeneous subject areas as part of a joint solution of the strategic tasks of managing the urban logistics structure.

Keywords: logistics infrastructure of the city; ontological model; control system; business rules

References

1. The strategy of steel development of Ukraine to 2030 fate [Electronic resource]. – Access mode https://www.undp.org/content/dam/ukraine/docs/SDGreports/UNDP_Strategy_v06-optimized.pdf
2. Sumets, O.M. & Babenkova, T.Yu. (2010). *Logistic infrastructure: theoretical aspect: monograph*. Kharkiv: KhNTUSG imeni P. Vasilenka, 146.
3. Voronina, R.M., Margita, N.O. & Kariy, O.I. (2014). *Concepts of city logistics*. News of the National University of Lviv Polytechnic. Logistics, 811, 49 – 55.

4. Novozhilova, M.V., Chub, O.I., & Melezhek, R.S. (2017). *The concept of city-logic in the management of a megalopolis. Kommunalnoe gospodarstvo Mist*, 139, 115 – 119.
 5. Bushuyev, S.D., Bushuyev, D.A. & Kozir, B.Yu. (2019). *Paradigm shift in the management of infrastructure projects and programs. Management of development of complex systems*, 37, 7 – 12.
 6. Litvin, V.V. (2015). *The method of incentive intellectual agents based on adaptive ontologies. News of the National University of Lviv Polytechnic. Information systems and measures*, 829, 186 – 200.
 7. Burov, E.V. & Pasichnik, V.V. (2015). *Program systems based on ontological models of tasks. News of the National University of Lviv Polytechnic. Information systems and measures*, 829, 36 – 57.
 8. Patrakeiev, I.M. (2015). *Ontological research of the urban environment. Management of development of complex systems*, 23 (1), 159 – 168.
 9. Palagin, A.V., Petrenko, N.G. (2009). *System-ontological analysis of the subject area. Control systems and machines*, 4, 3 – 14.
 10. Strizhak, O. (2013). *Take care of the ontological integration and the supervisor of the distribution of spacious and semantic information resources. Environmentally friendly and nature-friendly*, 12, 166–177.
 11. Noy, N.F., & McGuinness, D.L. (2001). *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880. – Stanford*, 23.
-

Посилання на публікацію

- APA Bushuyev, Sergiy & Chub, Olha. (2019). *Ontology concept in modeling a control system urban logistics infrastructure. Management of Development of Complex Systems*, 40, 17 – 23; [dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.11968938](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11968938).
- ДСТУ Бушуйєв С.Д. Концепція онтологій у моделюванні системи управління міською логістичною інфраструктурою [Текст] / С.Д. Бушуйєв, О.І. Чуб // *Управління розвитком складних систем*. – 2019. – № 40. – С. 17 – 23; [dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.11968938](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11968938).