

## РОЗВИТОК ОНТОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ТА ТРАНСПОРТУ

Жучий Л. І., Шинкаренко В. І., д.т.н.

*Дніпровський національний університет  
залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна*

**Abstract.** Ontologies are ubiquitous now. The purpose of this paper is to analyse the most prominent ontological projects. They are ebXML, ProSUM, TOVE, RINF, INSPIRE, railML, RailTopoModel, Smart-Rail projects. We also take a look at the very first railway ontology. First three projects model enterprise. Railway infrastructure is the subject of the majority of other projects. We reviewed their implementations, scope, industry, type, purpose and financing organizations. European Union and UIC initiated most of the projects. That means these projects were successfully implemented. Pretty much every project participants aimed to get the ability to work together. Which is what ontologies are made for.

**Ключові слова:** ОНТОЛОГІЯ, КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ, ПІДПРИЄМСТВО, ЗАЛІЗНИЦЯ, XML, UML.

**Вступ.** У даній роботі буде проаналізовано найбільш значні онтологічні проекти виробництва та транспортування. Основа ebXML [1], railML [2] та RINF [3] – XML. Проекти ProSUM [4], INSPIRE [5] та RailTopoModel [6] включають концептуальні моделі, проекти Smart-Rail [7] та TOVE [8] – онтології. Для кожного проекту буде вказано організацію, що ініціювала проект, мету, зміст, галузь промисловості, реалізації.

Актуальність онтологічних та концептуальних моделей в тому, що вони є основою для стандартизації та дозволяють гармонізувати різнорідні дані, будувати логічні виводи, а також спілкуватися та співпрацювати учасникам з різних організацій і різною кваліфікацією без непорозумінь.

**Основний матеріал.** Фреймворк ebXML використовується для електронного обміну даними, і є національним стандартом України. ebXML був ініційований UN/CEFACT (United Nations Centre for Trade Facilitation and Electronic Business) та OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards).

Специфікації включають обмін даними, бізнес процеси та їх складові. Специфікація із бізнес процесів включає шаблони для обміну даними, а саме

семантику, елементи та властивості. Специфікація має на меті підвищити інтероперабельність бізнес процесів і походить від UMM (UN/CEFACT Modeling Methodology).

З поміж інших організацій ebXML застосовується британською національною службою охорони здоров'я, норвезькою національною адміністрацією страхування, Deutsche Bank, paperNet, EFETnet, General Motors.

Проект Євросоюзу ProSUM це складова Strategic Implementation Plan of the European Innovation Partnership on Raw Materials, а також the European Commission's Circular Economy Action Plan. ProSUM означає Prospecting Secondary raw materials in the Urban mine and Mining waste. Концептуальна модель Unified Data Model являє собою ER (Entity-Relationship) модель, систему для класифікації та приведений у відповідність список кодів для всіх матеріалів. Модель є основою для реляційної бази даних PostgreSQL. Словник складається з 13 списків кодів.

Мета проєкту – створення бази даних доступних на ринку товарів, а також класифікації, що перетворює дані у загальний формат для підприємств вторинної переробки.

Проект охоплює відходи видобутку корисних копалин. Взагалі дані в основному стосувалися металів. Urban mine waste та Mining waste це дві окремі моделі. Urban mine waste складається з відходів електричного обладнання, непридатних транспортних засобів та акумуляторів.

Згідно з підсумковим звітом ProSUM було розроблено портал [prosumportal.eu](http://prosumportal.eu), платформу [urbanmineplatform.eu](http://urbanmineplatform.eu). Портал підтримує перегляд даних, діаграм, та карт, що відображують місця зберігання первинної та вторинної сировини. Також портал підтримує пошук у "базі знань" Urban Mine and Mining wastes Metadata catalogue [prosum.geology.cz](http://prosum.geology.cz), що включає більш ніж 800 документів. Платформа має застосунки, використовуючи які можна дізнатися кількість наявної сировини.

Проект TOVE (Toronto Virtual Enterprise Ontologies) належить Університету Торонто. Мета проєкту – розробити онтологію та описову (declarative) семантику.

Онтології TOVE включають онтології організації, дій, ресурсів та внутрішніх контактів. Онтологія організації використовується у підприємницькій діяльності. Онтологія є частиною моделі підприємства TOVE. Онтологія організації потрібна для планування, постановки у відповідність функцій відносно часу, контролю, побудови логічних висновків, зменшення часу на виконання операцій.

Онтологія організації включає онтологію дій та часу і складається із об'єктів, властивостей та відношень. Логіка першого порядку використана для атрибутів, відношень та аксіом. Застосовуються часові проєкції.

Організації IBM, BHP Steel, and Toyo Engineering є користувачами онтологій TOVE. За допомогою “радника” вони можуть порівнювати моделі та обирати кращі.

Реєстр Rinf стосується залізничної інфраструктури і повинен бути розробленим членами Євросоюзу відповідно до Виконавчого рішення Комісії. Згідно з Інструкцією по застосуванню RINF стосується таких підсистем як інфраструктура, електрифікація, частково контроль і сигналізація. У виконавчому рішенні Комісії вказано чотири мети RINF. Перевірка технічної сумісності інфраструктури, можливості надання залізничних послуг. Створення підсистем рухомого складу. Моніторинг інтероперабельності.

Мета директиви Євросоюзу INSPIRE ([In]frastructure for [Sp]atial [I]nfo[r]mation in the [E]uropean Community) створення інфраструктури просторових даних, яка дозволить обмінюватися просторовою інформацією про навколишнє середовище, спростить публічний доступ до неї і допоможе при розробці міжнародних цільових програм.

У директиві INSPIRE визначено 34 просторових теми, серед яких транспортні мережі, охоронні ділянки, енергетичні ресурси, будівлі, здоров'я і безпека людини та інші. Транспортні мережі включають залізничну, дорожню, морську і повітряну інфраструктуру. Специфікація на транспортні мережі стосується просторових (лінія, вузол), часових (temporal) (кінець терміну дії) і тематичних аспектів (ширина колії) залізничної мережі, а також систем позиціонування.

Директиву INSPIRE впроваджено в 35 країнах, розроблено принаймні 203 застосунки для впровадження, 15 практичних застосувань, 18 WEB та мобільних застосунків.

Проект railML (railway markup language) входить до складу UIC ERIM (International Union of Railways). Схема railML має такі підсхеми: розклад, інфраструктура, блокування, рухомий склад, загальна.

Мова railML має більше 40 прикладів використання, серед яких «Маршрути для імітації розкладів (Routes for timetable simulation)» за інформацією норвезьких залізниць, «(Interlocking module engineering data)» повідомлений Thales Germany, Network statement за інформацією SŽDC (менеджер залізничної інфраструктури в Чехії), ProRail (нідерландські залізниці), VaneNOR (норвезькі залізниці).

Проект RailTopoModel також належить UIC. RailTopoModel – це логічна модель для стандартизації залізничної інфраструктури, а також основа для railML 3.1. IRS 30100 «RailTopoModel – Railway infrastructure topological model» – це стандарт Міжнародного союзу залізниць, що стосується топології (лінії, вузли), фізичних об'єктів (станції, мости), нематеріальних об'єктів (обмеження швидкості), логічних об'єктів (сигналізація), систем позиціонування, часу, проектів.

Мета RailTopoModel – надати стандартизований опис залізничної інфраструктури і сприяти досягненню бізнес цілей. railML 3.1 був застосований при розробці застосунку Rail-AiD для моделювання залізничної сигналізації.

Онтологія Railway Domain Ontology [9] – це перша спеціалізована залізнична онтологія, що стосується залізничної інфраструктури та рухомого складу. Мета онтології – надати можливість не-експертам в комп'ютерній області розробляти концепти і відношення для подальшого застосування застосуваннях їх в централізованих додатках. Застосування онтології обмежилося демонстраційними застосунками.

Проект Smart-Rail відноситься до SHIFT2RAIL і є частиною програми Horizon 2020. Керівник проекту – TNO (нідерландська організація прикладних наукових досліджень).

Онтологія включає в себе зацікавлені сторони, залізничну інфраструктуру, логістичну інфраструктуру, бізнес-послуги, транспортні процеси, загальні поняття. Мета онтології – подвійна. Перша – створити модель для поєднання застарілих систем. Друга – розробка загальнозначущих термінології та значень термінів.

В документі D5.3 Semantic interoperability наведено більше 30 прикладів використання, серед яких планування перевезень, визначення місця положення поїзда / вагона, потенційних затримок.

**Висновки.** В роботі досліджено найбільш видатні онтологічні проекти транспорту та виробництва.

З них два проекти впроваджуються в Україні, а саме ebXML та INSPIRE. Ще в 2003 році було затверджено створення базових наборів геопросторових даних INSPIRE в рамках Державної науково-технічної програми розвитку топографо-геодезичної діяльності та національного картографування. Згідно даних Асоціації міст України впровадження затримувалось через відсутність нормативно-правової бази. Станом на 2018-2019 роки ухвалено законопроект «Про Національну інфраструктуру геопросторових даних», що є частиною вимог директиви INSPIRE, а також євроінтеграції України.

Україна є учасником ContentNet, що є реєстром електронного бізнесу держав СНД. Базою ContentNet є ebXML.

Впровадження залізничних онтологічних стандартів країнами Євросоюзу полегшувалося спільною законодавчою базою, а саме директивами RINF та INSPIRE, що є гарною практикою, яку слід впроваджувати і в Україні.

### References

1. Eisenberg B. et al. ebXML Technical Architecture Specification v1. 04, February 2001
2. Офіційний сайт railML [електронний ресурс] – режим доступу: railml.org
3. 2014/880/EU: Commission Implementing Decision of 26 November 2014 on the common specifications of the register of railway infrastructure and repealing Implementing Decision 2011/633/EU (notified under document C(2014) 8784) Text with EEA relevance.
4. Jaco H. et al. Prospecting Secondary Raw Materials in the Urban Mine and mining wastes (ProSUM). Final Report, ISBN: 978-92-808-9060-0 (print), 978-92-808-9061-7 (electronic), December 21, 2017, Brussels, Belgium

5. Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE).
6. IRS30100: 'Railtopomodel – railway infrastructure topological model', 2016.
7. David Krásenský, Laura M. Daniele Deliverable D5.3 Semantic interoperability //Smart-Rail. Smart Supply Chain Oriented Rail Freight Services - 2017
8. Fox M. S., Barbuceanu M., Gruninger M. An organisation ontology for enterprise modelling: preliminary concepts for linking structure and behaviour //Proceedings 4th IEEE Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WET ICE'95). – IEEE, 1995. – C. 71-81.
9. Lewis R. A semantic approach to railway data integration and decision support : дис. – University of Birmingham, 2015.