

Ткаченко К.О., Пархоменко Р.В.

ОНТОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ МЕРЕЖЕВОГО ПРОФЕСІЙНОГО РЕСУРСУ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ

Розглянуто проблематику моделювання складних систем на прикладі мережевого професійного інформаційного ресурсу транспортної галузі. Проаналізовано деякі аспекти, етапи та принципи розробки мережевого ресурсу транспортної галузі та різних її сфер. Визначено основні вимоги до засобів моделювання контенту мережевого професійного ресурсу для вирішення широкого кола теоретичних і практичних проблем національної транспортної галузі та окремих її сфер. Шляхом вирішення проблем було обрано моделювання на основі онтологічного підходу (аналізу та відповідної класифікації елементів такої моделі).

Онтологічний підхід ґрунтується на розумінні онтології як деякої універсальної форми подання знань. Онтології є ефективним засобом для моделювання різних предметних областей, об'єктів та інформаційних ресурсів. Онтологічне моделювання мережевого професійного ресурсу транспортної галузі сприятиме вирішенню практичних і теоретичних задач завдяки врахуванню факторів, що впливають на різні рівні та компоненти мережевого ресурсу.

Наведено основні положення та інструментарій побудови онтології мережевого ресурсу транспортної галузі для визначення концептуальної онтологічної моделі предметної області, що розглядається. Інструментарієм є мова опису онтологій OWL та редактор онтологій Protégé.

Зроблено висновки, що для ефективного формування мережевого ресурсу доцільно організувати спільну діяльність усіх учасників виробничої, технологічної, інформаційної, освітньої, інфраструктурної сфер транспортної галузі на основі онтологічного підходу, враховуючи специфіку кожної предметної області транспортної галузі; мережевий ресурс завдяки комплексному та багатофункціональному контенту сприятиме забезпеченню конкурентоспроможності транспорту в Україні та за її межами; розроблена багаторівнева онтологія сприятиме термінологічній уніфікації та прискоренню пошуку відповідей на запити до контенту мережевого ресурсу транспортної галузі.

Ключові слова: онтологія, онтологічна модель, мережевий ресурс, предметна область, OWL, Protégé, транспортна галузь.

Вступ. В наш час спостерігаються тенденції, які обумовлюють вплив на транспортну галузь України. Однією з них є необхідність розробки конкурентоспроможного професійного мережевого ресурсу. Повнота та коректність сприйняття інформації щодо об'єктів транспортної галузі та процесів, що в ній відбуваються, залежать від багатьох факторів.

Вилучення (отримання, використання для вирішення конкретних практичних завдань тощо) професійних знань з мережевого ресурсу транспортної галузі супроводжується багатьма взаємопов'язаними проблемами, зокрема, такими як:

1. Наявність спеціальних професійних термінів (професійної термінології, які можуть розумітися по-різному фахівцями у різних предметних областях (ПрО) як самої транспортної галузі, так і суміжних галузей (наприклад, освіти, транспортного будівництва, будівництва

транспортної інфраструктури тощо) або викликати складність у розумінні. Все це обумовлює необхідність формування відповідного багаторівневого довідкового контенту.

2. Засвоєння професійних знань (а інколи просто коректного і однозначного розуміння) різними категоріями користувачів спільного професійного мережевого ресурсу.

3. Подолання когнітивного бар'єру при вирішенні практичних задач, що потребують спільної діяльності різних представників як транспортної галузі, так і, зокрема, будівництва транспортної інфраструктури, енергетики, медицини, тощо.

4. Проблема обміну та поширення контенту мережевого професійного ресурсу як між представниками транспортної галузі, так і представниками інших (суміжних) галузей.

5. Взаємодія представників транспортної галузі, що належать до різних предметних її областей (наприклад, транспортний склад, транспортні послуги, що надаються, пасажирів та вантажів, логістичні маршрути, персонал транспортних підприємств тощо).

Постановка проблеми. Сучасні вимоги до мережевого ресурсу, до яких належить, зокрема професійний мережевий ресурс транспортної галузі, аналіз деяких аспектів моделювання контенту такого ресурсу надають можливість обґрунтування використання онтологічного підходу та семантичного моделювання мережевого ресурсу (на прикладі роботи професійного мережевого ресурсу транспортної галузі).

Існуючі підходи до розробки мережевих інформаційних ресурсів на основі відповідного моделювання контенту цих ресурсів обумовили актуальність проблем моделювання процесів підготовки відповідного контенту мережевого ресурсу щодо транспортних засобів, складських приміщень, маршрутів, кадрів тощо. Ці проблеми є наслідком відсутності відповідних дій щодо єдиного професійного мережевого ресурсу транспортної галузі. Тому проблема розробки спільного професійного мережевого ресурсу транспортної галузі, що передбачає визначення технології ефективного та коректного використання контенту цього ресурсу на основі онтологічного підходу та семантичного моделювання, є актуальною.

Мережеві ресурси транспортної галузі необхідні для розв'язання таких проблем, як:

- постановки завдань (наукового, практичного чи освітнього спрямування) та надання відповідної інформації (даних чи знань) для їхнього автоматизованого вирішення;
- автоматизована обробка великих даних, представлених у різних форматах,
- інтеграція даних із різних джерел;
- поєднання (композиція) мережевих служб;
- управління інтелектуальними агентами.

Мережеві ресурси забезпечують вирішення завдань з використанням численних сервісів у сфері надання послуг (транспортних, освітніх, довідкових тощо), пропонують нові підходи до використання великих обсягів інформації, що базуються на нових методах, словниках та концептуальних моделях (семантичних, онтологічних) за допомогою предметно-орієнтованих мов (OWL (*Web Ontology Language*), DSL та ін.) [1 – 3] та відповідних інструментів (Protégé, DSL Tool VS.Net та ін.) [4 – 8].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Розробка мережевого професійного ресурсу транспортної галузі потребує відповідного моделювання та врахування багатьох факторів впливу. Теоретичні основи моделювання складних систем (в тому числі мережевих ресурсів) розглядалися такими вченими, як Гладун А.Я., Рогушина Ю.В. [9], Ткаченко О.І. [10], Лаврищева К.М. [11], Бернерс-Ли Т.Дж. [12]. Зокрема, Жуковицьким І.В., Скалзубом В.В., Устенко А.Б. та Клименко І.В. досліджено можливості створення уніфікованих інтелектуальних автоматизованих систем залізничного транспорту на основі платформи аналітичних серверів та онтологічних систем, призначених для підтримки конструктивно-продукційного моделювання, а також функціонування онтологій, що розширюються та еволюціонують [13].

Підкреслюючи складність проблем, що стоять перед сучасною транспортною галуззю та різноманітними її сферами, слід розглядати проблеми дослідження транспортної галузі та вирішення її практичних і теоретичних задач за допомогою їх моделювання. Тому проблема

розробки контенту мережевого транспортного ресурсу на основі використання відповідних моделей (онтологічних, семантичних, когнітивних, продукційних тощо) є актуальною.

Мета дослідження. Основною метою роботи, що пропонується, є аналіз деяких аспектів моделювання контенту професійних мережевих ресурсів транспортної галузі для подальшої розробки підходів до використання запропонованих моделей при розробці управлінських рішень щодо розвитку та вдосконаленню такого контенту, розширенню класу задач, які можуть вирішуватися за допомогою такого ресурсу. В якості моделі пропонується багаторівнева онтологічна модель.

Основний матеріал дослідження. Запропоноване вирішення перелічених проблем, пов'язане зі створенням способу універсального подання контенту мережного ресурсу у вигляді системи понять ПрО в обмеженій професійній мові. Одним із способів такого представлення (подання) знань є, зокрема, онтологія [14 – 16].

Глобальний інформаційний мережевий ресурс (глобальна семантична мережа) містить безліч ресурсів і інструментів [17 – 19]. Мови опису такого глобального мережевого ресурсу включають набір ключових слів, які дозволяють описувати компоненти та твердження відповідної предметної області (в нашому випадку – як всієї транспортної галузі, так і окремих її сфер чи суміжних сфер). Такі мови (зокрема, OWL, RDF) [1 – 3] застосовуються для опису онтологій, об'єктів і процесів транспортної галузі, конкретних даних, а також для завдання унікальних ідентифікаторів ресурсів (URI (*Uniform Resource Identifier*), URL (*Uniform Resource Locator*)). URL задає унікальні імена елементів мережевого ресурсу (компонентів контенту професійного мережевого ресурсу транспортної галузі). За допомогою URL задається простір імен, що може динамічно розширюватися.

Онтологія (*Ontology*) визначає поняття, відносини та обмеження об'єктів у концептуальній моделі предметної області. Багато онтологій можуть бути включені в будь-який додаток шляхом адаптації до специфічних потреб відповідної предметної області (ПрО) [14 – 16]. Онтологія підтримує комунікації між користувачами та компонентами контенту і окремими компонентами контенту між собою. Онтологія є способом опису ПрО як в цілому транспортної галузі, так і різноманітних її сфер.

Інструменти (*Tools*) можуть належати до одного з наступних типів [18]:

- Конструювання і розвитку контенту мережевого професійного ресурсу транспортної галузі, зокрема, шляхом створення чи імпорту компонентів для онтології екземплярів.

- Надання довідкової інформації (зокрема, для виявлення «вузьких» місць мережевого професійного ресурсу транспортної галузі) забезпечують навігацію по мережевому ресурсу у пошуках відповіді на запитання користувача, причому серед цих інструментів є такі, що забезпечують просту навігацію по онтографу (онтологічній моделі) при пошуку, й такі, що застосовують у повному обсязі відповідні мови запитів.

- Інструменти-резонери, що додають до мережевого ресурсу нові поняття, необхідні користувачам, та механізми виведення. Компоненти виробляють логічні доповнення шляхом класифікації, завдяки якій заповнюється структура класу, дозволяючи належним чином співвідносити поняття та відносини з іншими класами. Резонери включаються в інші інструменти та каркаси та слугують важелями для створення логічно правильних допоміжних тверджень.

- Машини виведення – це машини на правилах дескрипторної логіки. Ці машини використовуються для розширення мережевого професійного ресурсу, додаючи вимір конструкцій знань. Правила дозволяють виконувати злиття онтологій. Машини на правилах можна розглядати як частину загального представлення знань. Кожна машина правил підтримується заданою мовою опису правил. Семантичний каркас мережевого професійного ресурсу поєднує перераховані вище інструменти та дозволяє їм працювати як єдине ціле. Твердження, універсальні ідентифікатори (URI), мови, онтології та дані конкретних екземплярів класів становлять семантично зв'язану інформацію в мережевому професійному ресурсі транспортної галузі, якою маніпулює семантичний каркас, створюючи нові

інструменти, збагачуючи цей ресурс.

Мережеві дані відображають смислове значення даних та інтеграції даних для спільного використання шляхом доступу та обміну компонентами контенту мережевого ресурсу, включаючи використання багатьох джерел даних.

Динамічні дані мережевого професійного ресурсу транспортної галузі дозволяють досягати динамічної (під час виконання) зміни структури та змісту інформації. Фреймворки мережевого професійного ресурсу – це набір програмних засобів, середовищ, бібліотек для створення, маніпулювання та збагачення ресурсу. Вони сприяють створенню виразів, онтологій, мережевих програм та розміщувати їх у глобальному мережевому ресурсі транспортної галузі. Прикладом такого середовища, зокрема, є Protégé.

Формат RDF використовується для збереження метаданих, опису мережевих ресурсів. RDF є каркасом для створення окремих компонентів контенту мережевого професійного ресурсу транспортної галузі. RDFS (*RDF Schema*) – це надбудова над RDF, яка дозволяє створювати класи та властивості об'єктів. Мова OWL побудована на форматах RDF та RDFS і призначена для обробки інформації в мережевому ресурсі. Використовуючи звичайний протокол та мову запитів SPARQL (*Protocol and RDF Query Language*), можна аналізувати RDF-описи компонентів контенту і отримувати необхідну інформацію з мережевого ресурсу.

В основі представлення системи знань транспортної галузі лежить понятійна база, сукупність концептів (понять) та відносин між ними, класифікація понять та їхня таксономія у вигляді тезаурусів, а також методи створення профільних онтологій. До основних напрямів створення онтологій у ПрО, що розглядається, відносяться, зокрема, такі як:

- розробка онтологічних моделей контенту мережевих ресурсів різних сфер транспортної галузі;
- розробка онтологічних моделей, методів та засобів доступу до наявних світових мережевих інформаційних ресурсів;
- створення бібліотек онтологій за профілями сфер знань;
- створення моделей опису готових ресурсів розробки як знань, що повторно використовуються;
- розробка методів та засобів створення комплексу інструментів ведення онтологій;
- розробка довідкових матеріалів щодо застосування контенту мережевого ресурсу для отримання професійних знань, що є необхідними для вирішення різноманітних практичних і теоретичних задач транспортної галузі.

Онтологічне моделювання контенту мережевого професійного ресурсу передбачає визначення основних понять ПрО, відносин та обмеження її елементів. Онтологічна модель контенту мережевого професійного ресурсу включає структури даних, що містять класи об'єктів, їх зв'язки і правила, прийняті в цій галузі.

При описі онтології ПрО, що розглядаються, використовуються індивіди, поняття, атрибути та відносини. Індивіди – це основні, компоненти онтології. Індивідами є об'єкти, як фізичні (люди, будинки, транспортні засоби, тощо), так і абстрактні (числа, слова тощо). Поняття – множини об'єктів ПрО, які включають індивіди, класи або їх об'єднання. Об'єкти ПрО мають атрибути, що визначаються за іменем та значенням.

Опис онтологічної моделі ПрО виконується за допомогою мов OWL, RDF, RDFS [1 – 3] і складається з S-виразів логіки та інших аналогічних форм. Опис онтології мовою OWL – це послідовність аксіом і фактів, інформації про класи, властивості, ресурси та документи мережевого ресурсу транспортної галузі та різноманітних її сфер, які імпортуються через URI і можуть посилатися на XML-схему за формою: < Datatype ID >:: = < URI посилання >.

Одним із основних засобів подання конкретної онтології предметної галузі (зокрема, транспортної) є система Protégé. До засобів опису онтологій ПрО відносяться, зокрема, такі метаконцепти, як класи, факти, аксіомы, фасети, слоти. Класи описують поняття ПрО, а слоти – властивості (атрибути) класів. Фасети описують властивості слотів (конкретні типи та можливі діапазони значень). Клас може бути еквівалентом, підмножиною або перетином

більш загальних класів з обмеженнями.

Аксіома класу містить сукупність описів, які можуть мати вигляд узагальнених класів, обмежень, наборів ресурсів, булевих комбінацій описів. Аксіома містить сукупність понять, які можуть належати до узагальнених класів і включати обмеження, набори ресурсів, булеві комбінації описів тощо. Кожна аксіома задається за допомогою правил та обмежень.

Абстрактні класи є контейнерами конкретних класів та можуть містити абстрактні атрибути, що не містять конкретних значень. Атрибути понять ПрО є слотами, утворюючими класи, якими може бути значення екземплярів атрибутів. Згідно з моделлю подання знань, яка використовується в Protégé, слот є фреймом. Слоти визначаються незалежно від класу, і один і той самий слот може належати різним класам.

Фасети дозволяють вводити обмеження на типи даних та діапазони значень їх екземплярів (значень атрибутів). Слот визначається кількістю значень в екземплярі та обмеженнями для типів цих значень (наприклад, ціле, символічне тощо) та граничними значеннями (min, max). Фасети визначають обмеження на приєднання слота до фрейму класу. Слоти-зразки (*template slots*) та власні слоти (*own slots*) можна приєднати до фрейму (класу) або як слот-зразок або як власний слот, який приєднується до фрейму.

Класи можуть мати власні слоти. Наприклад, документація класу є власним слотом, приєднаним до класу, оскільки описує сам клас, а не екземпляри класу. Факти – це інформація про специфічні ресурси ПрО, що розглядається, у формі класів та властивостей зі значенням цього ресурсу. Аксіоми використовуються, щоб зіставити клас та властивість ідентифікації з частковими або повними специфікаціями характеристик, фахівці (експерти) ПрО можуть пропонувати іншу (притаманну відповідним сферам транспортної галузі) логічну інформацію про класи та властивості. Кожна аксіома класу містить сукупність спільних класів і сукупність локальних обмежень якості.

Між елементами онтологій можуть бути такі відношення:

- узагальнення для звуження суттєвих ознак поняття з розширенням кола понять об'єктів та їхнього обсягу;
- конкретизація як додавання суттєвих ознак, завдяки чому зміст поняття розширюється, а обсяг його звужується;
- агрегація, як поєднання низки понять у нове поняття, суттєві ознаки нового поняття можуть задаватися сумою ознак;
- асоціація як найбільш загальне ставлення, яке стверджує наявність зв'язку між поняттями, не уточнюючи залежності їх від змісту та обсягів.

Нижче наведено приклад фрагменту опису основних процесів життєвого циклу розробки контенту мережевого професійного ресурсу:

```
<AssociationLine Name = "Визначення_вимог"
Type="Main.Визначення_вимог"
ManuallyRouted = "true" FixedFromPoint = "true"
/>AssociationLine>
<AssociationLine Name = Інтеграція_Контенту_Ресурсу"
Type "Main.Інтеграція_Контенту_Ресурсу"/>
<AssociationLine Name = "Інсталяція"
Type = "Main.Інсталяція"/>
<AssociationLine Name = "Експлуатація"
Type = "Main.Експлуатація"/>
<Property Name = "Інтеграція_Контенту_Ресурсу"/>
<Property Name = "Інсталяція"/>
<Property Name = "Визначення_вимог"/>
<Property Name = "Експлуатація" />
```

Онтологічний підхід ґрунтується на розумінні онтології як деякої універсальної форми подання знань. Онтології є ефективним засобом для моделювання різних ПрО, об'єктів та

інформаційних ресурсів (в тому числі й мережевого ресурсу транспортної галузі). Формальна модель онтології для розробки контенту мережевого ресурсу транспортної галузі може бути описана наступним чином: $O = \langle L, C, F, G, H, R, A \rangle$, де $L = L^C \cup L^R$ – словник онтології, що містить множину лексичних одиниць (знаків) для понять L^C та множину знаків для відношень L^R ; C – множина понять онтології, причому для кожного поняття $c \in C$ в онтології існує принаймні одне твердження; F та G – функції посилення такі, що $F: L^C \rightarrow 2^C$ та $G: L^R \rightarrow 2^R$.

Тобто F і G пов'язують множини лексичних одиниць $\{L_j\} \subset L^C$ з множинами понять і відносин, якими вони зв'язуються відповідно до даної онтології. При цьому одна лексична одиниця може відноситися до кількох понять або відносин і одне поняття або відношення може посилатися на кілька лексичних одиниць.

Інверсіями функцій посилення є F^{-1} та G^{-1} ; H – фіксує таксономічний характер відносин (зв'язків), у якому поняття онтології пов'язані нереклексивними, ациклическими, транзитивними відносинами $H \subset C \times C$. Вираз $H(C_1, C_2)$ означає, що поняття C_1 є підпоняттям C_2 ; R – означає бінарний характер відносин між поняттями онтології, що фіксують пари: $\langle \text{область застосування (domain), область значень (range)} \rangle$, тобто пари (D, R) з $D, R \in C$; A – набір аксіом онтології.

Розробка контенту мережевого ресурсу транспортної галузі здійснюється на основі комплексу онтологій і сприяє, зокрема:

- розвитку міжнародної кооперації у транспортній галузі;
- узгодженню та уніфікації галузевих понять;
- розвитку мережевого навчання у транспортній галузі.

Відмінною особливістю реалізації контенту є метод створення онтології мережного ресурсу транспортної галузі, що ґрунтується на використанні контрольованої (професійно обмеженої) природної мови, яка розробляється як мова подання знань. Вона створена шляхом обмеження граматики, термінології та мовних зворотів. Накладені обмеження призначені для усунення неоднозначності природної мови. При цьому ключові поняття та зв'язки відображаються у вигляді: $\langle \text{суб'єкт} - \text{предикат} - \text{об'єкт} \rangle$.

Створення онтологій мережевого ресурсу транспортної галузі контрольованою природною мовою сприяє зближенню семантичного вебу та природної мови, зрозумілої «звичайним» користувачам. Мережевий ресурс реалізовано на вебплатформі та підтримує стандарти семантичного вебу, технології якого дозволяють визначати та зв'язувати всі дані в мережі для більш ефективної їхньої обробки, інтеграції та повторного використання в різних додатках тощо. У редакторі онтологій Protégé реалізовано можливість експорту та імпорту онтологій у стандартних форматах опису (OWL, RDF).

Можна відзначити, що мережевий професійний ресурс – це портал знань транспортної галузі. Цей інструмент повністю підтримує новітню мову вебонтологій OWL, а також специфікації RDF від W3C і надає користувачам набір інструментів для створення моделей Про та систем, заснованих на знаннях.

Створення предметної онтології «згори донизу» передбачає роботу з експертами у визначених Про, і навіть аналіз текстів. Одним з важливих кроків при побудові предметної онтології є складання списку всіх термінів, про які потрібно щось сказати або які потрібно пояснити користувачеві. Потім виконується розробка ієрархії класів та визначення властивостей понять.

Створення онтологій у Protégé дозволяє розробнику оперувати такими поняттями, як класи (Classes), властивості об'єктів (Object Properties), властивості типу даних (Data Properties) та екземпляри (Individuals). При створенні онтології контенту мережевого ресурсу транспортної галузі методом «знизу догори» передбачається побудова онтології на основі експертних та емпіричних знань. При цьому, зокрема:

- готовий контент (або окремі його фрагменти: текстові, візуальні, числові тощо) може мати як об'єктивний, так і суб'єктивний характер;
- стилістика текстового заповнення контенту мережевого ресурсу суттєво впливає на

кінцевий результат онтологізації;

- семантика текстових фрагментів контенту мережевого ресурсу може бути неоднозначною;

- автори текстових фрагментів контенту мережного ресурсу, як правило, не мають навичок логічних виведень та отримання логічного висновку, і тому тексти можуть мати логічні протиріччя та/або неповноту.

Розробка онтологій контенту мережевого ресурсу транспортної галузі передбачає:

- Підготовку контенту (текстових фрагментів, числових, візуалізованих фрагментів (елементів) тощо).

- Розміщення підготовленого раніше контенту та такого, що динамічно оновлюється, в програмному середовищі (дружньому, досить простому для користувачів, що не є фахівцями в галузі інженерії знань).

Висновки. Проведена робота щодо розробки мережевого професійного ресурсу транспортної галузі обумовила наступні висновки:

- доцільно організувати спільну діяльність усіх учасників виробничої, технологічної, інформаційної, освітньої, інфраструктурної сфер транспортної галузі на основі онтологічного підходу, враховуючи специфіку кожної Про транспортної галузі;

- мережевий ресурс транспортної галузі завдяки комплексному та багатофункціональному контенту сприяє забезпеченню конкурентоспроможності транспорту як в Україні, так і за кордоном;

- реалізація контенту мережевого ресурсу з використанням обмеженої професійної мови дозволяє скоротити розрив між семантичним вебом та природною мовою «звичайних» користувачів;

- розроблена багаторівнева онтологія сприяє термінологічній уніфікації та прискорює пошук відповідей на запити до контенту мережевого ресурсу транспортної галузі.

ЛІТЕРАТУРА

1. OWL. Web Ontology Language. URL: <http://www.w3.org/>
2. Rubin D.L., Knublauch H., Fergerson R.W., Dameron O., Musen M.A. Protégé-OWL: Creating Ontology-Driven Reasoning Applications with the Web Ontology Language. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1560433/>
3. Allemang D., Hedler J.A. Semantic web for the working ontologist modeling in RDF, RDFS and OWL. Morgan Kaufmann, 2008. 352 p.
4. Protégé. URL: <http://protege.stanford.edu/>
5. Hebel S., Fisher M., Blace R., Peter-Lopes A. Semantic Web programming. Wiley Publishing Inc., 2008. URL: <http://semwebprogramming.org>
6. Semantic Web. Representation of data on the World Wide Web, based on the RDF standards. URL: <http://www.w3.org/2001/sw/>
7. OASIS/ebXML Registry Information Model. URL: <http://www.oasis-open.org/cojmmetees/specs/ebxml>
8. Roman D., Lausen H., Keller U. (eds.): Web Service Modeling Ontology (WSMO). URL: <http://www.w3.org/Submission/wsmo>
9. Rogushina J., Gladun A. Ontology-based competency analyses in new research domains. //Journal of Computing and Information Technology, 2012. Vol. 20(4). P. 277-291
10. Ткаченко О.А., Ткаченко О.І. Деякі аспекти ситуаційно-семантичного моделювання складних об'єктів, процесів та систем //Водний транспорт. 2017. Вип.№ 1 (26). С.129-133.
11. Lavrisheva E. Ontological Approach to the Formal Specification of the Standard Life Cycle. //Science and Information Conference-2015 (July 28-30, 2015, UK, London). p.965-972.
12. Berners-Lee T.J. Spinning the Semantic Web: Bringing the World Wide Web to Its Full Potential. The MIT Press, 2005.

13. Жуковицький І.В., Скалозуб В.В., Устенко А.Б., Клименко І.В. Формування інтелектуальних інформаційних технологій залізничного транспорту на основі моделей аналітичних серверів та онтологічних систем. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, 2018. № 6. С. 3-11. DOI: 10.18664/ikszt.voi6.151635.
14. Guarino N. Formal ontology, conceptual analysis and knowledge representation. //Int. J. of Human Computer Studies, 2015. Vol. 43(5/6). P. 625-640.
15. Kasenchak B., Lehnert A.E. Introduction to Ontology Concepts and Modeling. URL: <https://boxesandarrows.com/introduction-to-ontology-concepts-and-modeling/>
16. Qiao L., Qie Yi., Zhu Z., Zhu Yi., Khaleeq U. An ontologybased modelling and reasoning framework for assembly sequence planning. //International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2017. 94 (9-12). P.4187 - 4197. DOI: 10.1007/s00170-017-1077-4.
17. Web Service Glossary. URL: <http://www.w3.org/TR/ws-gloss>
18. De Bruijn J., Lausen H., Krummenacher R., Polleres A., Predoiu L., Kifer M., Fensel D. The Web Service Modeling Language (WSML). URL: <http://www.w3.org/Submission/wsml>
19. Semantic Annotations for WSDL and XML Schema. W3C Recommendation. URL: <http://www.w3.org/TR/sawSDL/>

REFERENCES

1. OWL. Web Ontology Language. URL: <http://www.w3.org/>
2. Rubin D.L., Knublauch H., Fergerson R.W., Dameron O., Musen M.A. Protégé-OWL: Creating Ontology-Driven Reasoning Applications with the Web Ontology Language. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1560433/>
3. Allemang D., Hedler J.A. (2008). Semantic web for the working ontologist modeling in RDF, RDFS and OWL. Morgan Kaufmann. 352 p.
4. Protégé. URL: <http://protege.stanford.edu/>
5. Hebel S., Fisher M., Blace R., Peter-Lopes A. (2008). Semantic Web programming. Willey Publishing Inc. URL: <http://semwebprogramming.org>
6. Semantic Web. Representation of data on the World Wide Web, based on the RDF standards. URL: <http://www.w3.org/2001/sw/>
7. OASIS/ebXML Registry Information Model. URL: <http://www.oasis-open.org/cojmmetees/specs/ebRim>
8. Roman D., Lausen H., Keller U. (eds.): Web Service Modeling Ontology (WSMO). URL: <http://www.w3.org/Submission/wsmo>
9. Rogushina J., Gladun A. (2012). Ontology-based competency analyses in new research domains. //Journal of Computing and Information Technology. Vol. 20(4). P. 277-291
10. Tkachenko O.A., Tkachenko O.I. (2017). Deyaki aspekty sytuatsiyno-semantychnoho modelyuvannya skladnykh ob'ektiv, protsesiv ta system [Some aspects of situational-semantic modeling of complex objects, processes and systems] // Vodnyy transport [Water transport]. Vyp. № 1 (26). P.129-133. (in Ukrainian).
11. Lavrisheva E. (2015). Ontological Approach to the Formal Specification of the Standard Life Cycle. //Science and Information Conference-2015 (July 28-30, UK, London). P. 965-972.
12. Berners-Lee T.J. (2005). Spinning the Semantic Web: Bringing the World Wide Web to Its Full Potential. The MIT Press.
13. Zhukovyts'kyy I.V., Skalozub V.V., Ustenko A.B., Klymenko I.V. (2018). Formuvannya intelektual'nykh informatsiynykh tekhnolohiy zaliznychnoho transportu na osnovi modeley analitychnykh serveriv ta ontolohichnykh system. [Formation of intelligent information technologies of railway transport based on models of analytical servers and ontological systems] // Informatsiyno-keruyuchi systemy na zaliznychnomu transporti [Information and control systems in railway transport]. № 6. P. 3-11. DOI: 10.18664/ikszt.voi6.151635. (in Ukrainian).

14. Guarino N. (2015). Formal ontology, conceptual analysis and knowledge representation. //Int. J. of Human Computer Studies. Vol. 43(5/6). P. 625-640.
15. Kasenchak B., Lehnert A.E. Introduction to Ontology Concepts and Modeling. URL: <https://boxesandarrows.com/introduction-to-ontology-concepts-and-modeling/>
16. Qiao L., Qie Yi., Zhu Z., Zhu Yi., Khaleeq U. (2017). An ontologybased modelling and reasoning framework for assembly sequence planning. //International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 94 (9-12). P.4187 - 4197. DOI: 10.1007/s00170-017-1077-4.
17. Web Service Glossary. URL: <http://www.w3.org/TR/ws-gloss>
18. De Bruijn J., Lausen H., Krummenacher R., Polleres A., Predoiu L., Kifer M., Fensel D. The Web Service Modeling Language (WSML). URL: <http://www.w3.org/Submission/wsml>
19. Semantic Annotations for WSDL and XML Schema. W3C Recommendation. URL: <http://www.w3.org/TR/sawSDL/>

Tkachenko K.O., Parkhomenko R.V.

ONTOLOGICAL APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF THE NETWORK PROFESSIONAL RESOURCE OF THE TRANSPORT INDUSTRY

The problems of modeling complex systems are considered using the example of network professional information resource of transport industry. Some aspects, stages and principles of development of the network resource of transport industry and its various spheres are analyzed. The main requirements for modeling the content of the network professional resource for solving a wide range of theoretical and practical problems of the national transport industry and its individual areas are defined. Modeling based on the ontological approach (analysis and appropriate classification of the elements of such model) was chosen as the way to solve the problems.

The ontological approach is based on the understanding of ontology as a universal form of knowledge presentation. Ontologies are an effective tool for modeling various subject areas, objects and information resources. Ontological modeling of the network professional resource of the transport industry will contribute to the solution of practical and theoretical problems due to the consideration of factors affecting different levels and components of the network resource.

Main provisions and tools for building the ontology of the network resource of the transport industry are presented to determine the conceptual ontological model of the subject area under consideration. The toolkit is the OWL ontology description language and ontology editor Protégé .

It was concluded that for the effective formation of a network resource, it is advisable to organize joint activities of all participants in the production, technological, informational, educational, infrastructure spheres of the transport industry based on an ontological approach, taking into account the specifics of each subject area of the transport industry; the network resource, thanks to complex and multifunctional content, will contribute to ensuring the competitiveness of transport in Ukraine and beyond; the developed multi-level ontology will contribute to terminological unification and speed up the search for answers to requests for the content of the network resource of the transport industry.

Keywords: *ontology, ontological model, network resource, domain, OWL, Protégé, transport industry.*