

УДК 519.711.2

Онтологічна модель оцінки ефективності функціонування наукових установ

Л.С. Глоба, Р.Л. Новогрудська, Б.О. Задюченко

*Національний технічний університет України**"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" проспект Перемоги 37, м.Київ, 03056, Україна**Національний центр «Мала академія наук України» вул. Дегтярівська 38/44, м.Київ, 04119, Україна
e-mail: rinan@ukr.net*

В статті представлено підхід до оцінки якості функціонування наукових установ на базі онтологій. На сьогоднішній день існує велика кількість наукових установ та профільних організацій ефективність функціонування яких напряму залежить якості послуг які вони надають. В процесі свого функціонування установи накопичують велику кількість інформації (наукові статті, звіти, рейтинги працівників, економічні показники та ін.) яка може бути використана для їх оцінки за загальнодержавними критеріями в автоматичному режимі. В наведеному дослідженні пропонується використовувати онтологічну модель для зберігання, представлення та маніпулювання такою інформацією. Онтологія дозволить не лише структурувати та систематизувати дані наукових установ, але і виконати процедуру оцінки якості за рахунок механізму онтологічного логічного виведення. Загальну онтологію для опису діяльності наукових установ представлено системою п'яти зв'язних компонент. Описано структуру такої системи, виділено базові елементи її онтологій, а також зв'язки між ними. Розроблено онтологію діяльності наукової установи на базі технологічної платформи ТОДАОС.

Ключові слова: наукова установа, оцінка якості, діяльність, модель представлення знань, онтологія, модель, клас, відношення.

The article presents an approach to assessing the quality of functioning of scientific institutions based on ontologies. Today, there are a large number of scientific institutions and specialized organizations whose efficiency depends on the quality of the services they provide. In the course of their operation, institutions accumulate a large amount of information (scientific articles, reports, employee ratings, economic indicators, etc.) that can be used to evaluate them automatically by national criteria. This study proposes to use an ontological model to store, present and manipulate with such information. Ontologies are new intelligent tools for finding resources on the Internet, new methods for representing and processing knowledge and queries. They are able to accurately and efficiently describe the semantics of data for a certain domain and solve the problem of incompatibility and inconsistency of concepts. The ontological approach allows the continuous improvement of the model based on basic ontologies by completing and developing them. The ontology will allow not only to structure and systematize the data of scientific institutions, but also to perform the procedure of quality assessment through the mechanism of ontological logical inference. A general ontology for describing the activities of scientific institutions is represented by a system of five connected components. In the paper the structure of such a system is described, basic elements of its ontologies and the connections between them are highlighted. The ontology of the scientific institution activity is developed using specific technological platform TEDAOS - "Transdisciplinary Educational Dialogues of Applications' Ontology Systems".

Keywords: scientific institution, quality assessment, activity, model of knowledge representation, ontology, model, class, relationship.

В статье представлены подход к оценке качества функционирования научных учреждений на базе онтологий. На сегодняшний день существует большое количество научных учреждений и профильных организаций эффективность функционирования которых напрямую зависит качества услуг, которые они предоставляют. В процессе своего функционирования учреждения накапливают большое количество информации (научные статьи, отчеты, рейтинги работников, экономические показатели и др.), которая может быть использована для их оценки общегосударственными критериям в автоматическом режиме. В приведенном исследовании предлагается использовать онтологическую модель для хранения, представления и манипулирования такой информацией. Онтология позволит не только структурировать и систематизировать данные научных учреждений, но и выполнить процедуру оценки качества за счет механизма онтологического логического вывода. Общую онтологию для описания деятельности научных учреждений представлено системой пяти связанных компонент. Описана структура такой системы, выделены базовые элементы ее онтологий, а также связи между ними. Разработан онтологию деятельности научного учреждения на базе технологической платформы ТОДАОС.

Ключевые слова: научное учреждение, оценка качества, деятельность, модель представления знаний, онтология, модель, класс, отношения.

1. Вступ

На сьогоднішній день існує велика кількість державних та приватних установ які надають послуги у різних сферах життєдіяльності суспільства. Затребуваність таких установ напряму залежить від ефективності їх функціонування. Особливо важливою характеристикою ефективності функціонування є для організацій задіяних в сфері науки та освіти, оскільки саме від

якості послуг, які вони надають залежить майбутній рівень розвитку держави та життєдіяльності її громадян. Саме тому на сьогодні існують певні загальноприйняті принципи оцінки таких організацій. Процес такої експертної оцінки наведено та затверджено у відповідних нормативних документах [1].

Бурхливий розвиток інформаційних технологій привів до появи великої кількості інформаційних систем, які можуть бути використані в процесі роботи співробітників різних організацій. Зазвичай такі системи надають можливість зберігати певну інформацію яка продукується організацією, реалізувати можливість документообігу та характеризуються наявністю в їх середовищі особистих інформаційних середовищ для кожного співробітника. Однак, використання таких систем саме для освітніх та наукових організацій не є достатньо обґрунтованим. Процес функціонування таких організацій пов'язаний з певними специфічними особливостями які не є характерними для іншого типу установ. Так, наприклад, важливими показниками освітнього та наукового процесів є кількість публікацій, цитування, різноманітні наукові індекси та рейтинги, участь у міжнародних проектах та програмах, виконані наукові теми, підготовлені спеціалісти різних кваліфікаційних рівнів за різними спеціальностями і спеціалізаціями та інше. Саме тому класичні інформаційні системи не є придатними для використання в таких організаціях.

В процесі свого функціонування установи накопичують велику кількість інформації (наукові статті, звіти, рейтинги працівників, економічні показники та ін.), яка може бути використана для їх оцінки за загальнодержавними критеріями. Для оцінки ефективності роботи організації використовується інформація, яка вже є накопиченою на рівні організації. Отже, систематизація та структуризація такої інформації не лише полегшить її обробку на рівні установи, але і може надати можливість використовувати її відповідним органам в процесі оцінки якості функціонування установи. Також, зважаючи на сучасний стан розвитку інформаційних технологій, важливо щоб така оцінка проводилась в автоматичному чи напівавтоматичному режимі. Для вирішення описаних задач необхідно реалізувати автоматизовану інформаційну технологію, яка б надавала можливість систематизації та структуризації інформації накопиченої на рівні організації та подальшої оцінки такої інформації за заданими заздалегідь критеріями. Розробка такої інформаційної технології може базуватися на інформаційному моделюванні з використанням сучасних засобів та моделей представлення знань.

У роботі наведено підхід до представлення інформації яка накопичується в різноманітних наукових установах за допомогою онтологічної моделі. Онтологічне представлення дозволить проводити оцінку якості функціонування наукових установ на базі загальнодержавних принципів такої оцінки. Інформація про організацію процесу оцінки, а також загальноприйняті критерії оцінювання також зберігатимуться в онтологічній моделі. Визначені в моделі асоціативні відношення між об'єктами, які представляють терміни предметної області дозволять пов'язати показники діяльності організації з критеріями за якими проводиться оцінка.

2. Огляд основних досліджень за напрямком та базові поняття

В останні роки, завдяки стрімкому розвитку та застосуванню технології штучного інтелекту для розробки інформаційних систем постала необхідність створення підходу орієнтованого на зручне для користувача представлення опису знань, які акумулюються в таких системах. Одним з таких підходів є розробка карт знань. Карта знань - це інструмент, який представляє обрану область знань та зв'язки всередині неї у графічній формі [2]. Термін картографування знань визначається як процес, методи та інструменти аналізу областей знань з метою виявлення особливостей чи значення та візуалізації їх у вичерпній, прозорій формі такі, що чітко підкреслюються важливі для бізнесу функції [3].

На сьогоднішній день виділяють декілька видів карт знань:

- ієрархічна карта знань – представляють концепти залежності між якими можна представити відношенням підпорядкування,
- мережева карта знань – структура, яка задає відношення між концептами у вигляді графу,
- карта процесу знань (потоків знань) - використовується як інструмент для опису процесів.

– карта джерела знань – описує поняття предметної області та зв'язки між ними в рамках певної сфери знань.

У роботі [4] наведено декілька категорій, які стосуються карт знань.

1. Зміст карти: Описує елементами карти знань
2. Користувачі: Деякі карти знань можуть бути лише для особистого використання, а деякі для використання цілою організацією.
3. Форма карти: Задає та описує спосіб представлення карти знань, її форму візуального представлення. (таблиця, концептуальна схема, діаграма процесу, ієрархічний список).
4. Спосіб створення карти: карти можуть створюватися автоматично, вручну, редагуватись ітеративно, тощо.

Навігація на основі карти знань видається цілком природною для розуміння користувачем, оскільки представляє опис концепті та зв'язків між ними у візуальній формі. В свою чергу, візуалізація та пошук знань є ключовими прийомами здійснення ефективного управління знаннями [5]. Важливим також, є те, що карти знань не лише переставляють інформацію у формі, яка зрозуміла користувачу, але і розроблені за стандартами «зрозумілими» для машинної обробки.

Карта знань - це, як правило, візуальне зображення «знань про знання», а не самого знання. Такий підхід, в основному допомагає виявити джерела знань та структуру знань, представляючи елементи та структурні компоненти досліджуваних областей різних галузей знань. Оскільки карта знань відображає верхній рівень представлення знань (візуальне представлення), її розробка повинна бути підкріплена певною загальноприйнятою методикою, моделлю чи стандартом представлення знань. Останні, в свою чергу, дозволяють саме описати знання в тій формі, яка буде прийнятною для подальшої обробки методами штучного інтелекту.

Розглянемо більш детально існуючі моделі представлення знань, які використовуються саме для вирішення задачі представлення знань певної предметної області.

Продукційні моделі представлення знань. Продукції є найбільш популярними засобами представлення знань в інформаційних системах. Продукційна модель – це модель, заснована на правилах, яка дозволяє представити знання у вигляді пропозицій типу «Якщо (умова), то (дія)». [6, 7]. Під "умовою" (антицедентом) розуміється деяка пропозиція – зразок, за яким здійснюється пошук у базі знань, а під "дією" (консеквентом) – дії, що виконуються при успішному результаті пошуку (вони можуть бути проміжними, виступаючими далі як умови, і термінальними або цільовими, завершальними для роботи системи). Найчастіше висновок на такій базі знань буває прямий (від даних до пошуку мети) або зворотний (від цілі для її підтвердження до даних).

Будь-яке правило продукційної моделі складається з однієї або кількох пар атрибут-значення. У робочій пам'яті продукційної системи зберігаються пари атрибут-значення, істинність яких встановлена в процесі виконання конкретного завдання. Вміст робочої пам'яті змінюється в процесі виконання завдання [8]. При описі знань конкретної предметної області для структуризації ресурсів окрему сутність предметної області розглядають як об'єкт, а дані, що зберігаються в робочій пам'яті, представляють значення, які приймають атрибути цього об'єкта. Однією з переваг такого представлення знань є уточнення контексту, в якому застосовуються правила. Правила з бази правил можуть спрацьовувати більше одного разу в процесі одного логічного висновку, оскільки одне правило може застосовуватися до різних екземплярів об'єкта (але не більше одного разу до кожного екземпляру).

Фреймові моделі представлення знань. Фреймова модель ґрунтується на такому понятті як фрейм (англ. frame – рамка, каркас). Фрейм – це структура даних для представлення деякого концептуального об'єкта [9]. Інформація, що відноситься до фрейму, міститься в складових його слотів. Слоти можуть бути термінальними або бути фреймами, таким чином утворюючи цілу ієрархічну мережу. Фрейм має майже однорідну структуру і складається зі стандартних одиниць. Кожна така одиниця (слот) містить назву і має своє значення [10]. Формально фрейм – це тип даних виду:

$$F = \langle N, S_1, S_2, S_3 \rangle,$$

де N – ім'я об'єкту;

S_i – множина слотів, що містять факти, які визначають декларативну семантику фрейму;

S_2 – множина слотів, що забезпечують зв'язки з іншими фреймами (каузальні, семантичні і т. д.);

S_3 – множина слотів, що забезпечують перетворення, які визначають процедурну семантику кадру.

Склад фреймів і слотів в кожній конкретній фреймовій моделі може бути різний, проте в рамках однієї системи доцільно єдине представлення для усунення зайвого ускладнення [11, 12]. У цілому фреймова модель допускає відношення всіх властивостей декларативних і процедурних знань. Глибина вкладеності слотів у фреймі (число рівнів) залежить від предметної області та мови, що реалізує модель.

Сукупність упорядкованих фреймів називається сценарієм. Структура фрейму зазвичай використовується для «розуміння» природних мов, а також для опису механічних пристроїв та процесу їх функціонування. Це пов'язано з тим, що механічні пристрої складаються з великої кількості елементів, які пов'язані між собою. Кожен фрейм може зберігати інформацію про конкретний елемент, а сукупність фреймів поєднаних між собою буде сценарієм, представляючим певний механічний пристрій. [13].

Логічні моделі представлення знань. Логічна (предикатна) модель представлення знань заснована на алгебрі висловлювань та предикатів, на системі аксіом цієї алгебри та її правилах виводу. З предикатних моделей найбільше поширення отримала модель предикатів першого порядку, що базується на термах та предикатах. Всі знання про предметну область в такій моделі описуються у вигляді формул такої логіки або правил виводу [14]. Опис у вигляді формул дає можливість представити декларативні знання, а правила виводу – процедурні знання. Модель предметної області за допомогою логічної моделі можна визначити спрощено у вигляді: <Модель предметної області> = <понятійні знання> + <конструктивні знання>. Логічні моделі зручні для представлення логічних взаємозв'язків між фактами, вони формалізовані, для їх використання є зручний і адекватний інструментарій, наприклад, мова логічного програмування Пролог [15]. В основі моделей такого типу лежить формальна система, що задається четвіркою виду:

$$M = \langle T, P, A, B \rangle,$$

де множина T є множиною базових елементів різної природи.

множина P є множиною синтаксичних правил.

множина A є множиною аксіом.

множина B є множиною правил виведення.

Онтологічні моделі. Одним із існуючих на сьогоднішній день підходів до ідентифікації предметної області, заснованих на ідеї концептуального моделювання, є онтологічне моделювання. Концептуальна або понятійна модель предметної області описує її як сукупність понять (концептів, термінів) і відношень між ними, яким відповідають сутності з реального світу [16]. Цьому відповідає класичне представлення онтологічної моделі, в якому онтологія задається трьома кінцевими підмножинами: концептів, зв'язків і функцій інтерпретації. При моделюванні предметної області як сфери діяльності, відношення між поняттями також є поняттями, що описують відношення [17]. Поняття, віднесені до класу відношень, використовуються для опису процесів і явищ реального світу. Змістовна модель предметної області для понятійної моделі задається орієнтованим поміченим графом, вершини якого інтерпретуються як інформаційні елементи, що відповідають реальним об'єктам предметної області. Виділяються два типи відношень в об'єднанні моделей: змістовні, що визначають відношення одного інформаційного елемента до іншого, і понятійні, що визначають відношення елемента до концепту з понятійної ПО [18].

Формально онтологічна модель може бути задана як:

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

де C – кінцева множина концептів (понять) предметної області,

R – кінцева множина відношень між концептами,

F – кінцева множина функцій інтерпретації, заданих на концептах і/або відношеннях.

Онтологічний підхід дозволяє проводити постійне удосконалення моделі на основі базових онтологій шляхом їх добудови та розвитку [19]. Онтологія включає як опис предметної області, так і опис релевантних їй ресурсів. Частина онтології, що описує конкретну предметну область, включає в себе сукупність термінів і відношень семантично значущих для даної предметної

області, а також правил, згідно з якими можна будувати твердження про елементи предметної області [20].

Проведений аналіз дозволяє стверджувати, що вибір виду моделі представлення знань залежить від вимог які висуваються до проектованої системи. Так, з розглянутих моделей, продукційні доцільно використовувати в випадку розробки системи направленої на реалізацію експертних висновків з жорсткою структурою «причина-наслідок»; фреймові моделі використовуються для реалізації сценарного підходу з метою створення систем орієнтованих на прогнозування та моделювання майбутніх подій; логічні моделі застосовуються для представлення інформації у вигляді формальних математичних структур, які доцільно використовувати за необхідності оптимізації чи автоматизації певних процесів під час проектування інформаційних систем; онтологічні моделі можливо застосовувати як з метою представлення інформації в процесі проектування системи, так і для подальшого оперування такою інформацією. Саме онтологічні моделі можна використовувати як універсальний засіб для інтеграції даних та знань із різномірних джерел інформації. Використання онтологій дозволяє структурувати, систематизувати та класифікувати інформацію. Важливою характеристикою онтологічних моделей представлення знань є те, що структура онтологічної моделі апіорі вписується в парадигму семантичної павутини, що робить можливим автоматизоване налаштування та використання розробленої онтології в Інтернет середовищі. Така характеристика є затребуваною з точки зору розробки сучасних інформаційних систем, основною вимогою до яких є надання он-лайн доступу користувачам у режимі реального часу. Ще однією особливістю онтологічних моделей є можливість проведення логічних висновків, за рахунок наявних в моделі відношень асоціативного виду. Логічні висновки дозволяють організувати змістовний пошук по інформаційному простору моделі, а також проводити певні заключення (умовиводи) по знанням, які зберігаються в моделі. Саме така особливість може бути покладена в основу оцінки якості показників певної предметної області, якщо данні та знання такої предметної області представити за допомогою онтологій.

3. Система онтологій для моніторингу та оцінки діяльності наукових установ

В процесі організації наукової діяльності, з послідуною її оцінкою, задіяні декілька основних процесів: організація діяльності функціонування установи; визначення показників, за якими можна виявити рівень виконання певного виду діяльності в науковій установі; наявність критеріїв оцінки таких показників, за допомогою яких можна виконати якісну оцінку досягнень організації та встановити чи відповідає її діяльність затребуваним вимогам; організація безпосередньо процесу оцінювання установи з визначенням послідовності дій, обігу відповідних документів та задіяних організацій.

Виходячи з цього, пропонується в онтології діяльності наукових установ виділити декілька онтологій. В результаті такого виділення загальна онтологія діяльності наукових установ буде являти собою систему онтологій, кожна з яких буде описувати відповідний підпроцес в рамках як діяльності самої установи, так і процесу її оцінки зовнішніми організаціями та міністерствами. Сама ж система дозволить в повній мірі описати усі необхідні елементи, процеси та їх значення для визначення рівня ефективності діяльності установи.

Система онтологій для моніторингу та оцінки діяльності наукових установ являє собою сукупність декількох компонентів (Рис. 1). Розроблена система включає такі онтології як:

– Онтологія діяльності наукових установ (ОДНУ) – відображає усі можливі процеси які відбуваються в рамках наукового процесу в межах діяльності наукових установ. ОДНУ описує процес функціонування та взаємодії наукових установ, об'єкти та суб'єкти які мають відношення до такого процесу, базові елементи які задіяні на всіх рівнях нагляду, моніторингу та оцінки наукового процесу який проходить в певній науковій установі. Онтологія діяльності є інтегральною онтологією та поєднує наступні онтології: онтологія організації наукової діяльності, онтологія оцінювання ефективності діяльності, онтологія моніторингу наукової діяльності.

– Онтологія організації діяльності установи (ООДУ) – описує загальні поняття, які стосуються організації наукової діяльності в цілому. Онтологія організації наукової діяльності є онтологією верхнього рівня, та включає загальні поняття стосовно процесу організаційного процесу, який відбувається в установах різного типу та виду.

– Онтологія показників діяльності установи (ОПДУ) – дозволяє детально описати показники по усім аспектам діяльності установи. На базі таких показників з врахуванням критеріїв оцінки в подальшому можна проводити якісну оцінку діяльності установи.

– Онтологія оцінювання діяльності наукових установ (ООДНУ) вводить поняття, які дозволяють провести оцінку ефективності наукової діяльності певної наукової установи в рамках її державної перевірки або встановлення її наукового рівня. ООДНУ включає в себе дві онтології, описують усі необхідні для оцінки установи елементи.

– Онтологія критеріїв оцінювання діяльності установи (ОКОДУ) – задає критерії для оцінки ефективності діяльності установи. Поняття ОКОДУ є контекстно-незалежними структурами для відображення показників діяльності установи в розрізі оцінки такої діяльності. В онтології, також, визначено шкалу за якою проводиться оцінка. Можна стверджувати, що використовуючи елементи ООЕД є можливість виконати оцінку індексу якості виконаних робіт в процесі функціонування певної установи.

– Онтологія організації оцінювання діяльності установи (ОООДУ) описує сам процес проведення оцінки відповідними органами. Така онтологія включає елементи для визначення послідовності дій в процесі оцінювання, обігу відповідних документів та задіяних в процесі оцінювання організацій та підрозділів.

– Онтологія предметної області – базується на системній класифікації наукової діяльності, організаційній структурі підпорядкованості організацій, градації і класифікації документів для оцінки діяльності установ. Онтологія предметної області задає структури для безпосереднього опису наукового та організаційного процесу, який відбувається в організації.



Рис. 1. Система онтологій діяльності наукових установ

Екземпляри класів і відношень, визначених у онтології діяльності наукових установ, утворюють інформаційне наповнення банку даних, який містить терміни, що представляють поняття предметної області. Вихідними даними для моделі представлення знань, що характеризують предметну область, є різноманітні нормативні документи, які регламентують процес наукової діяльності, організацію такого процесу, моніторингові засоби та методику оцінювання якості його проведення. Також, у якості вихідних даних для наповнення моделі предметної області виступають різноманітні підручники, посібники, періодика, інформаційні ресурси та інше, що містять наукову інформацію яка формує основу наукової діяльності. Така інформація є базою для формування простору знань, яким оперує наука у певній предметній області.

4. Елементи онтологій для моніторингу та оцінки діяльності наукових установ

В процесі побудови онтологічної моделі виникає необхідність опису її елементів. Онтологічна модель включає наступні елементи:

Онтологічна модель = <класи, атрибути, відношення, типи значень атрибутів, обмеження на значення атрибутів, екземпляри класів>,

де *класи* – елемент онтологічної моделі, який описує поняття деякої предметної або проблемної області;

атрибути – елементи онтологічної моделі, які описують властивості понять і відношень;

відношення – задаються на класах, та відображають або зв'язок класів між собою або зв'язок класів з даними чи атрибутами. Існують відношення наступних видів:

- асоціативне відношення – за рахунок чого дозволяє здійснювати змістовний пошук по інформаційному простору онтології,
- відношення «частина-ціле» – дозволяє встановлювати зв'язки між класами на рівні ієрархії,
- відношення наслідування – використовується для передачі атрибутів і відношень від батьківського класу до дочірнього,
- відношення «клас-дані» – дозволяє пов'язувати екземпляри понять з класом;

типи значень атрибутів – задають стандартні типи для значень атрибутів класів (наприклад: string, integer, real, date);

обмеження на значення атрибутів понять і відношень – використовується не для всіх атрибутів, а лише для тих, значення яких повинні лежати в деякій області, не можуть бути менше/більше заданої величини або визначаються певним правилом. Так, наприклад, на значення атрибута «дата початку» класу C_i онтології O_i накладається обмеження $T(\text{дата}) = \text{date } F(T) > 0.$

екземпляри класів – елемент онтології який відображає конкретні дані предметної області, які підпорядковуються структурі онтологічної моделі.

Таким чином, онтологія являє собою ієрархію понять (або класів), пов'язаних відношеннями. Використання відношень асоціативного типу дозволяє визначити онтологічну модель не тільки як ієрархічну структуру, але і як структуру, що враховує змістовний сенс зв'язку між реальними об'єктами. Різні властивості кожного поняття описуються на основі атрибутів понять і обмежень, накладених на область їх значень.

Описані елементи онтологічної моделі повинні бути присутніми у всіх онтологіях запропонованої в розділі 3 системи онтологій. Процес детального опису елементів онтології є важливим етапом проектування загальної онтологічної моделі, який дозволить задати структури для подальшого наповнення онтології інформацією предметної області (екземплярами класів).

5. Онтологія організації діяльності установи

Для прикладу наведемо опис однієї компоненти системи онтологій для моніторингу та оцінки діяльності наукових установ – Онтології організації діяльності установи. Наведемо опис елементів онтології, її класи, атрибути та відношення онтології.

Онтологія організації діяльності установ включає дев'ять класів, які описують загальні поняття, які стосуються організації діяльності установи. Ці класи пов'язані відношеннями різних типів. Різні властивості кожного поняття описуються на основі атрибутів понять і обмежень, накладених на область їх значень. Наведемо класи Онтології організації наукової діяльності наукової діяльності.

Персона. До цього класу відносяться поняття, пов'язані з суб'єктами наукової діяльності: дослідниками, співробітниками і членами організацій. Атрибутами персон є: персональні дані (прізвище, ім'я, по батькові, дата народження, телефон, адреса проживання, паспортні дані), вчений ступінь, звання, напрямки наукової діяльності, нагороди, публікації, наукові теми.

Організація. Поняття цього класу описують різні наукові організації, такі як наукові інститути, академії, університети, міністерства, співтовариства і асоціації, дослідницькі групи та інші неформальні наукові об'єднання. Атрибутами організації є: назва (повна та скорочена), місце розташування, реквізити установи.

Захід. У цей клас входять поняття, що описують науково-організаційну або науково-дослідну діяльність. До класу входять такі наукові заходи як: конференції, семінари, воркшопи,

дослідницькі поїздки, проекти, програми і т.д. До атрибутів класу «Захід» відносяться: назва, місце проведення, дата початку, дата закінчення, ступінь завершеності, тематика, назва та реквізити організатора, відповідальний за захід (як від установи, яка проводить захід, так і від певної установи яка приймає участь у заході).

Діяльність. Клас описує усі види діяльності які відбуваються в науковій організації (наприклад, такі як дослідження, проект, програма досліджень, публікація). Поняття класу «Діяльність» є сполучною ланкою між класами які описують початок та кінець процесу наукової діяльності, а також підключають учасників такої діяльності та класи предметної області, які визначають наукові аспекти такої діяльності. Таким чином, можна сказати, що клас «Діяльність» задає ланцюг понять типу: вид діяльності – учасники діяльності - методом і об'єктом дослідження з предметної області які фігурують в процесі діяльності – отриманий науковий результат (як з організаційної, так і з наукової точки зору).

Публікація. Цей клас слугує для опису різного роду публікацій: у періодичних виданнях і тих, які видаються в результаті проведення конференцій, наукових заходів і т. д.). До атрибутів публікації належать: назва, автори, короткий опис (анотація, ключові слова), дата публікації та мова публікації, характеристики журналу у якому розміщена публікація (назва, вид, том, серія, номер, рік видання, відповідальні редактори, періодичність, показники цитованості, ISSN, URL)

Місцезнаходження. Цей клас понять дозволяє описувати географічну та адміністративно-територіальну локалізацію усіх концептів, які задані класами онтологічної моделі (об'єктів дослідження, організацій і т.д.). Атрибутами цього класу є назва місця розташування, географічний тип, адміністративно-територіальна приналежність, країна розташування, повна адреса.

Література. Клас описує літературу (представлену в друкованому або електронному форматах), яка використовується і продукується в процесі наукової діяльності (монографії, книги, підручники, статті, праці конференцій, періодичні видання, звіти, результати експериментів та досліджень, фото та відеоматеріали, тощо). До атрибутів публікації належать: назва, короткий змістовний опис, дата та мова публікації, реквізити публікації (друкарські характеристики), вид публікації.

Документація. Цей клас служить для опису різного роду документації. Можна виділити декілька груп документації: законодавча (яка задає норми організації наукового процесу на рівні країни), стандартизована (ГОСТ, ДСТУ, ISO), внутрішня документація (організаційна документація, яка регламентує роботу на рівні однієї організації). До атрибутів документації відносяться: назва, короткий змістовний опис, дата та мова публікації, реквізити публікації (друкарські характеристики), вид публікації.

Науково-навчальні матеріали. Цей клас містить поняття які визначають наукову літературу, яка використовується в процесі наукової діяльності. До цього класу можна віднести такі поняття як: існуючі монографії, книги, підручники, довідники, навчальні посібники, мануали, репозитарії та класифікатори. До атрибутів класу відносяться: назва, опис, дата публікації та мова.

Класи онтології організації наукової діяльності пов'язані наступними асоціативними відношеннями:

«бути автором» – використовується для встановлення зв'язку між *Персоною*, яка є автором публікації, і самою *Публікацією*;

«входити у» – пов'язує клас *Організація* і *Персона* у разі, коли персона будь-яким чином відноситься до організації;

«бути учасником» – пов'язує *Захід* з *Персоною* або *Організацією*, що бере участь у даній події;

«бути організатором» – встановлює зв'язок між *Подією* і *Персоною* або *Організацією*, що є організатором події;

«наукові праці» – задає зв'язок між *Заходом* і *Публікаціями*, що висвітлюють цей захід;

«бути виданим у» – пов'язує *Публікацію* і *Організацію*, що видає наукові публікації;

«розташовуватися» – описує місце розташування *Організації*;

«описувати» – пов'язує *Публікацію* з будь-яким поняттям *Онтології знань*.

«частина діяльності» – пов'язує *Діяльність* з *Об'єктами*, *Методами* та *Результатами* дослідження.

Структурні відношення «частина-ціле» пов'язують наступні класи онтології організації наукової діяльності:

Відношенням «частина-ціле» описується зв'язок між класом *Література* і класами *Документація*, *Навчальні матеріали та Публікація*. Останні є підкласом класу *Література*.

«Частина-ціле» актуальне для класу *Персона* і класів *Дослідники*, *Співробітники* і *Члени організацій*.

Клас *Організація* є цілим для *Організацій*, *Наукових спільнот* і *Асоціацій*, *Інститутів*, *Дослідницьких груп* та інших об'єднань.

Відношенням «частина-ціле» зв'язується клас *Захід* з *Конференціями*, *Дослідницькими поїздками*, *Проектами*, *Програмами*.

Зв'язок класу *Документація* з документами типу *ГОСТ*, *ДСТУ*, *ISO* та ін. здійснюється за допомогою відношення «частина-ціле».

Відношення «частина-ціле» описує зв'язок класу *Навчальні матеріали* з *Підручниками*, *Довідниками*, *Навчальними посібниками*, *Мануалами*.

Відношення наслідування. Відношення наслідування використовується для відображення наслідування атрибутів дочірніми класами від батьківських. Для класів ООHD які мають підкласи відношення наслідування передає всі їх атрибути до дочірніх підкласів.

Відношення виду «клас-дані» використовується для зв'язку конкретних екземплярів понять з класом. Описане відношення актуально для всіх класів даної онтології.

Інші онтології система онтологій для моніторингу та оцінки діяльності наукових установ описуються аналогічно.

6. Платформа розробки онтологічних рішень ТОДАОС

Практична реалізація онтологічної моделі для моніторингу та оцінки діяльності наукових установ та її наповнення виконувалось використовуючи платформу «Трансдисциплінарні Освітні Діалоги Аплікаційних Онтологічних Систем» (IT ТОДАОС) [Рис. 2]. Платформа ТОДАОС надає множину програмно-інформаційних засобів для збереження та обробки знань за рахунок можливості розробки онтологій.

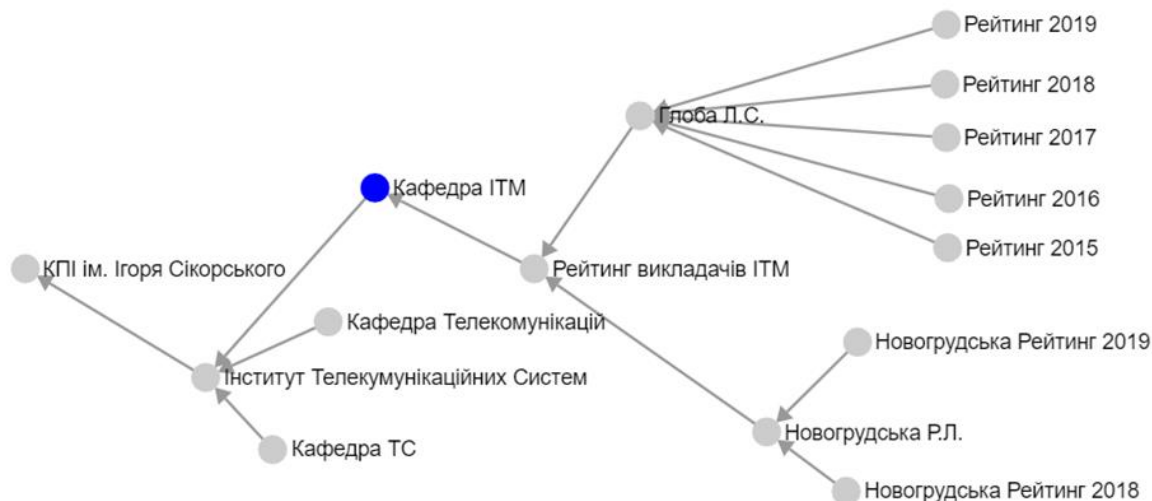


Рис. 2. Фрагмент онтологічної моделі для моніторингу та оцінки діяльності наукових установ розробленої з використанням платформи ТОДАОС

Платформа ТОДАОС призначена для підтримки процесів лінгвістично-семантичного аналізу великих обсягів просторово розподіленої неструктурованої інформації (Big Data), їх структуризації, встановлення контекстних зв'язків між документами, що обробляються, прогнозування та підтримки процесів раціонального вибору з наступним формуванням інформаційно-аналітичних WEB-орієнтованих рішень [21]. IT-ТОДОС забезпечує (Рис. 3) [22]:

– мережеву взаємодію з неструктурованою і слабо структурованою інформацією великих обсягів;

- лінгвістично-семантичний аналіз контенту,
- агрегування та рейтингування інформаційних ресурсів,
- Трансдисциплінарну інтеграцію з іншими мережевими інформаційними системами та WEB-орієнтованими додатками,
- Таксономізацію наративів довільних документів та відображення їх структури, включаючи міжконтекстні зв'язки,
- Створення онтологічних інтерактивних документів,
- Виявлення латентної інформації в інформаційних ресурсах, що аналізуються,
- Глибинне та машинне навчання,
- Підтримку форматів і протоколів Semantic Web,
- Опрацювання Big Data.

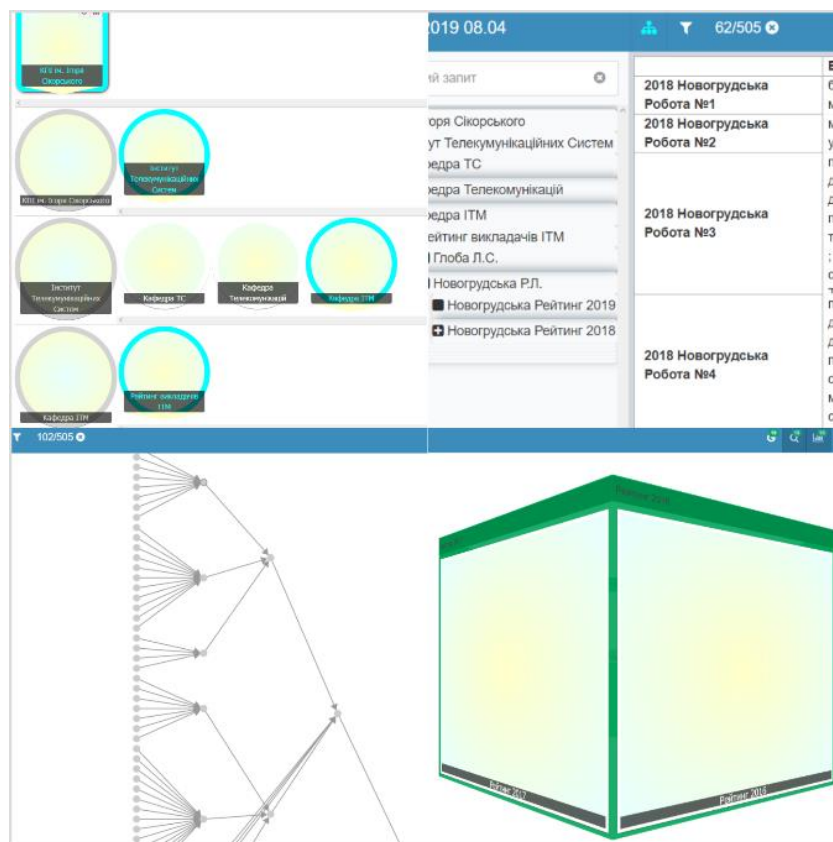


Рис. 3. Інтерфейси платформи ТОДАОС

Одною з основних характерних особливостей програмної платформи ТОДАОС, є наявність у номенклатурі засобів онтологічного інтерфейсу. Онтологічний інтерфейс передбачає можливість інтеграції розробленої користувачем онтології з мережевими інформаційними ресурсами та інтерактивними системами знань, що забезпечує адаптивність під тематичний профіль діяльності кожного суб'єкта-користувача в середовищі ІТ–ТОДАОС. Онтологічний інтерфейс реалізується процедурою активації множинних бінарних відношень таксономій. Це інтелектуальний засіб взаємодії користувача з інформаційною системою на основі онтології, що дозволяє візуалізувати результати інтеграції та агрегації розподілених інформаційних ресурсів у процесі організації комунікації користувачів у легкодоступній наочній формі [23].

7. Висновки

У статті наведено підхід до оцінки якості функціонування наукових установ на основі онтологічної моделі. Онтологія дозволяє структурувати та систематизувати інформацію

накопичену науковими установами для її подальшого використання в процесі оцінки ефективності функціонування установи. Загальну онтологію моніторингу та оцінки діяльності наукових установ представлено системою взаємозв'язаних компонент, кожна з яких дозволяє описати відповідний підпроцес в рамках як діяльності самої установи, так і процесу її оцінки зовнішніми організаціями та міністерствами. Сама ж система дозволить в повній мірі описати усі необхідні елементи, процеси та їх значення для визначення рівня ефективності діяльності установи. Проведено опис елементів усіх компонент системи онтологій моніторингу та оцінки діяльності наукових установ. Практичну розробку запропонованої онтологічної моделі виконано з використанням платформи розробки онтологічних рішень ТОДАОС.

Майбутні дослідження будуть направлені на подальше наповнення розробленої у ТОДАОС онтології інформацією предметної області. З використанням запропонованої онтологічної моделі планується розробити та описати метод оцінки якості діяльності наукових установ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Методика оцінювання ефективності діяльності наукових установ Національної академії наук України: затв. постановою Президії НАН України від 15.03.2017 № 7. 2017. 42 с.
2. Ermine J.L., Boughzala I and Tounkara T. Critical Knowledge Map as a Decision Tool for Knowledge Transfer Actions. *Electronic Journal of Knowledge Management*. 2006. Vol. 4, No.2. P. 129-140.
3. Erduran-Avci, D., Unlu, P., Yagbasan, R. Using concept maps as a method of assessment in work-energy subject. *J. Applied Sci.* 2009. No 9. P. 427-437.
4. Eppler M. A Process-Based Classification of Knowledge Maps and Application Examples. *Knowledge and Process Management*. 2008. Vol. 15, No. 1. P. 59–71.
5. Chung Y.C., Hsu Y.W., Tsai C.H. and Tsai S.C. Relationship between organizational cultures, information technology involvement, degrees of knowledge management implementations and performance of new product developments. *Inform. Technol. J.* 2010. Vol. 9. P. 1504-1516.
6. Болотова Л.С., Смолянинов А.А. Неформальные модели представления знаний в системах искусственного интеллекта: Учебное пособие. М.: Московский институт радиотехники, электроники и автоматики, 1999. 100 с.
7. Макаллистер Дж. Искусственный интеллект и Пролог на микро ЭВМ. М.: Машиностроение, 1990. 240 с.
8. Джарратано Дж., Райли Г., Экспертные системы: принципы разработки и программирование. М: Вильямс, 2007. 1152 с.
9. Шакирова Ю.К., Маденова А.Е., Савченко Н.К., Абилдаева Г.Б., Воробьева Е.А. Системы поддержки принятия решений в образовании. *Дистанционное и виртуальное обучение*. 2016. №2. С. 69-73.
10. Змитрович А.И. Интеллектуальные информационные системы. Мн.: НТООО «ТетраСистемс», 1997. 368 с.
11. Круглов В.В., Дли М.И. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода. М.: Издательство Физико-математической литературы, 2002. 256 с.
12. Пупков К.А., Коньков В.Г. Интеллектуальные системы. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. 348 с.
13. Helbig H. Knowledge Representation and the Semantics of Natural Language. Berlin: Springer, 2006. 650 p.
14. Gruber T.R. Towards Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. *Int. J. Hum.-Comp. Stud.* 1995. Vol. 43, No. 5–6. P. 907 – 928.
15. Люгер Дж. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем: Пер. с англ. / Джордж Ф. Люгер. М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. 864 с.
16. Guarino N. Formal Ontology in Information Systems. *Proceedings of FOIS'98*. 1998. P. 3-15
17. Guarino N., Giarretta P. Ontologies and Knowledge Bases Towards a Terminological Clarification. *Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building & Knowledge Sharing*. 1995. P. 25-32.
18. Guarino N. The Ontological Level: Revisiting 30 Years of Knowledge Representation. *Conceptual Modeling: Foundations and Applications*. 2009. P. 52 – 67.

19. Боровикова О.И., Загоруйко Ю.А., Сидорова Е.А., Подход к автоматизации сбора онтологической информации для интернет-портала знаний. *Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: труды международной конференции “Диалог 2005”* (Звенигород, 1-5 июня 2005 г.). Москва.: Наука, 2005. С.65-70.
20. Globa L. S., Novogradskaya R. L., Koval A. V. Ontology Model of Telecom Operator Big Data. *Proceedings of IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking*. 2018. IEEE Digital Library, 8433710. P. 1-5. doi: 10.1109/BlackSeaCom.2018.8433710.
21. Shapovalov, Y. B., Shapovalov, V. B., Stryzhak, O. Y. Ontology-Based Systemizing of the Science Information Devoted to Waste Utilizing by Methanogenesis. *International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering*. 2018. Vol. 12, No. 12. P. 1009–1014.
22. Величко В. Ю., Попова М.А., Приходнюк В. В., Стрижак О. Є. ТОДАОС – ІТ-платформа формування трансдисциплінарних інформаційних середовищ. *Системи озброєння і військова техніка*. 2017. № 1. С. 10-19.
23. Попова М.А., Стрижак О.Є. Онтологічний інтерфейс як засіб представлення інформаційних ресурсів в ГІС-середовищі. *Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия: География*. 2013. № 1, Том 26 (65). С. 127-135.

REFERENCES

1. National Academy of Sciences of Ukraine. (15.03.2017). *No 7, Methodology for evaluating the effectiveness of the activities of scientific institutions*. [Online]. Available: <http://www.nas.gov.ua/legaltexts/DocPublic/P-180711-241-1.pdf>.
2. J.L. Ermine, I. Boughzala, and T. Tounkara, "Critical Knowledge Map as a Decision Tool for Knowledge Transfer Actions", *Electronic Journal of Knowledge Management*, vol. 4, no. 2, pp. 129-140, 2006.
3. D. Erduran-Avci, P. Unlu, and R. Yagbasan, "Using concept maps as a method of assessment in work-energy subject", *J. Applied Sci.* No. 9, pp. 427-437, 2009.
4. M. Eppler, "A Process-Based Classification of Knowledge Maps and Application Examples", *Knowledge and Process Management*, vol. 15, no. 1, pp 59–71, 2008.
5. Y.C. Chung, Y.W. Hsu, C.H. Tsai and S.C. Tsai, "Relationship between organizational cultures, information technology involvement, degrees of knowledge management implementations and performance of new product developments", *Inform. Technol. J.*, Vol. 9, pp. 1504-1516, 2010.
6. L.S. Bolotova, and A.A. Smolyaninov, *Informal models of knowledge representation in systems of artificial intelligence*. Moscow, Russia: Institute of Radio Engineering, Electronics and Automation (TU), 1999.
7. J. McAllister, *Artificial Intelligence and Prologue on Microcomputers*. Moscow, Russia: Mechanical Engineering, 1990.
8. J. Jarratano, and G. Riley, *Expert Systems: Principles of Development and Programming*. Moscow, Russia: Williams, 2007.
9. Yu. Shakirova, A.E. Madenova, NK Savchenko, G.B. Abildayeva, and E.A. Vorob'eva, "Support Systems in Education", *Distance and virtual training*, vol. 2, pp. 69-73, 2016
10. A.I. Zmitrovich, *Intelligent information systems*. Mn.: TetraSystems Scientific Society, 1997.
11. V.V. Kruglov, and M.I. Dly, *Intelligent information systems: computer support for fuzzy logic and fuzzy inference systems*. Moscow, Russia: Publisher of Physical and Mathematical Literature, 2002.
12. K.A. Pupkov, and V.G. Skates, *Intellectual systems*. Moscow, Russia: Publishing house of MGTU them. NE Bauman, 2003.
13. H. Helbig, *Knowledge Representation and the Semantics of Natural Language*. Berlin, Germany: Springer, 2006.
14. T.R. Gruber, "Towards Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing", *Int. J. Hum.-Comp. Stud.*, vol. 43, no. 5–6, pp. 907 – 928, 1995.
15. George F. Luger, *Artificial Intelligence: Strategies and Methods for Solving Complex Problems*. Moscow, Russia: Williams Publishing House, 2003.
16. N. Guarino, "Formal Ontology in Information Systems", *Proceedings of FOIS'98*, pp. 3-15, 1998.
17. N. Guarino, and P. Giaretta, "Ontologies and Knowledge Bases Towards a Terminological Clarification", *Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building & Knowledge Sharing*, pp. 25-32, 1995.

18. N. Guarino, "The Ontological Level: Revisiting 30 Years of Knowledge Representation" *Conceptual Modeling: Foundations and Applications*, pp. 52 – 67, 2009
19. O.I. Borovikova, Yu.A. Zagorulko, and E.A. Sidorova, "An approach to the automation of the collection of ontological information for the Internet portal of knowledge", in *Proc. Dialog'2005 Int. Conf. Comp. Ling. Intel. Techn.*, 2005, pp. 65–70.
20. L. S. Globa, R.L. Novogradskaya, and A.V. Koval, "Ontology Model of Telecom Operator Big Data. Proceedings of IEEE", in *International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom), 2018*, pp. 1-5. doi: 10.1109/BlackSeaCom.2018.8433710.
21. Y.B. Shapovalov, V.B. Shapovalov, and O.Y. Stryzhak, "Ontology-Based Systemization of Science Information Devoted to Waste Utilizing by Methanogenesis", *International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering*, vol. 12, no. 12, pp. 1009-1014, 2018.
22. V.Yu. Velychko, M.A. Popova, V.V. Prykhodniuk, and O.E. Strizhak, "TEDAOS - IT platform for the formation of transdisciplinary information environments", *Weap. Sys. Milit. Equip.*, no. 1, pp. 10-19, 2017.
23. M.A. Popova, and O.E. Strizhak, "Ontological interface as a means of presenting information resources in a GIS environment", *Scient. Not. Taurida Nat. Univ.*, vol. 26(65), no. 1, pp. 127-135, 2013.

Глоба Лариса Сергіївна - д.т.н., професор; завідувач кафедри інформаційно-телекомунікаційних систем; Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", проспект Перемоги 37, м.Київ-56, Україна, 03056; e-mail: lgloba@its.kpi.ua; ORCID 0000-0003-3231-3012.

Globa Larisa S. - Doctor of Technical Sciences, Professor; Head of the Department of Information and Telecommunication Systems; National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", 37 Peremohy Ave., Kyiv-56, Ukraine, 03056; e-mail: lgloba@its.kpi.ua; ORCID 0000-0003-3231-3012.

Глоба Лариса Сергеевна - д.т.н., професор; завідувач кафедри інформаційно-телекомунікаційних систем; Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", проспект Перемоги 37, Київ-56, Україна, 03056; e-mail: lgloba@its.kpi.ua; ORCID 0000-0003-3231-3012.

Новоградська Ріна Леонідівна - к.т.н., доц., старший науковий співробітник, Національний центр «Мала академія наук України», вул. Дегтярівська 38/44, м.Київ, Україна, 04119; e-mail: rinan@ukr.net; ORCID: 0000-0002-0258-1713.

Novogradskaya Rina L. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, National Center "Small Academy of Sciences of Ukraine", str. Degtyarevskaya 38/44, Kyiv, Ukraine, 04119; e-mail: rinan@ukr.net; ORCID: 0000-0002-0258-1713

Новоградская Рина Леонидовна - к.т.н., доц., Старший научный сотрудник, Национальный центр «Малая академия наук Украины», ул. Дегтяревская 38/44, Киев, Украина, 04119; e-mail: rinan@ukr.net; ORCID: 0000-0002-0258-1713.

Задоєнко Богдан Олександрович – студент, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", проспект Перемоги 37, м.Київ-56, Україна, 03056; e-mail: zadoenko.bogdan@gmail.com.

Zadoienko Bohdan O. – student, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", 37 Peremohy Ave., Kyiv-56, Ukraine, 03056; e-mail: zadoenko.bogdan@gmail.com.

Задоєнко Богдан Александрович – студент, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", проспект Перемоги 37, Київ-56, Україна, 03056; ; e-mail: zadoenko.bogdan@gmail.com.