

## КОНЦЕПЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ПОШУКОВОЇ СИСТЕМИ (НА ОСНОВІ ОНТОЛОГІЙ) ДЛЯ ГАЛУЗІ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

*У статті запропоновано концепцію інформаційно-пошукової системи (на основі онтологій) для галузі якості програмного забезпечення, зокрема, розроблено онтологію предметної галузі якості програмного забезпечення, яка відображає семантичні відношення між концептами предметної галузі та ляже в основу пошуку інформації про якість програмного забезпечення, зокрема, в основу тезаурусу майбутньої інформаційно-пошукової системи.*

*Ключові слова: інформаційно-пошукова система, пошук інформації, інформаційні ресурси, онтологія, якість програмного забезпечення (ПЗ).*

HOVORUSHCHENKO T., MARTYNYUK Y.  
Khmelnyskiy National University

## CONCEPT OF INFORMATION-SEARCH SYSTEM (ON THE BASIS OF ONTOLOGIES) FOR THE DOMAIN OF SOFTWARE QUALITY

*The search for information is one of the main components of human activity. The ideal information retrieval system should issue only documents that are relevant to the request. Today, real information retrieval systems provide a completeness factor of 70%, and a search accuracy factor – at a level sometimes even 10%. Thus, the well-known information retrieval systems are currently unable to meet the modern needs of users.*

*The global trend in the processing of large arrays of information, which allows you to solve new classes of problems based on available information resources, is the intellectualization of information and data processing. As a standard of knowledge engineering in the development of information retrieval systems, it is worthwhile to use ontologies that are widely used in the work of search engines and information retrieval systems, as ontologies are an effective tool for organizing a semantic search. The use of ontologies as part of information retrieval systems helps to solve a number of methodological and technological problems that arise during the development of such systems.*

*Given the fact that software is the basis of all modern areas of business, and achieving high values of its quality is a key factor in ensuring the effective use of software and one of the main requirements of users and stakeholders for modern software, the purpose of this study is to develop an effective information retrieval system (based on ontologies) for the software quality industry.*

*The paper proposes the concept of information retrieval system (based on ontologies) for the field of software quality, in particular, the ontology of the subject area of software quality is developed, which reflects the semantic relationships between the concepts of the subject area and will form the basis of a search of information about software quality, in particular, the basis of the thesaurus of the future information retrieval system.*

*Keywords: information retrieval system, information retrieval, information resources, ontology, software quality.*

**Вступ.** Пошук інформації є однією з основних складових людської діяльності. Людині, яка часто має справу з підбором і пошуком якої-небудь тематичної інформації, рано чи пізно (зі зростанням її обсягу) доводиться застосовувати деякі принципи систематизації і класифікації наявних даних, що забезпечують більш зручний і ефективний пошук. Інформаційно-пошукові системи з'явилися досить давно. Гіпертекстова модель World Wide Web не вирішує проблему пошуку інформації у великих обсягах різнорідних документів. На сьогоднішній день немає іншого способу швидкого пошуку даних, крім пошуку за ключовими словами [1].

Інформаційно-пошукова система (ІПС) – програмна система для збереження, пошуку і видачі інформації, необхідної користувачу [1]. Інформаційно-пошукові системи – автоматизовані системи, призначені для збирання, пошуку, оброблення, збереження та видачі інформації за допомогою технічних засобів [2]. Користувач звертається до ІПС з інформаційним запитом. Пошук інформації ведеться в пошуковому масиві, що формується (і за необхідності оновлюється) розробниками чи адміністраторами системи. Елементи пошукового масиву вводяться в інформаційно-пошукову систему природньою мовою, а потім звичайно піддаються перекладу на формальну інформаційно-пошукову мову [1].

Інформаційно-пошукові системи – це різновид автоматизованих інформаційних систем, в яких завершальна обробка даних не передбачається. Ці системи призначені для пошуку текстів (документів, їх частин, фактографічних записів) в сховищах (базах даних) за формальними характеристиками. Тому в роботі ІПС можна виділити два основних етапи: перший – збір і зберігання інформації, другий – пошук і видача інформації користувачам [3].

Інформаційно-пошукова система (ІПС) – це сукупність довідково-інформаційного фонду і технічних засобів інформаційного пошуку в ньому. У свою чергу, довідково-інформаційний фонд (ДІФ) – це сукупність інформаційних масивів і пов'язаного з ними довідково-пошукового апарату (тобто даних про адреси зберігання документів з певними пошуковими образами документа). Пошуковий образ документа – це текст, що складається з лексичних одиниць інформаційно-пошукової мови, що виражає основний смисловий зміст документа і призначений для реалізації інформаційного пошуку [4].

Ідеальна ІПС повинна видавати виключно документи, змістовно релевантні запиту. Однак на практиці це зазвичай не досягається – спостерігаються мовчання ІПС (невидача деякої кількості релевантних документів) і шум ІПС (видача зайвих документів) [1]. В ідеальній ІПС повнота і точність становить 100 %, а шум становить 0 (знайдені всі документи і не видано жодного зайвого). У реальних

системах коефіцієнт повноти досягає 70 %, а коефіцієнт точності пошуку коливається в дуже широких межах, іноді знижуючись до 10 %. Величини цих коефіцієнтів залежать від цілого ряду факторів – як від внутрішніх властивостей пошукової системи (обсягу і характеристик інформаційного масиву, інформаційно-пошукової мови, критерію видачі), так і від багатьох «зовнішніх» умов: ступеня специфічності інформаційних запитів, здатності користувача правильно сформулювати свої інформаційні потреби природною мовою, правильності побудови конкретного запиту, а також від суб'єктивного представлення користувача про те, яка інформація йому потрібна [1].

Розвиток інформаційного суспільства безпосередньо пов'язаний з необхідністю збору, обробки і передачі величезних об'ємів інформації, що стало причиною глобального переходу від індустріального суспільства до інформаційного. Інформатизація суспільства – це глобальний соціальний процес, особливість якого полягає в тому, що домінуючим видом діяльності в сфері суспільного виробництва є збір, накопичення, продукування, обробка, зберігання, передача та використання інформації, здійснювані на основі сучасних засобів обчислювальної техніки, а також на базі різноманітних засобів інформаційного обміну. При інформатизації суспільства основна увага приділяється комплексу заходів, спрямованих на забезпечення повного використання достовірного, вичерпного і своєчасного знання у всіх видах людської діяльності. Інформатизація суспільства спрямована на якнайшвидше оволодіння інформацією для задоволення потреб. Процеси, що відбуваються у зв'язку з інформатизацією суспільства, сприяють не тільки прискоренню науково-технічного прогресу, інтелектуалізації всіх видів людської діяльності, а й створенню якісно нового інформаційного середовища. Основними критеріями інформаційного суспільства є: кількість і якість наявної в обігу інформації, ефективність її передавання та опрацювання, доступність інформації для кожного [5–8]. Зараз компанії змушені використовувати якнайбільше джерел інформації, щоб покращити результати свого бізнесу, а також якість послуг і досвід, які отримують клієнти. Управління інформацією стає функцією, критично важливою для бізнесу. Сучасне матеріальне виробництво та інші сфери діяльності все більше потребують інформаційного обслуговування, переробки значних об'ємів інформації [7, 8]. Традиційні способи та підходи (здебільшого засновані на рішеннях бізнес-аналітики та системах управління базами даних) не можуть бути застосовані до таких масивів інформації. Застосування відомих методів та засобів до опрацювання великих масивів інформації не виправдовує очікувань розробників, призводить до перевитрат ресурсів, втрат значущої інформації та конфліктів між очікуваннями замовників та отриманими результатами [8–12]. Загальносвітовим трендом щодо опрацювання великих масивів інформації, що дозволяє вирішувати нові класи задач на основі наявних інформаційних ресурсів, є інтелектуалізація опрацювання інформації і даних [13, 14]. Поява потужних технічних ресурсів для накопичення та опрацювання значних масивів інформації, відсутність ефективних методів та засобів для опрацювання таких масивів інформації, розвиток інтелектуалізації опрацювання інформації є передумовами для переходу на новий якісний рівень опрацювання інформації [8].

Як стандарт інженерії знань при розробленні інформаційно-пошукових систем варто і доцільно використовувати онтології, які широко застосовуються в роботі пошукових машин та інформаційно-пошукових систем [14]. Онтологія – це детальна формалізація деякої галузі знань за допомогою концептуальної схеми. Така схема, зазвичай, складається з ієрархічної структури даних, що містить всі релевантні класи об'єктів, їх зв'язків, теорем та обмежень, які прийняті у певній предметній галузі. Використання онтологій у складі ППС допомагає вирішити низку проблем методологічного та технологічного характеру, які виникають під час розроблення таких систем. Зокрема, в Україні такі проблеми полягають у відсутності концептуальної цілісності й узгодженості окремих прийомів та методів інженерії знань; нестачі кваліфікованих фахівців у цій галузі; жорсткості розроблених програмних засобів та їх низької адаптивної здатності; складності впровадження ППС, що зумовлено психологічними аспектами [14]. Онтології є ефективним інструментом для організації семантичного пошуку (пошук інформаційних ресурсів та інформаційних об'єктів, семантична близькість яких до інформаційних потреб користувача визначається із застосуванням знань щодо суб'єктів і об'єктів пошукової процедури) [15]. Крім цього, онтології можуть допомогти забезпечити пошук інформаційних ресурсів, необхідних користувачеві для вирішення його поточної задачі з використанням знань про самого користувача, його сферу інтересів, його задачі та про досвід інших користувачів із подібними інформаційними потребами [15].

Одна з перших інформаційно-пошукових систем на основі онтологій – SHOE – дозволяє користувачам задавати структуровані запити з використанням онтологій [15–17].

Більшість ППС, що використовують онтології, орієнтовані на пошук лише у Semantic Web (ONTOSEARCH2, Swoogle), тобто серед семантично анотованих інформаційних ресурсів [15–17].

ППС QUICK здійснює пошук у всьому інформаційному просторі Web, працює як метапошукова ППС: отримує запит користувача, семантично переробляє його та спрямовує до зовнішніх інформаційних систем (наприклад, до Google), а потім семантично обробляє отримані результати з використанням онтологій [15–17].

Враховуючи той факт, що програмне забезпечення (ПЗ) є основою усіх сучасних напрямків господарської діяльності, а досягнення високих значень показників його якості є ключовим фактором забезпечення ефективного застосування ПЗ та однією із основних вимог користувачів і зацікавлених осіб до

сучасного ПЗ, *метою дослідження* є розроблення ефективної інформаційно-пошукової системи (на основі онтологій) для галузі якості програмного забезпечення.

**Концепція інформаційно-пошукової системи (на основі онтологій) для галузі якості програмного забезпечення.** Згідно зі стандартами ISO 25010 [18], ISO 25030 [19], SWEBOK [20], розглядатимемо якість програмного забезпечення як здатність програмного забезпечення задовольнити заявлені і передбачувані потреби при його використанні за певних умов. Концепція оцінювання якості ПЗ за стандартами ISO 25010 [18], ISO 25023 [21] представлена на рис. 1 [8].



Рис. 1. Сучасна концепція оцінювання якості програмного забезпечення в рамках моделі SQaRE

Аналіз стандартів ISO 25010 [18], ISO 25023 [21] дав можливість зробити висновок, що є атрибути, від яких залежать більше однієї підхарактеристики та характеристики якості ПЗ, тобто має місце кореляція підхарактеристик та характеристик за певними атрибутами (так, згідно зі стандартом [21] підхарактеристики якості залежать від 203 атрибутів, але всього від 138 різних атрибутів).

Для розроблення інформаційно-пошукової системи (на основі онтологій) для галузі якості програмного забезпечення слід спочатку розробити онтологію предметної галузі якості програмного забезпечення, яка відображатиме семантичні відношення між концептами предметної галузі та ляже в основу пошуку інформації про якість ПЗ, зокрема, в основу тезаурусу майбутньої ППС.

Концепція онтології предметної галузі якості ПЗ представлена на рис. 2 [8].

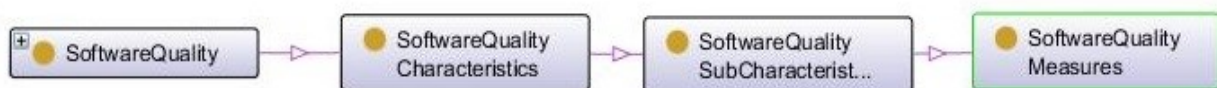


Рис. 2. Концепція онтології предметної галузі якості ПЗ

Онтологію предметної галузі якості ПЗ утворюють складові частини для: функційної придатності (рис. 3), сумісності (рис. 4), ефективності, можливості переносу, зручності використання, надійності, захищеності, супроводжуваності [8].

**Висновки.** На сьогодні реальні інформаційно-пошукові системи забезпечують коефіцієнт повноти на рівні 70 %, а коефіцієнт точності пошуку – на рівні іноді навіть 10 %. Отже, відомі ППС наразі не здатні забезпечити сучасних потреб користувачів.

Загальносвітовим трендом щодо опрацювання великих масивів інформації, що дозволяє вирішувати нові класи задач на основі наявних інформаційних ресурсів, є інтелектуалізація опрацювання інформації і даних. Як стандарт інженерії знань при розробленні інформаційно-пошукових систем варто і доцільно використовувати онтології, які широко застосовуються в роботі пошукових машини та інформаційно-пошукових систем, оскільки онтології є ефективним інструментом для організації семантичного пошуку.

Враховуючи той факт, що програмне забезпечення (ПЗ) є основою усіх сучасних напрямків господарської діяльності, а досягнення високих значень показників його якості є ключовим фактором забезпечення ефективного застосування ПЗ та однією із основних вимог користувачів і зацікавлених осіб до сучасного ПЗ, метою даного дослідження є розроблення ефективної інформаційно-пошукової системи (на основі онтологій) для галузі якості програмного забезпечення.

У статті запропоновано концепцію інформаційно-пошукової системи (на основі онтологій) для галузі якості програмного забезпечення, зокрема, розроблено онтологію предметної галузі якості програмного забезпечення, яка відображає семантичні відношення між концептами предметної галузі та ляже в основу пошуку інформації про якість ПЗ, зокрема, в основу тезаурусу майбутньої ППС.

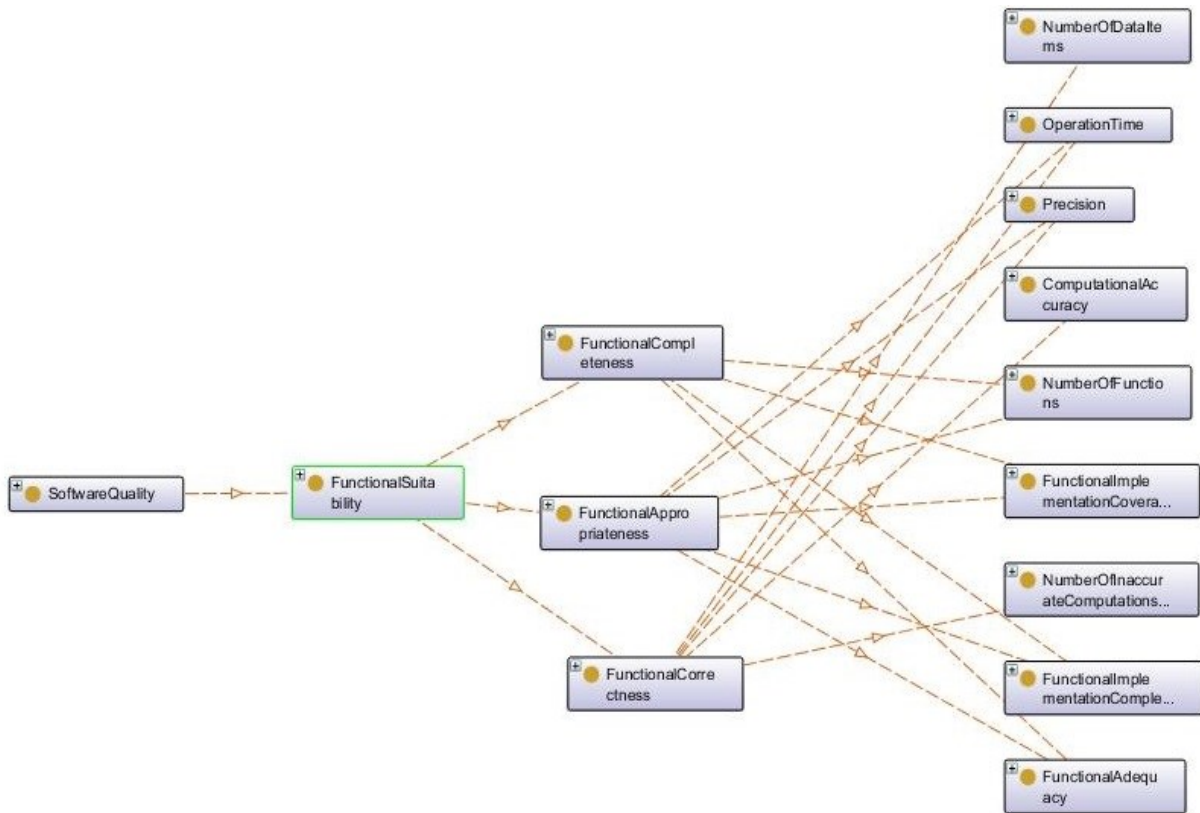


Рис. 3. Складава «Функційна придатність» онтології предметної галузі якості ПЗ

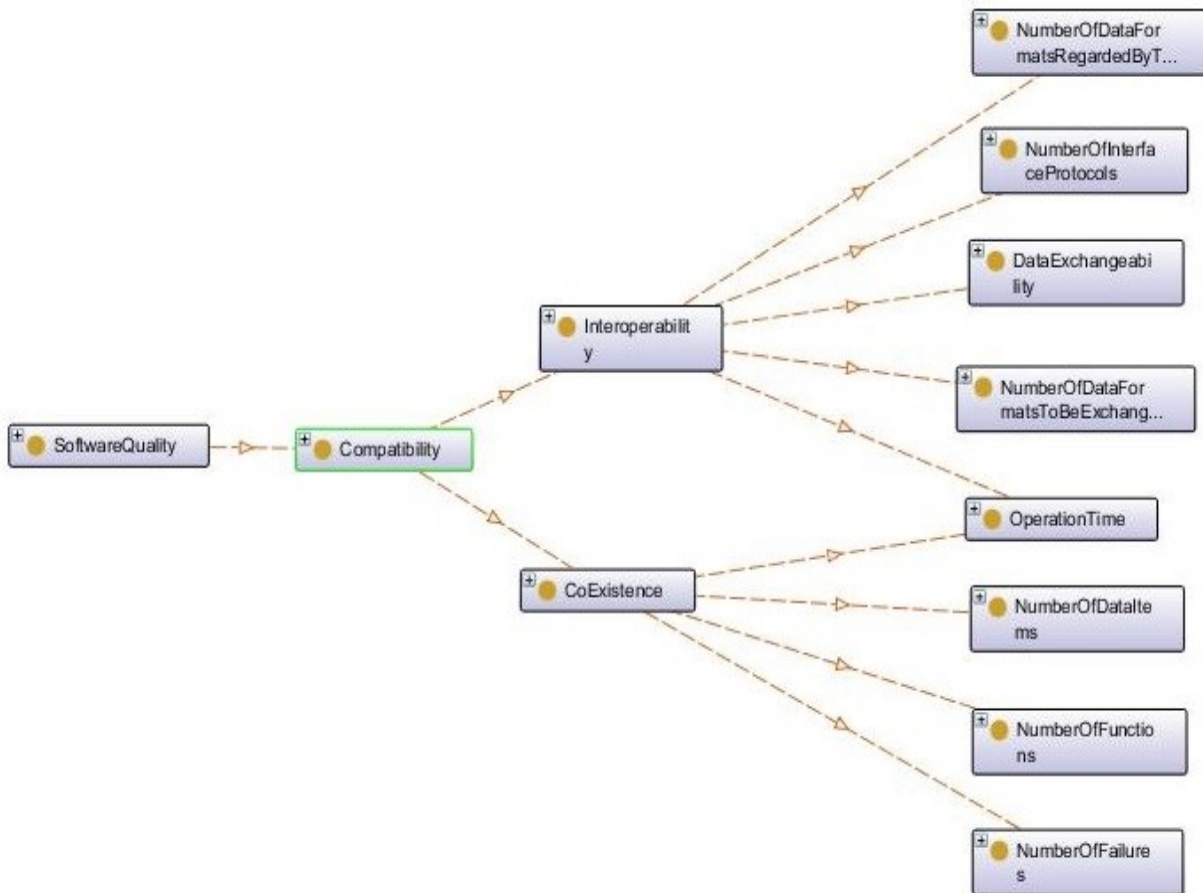


Рис. 4. Складава «Сумісність» онтології предметної галузі якості ПЗ

## Література

1. Інформаційно-пошукова система [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sites.google.com/site/socialnafnformatika/home/informacijno-posukovi-sistemi>
2. Інформаційно-пошукові системи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://esu.com.ua/search\\_articles.php?id=12483](http://esu.com.ua/search_articles.php?id=12483)
3. Поняття і класифікація інформаційно-пошукових систем [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://library.if.ua/book/100/6867.html>
4. Вовк Н. Архівні інформаційно-пошукові системи: шляхи оптимізації пошуку текстової інформації / Н. Вовк. – Бібліотекознавство. Документознавство. Інформологія. – 2018. – №3. – С. 37-42.
5. Пиріг С. Інформаційні технології та їх використання на підприємствах України / С.Пиріг, О.Нужна. – Економічний форум. – 2014. – № 3. – С. 190–195.
6. Винничук Р. Особливості розвитку IT-ринку в Україні: стан та тенденції / Р.Винничук, Т.Склярчук. – Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія «Логістика». – 2015. – № 833. – С. 3-8.
7. Минухин С. Формирование информационного обеспечения системы управления бизнес-процессами предприятия / С. Минухин. – Актуальные проблемы экономики. – 2006. – № 10. – С. 170–178.
8. Говорущенко Т.О. Теоретичні та прикладні засади інформаційної технології оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до програмного забезпечення: дис. ... доктора техн. наук: 05.13.06. – Львів, 2018. – 441 с.
9. Sivarajah U. Critical analysis of Big Data challenges and analytical methods / U.Sivarajah, M.Kamal, Z.Irani, V.Weerakkody. – Journal of Business Research. – 2017. – Vol. 70. – Pp. 263-286.
10. Luo Y. How valuable is information and communication technology? A study of emerging economy enterprises / Y.Luo, J.Bu. – Journal of World Business. – 2016. – Vol. 51. – Issue 2. – Pp. 200-211.
11. Tian X. Big data and knowledge management: a case of deja vu or back to the future? / X. Tian. – Journal of Knowledge Management. – 2017. – Vol. 21. – Issue 1. – Pp. 113-131.
12. Mauerhoefer T. The impact of information technology on new product development performance / T.Mauerhoefer, S.Strese, M.Brettel. – Journal of Product Innovation Management. – 2017. – Vol. 34. – Issue 6. – Pp. 719-738.
13. Press G. Top 10 hot artificial intelligence (AI) technologies [Electronic resource] / G. Press. – Access mode: <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2017/01/23/top-10-hot-artificial-intelligence-ai-technologies/#1d5da9561928>
14. Литвин В.В. Методи та засоби опрацювання інформаційних ресурсів на основі онтологій / В.В. Литвин, В.А. Висоцька, Д.Г. Досин. – Львів: ЛА «Піраміда», 2016. – 404 с.
15. Рогущина Ю. Теоретичні засади застосування онтологій для семантизації ресурсів Web [Електронний ресурс] / Ю. Рогущина. – Режим доступу: [http://irtc.org.ua/image/app/webroot/Files/presentations/IPS/Rogushinadocl\\_seminar\\_29\\_05\\_2018\\_dd\\_20.pdf](http://irtc.org.ua/image/app/webroot/Files/presentations/IPS/Rogushinadocl_seminar_29_05_2018_dd_20.pdf)
16. Рогущина Ю. Використання онтологій для персоналізації семантичного пошуку / Ю. Рогущина. – Проблеми програмування. – 2017. – №3. – С. 52- 67.
17. Рогущина Ю. Семантичний пошук у Web на основі онтологій: розробка моделей, засобів і методів / Ю. Рогущина. – Мелітополь: МДУ-ПУ ім. Б. Хмельницького, 2015. – 291 с.
18. ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering. Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). System and software quality models. [Introduced 01.03.2011]. – Geneva (Switzerland), 2011. – 34 p. (International standard).
19. ISO/IEC 25030:2019. Systems and software engineering. Systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE). Quality requirements framework [Introduced 01.09.2019]. – Geneva (Switzerland), 2019. – 46 p. (International standard).
20. ISO/IEC TR 19759:2015. Software Engineering. Guide to the software engineering body of knowledge (SWEBOK). [Introduced 01.10.2015]. – Geneva (Switzerland), 2015. – 336 p. (International standard).
21. ISO 25023:2016. Systems and software engineering. Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). Measurement of system and software product quality. [Introduced 31.03.2016]. Geneva (Switzerland), 2016. 45 p. (International standard).

## References

1. Informaciyno-poshukova systema. Web-site. URL: <https://sites.google.com/site/socialnafnformatika/home/informacijno-posukovi-sistemi> (Last accessed: July 1, 2020).
2. Informaciyno-poshukovi systemy. Web-site. URL: [http://esu.com.ua/search\\_articles.php?id=12483](http://esu.com.ua/search_articles.php?id=12483) (Last accessed: July 1, 2020).
3. Ponyattya i klasyfikaciya informaciyno-poshukovykh system. Web-site. URL: <https://library.if.ua/book/100/6867.html> (Last accessed: July 1, 2020).
4. Vovk N. Arkhivni informaciyno-poshukovi systemy: shlyakhy optymizatsiyi poshuku tekstovoyi informaciyi. – Biblioteko-znavstvo. Dokumentoznavstvo. Informologiya. – 2018. – No. 3. – S. 37-42.
5. Pyrig S., Nuzhna O. Informaciyni tekhnologiyi ta ih vykorystannya na pidpryemstvakh Ukrainy. – Ekonomichnyi froum. – 2014. – No. 3. – S. 190–195.
6. Vynnychuk R., Sklyaruk T. Osoblyvosti rozvytku IT-rynku v Ukraini: stan ta tendencyi. – Visnyk Natsionalnogo universytetu “Lvivska politekhnika”. Seriya “Logistyka”. – 2015. – No. 833. – S. 3-8.
7. Minukhin S. Formirovaniye informatsionnogo obespecheniya sistemy upravleniya biznes-protsessami predpriyatiya. – Aktualni problem ekonomiky. – 2006. – No. 10. – S. 170–178.
8. Hovorushchenko T.O. Teoretychni ta prykladni zasady informaciynoyi tekhnologiyi otsinuvannya doststnosti informaciyi schodo yakosti u specifikatsiyakh vymog do programnogo zabezpechennya: dis. ... doktora tekhnichnykh nauk: 05.13.06. – Lviv, 2018. – 441 s.
9. Sivarajah U., Kamal MM., Irani Z., Weerakkody V. Critical analysis of Big Data challenges and analytical methods. – Journal of Business Research. – 2017. – Vol. 70. – Pp. 263-286.
10. Luo Y., Bu J. How valuable is information and communication technology? A study of emerging economy enterprises. – Journal of World Business. – 2016. – Vol. 51. – Issue 2. – Pp. 200-211.
11. Tian X. Big data and knowledge management: a case of deja vu or back to the future? – Journal of Knowledge Management. – 2017. – Vol. 21. – Issue 1. – Pp. 113-131.
12. Mauerhoefer T., Strese S., Brettel M. The impact of information technology on new product development performance. – Journal of Product Innovation Management. – 2017. – Vol. 34. – Issue 6. – Pp. 719-738.
13. Press G. Top 10 hot artificial intelligence (AI) technologies. Web-site. URL: <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2017/01/23/top-10-hot-artificial-intelligence-ai-technologies/#1d5da9561928> (Last accessed: July 1, 2020).
14. Lytvyn V. V., Vysotska V. A., Dosyn D. G. Metody ta zasoby opratsuvannya informaciynykh resursiv na osnovi ontologiy. – Lviv: LA «Piramida», 2016. – 404 s.
15. Rogushyna Y. Teoretychni zasady zastosuvannya ontologiy dlya semantyzatsiyi resursiv Web. Web-site. URL: [http://irtc.org.ua/image/app/webroot/Files/presentations/IPS/Rogushinadocl\\_seminar\\_29\\_05\\_2018\\_dd\\_20.pdf](http://irtc.org.ua/image/app/webroot/Files/presentations/IPS/Rogushinadocl_seminar_29_05_2018_dd_20.pdf) (Last accessed: July 1, 2020).

16. Rogushyna Y. Vykorystannya ontologiy dlya personifikatsiyi semantichnogo poshuku. – Problemy programuvannya. – 2017. – No. 3. – S. 52- 67.
17. Rogushyna Y. Semantychnyi poshuk u Web na osnovi ontologiy: rozrobka modeley, metodiv i zasobiv. – Melitopol: MDU-PU im. B. Khmelnytskogo, 2015. – 291 s.
18. ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering. Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). System and software quality models. [Introduced 01.03.2011]. – Geneva (Switzerland), 2011. – 34 p. (International standard).
19. ISO/IEC 25030:2019. Systems and software engineering. Systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE). Quality requirements framework [Introduced 01.09.2019]. – Geneva (Switzerland), 2019. – 46 p. (International standard).
20. ISO/IEC TR 19759:2015. Software Engineering. Guide to the software engineering body of knowledge (SWEBOK). [Introduced 01.10.2015]. – Geneva (Switzerland), 2015. – 336 p. (International standard).
21. ISO 25023:2016. Systems and software engineering. Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). Measurement of system and software product quality. [Introduced 31.03.2016]. – Geneva (Switzerland), 2016. – 45 p. (International standard).

Надійшла / Paper received: 26.07.2020  
Надрукована / Paper Printed : 02.09.2020