

Р. Б. Капітан

Черкаський державний технологічний університет
бульвар Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006, Україна
e-mail: kapitan_ruslan@ukr.net

РОЗРОБКА ОНТОЛОГІЧНИХ МОДЕЛЕЙ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВИРОБНИЧОГО ОБЛАДНАННЯ НА ПОЛІГРАФІЧНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

Проаналізовано проблеми створення виробничої системи підтримки прийняття рішень, з онтологічною компонентою в якості інтелектуального ядра, для вирішення завдань, пов'язаних із визначенням поточного технічного стану виробничого обладнання (ТСВО) на поліграфічному підприємстві. Інформація про ТСВО буде формуватися в онтологічному середовищі на основі даних про відмови конкретних одиниць обладнання, які мали місце в процесі його функціонування, а згодом – узагальнюватися, з метою визначення номенклатури запасних частин та комплектуючих, які необхідно мати на складі поліграфічного підприємства для оперативного відновлення працездатності цього обладнання. Викладено підхід до синтезу інтелектуального ядра у формі онтологічної системи як сукупності трьох предметних онтологій. В основу підходу покладено методологію METHONTOLOGY з відповідним інструментарієм. Розроблені засоби стануть частиною комп'ютерного середовища для автоматизації, за допомогою технології інтернету, речей і логістичних процесів, пов'язаних із замовленням, закупкою та доставкою на склад поліграфічного підприємства запасних частин та комплектуючих.

Ключові слова: поліграфічне підприємство, виробниче обладнання, технічний стан, інтелектуальне ядро, онтологія, онтологічна система.

Вступ. На сьогодні інтелектуалізація процесів управління виробництвом на всіх етапах життєвого циклу виробів є основною тенденцією в розвитку промислових інформаційних систем. Але для управління сучасними виробничими об'єктами, зокрема, вирішення задач технічного діагностування, в силу їх складності, часто неможливо застосовувати методи, відомі в класичній теорії управління. Наявність зазначеної тенденції породжує ряд прикладних проблем, пов'язаних із необхідністю розроблення та реалізації нових інформаційних технологій. Однією з головних проблем є постійне зростання складності виробничого обладнання (ВО), що неминуче тягне за собою ускладнення процесів проектування і підготовки виробництва. Друга проблема пов'язана з необхідністю постійного зменшення обсягу інформації про поточний стан ВО до того рівня, який дійсно необхідний особі, що приймає рішення (ОПР), відповідно до існуючих обмежень ергономічного характеру. Третя проблема проявляється в дефіциті часу на прийняття рішення і координації рішень різних ОПР. Ще однією важливою проблемою інтелектуалізації виробництва, зокрема поліграфічного [1–4], виступає необхідність постійного придбання, збереження і ро-

зподілу знань досвідчених виробничників, накопичених ними в процесі багаторічної роботи, включаючи при цьому не тільки позитивний, а й негативний досвід вирішення виробничих завдань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішенню зазначених вище проблем в останні роки присвячено значну кількість робіт вітчизняних і зарубіжних дослідників. Так, методологія створення виробничих систем, заснованих на знаннях, викладена в монографіях І. П. Норенкова, П. К. Кузьмика [5], А. І. Громова, М. С. Камєннова, Г. Б. Євгенєва [6]. Проблема організації ергономічного людино-машинного інтерфейсу у виробничих діалогових системах розглядається, зокрема, у праці Є. І. Яблочникова [7]. В останній із зазначених робіт представлена і концепція створення єдиного простору знань в рамках виробничого об'єкта, що дає можливість істотно підвищити ефективність рішень, що приймаються колективом ОПР. Вирішенню останньої із зазначених вище проблем, яка, безсумнівно, відноситься до категорії фундаментальних, присвячено безліч публікацій, серед яких безпосередньо питанням інтелектуалізації виробництва – порівняно невелика кількість робіт, наприклад [8].

Постановка проблеми. Реалізація сукупності процесів, пов'язаних із перманентним виявленням, вилученням і структуризацією знань досвідчених фахівців у галузі поліграфічного виробництва, на даному етапі розвитку виробничих систем зі штучним інтелектом, вимагає розробки якісно нових підходів. Найбільш перспективним, на думку ряду дослідників, наприклад Т. П. Левашової, М. П. Пашкіна, А. В. Смирнова, Н. Г. Шилова [9], є застосування онтологій в якості сховища знань про виробництво. Разом з тим, на цій основі до цього часу не розроблено інформаційну технологію синтезу виробничих систем підтримки прийняття рішень (СППР) щодо визначення та підтримки належного технічного стану ВО на поліграфічних підприємствах.

Мета статті полягає у розробці онтологічних моделей для підвищення ефективності бізнес-процесів на поліграфічному підприємстві, об'єднання їх в онтологічну систему і в застосуванні цієї системи в якості інтелектуального ядра СППР щодо постачання на склад поліграфічного підприємства запасних частин та комплектуючих для забезпечення належного технічного стану ВО.

Виклад основного матеріалу. Останнім часом в інженерії застосовується визначення онтології як формальної специфікації узгодженої концептуалізації [10]. При цьому під узгодженням концептуалізації мається на увазі, що дана концептуалізація не є думкою окремої особи, а є спільною для деякої спільноти у конкретній предметній галузі.

Визначення 1. Онтологічний інжиніринг – теорія і технологія розробки онтологій [11].

При цьому будь-яка онтологія має в своїй основі концептуалізацію, але одна і та ж сама концептуалізація може бути основою різних онтологій, і дві різні бази знань (БЗ) можуть відображати одну онтологію.

Основними компонентами онтології є: класи або поняття; атрибути; відносини; аксіоми; екземпляри [9].

Визначення 2. Екземпляри онтологій є одиничними, та поєднуються в класи.

Одиниці онтології (класи і екземпляри) можуть мати властивості – атрибути. Кожен атрибут, зазвичай, має ім'я і значення та використовується для зберігання інформації, яка специфічна для даної одиниці. Наприклад, для екземпляру *Дротошвейна машина* типовим атрибутом є *Принцип дії*.

Визначення 3. Відносини в онтології представляють тип взаємодії між поняттями предметної галузі.

Відносини між поняттями формально визначаються як підмножини у деякому універсумі. Приклад бінарного відношення – відношення «частина – ціле». Різниця між відносинами і атрибутами полягає в тому, що відносини пов'язують між собою два класи, а атрибут описує внутрішні властивості об'єктів за допомогою конкретних значень. Прикладом бінарного відношення є пара *Дротошвейна машина – Робоча частина дротошвейної машини*.

У онтологіях, що містять опис предметних галузей, які трактуються однозначно (до них, зокрема, відноситься і поліграфічне виробництво), найбільш значущим є так зване таксономічне відношення (також відоме як відношення «клас – підклас», родовідове відношення або «is a»-відношення).

Визначення 4. Аксіоми (правила виведення) використовуються, щоб записати істинні по визначенню висловлювання про відносини між сутностями предметної галузі.

Аксіоми можуть бути включені в онтологію для різних цілей, наприклад для визначення комплексних обмежень на значення атрибутів, аргументів відносин, для перевірки коректності інформації, яка представлена в онтології, або для виведення нової інформації. Наприклад, *ЯКЩО Матеріал політурки – картон I, товщина картону 3 мм, ТО Застосовувати склеювання*.

Визначення 5. Словник (глосарій) є онтологією з порожньою множиною відносин [11].

Наприклад, словником в онтології «Брошування поліграфічної продукції» може слугувати ДСТУ 3003:2006: «Технологія поліграфічних процесів: Терміни та визначення понять».

Таксономія за своєю природою є найпростішою онтологією, яка будується, переважно, на відносинах типу «клас – підклас». Разом з тим, для відображення мерономічного аспекту в семантиці зв'язків поміж концептами предметної галузі (ПрГ), для деяких типів онтологій доцільно використання відносини типу «частина – ціле». Наприклад, при синтезі метаонтології в складі онтологічної системи, що містить знання світу брошурувального обладнання, такий тип відносин необхідний для експліцитного опису складу ВО.

У ряді випадків, виходячи з особливостей ПрГ, в онтологіях повинні бути передбачені обмеження на область значень властивостей екземплярів. При цьому для завдання області значень властивостей формується ряд множин, елементами яких є цілі числа або символи алфавіту. Можливо також формування зазначених множин з підмножини концептів онтології (множини екземплярів даного класу, множини класів).

В цілому, існує зворотна залежність між виразною здатністю будь-якої конкретної онтології, і складністю її структури [12]. Зазначена визначає необхідність використання мінімально необхідного набору відносин (онтологічних залежностей) при дотриманні заданого рівня адекватності онтології по відношенню до описуваної предметної галузі.

На практиці, найбільш формалізованими онтологіями є логічні теорії, побудовані на довільних логічних твердженнях про поняття в рамках заданої системи аксіом. Для опису таких формальних онтологій застосовуються різні логіки (deskриптивні логіки, модальні логіки, логіка предикатів першого порядку) і різні мови опису онтологій DAML + OIL, OWL, CycL, Ontolingua [12].

У видавничій справі, зокрема, у поліграфічному виробництві, має місце однозначність трактування понять, а також відносин між ними. Виходячи з цього, при розробці за стосунків у галузях, безпосередньо пов'язаних із поліграфією, цілком коректно обмежитися створенням так званих легких онтологій (lightweight ontologies) [12–14].

Онтологія, як математична структура, складається з таксономії термінів, визначень термінів і правил їх обробки.

Визначення 6. Формальною моделлю онтології є упорядкована тріада об'єктів:

$$O = \langle E, R, F \rangle, \quad (1)$$

де E – скінченна множина концептів (понять, термінів) ПрГ, яку представляє онтологія O ;

R – скінченна множина відносин між концептами (поняттями, термінами) заданої предметної галузі;

F – скінченна множина функцій інтерпретації заданих концептів і / або відношень онтології O .

Природним обмеженням, що накладається на множину E , є його скінченність і непорожність. Відповідно до (1) R і F повинні

бути скінченними множинами. Розглянемо, однак, граничні випадки, пов'язані з порожнечою зазначених множин.

Нехай $R = 0$ та $F = 0$. Тоді онтологія O трансформується у простий словник:

$$O = \langle E, \{ \}, \{ \} \rangle. \quad (2)$$

Така вироджена онтологія може бути корисна для специфікації, поповнення та підтримки словників ПрГ, але онтології-словники мають обмежене використання, оскільки не містять експліцитного опису смислу термінів. У практиці створення онтологій для вирішення виробничих завдань, коли терміни належать дуже вузькому (наприклад, технічному) словнику і їх смисли вже заздалегідь добре узгоджені в межах певної спільноти (наприклад, виробничого колективу поліграфічного підприємства), такий підхід є цілком виправданим.

Практика онтологічного інжинірингу надає можливість побудови моделі онтології, що розширюється, і дослідження її властивостей. Як показано в роботі [9], модель онтології, що розширюється, є досить потужною для специфікації процесів формування просторів знань про предметну галузь «Використання ВО в поліграфічному виробництві». Разом з тим і ця модель є неповною в силу своєї пасивності навіть там, де визначені відповідні процедурні інтерпретації і введені спеціальні функції поповнення онтології. Адже єдиною точкою управління активністю в такій моделі є запит на інтерпретацію певного концепту. Цей запит виконується завжди однаково і ініціює запуск відповідної процедури. При цьому власне виведення відповіді на запит і / або пошук необхідної для цього інформації залишається поза межами моделі і повинен реалізовуватися іншими засобами.

З огляду на вищесказане, а також на необхідність експліцитного подання специфікації процесів функціонування онтології, розглянемо поняття «онтологічної системи».

Визначення 7. Формальна модель онтологічної системи S являє собою триплет виду:

$$S = \langle q^{\text{meta}}, \{O^{\text{pr}}\}, M \rangle, \quad (3)$$

де q^{meta} – онтологія верхнього рівня (метаонтологія);

$\{O^{\text{pr}}\}$ – множина предметних онтологій і онтологій задач ПрГ;

М – модель машини виведення, асоційованої з онтологічною системою S.

Використання системи онтологій і спеціальної машини виведення в рамках описаної моделі дає можливість вирішувати у ході поліграфічного виробництва різні завдання. Розширюючи систему моделей $\{O^{pr}\}$, можна враховувати потреби користувача (ОПР), а, змінюючи модель машини виведення – вводити спеціалізовані критерії релевантності одержуваної в процесі пошуку інформації та формувати спеціальні репозиторії накопичених даних. Крім того, є можливість поповнення при необхідності тієї чи іншої онтології у складі онтологічної системи.

До складу моделі онтологічної системи S входять три онтологічні компоненти:

- 1) метаонтологія «Застосування ВО на поліграфічному підприємстві»;
- 2) предметна онтологія «Брошурувальне обладнання»;
- 3) онтологія задач «Зшивання поліграфічної продукції».

Як зазначалося вище, метаонтологія q^{meta} оперує загальними концептами і відношеннями, що не залежать від конкретної предметної галузі. Концептами метарівня є загальні поняття, такі як «об'єкт», «властивість», «значення» і т. ін. Тоді на рівні метаонтології q^{meta} ми отримуємо інтенціональний опис властивостей предметної онтології і онтології задач. Онтологія метарівня, завдяки специфічним особливостям предметної галузі, є статичною, що дає можливість забезпечити ефективність процесу виведення на знаннях при функціонуванні онтологічної системи.

Предметні онтології $\{O^{pr}\}$ містять поняття, що описують конкретну предметну галузь, відношення, семантично значущі для даної ПрГ, і множину інтерпретацій цих понять та відношень (декларативних і процедурних). Поняття предметної галузі специфічні в кожній прикладній онтології, але відношення – більш універсальні. Тому, крім відношень типу «is a» в якості базису зазвичай виділяють такі відношення моделі предметної онтології, як «part of», «kind of», «contained in», «member of», «see also» і деякі інші.

Відношення «part of» завжди визначено на множині концептів, є відношенням належності і показує, що концепт може бути частиною інших концептів. Воно є відношенням

типу «частина – ціле» і за властивостями близька до відношення «is a». Дане відношення може бути задано відповідними аксіомами. Аналогічним чином можна ввести й інші відношення типу «частина – ціле».

Відношення типу «see also» має іншу семантику й інші властивості. Тому доцільно запроваджувати його не декларативно, а процедурно, подібно до того, як це робиться, наприклад, при визначенні нових типів у мовах програмування, де підтримуються абстрактні типи даних [12]. Нижче наведено відповідний фрагмент запису на алгоритмічній мові високого рівня C++:

X see_also Y:

```
see_also member_of Relation {
if ((X is_a Notion) & (Y is_a Notion) & (X
see_also Y))
if (Operation connected_with X)
Operation connected_with Y
};
```

Необхідно відзначити, що відношення типу «see also» не задовольняє умові транзитивності. Якщо припустити, що $(X1 \text{ see_also } X2) \& (X2 \text{ see_also } X3)$, то можна вважати, що $(X1 \text{ see_also } X3)$. Однак, у міру збільшення довжини ланцюжка об'єктів, пов'язаних даним відношенням, справедливості транзитивного перенесення властивості «connected with» падає. Тому в разі використання відносини типу «see also» ми маємо справу не з відношенням часткового порядку (як, наприклад, в разі відношення «is a»), а з відношенням толерантності. Зазначене обмеження повинно бути враховано при інтерпретації конкретного відношення.

Аналіз специфіки предметної галузі «Застосування ВО в поліграфічному виробництві» показує, що введений вище набір відношень є достатнім для початкового опису відповідних онтологій. Зрозуміло, що цей базис є відкритим і може поповнюватися в залежності від предметної галузі і цілей, що стоять перед прикладною системою, в якій така онтологія використовується.

Онтологія завдань в якості понять містить типи вирішуваних завдань, а відношення цієї онтології, як правило, специфікують декомпозицію задач на підзадачі. Разом з тим, якщо прикладною системою вирішується єдиний тип задач (наприклад, задачі пошуку релевантної запиту інформації), то онтологія завдань може в даному випадку описуватися словниковою моделлю, розглянутою вище. Таким чином, модель онтологічної системи

дозволяє описувати необхідні для її функціонування онтологій різних рівнів.

Машина виведення онтологічної системи в даному випадку буде спиратися на мережеве представлення онтологій всіх рівнів. При цьому її функціонування буде пов'язано:

- з активацією понять і / або відношень, які фіксують умови задачі, що вирішується (опис вихідної ситуації);
- визначенням цільового стану (ситуації);
- виведенням на мережі, що полягає в тому, що від вузлів вихідної ситуації розходяться хвилі активації, які використовують властивості відношень, з ними пов'язаних. Критерієм зупинки процесу є досягнення цільової ситуації або перевищення тривалості реалізації (time-out) [13].

Методологію і «життєвий цикл» створення онтологій обговоримо на прикладі підходу METHONTOLOGY, розробленого Гомез-Перезом (Gomez-Perez) з колегами, в рамках якого реалізуються принципи Грубера, а також розроблено програмне оточення специфікації онтологій ODE (Ontology Design Environment) [10].

В рамках цього підходу виділяються такі процедури в «життєвому циклі» створення онтологій: управління проектом, власне розробка та підтримка розробки.

Процедури управління проектом включають планування, контроль і гарантії якості. Планування визначає, які завдання повинні бути виконані, як вони організовуються, як багато часу і які ресурси потрібні для їх виконання. Контроль гарантує, що заплановані завдання виконані і саме так, як це передбачалося [12, 14].

Відповідно до загальноприйнятої технології, розробка онтологічної системи включає специфікацію, концептуалізацію, формалізацію і реалізацію. Специфікація визначає цілі створення онтології, її передбачуване використання і потенційних користувачів. Концептуалізація забезпечує структурування предметних знань у вигляді значущої експліцитної моделі. На етапі формалізації відбувається перетворення концептуальної моделі в формальну або «обчислювальну». Етап реалізації передбачає програмування обчислювальної моделі на відповідній мові представлення знань.

Процедури підтримки, а саме придбання знань, оцінки, інтеграції, документування та управління конфігураціями, виконуються одночасно з розробкою. Без них онтологія не

може бути побудована. Вони представлені процедурами. Придбання знань акумулює знання в заданій предметній галузі. Оцінка надає розробникам технічні рішення по оцінці онтології, відповідного програмного забезпечення та документації, як в процесі виконання кожної фази, так і між фазами. Інтеграція потрібна, коли нова онтологія створюється із використанням вже існуючих застосунків. Документування дає детальну, зрозумілу і вичерпну інформацію про кожну фазу і продукт в цілому. Управління конфігураціями необхідно для архівації всіх версій документації, програмного забезпечення і коду онтології, а також для контролю за змінами, що мають місце в ході розробки.

Загальна схема «життєвого циклу» створення онтологічної системи щодо визначення поточного технічного стану ВО на поліграфічному підприємстві, в рамках підходу METHONTOLOGY, представлена на рис. 1.

Необхідно відзначити, що процес побудови онтології тут розпадається на серію підпроцесів зі створення проміжних представлень. При цьому виконання окремих підпроцесів, хоча і здійснюється послідовно, можлива організація ітеративного режиму, оскільки якість реалізації всього процесу визначається повнотою і точністю вже накопичених знань.

Відповідно до даної методології, спочатку будується глосарій термінів (Glossary of Terms), згодом дерева класифікації концептів (Concept Classification Trees) і діаграми бінарних відношень (Binary Relations Diagrams), а після цього – інші проміжні представлення.

Висновки. Застосування онтологічного підходу до створення виробничих систем зі штучним інтелектом є перспективним з точки зору підвищення ефективності управління поліграфічним виробництвом в аспекті підтримання належного технічного стану виробничого обладнання на поліграфічних підприємствах.

Інтелектуальне ядро комп'ютерних логістичних систем постачання запасних частин і комплектуючих до виробничого обладнання поліграфічних підприємств доцільно реалізовувати у формі онтологій.

Враховуючи специфіку організації виробництва на поліграфічних підприємствах розроблено онтологічні моделі в рамках технології METHONTOLOGY, що дозволяють підвищувати ефективність бізнес-процесів поліграфічного виробництва.

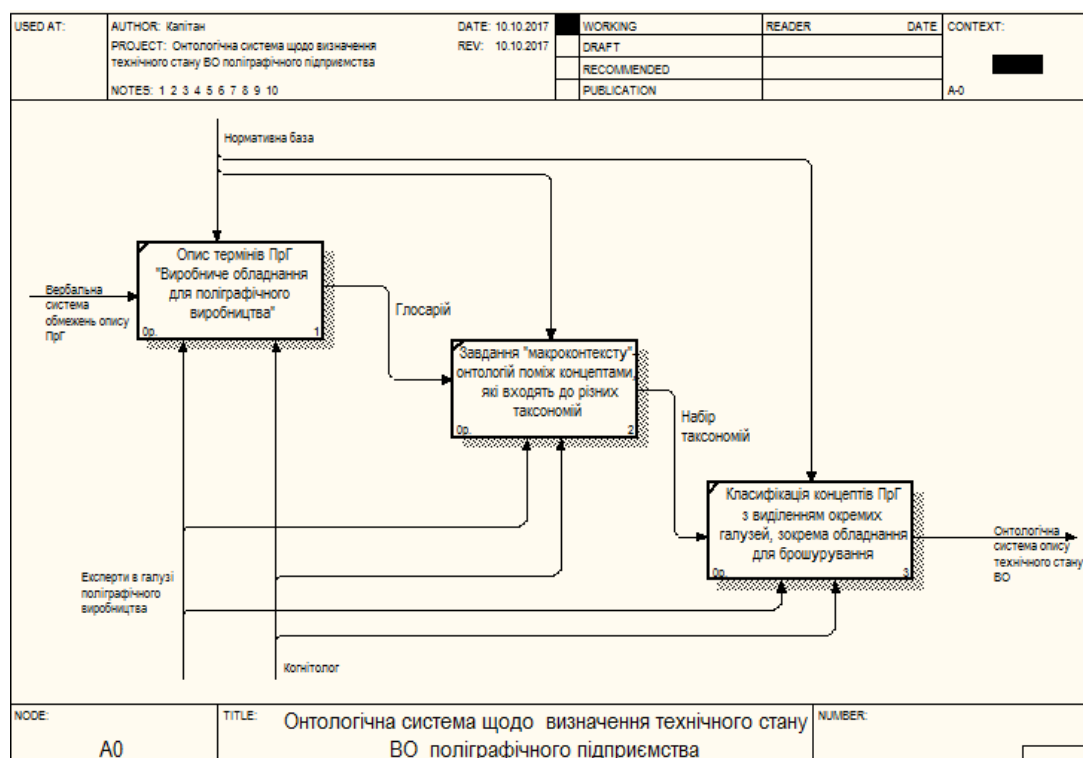


Рис. 1. Розроблення онтологічних моделей визначення технічного стану ВО поліграфічного підприємства (на прикладі брошурувального обладнання)

Список літератури

- Madsen David A. et al. Print Reading for Engineering and Manufacturing Technology Boston, Massachusetts: CENGAGE Learning; 3 edition. 2012. 544 p.
- Мальшкин Е. В., Мильчин А. Э. и др. Настольная книга издателя. М.: АСТ; Олимп, 2005. 811 с.
- Центр инновационной полиграфии Компания «COLOR CITY». URL : <http://colorcity.com.ua/ru/library/articles/web2print.html>.
- HP Hiflex Management Information System (MIS) and HP Hiflex Web-to-Print solutions are no longer sold. URL : <http://www.hiflex.com/hiflex>.
- Норенков И. П., Кузьмик П. К. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. 320 с.
- Евгеньев Г. Б. Системология инженерных знаний. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. 376 с.
- Яблочников Е. И. Организация единого информационного пространства технической подготовки производства с использованием PDM SmarTeam. *Информационные технологии в проектировании и производстве*. 2001. № 3.
- Алиев Р. А., Абдикеев Н. М., Шахназаров М. М. Производственные системы с искусственным интеллектом. М.: Радио и связь, 1990. 264 с.
- Левашова Т. В., Пашкин М. П., Смирнов А. В., Шилов Н. Г. Управление онтологиями. *Изв. РАН. Теория и системы управления*. 2003. № 5. С. 89–101.
- Gomez-Perez A. From Knowledge based Systems to Knowledge Sharing Technology: Evaluation and Assessment. Technical Report of Knowledge Systems Laboratory. KSL-94-73. Stanford University, CA., 1994.
- Смирнов А. В., Пашкин М. П., Шилов Н. Г. и др. Онтологии в системах искусственного интеллекта: способы построения и организации. *Новости искусственного интеллекта*. 2002. № 1, 2.
- Sowa J. Building, Sharing, and Merging Ontologies. 2001. URL : <http://www.ifsowa.com/ontology/ontoshar.html/>
- McGregor R., Patil R. S. Tools for Assembling and Managing Scalable Knowledge Bases, 1997. URL : <http://www.isi.edu/isd/-Onto Loom.hpkb/>

14. Ushold M., Gruninger M. Ontologies: Principles, Methods, and Applications. *Knowledge Engineering Review*. 1996. V. 11 № 2.

References

1. Madsen, David A. (2012) Print Reading for Engineering and Manufacturing Technology. Boston, Massachusetts: CENGAGE Learning; 3 edition, 544 p.
2. Malyishkin, E.V., Milchin, A. E., Pavlov, A. A., Shadrin, A. E. (2005) *Nastolnaya kniga izdatelya*. M.: AST; Olimp, 811 s.
3. Tsentr innovatsionnoy poligrafii. Kompaniya «COLOR CITY». URL : <http://colorcity.com.ua/ru/library/articles/web2print.html>.
4. HP Hiflex Management Information System (MIS) and HP Hiflex Web-to-Print solutions are no longer sold. URL : <http://www.hiflex.com/hiflex>.
5. Norenkov, I. P., Kuzmik, P. K. (2002) *Informatsionnaya podderzhka naukoemkih izdeliy. CALS-tehnologii*. M.: Izd-vo MGTU im. N. E. Bauman, 320 s.
6. Evgenev, G. B. (2001) *Sistemologiya inzhenernykh znaniy*. M.: Izd-vo MGTU im. N. E. Bauman, 376 s.
7. Yablochnikov, E. I. (2001) Organizatsiya edinogo informatsionnogo prostranstva tehnicheskoy podgotovki proizvodstva s ispolzovaniem PDM SmarTeam. *Informatsionnye tehnologii v proektirovanii i proizvodstve*, № 3.
8. Aliev, R. A., Abdikeev, N. M., Shahnazarov, M. M. (1990) *Proizvodstvennyye sistemy s iskusstvennyim intellektom*. M.: Radio i svyaz, 264 s.
9. Levashova, T. V., Pashkin, M. P., Smirnov, A. V., Shilov, N. G. (2003) *Upravlenie ontologiyami* *Izv. RAN. Teoriya i sistemy upravleniya*, № 5, pp. 89–101.
10. Gomez-Perez, A. (1994) From Knowledge based Systems to Knowledge Sharing Technology: Evaluation and Assessment Technical Report of Knowledge Systems Laboratory. KSL-94-73. Stanford University, CA.
11. Smirnov A. V., Pashkin M. P., Shilov N. G. i dr. (2002) *Ontologii v sistemah iskusstvennogo intellekta: sposoby postroyeniya i organizatsii* *Novosti iskusstvennogo intellekta*, № 1, 2.
12. Sowa, J. (2001) Building, Sharing, and Merging Ontologies. URL: <http://www.ifsowa.com/ontology/ontoshar.html/>
13. McGregor, R., Patil, R. S. (1997) Tools for Assembling and Managing Scalable Knowledge Bases. URL: <http://www.isi.edu/isd/OntoLoom.hpkb/>
14. Ushold, M., Gruninger, M. (1996) *Ontologies: Principles, Methods, and Applications*. *Knowledge Engineering Review*, v. 11, № 2.

R. B. Kapitan

Cherkasy State Technological University
blvd. Shevchenko, 460, Cherkasy, 18006, Ukraine
e-mail: kapitan_ruslan@ukr.net

DEVELOPING ONTOLOGY MODELS FOR TECHNICAL CONDITION DETERMINATION OF PRODUCTION EQUIPMENT AT PRINTING ENTERPRISE

The article analyzes problems of developing a production decision support system with ontological component as an intellectual core for completing tasks related to determining current technical state of production equipment (TSPE) at printing enterprise. The information on TSPE will be formed in ontological environment based on the data on equipment specific units' failures that occurred during its operation. Thereafter the information will be generalized, in order to identify full-range spare parts and component parts which have to be in printing enterprise warehouse for quick repairing equipment work capacity. The author describes an approach to intellectual core synthesis in the form of ontological system as a set of three subject ontologies. The approach is based on the methodology METHONTOLOGY with appropriate toolkit. The developed tools will become a part of the computer environment for automation with the help of Internet technology of things, order-related logistic processes, purchasing and delivering spare parts and component parts to printing enterprise warehouse.

Keywords: *printing enterprise, production equipment, technical condition, intellectual core, ontology, ontology system.*

Рецензенти: *І. В. Шостак, д.т.н., професор,
Г. В. Канашевич, д.т.н., професор*