

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

# **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ПРИБОРЫ АВТОМАТИКИ**

**Всеукраинский межведомственный  
научно-технический сборник**

**Основан в 1965 г.**

**Выпуск 175**

*Посвящается 60-летию кафедры ИУС*

Харьков  
2018

В сборнике представлены результаты исследований, касающихся компьютерной инженерии, управления, технической диагностики, автоматизации проектирования, оптимизированного использования компьютерных сетей и создания интеллектуальных экспертных систем. Предложены новые подходы, алгоритмы и их программная реализация в области автоматического управления сложными системами, оригинальные информационные технологии в науке, образовании, медицине.

Для преподавателей университетов, научных работников, специалистов, аспирантов.

У збірнику наведено результати досліджень, що стосуються комп'ютерної інженерії, управління, технічної діагностики, автоматизації проектування, оптимізованого використання комп'ютерних мереж і створення інтелектуальних експертних систем. Запропоновано нові підходи, алгоритми та їх програмна реалізація в області автоматичного управління складними системами, оригінальні інформаційні технології в науці, освіті, медицині.

Для викладачів університетів, науковців, фахівців, аспірантів.

**Редакционная коллегия:**

*В.В. Семенец*, д-р техн. наук, проф. (гл. ред.), *В.М. Левыкин*, д-р техн. наук, проф. (отв. ред.), *М.В. Евланов*, д-р техн. наук, доц. (отв. секр.), *Е.В. Бодянский*, д-р техн. наук, проф., *И.В. Гребенник*, д-р техн. наук, проф., *А.Л. Ерохин*, д-р техн. наук, проф., *А.А. Каргин*, д-р техн. наук, проф., *А.И. Михалёв*, д-р техн. наук, проф., *И.Ш. Невлюдов*, д-р техн. наук, проф., *Е.П. Пуятин*, д-р техн. наук, проф., *И.В. Рубан*, д-р техн. наук, проф., *В.А. Филатов*, д-р техн. наук, проф., *Г.З. Халимов*, д-р техн. наук, проф.

Свидетельство о государственной регистрации  
печатного средства массовой информации

КВ № 4619 от 18.10.2000г.

*Адрес редакционной коллегии:* Украина, 61166, Харьков, просп. Науки, 14, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, комн. 254, тел. 70-21-451

© Харківський національний університет  
радіоелектроніки, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СЕМЕНЕЦЬ В.В., ЛЕВИКІН В.М., САЄНКО В.І.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ І АНАЛІЗ ДИДАКТИЧНОЇ ПОЛІТИКИ УНІВЕРСИТЕТУ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ З ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	4
<b>ЛЕВИКІН В.М., ЧАЛА О.В.</b> МОДЕЛЬ ЦИКЛУ ВИЯВЛЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЗНАНЬ В ЗНАННЯ-ЄМНИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАХ.....	14
<b>ЧАЛИЙ С.Ф., ЛЕВИКІН І.В., КАЛЬНИЦЬКА А.Ю.</b> ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ПРЕЦЕДЕНТНОГО УПРАВЛІННЯ НАСКРІЗНИМИ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ.....	19
<b>RUZHENTSEV V.I., VYSOTSKA O.V., RYSOVANA L.M., ZINCHENKO YU.YE., ALEKSEIENKO R.V.</b> ORGANIZATION OF INFORMATION PROTECTION OF THE INFORMATION SYSTEM DETECTION OF PSYCHOEMOTIONAL AND COGNITIVE DISORDERS.....	26
<b>ЄВЛАНОВ М.В.</b> УДОСКОНАЛЕНИЙ МЕТОД СИНТЕЗУ ВАРІАНТІВ ОПИСУ АРХІТЕКТУРИ СТВОРЮВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.....	32
<b>ВАСИЛЬЦОВА Н.В., НЕУМИВАКІНА О.Є., ПАНФЬОРОВА І.Ю.</b> МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ДОСВІДУ КОМАНДИ ВИКОНАВЦІВ ІТ-ПРОЕКТУ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.....	41
<b>БІЛОВА Т.Г.</b> АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ НАДАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ АДМІНІСТРАТИВНИХ ПОСЛУГ.....	49
<b>ЛЕВИКІН В.М., ЮР'ЄВ І.О., ПЕТРИЧЕНКО О.В.</b> МЕТОД ФОРМУВАННЯ КАТАЛОГУ ІТ-СЕРВІСІВ.....	54
<b>ХОРОШЕВСЬКИЙ О.І.</b> МЕТОД УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТУВАННЯМ ОСВІТНІХ САЙТІВ НА БАЗІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВМІСТОМ.....	60
<b>ЄВЛАНОВ М.В., КОРНЄЄВА Є.В.</b> ФОРМАЛІЗОВАНИЙ ОПИС ВІЗУАЛЬНИХ ПРЕДСТАВЛЕНЬ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЦЕСУ.....	65
<b>КАРАБИЦЬКА О.Д.</b> МЕТОД ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ З ВІДКРИТОЮ АРХІТЕКТУРОЮ.....	74
<b>РЕФЕРАТЫ.....</b>	83

*В.В. СЕМЕНЕЦЬ, В.М. ЛЕВИКІН, В.І. САСНКО*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ І АНАЛІЗ ДИДАКТИЧНОЇ ПОЛІТИКИ УНІВЕРСИТЕТУ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ З ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Соціально-економічні зміни суспільства є однією з причин зміни навчального процесу. Спеціальність "Інформаційні системи та технології" стає сьогодні однією з пріоритетних. Університету слід формувати нову дидактичну політику з урахуванням зміни соціуму. Формування політики має торкнутися питань зміни навчального процесу, використання нових інформаційних технологій (ІТ), лабораторної бази, кваліфікації викладачів, системи оцінювання. Деталі розглядаються в статті. Запропоновані рішення і висновки можуть бути покладені в основу формування дидактичних політик будь-якого університету при підготовці ІТ-фахівців.

### **1. Вступ**

Одним з наслідків появи сучасних мобільних програмно-апаратних систем є зміна способів прийому, передачі, обробки та обміну інформацією. Як найбільш яскравий приклад таких систем можна привести смартфони, які слід вважати не стільки засобом спілкування, скільки складними малорозмірними комп'ютерними системами. Широке розповсюдження смартфонів в різних шарах суспільства породило сплеск затребуваності нових технологій передачі та обміну інформацією (ІР-телефонія, месенджери, соціальні мережі, форуми), інтерес до онлайн-джерел інформації (електронні енциклопедії, спеціальні довідкові сайти, онлайн-словники) і відеоконтенту (наприклад, пов'язаного з навчанням або розвагами). Серед наслідків поширення смартфонів особливо слід відзначити перехід від традиційних до онлайн-технологій надання бізнес-послуг (наприклад, банківських операцій, комунальних платежів, моніторингу стану житлового будинку, автомобіля) і виконання функцій управління соціо-економічними об'єктами (придбання різних квитків, оплата покупок в магазинах, замовлення готелів). У зв'язку з цим можна відзначити, що сфера діяльності людей все більше переміщується в цифровий простір.

Всі ці обставини накладають відбиток на потребу ринку у фахівцях, на вимоги до тих, хто збирається вчитися в університетах і ставати затребуваними відповідним ринком. Це особливо актуально для підготовки ІТ-фахівців. Тому університет, який здійснює таку підготовку, повинен адаптувати організацію і проведення навчального процесу до програмно-апаратних систем, технологій і потреб ринку, що постійно удосконалюються.

### **2. Аналіз особливостей існуючого процесу підготовки ІТ-фахівців**

Діяльність університетів в Україні здійснюється в рамках законодавчих положень [1-4]. При цьому університету надається достатньо прав для формування власної дидактичної політики. Основним документом, що визначає зміст навчального циклу, є освітньо-професійна програма (ОПП). Цей документ регламентує базові навички (компетенції) майбутнього фахівця і перелік дисциплін, в рамках яких формуються ці навички. І те, і інше університет має право доповнювати.

У загальному випадку процес підготовки фахівців можна описати виразом

$$Y = F(X, ED), \quad (1)$$

де  $Y$  - набір навичок фахівця, який закінчив навчання в університеті;  $X$  - набір параметрів, що характеризують здобувача вищої освіти перед початком підготовки;  $ED = G(D, H)$  - навчальний вплив, що визначає види і способи підготовки фахівця;  $D$  - набір дисциплін;  $H$  - набір навичок, які визначаються ОПП.

Аналіз можливості реалізації процесу, описаного виразом (1), для закладу вищої освіти послідовно проводився авторами статті в роботах [5, 6]. За результатами аналізу було виділено тренд розвитку закладів вищої освіти України, який дозволяє зробити висновок, що університет може керувати процесом підготовки ІТ-фахівців, варіюючи набори навичок і дисциплін відповідно до вимог, що змінюються, до підготовки фахівців.

Головним фактором, що визначає особливості підготовки ІТ-фахівців відповідно до виразу (1) в сучасних умовах, є потреба роботодавців у фахівцях, готових до негайної трудової діяльності. Думка про те, що, прийшовши на роботу, слід забути те, чого вчили в університеті, і вчитися працювати, стала категорично неактуальною. У разі неготовності здобувача посади до негайної роботи його відправляють вчитися або доучуватися. Жорстка конкуренція при зарахуванні на роботу змушує студента прагнути отримати такий набір знань, який дозволив би йому пройти конкурс і успішно виконувати функції, які є об'єктом його майбутньої діяльності [7]

Тому до основних тенденцій підготовки сучасних ІТ-фахівців можна віднести скорочення часу на підготовку (у тому числі прискорену) та акцент на формуванні прикладних навичок.

Дані зміни в концепції підготовки фахівців підтверджуються стратегіями, прийнятими в університетах Європи [8-12].

### **3. Постановка задачі дослідження дидактичної політики університету при підготовці ІТ-фахівців**

Сказане вище визначає необхідність зміни підходів до планування навчальної діяльності університету в галузі ІТ. В даний час подібне планування здійснюється на базі політики "невідставання", яка полягає у приведенні навчального плану ІТ-спеціальностей університету у відповідність до поточних вимог роботодавців, але ці вимоги швидко застарівають [7]. Пропонована в даній статті зміна полягає в переході в плануванні навчальної діяльності до політики "випередження". Дана політика передбачає формування навчального плану ІТ-спеціальностей університету за результатами прогнозів розвитку суспільства та промисловості і затребуваності ІТ-фахівців в досліджуваному суспільстві або промисловості.

Така зміна підходу до планування вимагає розуміння тенденцій розвитку соціуму і потреб світової економіки через 5, 10, 20 років. Довгостроковість прогнозів змушує звернути увагу на застосування в ході планування навчальної діяльності університету методів стратегічного аналізу і, зокрема, SWOT-аналізу. Тоді результати вирішення зазначених вище прогностичних завдань можна представити у вигляді відповідей на такі питання:

а) "Які можливості (або перспективи) відкриваються для ІТ-сфери аналізованого суспільства/промисловості?";

б) "Які побоювання можуть виникнути в результаті розвитку ІТ-сфери аналізованого суспільства/промисловості?";

в) "Що є сильними сторонами діючих планів навчальної діяльності університету в ІТ-галузі?" (або "Що слід залишити незмінним в діючих планах навчальної діяльності університету в ІТ-галузі?");

г) "Що є слабкими сторонами діючих планів навчальної діяльності університету в ІТ-галузі?" (або "Що слід змінити в діючих планах навчальної діяльності університету в ІТ-галузі?").

Сукупність відповідей на зазначені питання визначає дидактичну політику університету для процесу підготовки ІТ-фахівців, що тягне за собою коригування відповідних навчальних планів для забезпечення необхідних навичок випускників університету.

Виходячи зі сказаного, метою даної статті є удосконалення дидактичної політики університету з урахуванням тенденцій розвитку сучасних інформаційних технологій. Для досягнення даної мети пропонується вирішити такі задачі:

- аналіз перспектив розвитку ІТ-сфери, здатних вплинути на дидактичну політику університету;
- аналіз побоювань розвитку ІТ-сфери, здатних вплинути на дидактичну політику університету;
- розробка формалізованого опису навчального процесу;
- розробка удосконалень дидактичної політики університету для процесу підготовки ІТ-фахівців.

### **4. Аналіз перспектив розвитку ІТ-сфери, здатних вплинути на дидактичну політику університету**

Сучасний період розвитку світового співтовариства можна охарактеризувати як початок нової фази, яка отримала назву "Четверта індустріальна революція" [13] і являє собою розвиток кібер-фізичних систем, технологій інтернетуречей і систем. В рамках даної фази ІТ і системи набудуть здатності до вільного обміну інформацією за загальнодоступними мережами через Інтернет і самостійного прийняття рішень.

Дана фаза особливо виділяє ІТ-сектор економіки, який буде характеризуватися хорошими перспективами зростання зайнятості і відносно більш високою ймовірністю інвестицій провідних компаній. Так, згідно з аналізом міністерства праці США [14], прогнозується, що зайнятість в ІТ-

секторі за період до 2026 року зросте на 13%. При цьому найчисленнішу групу і в 2018, і в 2026 році повинні становити розробники програмного забезпечення (ПЗ), за якою слідує група ІТ-фахівців, фахівці з підтримки комп'ютерів та архітектори комп'ютерних мереж. На основі цього прогнозу тільки в США буде створено понад півмільйона нових робочих місць, здебільшого для ІТ-фахівців. Попит на ІТ-фахівців обумовлений підвищеною увагою до хмарних обчислень, збору і зберігання великих обсягів даних, аналізу даних (включаючи штучний інтелект (ШІ)), інформаційної безпеки та розробки ПЗ. Ключовими галузями стануть кібербезпека, розробка ПЗ, наука аналізу даних (включаючи ШІ), когнітивні системи [15].

До перспектив розвитку ІТ-сфери можна віднести підвищення інтелектуалізації пристроїв, доступ до величезних сховищ даних, потребу в прискореному аналізі доступних даних, широке розповсюдження хмарних технологій і перенесення в хмари приватних інформаційних ресурсів, появу мереж обміну даними між пристроями (туманні мережі), появу все нових інформаційних сервісів, перехід до персональних інформаційних просторів.

Як найзначущі чинники, що визначають розвиток ІТ-сфери в сучасному соціумі та економіці, слід вказати: розвиток мобільних технологій; появу і розвиток сервісних просторів; множинність способів доступу до інформаційних ресурсів; розвиток соціальних мереж; зміну існуючих інформаційних каналів і телебачення; віртуалізацію світу; віртуалізацію роботи; високу динаміку розвитку ІТ; стирання державних кордонів; незахищеність особистих даних.

Розвиток мобільних технологій перетворив мобільний телефон з атрибута розкоші на невід'ємну частину способу життя значної кількості людей. Звичайне спілкування замінюється "інфокомунікаційним": люди, прокидаючись, перевіряють, перш за все, що їм написали в соцконтактах, і лягають спати, перевіряючи стан цих же контактів. Без мобільного телефону, без доступу до Інтернету багато хто з них взагалі не здатен ефективно виконувати свою роботу. Це накладає відбиток на поточне життя, на формування цінностей, на відношення між собою, на ставлення в сім'ї і, як наслідок, переноситься на економіку підприємств і держав.

Мобільні інтелектуальні технології привели до бурхливого зростання різних інформаційних сервісів. Фактично кожен живе, оточений певним набором інформаційних сервісів, в деякому своєму інформаційному просторі, що формується. Серед найбільш затребуваних сервісів слід вказати електронну пошту, розсилку повідомлень, ІР-телефонію, соціальні мережі, ІР TV, файлообмін, новинні сервіси (новини, погода), сервіси управління банківськими рахунками, спеціалізовані сервіси (за інтересами). При цьому локальні інформаційні простори все більше і більше вбудовуються в світовий простір. Людина все менше намагається щось запам'ятати і все більше покладається на можливість пошуку необхідних знань в загальнодоступній мережі.

Для отримання доступу до сервісу необхідні інтерфейсний пристрій (смартфон, ноутбук, стаціонарний комп'ютер) і відповідний канал зв'язку (провідний, бездротовий Wi-Fi, канали передачі даних мобільного зв'язку 3G, 4G, 5G). Така різноманітність дозволяє сучасній людині мати багато варіантів доступу до мережевих ресурсів. Так, наприклад, для типового здобувача вищої освіти в ІТ-галузі характерна наявність свого ноутбука (лептопа) і смартфона (часто не менш потужного, ніж ноутбук).

Розвиток соціальних мереж породив, фактично, новий вид спілкування. Дискусії, новини, обмін думками, нова інформація, поради та багато іншого сьогодні беруться з соціальних мереж. При цьому ступінь довіри до інформації, одержуваної з соціальних мереж, може бути значно вище ступеня довіри до інформації, одержуваної зі звичайних джерел.

Розвиток ІТ призвів до того, що новинні канали все більше використовуються в режимі "on demand" - "на вимогу", а не відповідно до заздалегідь запропонованої програми передач. Крім того, все більше зростає попит на навчальну інформацію у вигляді відеоматеріалів.

Створення і розвиток ІТ віртуалізації світу призводить до того, що дедалі важливішим стають не фізичні вчинки, а інформаційні. Все частіше, особливо для молоді, цифрова особистість і віртуальний світ стають більш важливими, ніж реальні.

Аналогічна ситуація склалася і в економіці. Розвиток ІТ, що забезпечують віддалену роботу фахівців, призвів до того, що фізичні характеристики людини стають все менш важливими. Зростає роль наявних навичок і вміння ними користуватися в рамках обмежених термінів. Крім того, наймання фахівців у віддаленому режимі дозволяє скоротити витрати на управління персоналом окремих підприємств.

Висока динаміка розвитку ІТ в даний час характеризується їх змінюваністю (приблизно раз на 5-7 років). Наслідком цього є високий темп змін потреб у навичках ІТ-фахівців.

Стирання державних кордонів в даний час призводить до збільшення кількості громадян держави, які фактично живуть і працюють - в тому числі віддалено - в іншій країні. Як результат змінюється акцент у підготовці студентів в університеті. У колишні роки було потрібно підготувати ІТ-фахівця як громадянина держави, який буде працювати на будь-якому державному підприємстві. В даний час потрібно готувати ІТ-фахівця, який повинен задовольняти загальносвітовим вимогам і працювати в будь-якій компанії в будь-якій точці світу.

Представлення і використання на багатьох підприємствах особистих даних співробітників в електронному вигляді призводить до серйозного підвищення ймовірності стороннього доступу до цих даних. Крім того, багато інформаційних компаній абсолютно відкрито збирають особисту інформацію про будь-кого з тих, хто користується їхніми послугами. Зусилля цих компаній спрямовані на відкриту жорстку ідентифікацію користувача та ліквідацію його анонімності. Це накладає відбиток на поведінку людей в мережі і змінює ставлення до персональної інформації. Користувач часто прагне закриття особистої інформації та блокування можливості його ідентифікації. Але треба звикати до того, що тепер особиста інформація про кожного користувача Інтернету буде ставати все більш і більш загальнодоступною.

Дія цих факторів визначає основні напрямки можливих змін процесу підготовки ІТ-фахівців і, відповідно, дидактичної політики університету.

### **5. Аналіз побоювань розвитку ІТ-сфери, здатних вплинути на дидактичну політику університету**

Як головне побоювання розвитку ІТ-сфери слід вказати нестабільність світового ринку ІТ-послуг. Так, згідно з аналітичними дослідженнями компанії Gartner, в 2015-2016 рр. витрати підприємств на ІТ-послуги відчутно скоротилися. Деяке зростання витрат на ІТ-послуги в 2017 році не усунуло невизначеність динаміки ринку [16]. Наступним побоюванням розвитку ІТ-сфери слід вважати можливість зменшення потреби у великій кількості ІТ-спеціалістів. Результати аналізу компанії Gartner показують, що в даний час найбільшим сегментом ринку ІТ-послуг залишається сегмент ПЗ [16]. Існуючі практики управління проектами рекомендують розділяти персонал проекту на групи постійних співробітників і співробітників, найманих для участі в конкретному проекті [17]. У той же час існуючі моделі зрілості ІТ-компаній припускають розвиток процесів розробки програмних продуктів та управління ІТ-проектом в напрямку забезпечення їх повторюваності і стандартизації [18, 19]. Такий підхід дозволяє висунути припущення про можливість заміни персоналу ІТ-проекту в ряді повторюваних процесів і робіт з розробки ІТ-продуктів інтелектуальними ІТ за умови економічної доцільності подібної заміни.

Серед інших побоювань розвитку ІТ-сфери, здатних вплинути на дидактичну політику університету, можна вказати:

- незацікавленість державних структур у фінансуванні процесу підготовки ІТ-фахівців, які будуть працювати в приватних комерційних структурах;
- висока вартість ліцензій на ІТ, програмні продукти і матеріали, що використовуються в процесі підготовки ІТ-фахівця;
- високий рівень конкуренції в сфері ІТ-освіти;
- швидкі темпи старіння комп'ютерної техніки та ПЗ, які використовуються університетом в навчальному процесі;
- нестача досвідчених кадрів, здатних здійснювати не тільки професійну, а й викладацьку діяльність в ІТ-сфері.

### **6. Розробка формалізованого опису навчального процесу**

Для кращого розуміння напрямків розвитку університету в сучасних умовах сформуємо моделі підготовки ІТ-фахівців в університеті.

З точки зору дидактики, процес навчання в університеті можна представити у вигляді схеми, показаної на рис. 1 і рис. 2.

Перш за все, маємо чотири основних об'єкти і три процеси. Об'єкти: університет ( $U$ ), студент ( $S_U$ ), фахівець ( $S_P$ ), працівник компанії ( $S_C$ ). Процеси: навчальний ( $E_U$ ), засвоєння знань ( $E_S$ ), кваліфікаційного тестування ( $E_T$ ).

Університет  $U$  здійснює реалізацію навчального процесу  $E_U$ , виходячи зі своїх можливостей та властивостей  $P(U)$  і властивостей навчального процесу  $P(E_U)$ . Відповідно до навчального

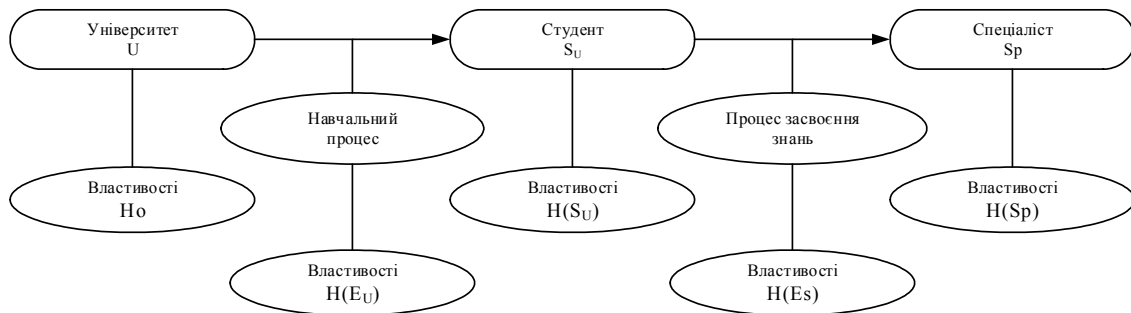


Рис. 1. Узагальнена схема підготовки фахівців: схема "університет - студент"

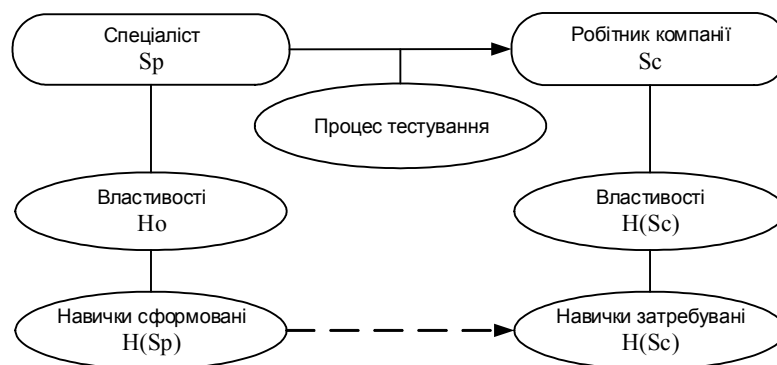


Рис. 2. Узагальнена схема підготовки фахівців: схема "фахівець - працівник"

процесу  $E_U$ , студент  $S_U$  з урахуванням своїх властивостей  $P(S_U)$  в результаті трансформації одержуваних знань (засвоєння знань і отримання нових властивостей)  $K_U \rightarrow K_S$  формується в профільного фахівця  $S_p$ . Фахівець  $S_p$  також характеризується своїми властивостями  $P(S_p)$ . У всіх описах властивості  $P(.)$  визначають деякі індивідуальні характеристики конкретного об'єкта. Фактично йде формування властивостей фахівця  $P(S_p)$ , які ми називаємо "навички" і компетенції.

Навички фахівця  $H(S_p)$  об'єднують знання, які пропонує університет, загальні вміння, якими володіє студент, і сформовані на основі університетських знань спеціальні навички.

В ідеальному випадку кінцевий результат - не просто підготовка "якогось" фахівця, а фахівця такої кваліфікації, який буде затребуваний певною компанією. Компанію  $C_i$  вибирає зазвичай сам студент  $S_p$ , тобто маємо умову задоволення бажання  $D(S_p, C_i) = true$ .

В період навчання університет формує набір загальних навичок, а компанії потрібна тільки частина з них, але це частина зазвичай більш глибока і вузькопрофільна.

"Затребувані навички"  $H_i$  відповідають вимогам компанії  $T(C_i) = T_{ri}$ . Вимоги наявності певного рівня умінь визначається правилом  $H(S_p) \cap H(S_c) \neq \emptyset$  і критеріями  $|H(S_p) \cap H(S_c)| \rightarrow \max$ ,  $H(S_p) \rightarrow H(S_c)$ ,  $|H(S_p) \wedge H(S_c)| \rightarrow \max$ ,  $H(S_p) \rightarrow H(S_c)$ . Це означає, що сформовані навички фахівця повинні наблизитися до вимог компанії.

Тоді буде справедлива схема, представлена на рис. 3:

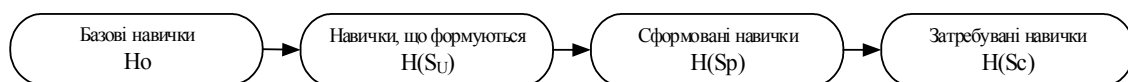


Рис. 3. Схема формування затребуваних навичок

Компанії формують вимоги  $T = \{T_{ri}\}$ , де  $T_{ri}$  - вимоги кожної компанії, фактично



$$T_r = \bigcup_{v_i} T_{ri} .$$

Університет формує свій набір вимог  $T_{r0}$ , для якого створює набір навичок  $H_0$ , але кожен студент формує свій набір навичок  $H(S_p)$ .

Умови прийняття на роботу матимуть вигляд

$$\begin{cases} H(S_p) \cap H(S_c) = T_{ri} \\ D(S_p, C_i) = true \end{cases} . \quad (2)$$

Таким чином, успішним навчальним процесом буде той, який найбільшою мірою забезпечить виконання умов (2) для кожного студента і будь-якої обраної компанії.

Таким чином, маємо три узагальнених схеми:

- схема зв'язку об'єктів  $U \rightarrow S_U \rightarrow S_p \rightarrow S_c \rightarrow C_i$  ;
- схема зв'язку властивостей  $P(U) \rightarrow P(S_U) \rightarrow P(S_p) \rightarrow P(S_c)$  ;
- схема трансформації навичок  $H_0 \rightarrow H(S_U) \rightarrow H(S_p) \rightarrow H(S_c)$  .

Ці схеми стають найважливішим критерієм формування дидактичної політики університету і визначають основні напрямки її вдосконалення.

### 7. Розробка удосконалень дидактичної політики університету для процесу підготовки ІТ-фахівців

Концепція зміни дидактичної політики підготовки ІТ-фахівців описується чотирма еволюційними процесами:

- еволюція навчального процесу;
- еволюція лабораторної бази;
- еволюція кваліфікації викладацького складу;
- еволюція системи оцінювання.

Схема змісту класичного навчального процесу представлена на рис. 4. У цьому випадку лекції, лабораторні роботи і практичні заняття проводяться в аудиторіях. Курсові роботи та проекти підтримуються наявними методиками.



Рис. 4. Схема навчального процесу

Пропонується скоригувати схему навчального процесу для підготовки ІТ-фахівців з урахуванням того, що студенту може бути надана можливість тимчасового дистанційного навчання в рамках звичайної підготовки. Тут мова йде не про вибір аудиторної або дистанційної форм освіти, а про паралельне використання цих форм у процесі підготовки ІТ-фахівців. Цим досягається найбільша гнучкість навчального процесу - дистанційна форма доповнює традиційну, а не витісняє її. Приклад зміненої схеми представлений на рис. 5.

Лабораторні роботи та практики переходять в категорію практик. Це пов'язано з тим, що відпадає необхідність в наявності спеціалізованого обладнання. Все переноситься в віртуальні ресурси.

Проекти та курсові роботи стають більш практично орієнтовані. Головною для них є працездатність отриманих програм. Більший акцент робиться на закінченість і працездатність окремих проектних рішень (програмних продуктів), на вміння працювати в команді з розподілом обов'язків і дотриманням графіків виконання робіт.

Іспити перетворюються з тестів, які формує викладач, в тести, які формують компанії, і тести на отримання сертифікатів.

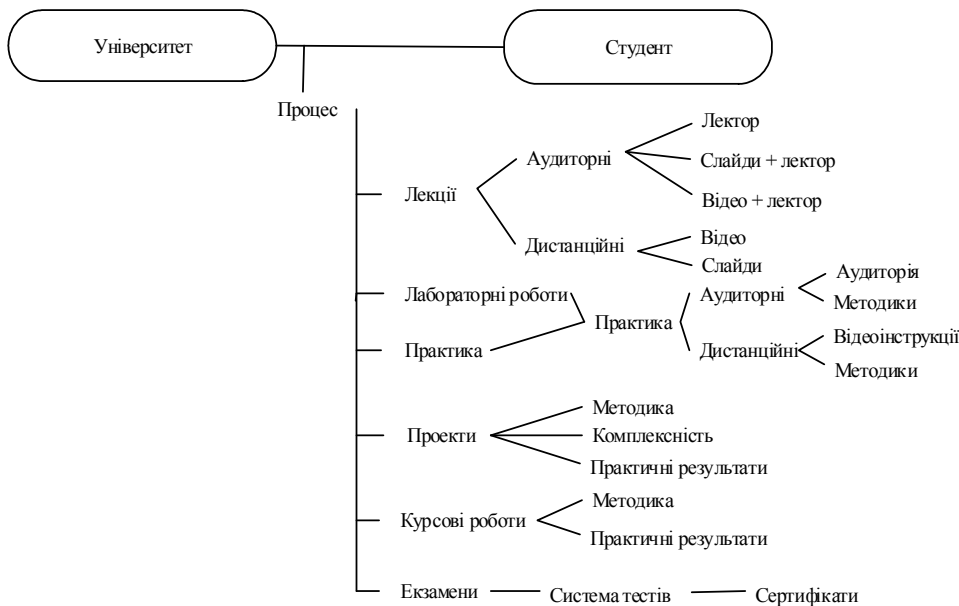


Рис. 5. Схема еволюції навчального процесу

Еволюція лабораторної бази зачіпає, перш за все, зміну комп'ютерних класів. Все більше і більше студентів в даний час під час лабораторних і практичних робіт користуються своїми ноутбуками. Тому необхідність в оснащенні лабораторій повним набором комп'ютерів відпадає. Однак при цьому зростає значимість наявності серверів. Крім того, важливим моментом є можливість логічного доступу в локальну мережу та мережу Інтернет. Обидва доступи можуть бути реалізовані через фізичний доступ через дротові та бездротові з'єднання (більш затребуване бездротове). Виникає також потреба в більш продуктивних каналах зв'язку.

Інший напрямок еволюції лабораторної бази пов'язаний з використанням віртуальних ресурсів. При цьому лідирують хмарні технології, які дозволяють використовувати комп'ютери тільки як термінали. Основні ресурси в хмарних технологіях завантажуються з серверів хмарної системи.

Як показано на рис. 6, розвиток даного напрямку передбачає три основні варіанти: використання зовнішніх хмарних ресурсів; створення єдиного хмарного університетського ресурсу і розгортання в ньому віртуальних ресурсів; створення локальних потужностей, на яких створюються приватні хмарні системи з розгортанням в них віртуальних ресурсів.

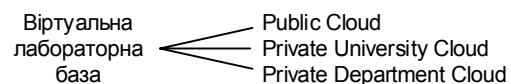


Рис. 6. Варіанти розвитку лабораторної бази з використанням віртуальних ресурсів

Очевидно, що вирішення цієї проблеми необхідно шукати в одночасній реалізації всіх трьох шляхів. У будь-якої конкретної ситуації можна вибрати будь-який з них.

Найпростіший і зручний з точки зору економії інженерних ресурсів (електроживлення, обслуговування, вентиляція, пожежна безпека та інше) - це зовнішній ресурс. Але при цьому необхідні стабільні, надійні і потужні зовнішні канали. Якщо комунікаційна система, що забезпечує доступ до Інтернету, вийде з ладу, то всі ресурси виявляться недоступними. Широке впровадження таких технологій поки обмежене високою вартістю хмарних ресурсів. Слід зазначити, що багато провідних компаній підтримують пільгові умови роботи з хмарними ресурсами для університетів. Такі програми є, наприклад, в Microsoft і IBM. Але проблема в тому, що такі ресурси зазвичай даються на півроку-рік і в будь-який момент можуть бути відключені.

Університетська приватна хмарна система - це теж вигідне рішення для університету. Для багатьох викладачів і кафедр може виявитися зручним шлях використання централізованих ресурсів. Але це ж централізоване рішення може виявитися і витратним, бо зажадає потрібного резервування центральних ресурсів, але все одно працездатність всього процесу буде залежати від працездатності централізованої системи.

Більш життєздатними є локальні системи, розгорнуті в рамках однієї кафедри. Але вони вимагають високої кваліфікації підготовки обслуговуючого персоналу на кафедрах. Крім того, такі рішення, з точки зору університету, є дорожчими, ніж централізована університетська приватна хмарна система.

Очевидно, що вибір і реалізація комбінованого рішення на основі всіх трьох шляхів є найбільш гнучким і життєздатним рішенням для забезпечення обчислювальними ресурсами всього навчального процесу.

Таким чином, як показано на рис. 7, забезпечення високошвидкісних каналів, широка підтримка бездротового доступу, наявність потужних серверних систем, забезпечення для студентів зручного доступу до локальних ресурсів - це основні тенденції забезпечення навчального процесу підготовки ІТ-фахівців.

Наступний аспект у підготовці ІТ-фахівців пов'язаний з тим, що знання, які дає університет, повинні відповідати сучасним вимогам компаній. При цьому слід враховувати, що динаміка зміни технологій не перевищує 5-7 років. Тому підготовка і перепідготовка викладацького складу університету є одним з найбільш важливих напрямів удосконалення його дидактичної політики.

Одним з найбільш важливих факторів, що впливають на підготовку викладацького складу університету, є необхідність повної зміни змісту навчальної дисципліни кожні 4-5 років. При цьому слід прогнозувати основні напрямки розвитку ІТ.

Як приклади такого прогнозу можна вказати:

- хмарні технології;
- технології Internet of Things (IoT);
- технології Big Data;
- когнітивні сервіси.

Викладач формує у себе фундаментальні та прикладні знання. З урахуванням нових тенденцій, ці знання повинні враховувати нові напрямки (див. рис. 8).

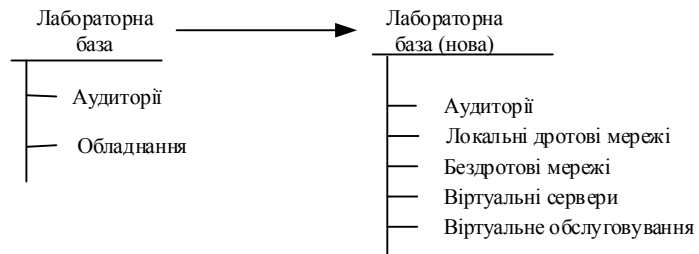


Рис. 7. Еволюція лабораторної бази університету

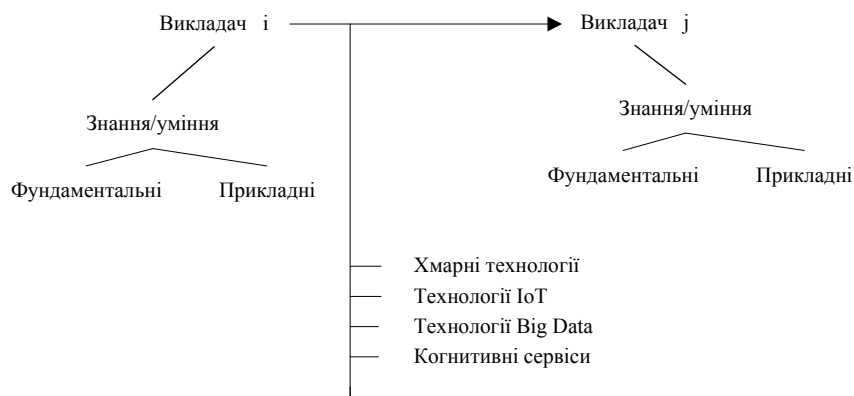


Рис. 8. Еволюція знань викладачів

Найбільш значимо змінюється система оцінювання навичок здобувача вищої освіти. Тут можна виділити наступні способи оцінювання:

- оцінка на підставі класичних вимог (університетських);
- оцінка на підставі вимог компаній;
- оцінка на підставі вимог студента.

Проблема з оцінюванням на підставі університетських вимог пов'язана зі зміною глобальних критеріїв підготовки в університеті. Якщо ще кілька десятиліть тому в університеті

готували, перш за все, громадянина, що володіє певними особистісними характеристиками, то сьогодні головне завдання університету - підготувати фахівця. Класична система оцінювання знань студента (див. рис. 9) передбачає проведення іспитів і тестів. Ця система більшою мірою необхідна викладачеві і університету в цілому. Але ця система ніяк не враховує ні інтереси студента, ні певні інтереси компаній.

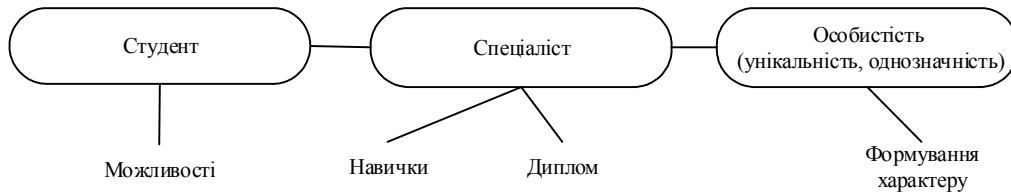


Рис. 9. Схема традиційної підготовки фахівців

Нова система для підготовки ІТ-фахівця повинна враховувати більш широке оцінювання: і зручність для університету, і інтереси компаній, і інтереси студента.

Визначальними моментами в концепції оцінювання з урахуванням інтересів компанії стають вимоги компанії (Тгі), факт переданих знань студентам (Нs) і факт сформованих навичок у потенційного фахівця (Нр).

Найбільш вдалим механізмом в цій ситуації є орієнтація на використання сертифікатів. Пропонується формувати систему сертифікатів, які б визнавали і компанії, і університети. Для сертифікатів формуються певні набори тестів. Ці тести можна міняти набагато швидше, ніж тести з окремої дисципліни. Крім того, можна групувати дисципліни для покриття набору тестів за певним сертифікатом. Сертифікат підтверджує наявність певних знань у вузькій галузі та дозволяє студенту сконцентрувати свої зусилля в конкретній галузі практичної діяльності.

В цьому випадку підсумковою метою буде наявність у ІТ-фахівця до закінчення навчання в університеті кількох сертифікатів. Як показано на рис. 10, сертифікати діляться на три типи: профільні сертифікати конкретних компаній, сертифікати університету, загальновизнані сертифікати провідних компаній. Сертифікати університетські повинні бути визнані компаніями роботодавців. При цьому формується два види сертифікатів: сертифікати знань і сертифікати умінь. Сертифікати знань студенти отримують протягом усього періоду навчання, а сертифікати умінь - в останній випускний рік. Загальна політика пропозицій в отриманні сертифікатів не обов'язкова і є рекомендаційною для студентів.

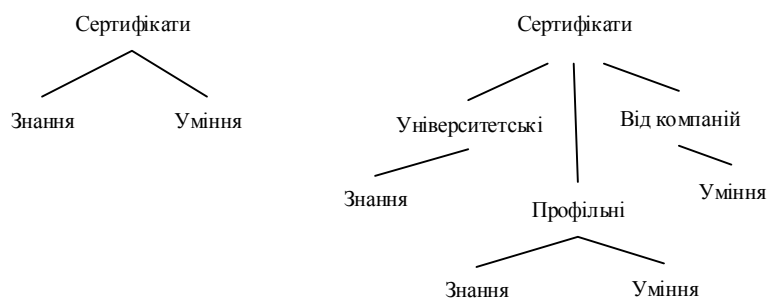


Рис. 10. Схема класифікації сертифікатів

Сучасні тенденції в підготовці фахівців такі, що цінність спеціальної підготовки превалює над особистісною, з позиції студента. Раніше реальне особистісне представлення було унікальним і однозначним у очах суспільства. Якщо студент починав освіту з базовими знаннями, що визначають його можливості, то як фахівець він характеризується навичками, підтвердженими дипломом. Зараз дуже часто найманий ІТ-фахівець взагалі не зустрічається з роботодавцем, а працює віддалено. Це починає влаштовувати і роботодавців, і самих фахівців. У такій ситуації з'являється деяке віртуальне (цифрове) представлення фахівця і

аналогічно, віртуальне (цифрове) представлення студента. Головним для студента стає питання: "Як я виглядаю і як буду виглядати в Інтернет-співтоваристві?".

На рис. 11 показано, як змінюється загальна схема таких відносин.

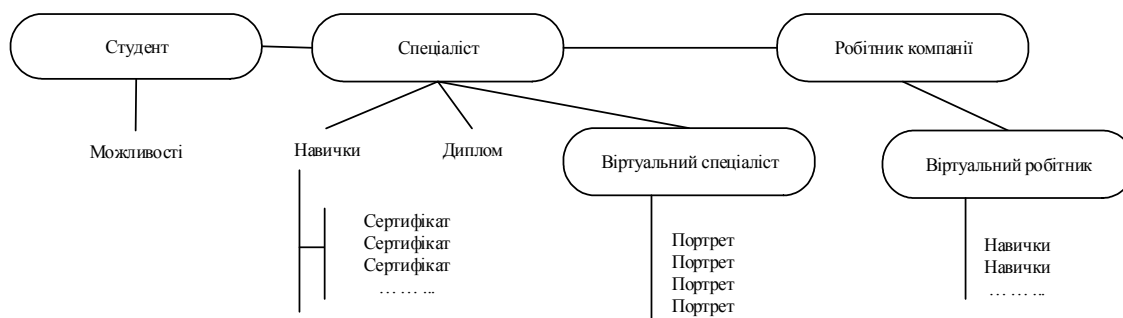


Рис. 11. Схема зміни відношень між учасниками процесу підготовки ІТ-фахівців

У цій схемі університет може зайняти правильну позицію, допомагаючи студентів в розвитку його цифрового представлення. Набір сертифікатів - один із шляхів формування необхідного для студента цифрового портрета в Інтернет-співтоваристві. В результаті фахівець характеризується вже не тільки дипломом, але і набором сертифікатів. А навички вже розглядаються по відношенню до нової цифрової особистості.

Такі особливості представлення фахівців і підготовки студентів за відповідними напрямками. Фактично сертифікаційна політика стає для університетів однією з дидактичних технологій, зрозумілих як для студентів і викладачів, так і для компаній-роботодавців.

## 8. Висновки

Проведений аналіз особливостей існуючого навчального процесу університету, спрямованого на підготовку ІТ-фахівців, показав необхідність удосконалення навчального процесу відповідно до сучасних тенденцій розвитку суспільства та ІТ-сфери, в якій це суспільство існує і працює. Були виділені основні тенденції підготовки сучасних ІТ-фахівців, на основі яких сформульовано нову політику підготовки.

Для реалізації запропонованої політики підготовки ІТ-фахівців був проведений SWOT-аналіз, в ході якого досліджені перспективи і побоювання розвитку ІТ-сфери, здатні вплинути на дидактичну політику університету. Були виділені основні фактори, що визначають розвиток ІТ-сфери в сучасному соціумі та економіці, описані приклади дії цих факторів в сучасних умовах.

На основі результатів SWOT-аналізу були розроблені формалізовані описи навчального процесу з урахуванням запропонованої політики підготовки ІТ-фахівців та запропоновано удосконалення дидактичної політики університету для процесу підготовки ІТ-фахівців. З огляду на динаміку розвитку сучасних інформаційних технологій, вимоги компаній і підготовлених фахівців, університет повинен адаптувати навчальний процес під реальні інформаційні тенденції. Класична освіта повинна повною мірою використовуватися з новими дидактичними технологіями, доповнюючи одна одну. Як основний напрямок формування лабораторної бази університету пропонується прийняти хмарні технології. Відповідно до цієї пропозиції, кваліфікація викладачів повинна удосконалюватися за такими напрямками: хмарні технології, Інтернет речей, обробка великих масивів даних, когнітивні сервіси. Шкала оцінювання якості освіти повинна підкріплюватися сертифікатами якості, які формувались за запитами ринку праці ІТ-фахівців. Слід також приділити увагу підвищенню значимості в навчальному процесі не тільки фундаментальних знань, але і прикладних методик.

Як області втілення запропонованих результатів слід, перш за все, розглядати процес підготовки ІТ-фахівців з навчальної спеціальності "126 - Інформаційні системи і технології". У той же час запропоновані рішення можуть бути покладені в основу формування дидактичних політик будь-якого університету при підготовці ІТ-фахівців за навчальними спеціальностями галузі "12 - Інформаційні технології".

**Список літератури:** 1. *Постанова* Кабінету міністрів України від 23.11.2011 р. № 1341 "Про затвердження національної рамки кваліфікацій". 2. *Постанова* Кабінету міністрів від 30.12.2015 р. № 1187 "Про затвердження ліцензійних умов провадження освітньої діяльності закладів освіти". 3. *Постанова* Кабінету міністрів України від 29.04.15 року № 266 "Про затвердження Переліку галузь знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти". 4. *Класифікація* видів економічної діяльності: ДК 009: 2010. - На заміну ДК 009: 2005; Чинний від 2012-01-01. (Національний класифікатор України). 5. *Свиридов В.В., Семенец В.В., Левикін В.М., Саенко В.И.* Автоматизация управления вузом // АСУ и приборы автоматики. 1998. Вып. 108. С. 3-13. 6. *Саенко В.И.* Формальные методы описания учебного процесса // АСУ и приборы автоматики. 2003. Вып. 125. С. 52-57. 7. *Левикін В.М.* Комплексна система організації та технології підготовки фахівців: проблеми реалізації // Новий Колегіум. 2002. № 2. С.18-24. 8. *CWA 14925: 2004 Generic ICT Skills Profiles for the ICT supply industry - a review by CEN / ISSS ICT-Skills Workshop of the Career Space work.* 9. *CWA 15005: 2004 ICT Curriculum Development Guidelines for the ICT supply industry - a review by CEN / ISSS ICT skills Workshop of the Career Space work.* 10. *CWA 16213: 2010 End User e-Skills Framework Requirements.* 11. *CWA 16458* діє до: 2012 European ICT Professional Profiles CWA16624-1 діє до: 2013 e-Competence Framework for ICT Users- Part 1: Framework Content; Part 2: User Guidelines; Part 3: Development Guidelines. 12. *CWA 16052-2* діє до: 2013 ICT Certification in Action (revised CWA 16052: 2009). 13. *Шваб К.* Четвертая промышленная революция. Эксмо, 2016. 138 с. 14. *IT-занятость в 2020-ом: готовьтесь к следующей индустриальной революции // PCWEEK, IT менеджмент.* 2016 [Режим доступа <https://www.itweek.ru/management/article/detail.php?ID=198929>]. 15. *Руководство к своду знаний по управлению проектами.* 5-е изд. Newton Square: Project Management Institute, Inc., 2013. 586 с.. 16. *Бирюков А.* Пять ступеней к совершенству // Директор информационной службы. 2011. № 04. URL: <http://www.osp.ru/cio/2011/04/13008116/>. 17. *Терехов А.* Современные модели качества программного обеспечения // Interface. URL: <http://www.interface.ru/fset.asp?Url=/misc/qs.htm>.

*Надійшла до редколегії 15.05.2018*

**Семенец Валерій Васильович**, д-р техн. наук, професор, ректор ХНУРЕ. Наукові інтереси: САПР, мікропроцесорні технології, біомедична інженерія. Адреса: Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14, тел. 70-21-016.

**Левикін Віктор Макарович**, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри ІУС ХНУРЕ. Наукові інтереси: розробка розподілених інформаційних систем. Адреса: Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14, тел. 70-21-451.

**Саенко Володимир Іванович**, канд, техн. наук, доцент, професор кафедри ІУС ХНУРЕ. Наукові інтереси: технології проектування, адміністрування, моніторингу та менеджменту корпоративних мереж. Адреса: Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14, тел. 70-21-451.

---

УДК 519.7

DOI: 10.30837/0135-1710.2018.175.014

*В.М. ЛЕВИКІН, О.В. ЧАЛА*

## **МОДЕЛЬ ЦИКЛУ ВИЯВЛЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЗНАТЬ В ЗНАННЯ-ЄМНИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАХ**

---

Розглянуто особливості та структуру знання-ємого бізнес-процесу. Запропоновано модель циклу виявлення та застосування знань при виконанні знання-ємого бізнес-процесу. У відповідності до запропонованої моделі, адаптація знання-ємого бізнес-процесу виконується не лише після його завершення, але й під час виконання, шляхом виявлення контекстних залежностей виконання дій та імплементації їх у вигляді конфігураційних правил в системі процесного управління.

### **1. Вступ**

Процесний підхід до управління підприємством передбачає побудову опису його діяльності у вигляді множини бізнес-процесів (БП). БП визначається як "сукупність взаємопов'язаних або взаємодіючих видів діяльності, що перетворюють "входи" у "виходи" [1], або сукупність послідовностей робіт, "яка за певною технологією перетворює входи на виходи, що представляють цінність для споживача"[2]. Модель кожного з БП містить у собі множину можливих послідовностей дій, що забезпечують досягнення результатів процесу.

При реалізації процесного підходу використовуються системи процесного управління (СПУ). Вони призначені для автоматизованого управління підприємством як сукупністю БП з тим, щоб забезпечити радикальне підвищення ефективності діяльності підприємства. СПУ забезпечують інтеграцію ручного та автоматичного виконання послідовностей дій у складі БП, об'єднуючи дії виконавців БП та автоматизовані операції, що виконуються за допомогою комплексу програмно-апаратних засобів.

Знання-ємні БП (ЗБП) [3] характеризуються можливістю для виконавців змінювати хід виконання процесу з використання їх персонального досвіду та знань [4]. Такі знання доцільно включати до складу моделі під час виконання БП з тим, щоб підвищити адекватність процесної моделі і, відповідно, ефективність процесного управління. Відповідно, життєвий цикл ЗБП повинен містити дії з виявлення та використання знань. Однак існуючі системи процесного управління орієнтовані на побудову традиційних БП без можливості зміни структури на основі знань виконавців [5]. Зазначене свідчить про актуальність тематики даної роботи.

## **2. Постановка задачі**

Метою даної роботи є удосконалення життєвого циклу ЗБП шляхом доповнення його послідовністю етапів виявлення та використання знань з тим, щоб підвищити адекватність процесної моделі в умовах непередбачуваних зовнішніх впливів, а також зміни вимог клієнтів БП.

## **3. Знання-ємні бізнес-процеси як об'єкт управління**

Управління БП підприємства реалізується через виконання множини взаємопов'язаних послідовностей дій цих процесів з тим, щоб досягти цілей підприємства з урахуванням його поточних організаційних і технологічних можливостей, наявних ресурсів. Останні задають обмеження на виконання БП підприємства. Особливості визначення послідовностей дій та обмежень залежать від виду БП.

Проведений аналіз особливостей формалізації дій БП з урахуванням наявних ресурсів дає можливість виділити такі їх групи:

- процеси колективної роботи виконавців; послідовність дій для таких процесів не визнається апріорно, а формується під час виконання;
- процеси з апріорно заданим алгоритмом дій, що враховує відомі зовнішні впливи, а також допустимі стани об'єктів предметної області;
- гнучкі БП, які мають узагальнений шаблон дій, однак послідовності дій на окремих етапах цього патерну можуть змінюватись в залежності від поточних знань про адаптацію цілей діяльності підприємства, а також з урахуванням непередбачуваних зовнішніх впливів.

Перша група БП реалізується в рамках як процесного, так і функціонального управління. Ключові особливості процесів даної групи полягають в наступному. По-перше, такі процеси орієнтовані, в першу чергу, на реалізацію життєвого циклу об'єктів, які використовуються при управлінні підприємством. При виконанні процесу враховуються зміни у стані об'єктів, а також існуючі зовнішні впливи. По-друге, послідовність дій у таких процесах формується на основі персональних знань виконавців з урахуванням поточного стану предметної області. По-третє, результатом процесу колективної роботи є цільовий стан об'єкту, яким такий процес оперує (наприклад, заповнений та підписаний договір, податкова накладна, тощо).

До складу цієї групи входять:

- ad hoc процеси без формального визначення;
- керовані неформалізовані процеси.

Ad hoc, або разові процеси є результатом колективної роботи співробітників підприємства, потребують комбінації функціонального та процесного управління та зазвичай призначені для обробки ситуацій, які є результатом виникнення подій з апріорно заданої множини. При виконанні таких процесів не гарантується дотримання часових та ресурсних обмежень. Послідовність дій ad hoc процесу базується переважно на використанні досвіду та знань виконавців.

Керовані неформалізовані процеси визначаються на рівні окремих робочих груп або окремих підрозділів, причому процесне управління може бути частково реалізовано на рівні групи, а функціональне - на рівні підрозділу. Такі процеси не гарантують досягнення заданого рівня якості продукції або послуг внаслідок відсутності формалізованого опису послідовності дій.

Друга група охоплює традиційні БП, кожен з яких визначає кінцеву множину допустимих послідовностей подій, призначених для вирішення однієї з задач управління підприємством [5, 6].

Цикл управління такими процесами містить у собі етапи побудови моделі БП, її впровадження шляхом конфігурування процесної системи управління, виконання сконфігурованого екземпляру БП, а також аналізу результатів виконання та відповідного удосконалення або перепроєктування процесної моделі [6]. Ключова особливість таких БП полягає в тому, що процеси враховують лише визначену множину зовнішніх впливів, уточнення ж процесної моделі відбувається лише після завершення виконання БП.

До складу даної групи входять:

- БП з апріорно визначеною структурою;
- вимірювані БП.

БП з апріорно визначеною структурою задають наперед визначену послідовність робіт у відповідності до задач підприємства та з урахуванням його існуючої архітектури. Управління такими БП реалізується шляхом вибору поточної дії з наперед відомої послідовності робіт у відповідності до поточного стану підприємства. Однак такий підхід не дозволяє розглянути проблему ефективності виконання сукупності БП підприємства. При моделюванні та виконанні таких процесів використовуються формальні знання, представлені у документарній формі.

Вимірювані БП є розширенням БП з апріорно визначеною структурою, для яких визначаються показники ступеню досягнення результату. При управлінні такими процесами використовується додатковий етап моніторингу. На даному етапі вимірюються та обчислюються поточні значення ключових параметрів процесу. За результатами моніторингу виконується коригування ходу виконання БП. При побудові моделей таких БП, а також при конфігуруванні інформаційної системи процесного управління використовуються формальні знання, які визначають можливі послідовності робіт, а також правила їх зміни в залежності від зовнішніх впливів та від поточного стану підприємства. Концепція вимірюваних БП орієнтована на побудову стабільних процесів, що мало змінюються протягом використання. Проблеми удосконалення БП з урахуванням зміни у потребах користувачів, клієнтів, а також еволюції технологічних можливостей підприємства у даному випадку не приділяється достатньо уваги.

Гнучкі БП інтегрують властивості процесів попередніх двох груп. До третьої групи входять:

- процеси, що постійно поліпшуються;
- знання-ємні процеси.

Ключова особливість таких процесів полягає в тому, що вони реалізують цикл постійного удосконалення шляхом доповнення моделі новими послідовностями дій та адаптації існуючих послідовностей з тим, щоб підвищити ефективність досягнення результатів БП з урахуванням змін у предметній області та нових зовнішніх впливів.

ЗБП відрізняються використанням знань виконавців для реалізації циклу удосконалення. Зазвичай виконавцями таких процесів є спеціалісти розумової праці ("knowledge workers"), які мають можливість змінювати послідовність виконання процесу та вводити додаткові дії у випадку непередбачених зовнішніх впливів або змін у потрібних кінцевих результатах процесу з використанням комбінації формальних та неформальних знань [7, 8]. Явні формальні знання зазвичай відомі з документації на БП, тоді як неявні відображують персональний досвід виконавців з виконання відповідного (або аналогічного) процесу. Використання неявних знань створює можливості поліпшення БП з урахуванням не документованих можливостей предметної області. Під поліпшенням БП зазвичай розуміють таку модифікацію послідовності його дій, яка забезпечує можливість досягнення цілей БП із меншими витратами матеріальних ресурсів та часу. Результатом ЗБП можуть бути не лише продукти матеріального виробництва, а й інформація та знання. Тобто потреба у побудові ЗБП є наслідком використання нових інтелектуальних технологій управління.

ЗБП містять у собі три ключових складових: контекст виконання процесу; набір правил та обмежень, що визначають вибір дій для поточного стану контексту ЗБП, множину можливих послідовностей дій БП (workflow - представлення), що формують рівні представлення ЗБП (рис.1).

Наведена структура ЗБП поєднує традиційний опис та формалізовані знання щодо його адаптації в залежності від стану предметної області. Відзначимо, що традиційна структура БП може бути зведена до структури ЗБП шляхом використання орієнтованого на артефакти (об'єкти предметної області) опису контексту [9, 10]. Стан контексту задається через стан артефактів, якими взаємодіє процес, а також через їх взаємозв'язки. Тобто у форматі артефактів можуть бути представлені не лише дані та ресурси підприємства, але й окремі дії процесу.



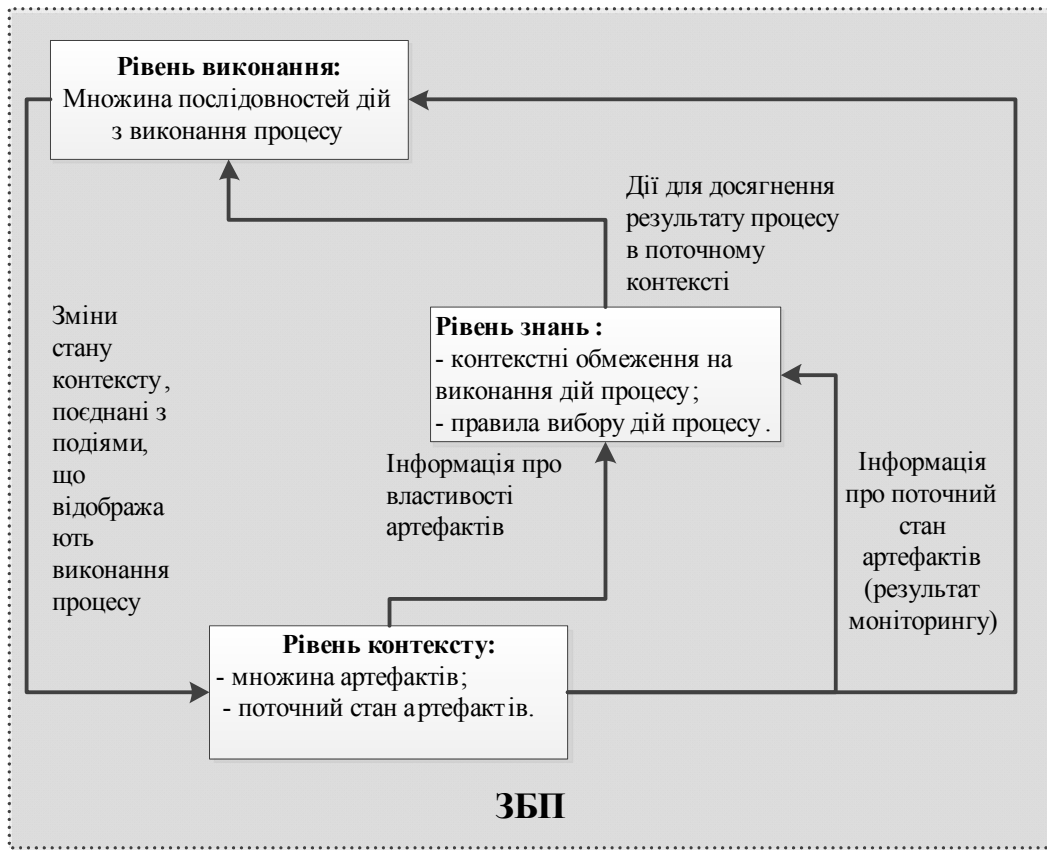


Рис. 1. Рівні представлення знання-ємого бізнес-процесу

Постійне вдосконалення ЗБП виконується на основі управління знаннями та передбачає доповнення процесної моделі новими послідовностями виконання БП. Відповідно, життєвий цикл ЗБП повинен передбачати не лише традиційний реінжиніринг процесів, але й їх еволюційне поліпшення за рахунок включення в моделі як формальних, так і екстерналізованих (тобто представлених в явній формі) знань виконавців.

#### 4. Модель циклу виявлення та застосування знань знання-ємого бізнес-процесу

Життєвий цикл ЗБП містить у собі такі фази (рис.2): аналіз; проектування або реінжиніринг; розгортання в системі процесного управління; використання БП.

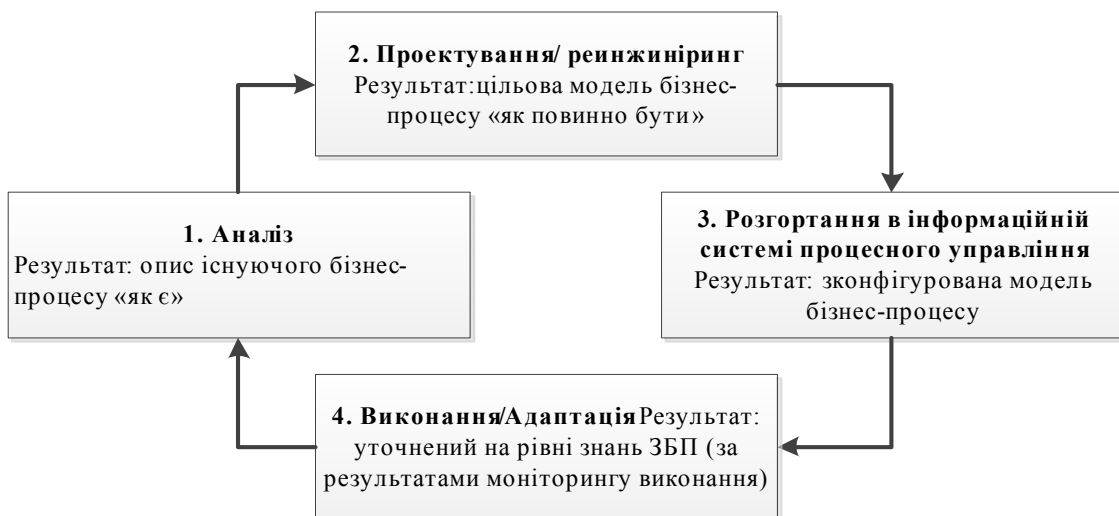


Рис. 2. Життєвий цикл знання-ємого бізнес-процесу

На фазі аналізу виконується опис існуючого БП та визначення його недоліків на основі використання моделей БП аналогічних підприємств, знань профільних експертів, існуючої документації, методів і програмного інструментарію інтелектуального аналізу процесів. В результаті виконання даної фази отримуємо модель існуючого процесу по факту, "як є". Після виконання аналізу виконується перехід до фази проектування/реінжинірингу за умови, що в подальшому будуть виконуватись фази конфігурування та використання:

$$M_{Lc} | = An \ F \ (Re \vee Cf \ \vee \ Us) \ , \quad (1)$$

де  $M_{Lc}$  - модель життєвого циклу;  $An$  - фаза аналізу;  $Re$  - фаза проектування/реінжинірингу;  $Cf$  - фаза розгортання;  $Us$  - фаза використання ЗБП;  $F$  - оператор темпоральної логіки, що задає транзитивне замкнення для відношень переходу (тобто наступні фази обов'язково виникнуть у майбутньому).

На фазі проектування/реінжинірингу ЗБП формується цільова модель процесу "як повинно бути". У відповідності до наведеної структури ЗБП модель повинна містити: контекст як набір артефактів; логіку процесу, представлену у формі знань про його структуру і поведінку як залежностей між властивостями артефактів, а також між артефактами і діями ЗБП; workflow - представлення. Після проектування виконується перехід до фази конфігурування:

$$M_{Lc} | = Re \ N \ Cf, \quad (2)$$

де  $N$  - оператор темпоральної логіки, який задає послідовне виникнення станів, пов'язаних відношенням переходу.

На фазі розгортання виконується конфігурація моделі в системі процесного управління, з урахуванням технічних умов. Зокрема, на даній фазі виконується деталізація елементів контексту, визначення форм введення даних для вирішуваних задач, визначення правил управління вибором і моніторингом дій процесу, визначення поведінки процесу в виняткових ситуаціях, визначення відповідностей між властивостями артефакту, а також операцією процесу, в якій застосовуються вибрані властивості артефакту. Після розгортання виконується перехід до фази використання ЗБП:

$$M_{Lc} | = Cf \ N \ Us. \quad (3)$$

На фазі використання БП реалізується управління ЗПБ, а також моніторинг ходу виконання процесу та його актуалізація, адаптація і настройка процесу. Актуалізація ЗБП виконується шляхом екстерналізації залежностей, що визначають поведінку БП, і подальшого доповнення процесної моделі. Після завершення даної фази виконується перехід до аналізу результатів виконання ЗБП:

$$M_{Lc} | = Us \ U \ An. \quad (4)$$

В рамках останньої фази виконується пошук залежностей, що характеризують виконання поточного екземпляру БП та порівняння цих залежностей з типовими, що розміщені в базі знань. У випадку виявлення аномальних залежностей виконується оцінювання ризиків, пов'язаних з їх застосуванням. За результатами оцінювання ризиків отримані залежності можуть бути включені до рівня знань БП у вигляді конфігураційних правил та реалізовані шляхом додаткового конфігурування системи процесного управління.

Узагальнена послідовність  $M_{Us}$  отримання та застосування знань на даній фазі має наступний вигляд:

$$M_{Us} | = Ak \ U \ Rk \ N \ At \ N \ Ns, \quad (5)$$

де  $Ak$  - етап актуалізації;  $Rk$  - етап оцінки ризиків;  $At$  - етап адаптації моделі;  $Ns$  - етап налагодження отриманих правил в інформаційній системі.

В подальшому, за результатами фази аналізу, конфігураційні правила можуть бути включені безпосередньо до моделі БП.

## 5. Висновки

Розглянуто особливості та структуру знання-ємого бізнес-процесу. Показано, що такі процеси потребують постійної адаптації на основі виявлення та використання знань. Запро-

поновано модель циклу виявлення та застосування знань при виконанні знання-ємного бізнес-процесу. Відмінність запропонованого підходу полягає в тому, що адаптація моделі бізнес-процесу виконується не лише після його завершення, але й під час виконання, шляхом виявлення контекстних залежностей виконання дій та імплементації їх у вигляді конфігураційних правил в системі процесного управління.

**Список літератури:** 1. *Vom Brocke J., Rosemann M.* Handbook on Business Process Management 1. Introduction, Methods, and Information Systems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015. 709 p. doi:10.1007/978-3-642-45100-3. 2. *Weske M.* Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012. 403 p. 3. *Gronau N.* Modeling and Analyzing knowledge intensive business processes with KMDL: Comprehensive insights into theory and practice. Gito, 2012. 522 p. 4. *Nonaka I., von Krogh G.* Tacit Knowledge and Knowledge Conversion: Controversy and Advancement // Organizational Knowledge Creation Theory. Organization Science. 2009. Vol.20(3). P. 635-652. 5. *Van der Aalst W. M. P.* Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes. Springer Berlin Heidelberg, 2011. 352 p. doi:10.1007/978-3-642-19345-3. 6. *Van der Aalst W. M. P.* Process Mining in the Large: A Tutorial // Business Intelligence. Springer Science + Business Media. 2014. P. 33-76. doi:10.1007/978-3-319-05461-2\_2. 7. *Хаммер М., Чампи Дж.* Реинжиниринг корпорации: Манифест революції в бізнесі. Пер. с англ. СПб.: Издательство С.-Петербурзького університета, 1997. 332 с. 8. *Smith E. A.* The role of tacit and explicit knowledge in the workplace // Journal of Knowledge Management. 2001. №5(4). P. 311-321. 9. *McInerney C.* Knowledge Management and the Dynamic Nature of Knowledge // Journal of the American Society for Information Science and Technology. 2002. № 53 (12) . P. 1009-1018. 10. *Cohn D., Hull R.* Business artifacts: A data-centric approach to modeling business operations and processes // Bulletin of the IEEE Computer Society Technical Committee on Data Engineering. 2009. Vol. 32. № 3. P. 1-7. 11. *Bhattacharya K., Caswell N. S., Kumaran S., Nigam A., Wu F.Y.* Artifact-centered operational modeling: Lessons from customer engagements // IBM Systems Journal. 2007. Vol. 46, № 4. P. 703-721. doi:10.1147/sj.464.0703.

Надійшла до редколегії 16.01.2018

**Левикін Віктор Макарович**, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри ІУС ХНУРЕ. Наукові інтереси: розробка розподілених інформаційних систем. Адреса: Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14, тел. 70-21-451.

**Чала Оксана Вікторівна**, канд. ек. наук, доцент, доцент кафедри ІУС ХНУРЕ. Наукові інтереси: автоматизована побудова баз знань в системах обробки інформації. Адреса: Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14, тел. 70-21-451.

---

УДК 519.7

DOI: 10.30837/0135-1710.2018.175.019

*С.Ф. ЧАЛИЙ, І.В. ЛЕВИКІН, А.Ю. КАЛЬНИЦЬКА*

## **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ПРЕЦЕДЕНТНОГО УПРАВЛІННЯ НАСКРІЗНИМИ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ**

---

Розглянуто особливості реалізації процесного управління наскрізними бізнес-процесами. Показано, що при управлінні такими процесами розподіл ресурсів та контроль виконання БП виконується власником процесу без урахування організаційної структури підприємства, що призводить до конкуренції бізнес-процесів за ресурси. Представлено формальну постановку задачі прецедентного управління як задачу мінімізації часу очікування ресурсів при обмеженнях на час виконання кожного з цих процесів.

### **1. Вступ**

Процесний підхід до управління підприємством заснований на побудові опису діяльності підприємства у вигляді сукупності БП, кожен з яких на вході потребує ресурсів, під час діяльності переробляє ці ресурси та на виході видає товари та послуги у відповідності до цілей підприємства. Реалізація процесного підходу передбачає управління системою взаємодіючих, взаємопов'язаних БП, що реалізують всі види діяльності підприємства та вирішують функціональні задачі за рахунок взаємодії виконавців з різних підрозділів [1, 2].

Ефективність процесного управління значною мірою залежить від адекватності моделей БП. При побудові процесної архітектури зазвичай враховують існуючу організаційну струк-

туру підприємства, формуючи БП за рівнем деталізації процесного опису [2,3]. Дана ознака задає критерії для визначення меж БП (їх входів і виходів). Такий підхід дозволяє побудувати ієрархію БП, визначаючи їх на рівні підприємства, множини підрозділів, окремих підрозділів, виконавців. Процеси, що належать до верхнього рівня, мають входи та виходи у відповідності до меж підприємства в цілому. Однак такі процеси недостатньо деталізовані по операціях, що виконуються в підрозділах. В той же час БП в межах підрозділів містять у собі досить детальний опис послідовності локальних дій. Однак для користувачів БП за межами підрозділів такий опис розриває єдину послідовність дій, не дозволяє побачити схему робіт в цілому і тим самим ускладнює управління такими процесами. Це призводить до зниження ефективності функціонування сукупності БП підприємства [4].

Для вирішення вказаного протиріччя в рамках процесної архітектури підприємства виділяють групу наскрізних БП. Наскрізні процеси - це БП, що виконуються в межах декількох підрозділів та забезпечують інтеграцію діяльності співробітників незалежно від їх підпорядцелей підприємства. Реалізація процесного підходу передбачає управління системою взаємодіючих, взаємопов'язаних БП, що реалізують всі види діяльності підприємства та вирішують функціональні задачі за рахунок взаємодії виконавців з різних підрозділів [1, 2].

Ефективність процесного управління значною мірою залежить від адекватності моделей БП. При побудові процесної архітектури зазвичай враховують існуючу організаційну структуру підприємства, формуючи БП за рівнем деталізації процесного опису [2,3]. Дана ознака задає критерії для визначення меж БП (їх входів і виходів). Такий підхід дозволяє побудувати ієрархію БП, визначаючи їх на рівні підприємства, множини підрозділів, окремих підрозділів, виконавців. Процеси, що належать до верхнього рівня, мають входи та виходи у відповідності до меж підприємства в цілому. Однак такі процеси недостатньо деталізовані по операціях, що виконуються в підрозділах. В той же час БП в межах підрозділів містять у собі досить детальний опис послідовності локальних дій. Однак для користувачів БП за межами підрозділів такий опис розриває єдину послідовність дій, не дозволяє побачити схему робіт в цілому і тим самим ускладнює управління такими процесами. Це призводить до зниження ефективності функціонування сукупності БП підприємства [4].

Для вирішення вказаного протиріччя в рамках процесної архітектури підприємства виділяють групу наскрізних БП. Наскрізні процеси - це БП, що виконуються в межах декількох підрозділів та забезпечують інтеграцію діяльності співробітників незалежно від їх підпорядкування в організації. Такі БП містять у собі деталізований опис дій до рівня виконавців та мають входи і виходи у відповідності до меж підприємства. Наскрізні БП спільно використовують ресурси підприємства, що в результаті призводить до конкуренції за ці ресурси та, відповідно, потребує реалізації управління множиною взаємодіючих процесів. Однак існуючі підходи до процесного управління орієнтовані на управління лише окремими БП. В залежності від рівня зрілості процесного управління виконується контроль послідовності дій, контроль відхилень параметрів окремих процесів, адаптація окремих БП з урахуванням відхилень. Множина БП підприємства не розглядається як єдиний об'єкт управління, що значно знижує його ефективність [2].

В той же час побудова узагальненої моделі сукупності БП може бути вирішена в рамках методології міркувань по прецедентах (Case Based Reasoning, CBR) [5, 6]. Методологія CBR призначена для вирішення слабо формалізованих задач з урахуванням специфіки предметної області на основі використання опису минулого досвіду, характерного для відповідної предметної області [7]. Реалізація даної методології базується на використанні бази знань прецедентів з описом процесів вирішення проблем у минулому. Після адаптації таке знання у формальному вигляді використовується для вирішення аналогічних поточних задач [8, 9]. Наведене вище визначає актуальність теми дослідження.

## **2. Постановка задачі**

Метою даної роботи є формальне визначення задачі управління множиною наскрізних БП на основі прецедентного підходу з тим, щоб забезпечити реалізацію комбінованого управління такими БП, поєднуючи управління окремими БП за відхиленням та управління сукупністю процесів з урахуванням конкуренції цих БП за використання ресурсів підприємства.

### **3. Особливості реалізації управління наскрізними бізнес-процесами**

Процесний підхід направлений на підвищення ефективності управління підприємством за рахунок побудови системи ефективних горизонтальних зв'язків між його підрозділами, а також окремими виконавцями. Як об'єкт управління розглядається система процесів, що описує функціонування внутрішнього середовища підприємства. Реалізація процесного управління передбачає моніторинг БП та підвищення їх ефективності.

Клас наскрізних БП характеризується наступними відмінностями [2]:

- виконавцями БП є співробітники різних структурних підрозділів підприємства, що пов'язані з виготовленням одного або групи східних продуктів або наданням однієї послуги;
- реалізація процесу, як правило, розглядається на декількох рівнях - як на рівні окремих співробітників, так і на рівні підрозділів з тим, щоб формалізувати взаємодію виконавців без урахування організаційної структури підприємства;

- результат процесу є важливим для підприємства в цілому, оскільки призначений для зовнішніх користувачів;

- реалізація наскрізних процесів дає можливість підвищити ефективність процесного управління шляхом видалення "вузьких місць" у взаємодії між підрозділами підприємства, що виникають внаслідок обмежень функціонального підходу до управління;

- розподіл ресурсів та контроль виконання БП виконується власником процесу, що дає можливість бачити процес в цілому та організувати його виконання для отримання кінцевого результату з меншими витратами ресурсів з урахуванням поточних ресурсних обмежень.

Додатковою характеристикою наскрізних БП є їх типовість та повторюваність, тобто: мета процесу є незмінною; діяльність здійснюється на регулярній основі; в основі БП використовується стабільна, зріла технологія; перелік виконавців є відносно стабільним.

Підвищення ефективності діяльності підприємства у відповідності до процесного підходу потребує вирішення ряду завдань з автоматизованого управління БП [2, 4]:

- визначення процесної структури підприємства, що містить ієрархію БП із врахуванням їх взаємодії;

- побудова моделей БП; такі моделі містять послідовність дій процесу з визначеними показниками ефективності;

- впровадження моделей БП в рамках інформаційно-управляючої системи з розробкою та затвердженням відповідних регламентів, що дає можливість формалізації роботи інформаційних управляючих систем;

- виконання БП з паралельним проведенням моніторингу їх параметрів;

- аналіз результатів виконання БП, виявлення "вузьких місць" та формування, за потреби, пропозицій щодо удосконалення/реорганізації/реінжинірингу БП;

- адаптація процесних моделей поряд з управлінням ресурсами та коригуванням регламентів виконання БП при виявленні відхилень від нормального ходу процесу.

Таким чином, для того, щоб досягти цілей підприємства при використанні процесного підходу, необхідно керувати БП та організувати їх взаємопов'язане виконання. Для цього необхідно створити процесну архітектуру підприємства на основі визначення: цілей підприємства; опису БП; послідовності впровадження системи БП.

Слід відзначити, що побудова моделей БП може бути виконана "з чистого листа" при проведенні реінжинірингу, а також на основі досвіду з виконання аналогічних БП. В останньому випадку використовуються прецеденти БП.

### **4. Структуризація прецеденту наскрізного бізнес-процесу**

Прецедент має ряд ключових характеристик, що є суттєвими для використання при управлінні БП:

- є контекстно-орієнтованим, тобто містить послідовність дій з досягнення цілей БП з урахуванням поточного стану предметної області;

- враховує темпоральний аспект БП;

- прецедент фіксує множину варіантів виконання БП, що мали успішне завершення.

З урахуванням наведених характеристик, модель прецеденту має містити такі елементи:

- властивості предметної області, що задають обмеження на рішення задачі;

- послідовність рішення задачі в часі;

- всі реалізовані на практиці процеси рішення задачі, що дозволяють отримати кінцевий результат БП.

Враховуючи характеристики прецеденту, модель його структури представимо кортежем вигляду:  $M_n = \langle P_0, Z, P, PR \rangle$ , де  $P_0$  - опис предметної області, в якій виконується БП;  $Z$  - опис проблеми, що характеризує умови для використання розробленого прецеденту;  $P$  - множина описів рішень задачі, яка може бути застосована для реалізації подібної задачі в майбутньому;  $PR$  - отриманий результат рішення задачі.

Опис рішення задачі  $p$  містить у собі множину процесів  $P_i$ , кожен із яких містить один з альтернативних варіантів вирішення задачі:

$$P = P_1 \vee \dots \vee P_i \vee \dots \vee P_n. \quad (1)$$

Отриманий результат  $PR$  вирішення задачі доцільно розглядати як логічну змінну: якщо результат досягнутий, то його значення є істинним, якщо ж ні, тоді значення є помилковим:  $PR = \{true, false\}$ . Проте успішне рішення складних функціональних задач зазвичай пов'язане з досягненням одного з близьких але відмінних результатів  $PR_i$  з урахуванням обмежень предметної області:  $PR \equiv \bigvee_i PR_i$ .

Процес вирішення задачі буде істинним в моделі прецеденту, якщо виконується умова досягнення одного із можливих варіантів результату БП:

$$M_n, t \models P_i \text{ iff } F^+ PR_i, \quad (2)$$

де оператор  $F^+$  (Future) задає істинність формули  $P_i$  в моделі  $M_n$  в один із дискретних моментів часу в майбутньому, починаючи з поточного моменту часу  $t$ .

Результат вирішення задачі в рамках моделі прецеденту  $M_n$  у момент часу  $t$  буде істинним лише при дотриманні обмежень  $P_0$  предметної області

$$M_n, t \models PR_i \text{ iff } G^* P_0, \quad (3)$$

де оператор  $G^*$  (Globally) задає істинність обмежень  $P_0$ .

Обмеження предметної області визначаються структурними особливостями БП. Ключовими елементами БП є:

- набір послідовностей виконання дій;
- межі процесу, що визначаються його входами та виходами;
- ресурси, що забезпечують виконання процесу;
- постачальники і споживачі результатів БП;
- показники виконання, що формуються на основі параметрів процесу.

Як входи розглядають об'єкти, які використовуються та змінюються БП, наприклад матеріали, інформація, фінансові ресурси, тощо. Виходи процесу звичайно позначають результати його роботи, наприклад матеріальні товари, інформація, послуги. Об'єкти, які забезпечують функціонування БП, зазвичай відносять до ресурсів, наприклад: обладнання, документацію, персонал, інфраструктуру, робоче середовище, тощо. Власник процесу є особою, що має у своєму розпорядженні всі ресурси БП та забезпечує його результат.

### 5. Задачі управління множиною наскрізних бізнес-процесів

При реалізації процесного підходу потрібно поєднати управління окремими процесами з контролем взаємодії між ними з урахуванням представленого у вигляді прецедентів досвіду реалізації БП. Так інтеграція виражається наступними положеннями:

- організація управління кожним наскрізним БП виконується шляхом організації взаємодії співробітників з різних підрозділів та контролю відхилень від нормального (планового) ходу виконання БП;
- використовуються прецеденти наскрізних БП у вигляді набору послідовностей процедур і дій, які виконуються конкретними виконавцями з різних підрозділів з урахуванням темпорального аспекту;
- управління сукупністю наскрізних БП реалізується шляхом зміни їх станів (готовність, виконання, очікування ресурсів), як показано на рис. 1.

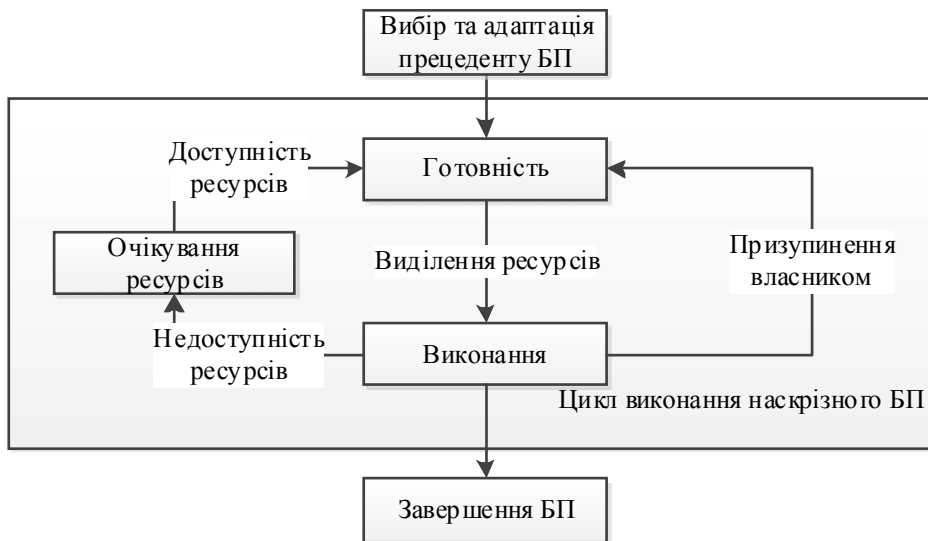


Рис. 1. Реалізація управління сукупністю наскрізних БП шляхом зміни їх станів (готовність, виконання, очікування ресурсів)

Як видно з рис.1, управління сукупністю процесів в умовах обмеженого доступу до загальних ресурсів підприємства може бути реалізовано шляхом переведення кожного з БП у відповідний стан. Процес, для якого відповідні матеріали, комплектуючі представлені на вході постачальником, знаходиться у стані готовності. В момент виділення потрібних для виконання ресурсів процес переходить до стану виконання. В подальшому можливі наступні ситуації:

- у випадку своєчасного виділення ресурсів власником процес виконується до завершення, тобто до отримання кінцевого результату;
- у випадку недоступності ресурсів (їх неготовності, потреби у налагодженні, або використання іншим БП) процес переходить до стану очікування;
- власник процесу може призупинити його виконання у відповідності до власних цілей.

Наведені положення відображають відмінності між управлінням окремими БП та сукупністю наскрізних БП, що конкурують за використання загальних ресурсів підприємства. З урахуванням цих відмінностей виникає потреба у організації двоконтурного управління БП, де перший контур відповідає за управління множиною наскрізних БП, а другий - за управління окремими процесами. Управління другим контуром виконується традиційними методами. У першому контурі, при конкуренції набору БП за використання ресурсів, суттєвим є вплив людського фактору, що і обумовлює використання прецедентів. Реалізація контуру прецедентного управління потребує вирішення наступних задач (рис.2):

- формування множини прецедентів для нового БП на основі аналізу даних про поведінку аналогічних БП;
- відбір прецедентів наскрізних БП;
- управління БП з використанням прецедентів.

Перша задача створює умови для реалізації прецедентного управління. Вхідними даними задачі є опис ситуації, що задає задачу, яку повинен виконати БП, та опис поведінки БП у вигляді їх логів. Опис поведінки БП визначає шляхи вирішення задачі.

Перший елемент даних дозволяє відібрати процеси, що успішно виконуються у відповідній ситуації. Лог як опис поведінки БП складається з набору множин послідовностей подій, що відображають різні варіанти виконання дій наскрізного БП. Кожній реалізації БП відповідає своя послідовність подій (траса логу). Формування логу є типовою функцією сучасних управляючих систем. Модель прецеденту може бути сформована на основі об'єднання послідовностей для всіх відомих реалізацій БП методами process mining (інтелектуального аналізу процесів). При побудові моделі прецеденту наскрізного БП необхідно враховувати ресурси для виконання дій. Слід відзначити, що пов'язані з діями процесу ресурси фіксуються у вигляді атрибутів подій на трасах логу.

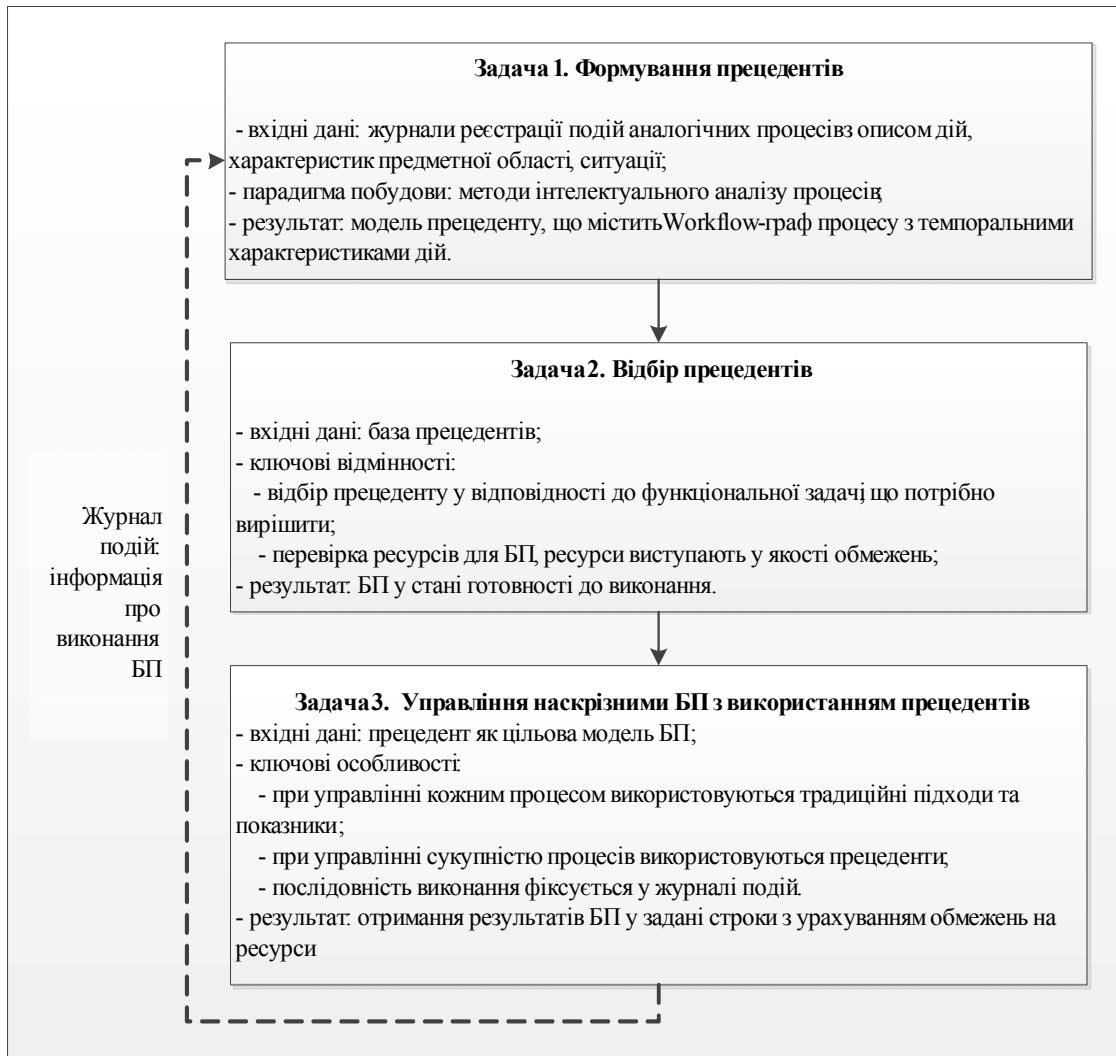


Рис. 2. Задачі управління наскрізними бізнес-процесами на основі прецедентного підходу

З урахуванням наведених характеристик вхідних та вихідних даних, задача формування прецедентів полягає в знаходженні відображення підмножини подій логу, що відображають дії БП з урахуванням обмежень По (наявності ресурсів, необхідних для виконання процесу) на прецедент наскрізного БП:

Дано :

$$R_s = \{r_{ij}\}, L = \{T_k\}, T_k = \{e_i\}, L^{R_s} \subseteq L,$$

Знайти :

$$F : L^{R_s} \rightarrow M_p_k \mid \forall T_k \in L^{R_s} \exists r_{ij} \in R_s, \quad (4)$$

де  $M_p_k$  - модель прецеденту бізнес-процесу;  $L$  - повний лог (журнал подій) процесу, що містить записи про всі реалізовані варіанти його виконання;  $T_k$  - траса логу, що відображає одну реалізацію БП;  $L^{R_s}$  - підмножина трас логу, що відображає роботу із заданою множиною ресурсів;  $R_s$  - підмножина ресурсів, що потрібні для досягнення результату БП;  $r_{ij}$  -  $j$ -й ресурс, що використовується при виконанні  $i$ -ї дії БП;  $e_i$  -  $i$ -а подія логу, що відповідає виконанню  $i$ -ї дії БП.

Задача відбору прецедентів призначена для підготовки до запуску управління БП з використанням прецеденту. Дана задача передбачає вирішення підзадач відбору аналога



(прецеденту), перевірки наявних ресурсів, та включення відібраного БП до контуру управління наскрізними БП. Постановка задачі має вигляд:

$$\begin{aligned} & \text{Дано :} \\ & M_p, Z_k \\ & \text{Знайти :} \\ & M_{p_k} \in M_p \mid Z_k \in M_{p_k}, \exists R_{s_k} \subseteq R_s \end{aligned} \quad (5)$$

де  $M_p$  - множина моделей прецедентів наскрізних бізнес-процесів підприємства;  $Z_k$  - k-а функціональна задача, що вирішується виконанням БП;  $M_{p_k}$  - модель прецеденту БП для вирішення задачі  $Z_k$ ;  $R_{s_k}$  - ресурси, що потрібні для вирішення задачі  $Z_k$ .

Об'єктом управління в рамках третьої задачі є сукупність наскрізних БП підприємства, із цільовими моделям процесу у вигляді прецеденту. Відзначимо, що в якості підзадачі виконується управління окремими наскрізними БП як традиційна задача управління за відхиленням. При реалізації даної підзадачі БП виконується у відповідності до заданого в цільовій процесній моделі алгоритму. При відхиленні параметрів моделі та процесу виконуються відповідні управляючі дії.

Таким чином, проблема прецедентного управління множиною наскрізних БП, що виконуються одночасно та конкурують за ресурси, пов'язана з розподілом часу використання ресурсів підприємства між БП.

Задача прецедентного управління є задачею зміни складу множини БП, що виконуються, з метою:

- мінімізації часу очікування ресурсів при обмеженнях на час виконання кожного з цих процесів, а також обмеження у вигляді апріорно відомого з прецедентів часу очікування доступу до ресурсів;

- виконання БП своєчасно в строк.

В першому випадку вважатимемо, що досягнення глобального мінімуму є можливим при задоволенні обмежень на час виконання наскрізного бізнес процесу:

$$\min(\sum_i \tau_i^{wt}) \mid \exists M_{p_i}, \exists R_{s_i}, \forall V_{p_i} \tau_i \leq \tau_i^{max}, \quad (6)$$

де  $\tau_i^{wt}$  - сумарний час очікування ресурсів для БП  $V_{p_i}$ ;  $\tau_i$  - загальний час виконання БП  $V_{p_i}$ ;  $\tau_i^{max}$  - обмеження на час виконання БП  $V_{p_i}$ .

Мінімізація часу очікування призводить до найефективнішого використання ресурсів підприємства при виконанні наскрізних БП. Якщо ж мінімізувати час очікування при заданих обмеженнях на строки виконання БП не вдається, то доцільно ослабити вимоги до управління, забезпечивши виконання БП точно в строк:

$$\min(\sum_i |\tau_i - \tau_i^{max}|) \mid \exists M_{p_i}, \exists R_{s_i} \quad (7)$$

Послідовність вирішення задач (6) та (7) визначає загальний підхід до реалізації прецедентного управління:

- визначення послідовності доступу до ресурсів з тим, щоб мінімізувати загальний час очікування;

- у випадку, якщо не вдалося задовольнити обмеження по строках виконання БП, то отримана послідовність уточнюється відповідно до (7).

## 6. Висновки

Розглянуто особливості реалізації процесного управління наскрізними бізнес-процесами. Показано, що при управлінні такими процесами розподіл ресурсів та контроль виконання БП виконується власником процесу без урахування організаційної структури підприємства. В результаті виникає конкуренція бізнес-процесів за ресурси. Виконана структуризація прецедентів наскрізних бізнес-процесів. Представлено задачі управління наскрізними бізнес-процесами, від формування множини прецедентів для нового БП до управління БП з використанням прецедентів.

Представлено формальну постановку задачі прецедентного управління як задачу мінімізації часу очікування ресурсів при обмеженнях на час виконання кожного з цих процесів. Показано,

що у випадку неможливості досягнення глобального екстремуму при заданих обмеженнях доцільно розглянути задачу забезпечення виконання бізнес-процесів точно в строк.

**Список літератури:** 1. *Vom Brocke J., Rosemann M.* Handbook on Business Process Management 1. Introduction, Methods, and Information Systems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015. 709 p. doi:10.1007/978-3-642-45100-3. 2. *Елиферов В.Г., Ренин В.В.* Бизнес-процессы: Регламентация и управление. М.: ИНФРА-М, 2004. 319 с. 3. *Weske M.* Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012. 403 p. 4. *Van der Aalst W.M.P., Van Hee K.M.* Workflow Management: Models, Methods, and Systems. MIT press. Cambridge, MA. 2002. 361 p. 5. *Richter M.M., Weber R.O.* Case-Based Reasoning. A Textbook. Springer. 2013. 546 p. 6. *Kolodner J.* Case-Based Reasoning. Magazin Kaufmann. San Mateo. 1993. 386 p. 7. *Michalski R.S., Carbonell J.G. & Mitchell T.M. (Eds.).* Learning by analogy: Formulating and generalizing plans from past experience // Machine learning, an artificial intelligence approach. Palo Alto, CA: Tioga Press. 1983. Vol. 1. P. 137 - 162. 8. *Aamodt A., Plaza E.* Case-Based Reasoning: Foundational issues, methodological variations, and system approaches // AI Communications. 1994. IOS Press. Vol.7:1. P. 39- 59. 9. *Николайчук О.А., Юрин А.Ю.* Применение прецедентного подхода для автоматизированной идентификации технического состояния деталей механических систем // Автоматизация и современные технологии. 2009. №5. С.3 - 12.

*Надійшла до редколегії 24.01.2018*

**Чалий Сергій Федорович**, д-р техн. наук, професор, професор кафедри ІУС ХНУРЕ. Наукові інтереси: розробка моделей, методів і технологій автоматизованого управління бізнес-процесами (в тому числі із змінною структурою) в умовах неконтрольованих зовнішніх збурень. Адреса: Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14, тел. 70-21-451.

**Левикін Ігор Вікторович**, канд. техн. наук, доцент, професор кафедри МСТ ХНУРЕ. Наукові інтереси: інформаційні системи і технології; моделі і методи автоматизації процесів управління поліграфічних підприємств. Адреса: Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14, тел. 70-21-378.

**Кальницька Анжеліка Юрївна**, асистент кафедри ІУС ХНУРЕ. Наукові інтереси: розробка методів і технологій автоматизованого управління бізнес-процесами. Адреса: Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14, тел. 70-21-451.

---

УДК 004.03:65/.056.55

DOI: 10.30837/0135-1710.2018.175.026

*V.I. RUZHENTSEV, O.V. VYSOTSKA, L.M. RYSOVANA, YU.YE. ZINCHENKO,  
R.V. ALEKSEIENKO*

## **ORGANIZATION OF INFORMATION PROTECTION OF THE INFORMATION SYSTEM DETECTION OF PSYCHOEMOTIONAL AND COGNITIVE DISORDERS**

---

The current problem of modern medicine remains the negative dynamics of the growth of emotional and cognitive disorders against the background of the development of cerebrovascular pathology. In this regard arises the necessity for the development of specialized medical information systems (MIS) that improve the management of medical records, the analysis of clinical information, as well as patient support at all stages of its observation. The purpose of the work is to develop measures to organize information protection for the information system for identifying psychoemotional and cognitive disorders. For provide protection in the developed system, it is proposed to use the symmetric algorithm of block AES encryption. Organization of information protection of the information system for the detection of psychoemotional and cognitive impairments made it possible to eliminate the threat of unauthorized access to information about the patient and his condition, to prevent violation of its integrity and distortion.

### **1. Introduction**

Currently, according to WHO, one of the main medical problems among the developed countries of the world are cerebral vascular disorders, and over the last decade, their substantial rejuvenation is noticeable. An actual problem of modern medicine is the negative dynamics of the growth of emotional and cognitive impairments, which are often accompanied by organic and symptomatic mental disorders on the background of cerebrovascular pathology [1].

The solution of this problem is important and has undoubted medical and social significance, therefore for the timely detection of the disease there is a need to accumulate and analyze a large amount of data obtained by observing patients, and to track their condition over a long period. Consequently, there is a need to develop specialized medical information systems (MIS) that improve the management of medical records, analyze clinical information, and accompany the patient at all stages of his observation [2].

## **2. Analysis of existing approaches to information protection in medical information systems**

Today, any MIS is subject to such mandatory requirements as: functionality, information security and compatibility. Legally medical information about patients refers to information that constitutes a professional secret, access to it is limited and regulated by current legislation, therefore any medical organization and medical personnel must comply with legal regulations for the protection of information constituting medical secrets. Accordingly, a number of measures to ensure the security of both the information and the system as a whole must necessarily be implemented in the MIS, otherwise it will be inappropriate to use it.

After analyzing the classifications of information security threats that may arise from the use of patient data, it can be concluded that most often such threats are theft, destruction and distortion of information, its blocking, and also the denial of the authenticity of information and the imposition of false information [3].

Noting that the use of I MIS led to an increased risk of loss of medical information about the patient, in developing such systems, first of all, security measures should be applied to prevent unauthorized receipt of information, as well as its physical destruction or modification. Such measures include the creation of a security system that takes on functions related to the protection of information in the entire system as a whole and in each of the embedded modules in particular [4].

The security system is integrated and unified, which allows to ensure the confidentiality, integrity and accessibility of data, delineation of access to them [5].

Ensure the protection of information should be a mechanism that includes various security tools: hardware, software, organizational. There are a huge number of different options for building information protection, based on a variety of means of protection. Undoubtedly, in the design of protection, it is necessary to select the most effective means for a particular MIS [6,7].

In the development of MIS in identifying psychoemotional and cognitive disorders, a number of possible threats were identified, namely: the modification and deletion of data stored in the database; violation of confidentiality; theft of data when transferring them to a PC. Even the simplest transformation of information is a very effective means, which makes it possible to hide its essence from the majority of violators, however, cryptography is more often used to protect information, which is able to provide not only the privacy of medical information about the patient, but also its authenticity [4,8,9].

The use of cryptography, to date, is one of the most common methods of protecting information, consists in changing its components using special algorithms or hardware solutions and key codes, with the same keys used for both encryption and decryption.

There are symmetrical and asymmetric encryption algorithms.

As a rule, long keys (512 bits or more) are used in asymmetric systems. A long key increases the encryption time and key generation is very long. This indicates the undesirable use of asymmetric encryption algorithms in our system, as information about patients accumulates and can increase. Accordingly, symmetric algorithms use shorter keys, so encryption is faster.

Also, asymmetric encryption algorithms use two keys: for encrypting information (public key), and for decrypting (secret key). These keys are different and can not be obtained from one another. Symmetric encryption algorithms are based on using the same key, so this key should be kept secret and transmitted in a way that excludes its loss.

In general, it can be said that asymmetric encryption is more complex in implementation, and the computations performed in this case are much more complicated than in symmetric encryption and the procedure takes longer (10).

Algorithms with symmetric keys have very high performance. Cryptography with symmetric keys is quite persistent, which makes it almost impossible for the decryption process without knowing the key [11].

It is important to note that symmetric ciphers are divided into block and stream ciphers.

In block encryption, plain text is used as the source data, and the alphabet on which this code operates is a set of binary vector blocks of plaintext of equal length. A block cipher is characterized by the ability to encrypt one key or several messages with a total length exceeding the length of the key. The transmission of a smaller key, in comparison with the message, over the encrypted channel is much simpler and requires less time than transferring the message itself or the key of the same length, which makes its practical use possible. Flexibility of block ciphers allows using them for building other cryptographic codes: stream cipher, cryptographic hashes, etc. [12]. A block cipher, as a rule, consists of two pair-forming algorithms: encryption and decryption [12, 13]. From stream ciphers, the block operation is characterized by bit processing by groups, not by flow.

A characteristic feature of stream encryption is its use in encrypting information in communication channels and the absence of the effect of error propagation.

The stream cipher implements a completely different approach to encryption, rather than block cipher. If, in case of block encryption, open text is divided into blocks of equal length, then for streaming, each character of plaintext is converted into an encrypted text symbol, depending not only on the key used, but also on its location in the plaintext stream.

The main difference between these two types of encryption is that block ciphers are used in the case of software implementation, and streaming ciphers are implemented in hardware.

Once again, note that the block cipher is a system of substitution of blocks. Known methods of block ciphers are the TEM cipher (one of the simplest in the implementation), GOST 28147-89 (based on the use of the Feistel network - the method of negotiable text transformations, in which the value calculated from one part of the text is superimposed on other parts), the standard AES et al. [4,9,14].

The most widely used block AES algorithm was approved by the US National Security Agency as suitable for encrypting sensitive information. However, the government decided that AES should be periodically inspected and improved to securely store encrypted data [4].

Information defined as secret must be protected by AES with a key length of 128, 192 and 256 bits. For information defined as highly secret, this length is 192 or 256 bits. The essence of AES is that any "frontal attack" on the protected data - that is, the selection of all possible passwords - in the long run is very much stretched. If we imagine that the burglar has huge resources, that is, a whole collection of supercomputers, then with diligent efforts, access to encrypted data could be obtained in tens of years. If at his disposal there is nothing of this, then AES hacking will take quite a long period (this period can be calculated for years).

It is believed that the 128-bit key used in Advanced Encryption Standard is quite reliable protection against frontal attack, that is, from a purely mathematical point of view, to pick one correct password out of all possible - an impossible task. Despite even some of the shortcomings of AES, it is almost impossible to crack information protected by this algorithm.

The length of the key used in encryption and determines the practical feasibility of doing a complete search, because the information encrypted with longer keys is more difficult to crack than with short ones.

### **3. Purpose of the article**

Analysis of well-known information systems for the detection of psychoemotional and cognitive impairments showed that most of them possess either a weak degree of information protection or, on the contrary, too complicated and cumbersome, and also create a lot of problems in their operation.

The purpose of the work is to develop measures to organize information protection for the information system for identifying psychoemotional and cognitive disorders. For provide protection in the developed system, it is proposed to use a symmetric block encryption algorithm (AES).

### **4. Exposition of the main material of the study**

The proposed MIS of psychoemotional and cognitive disorders has the following structure (look on figure). First of all, it includes the biological and technical subsystems.

Biological subsystem compose is a doctor-psychiatrist (doctor-psychotherapist, medical psychologist), which tests the patient's condition and the patient himself. So the doctor receives information about the patient's condition and his personal data, i.e. the passport data, complaints, the anamnesis of disease, etc. are recorded. Between the doctor and the patient, through communication during the consultation, there is interaction.

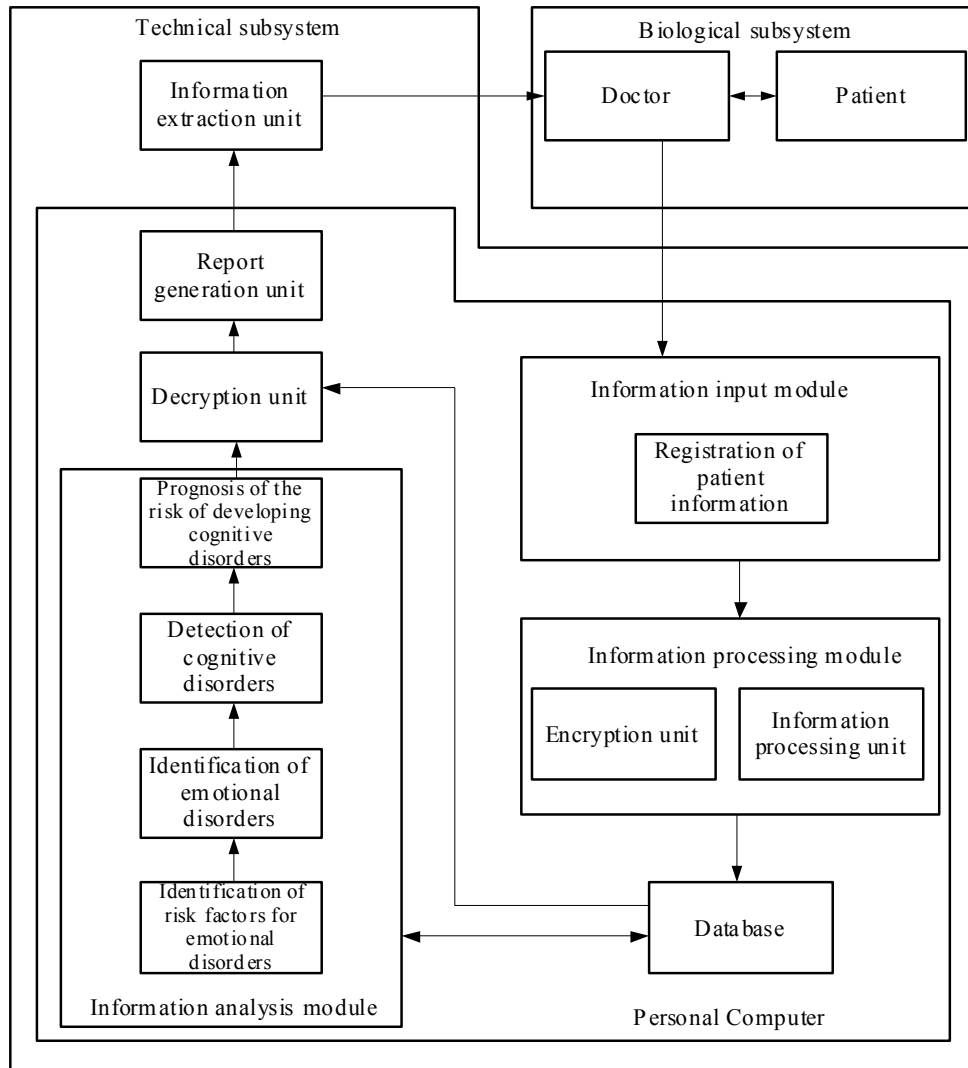


Fig. Structural diagram of the medical information system for the detection of psychoemotional and cognitive disorders

Then the data goes to the technical subsystem, which consists of a number of elements: an information input unit, an information processing unit, a database, an information analysis unit, and an information extraction unit.

The module for introducing information is intended for recording such patient data obtained during communication, as well as the results of its psychodiagnostic, clinical and laboratory and instrumental studies, the conclusions of other specialists (neurologist, cardiologist, ophthalmologist, etc.).

The processing of the registered patient data and the coding of the stage of the disease are carried out in the information processing unit, after which the patient data is transferred to the database (DB) or to the information analysis unit.

In the information analysis module, consisting of four blocks, using statistical and mathematical methods of analyzing the data obtained, a process of identifying psychoemotional and cognitive disorders, the degree of severity and predicting their further development are carried out.

The information received in the analysis block is sent to the database, and then to the report generation unit. The conclusion about the psychoemotional and / or cognitive state of the patient can be viewed in the information output block. Based on the findings, the doctor prescribes appropriate treatment or psychocorrection.

Having described the work of the MIS in identifying psychoemotional and cognitive disorders, it becomes evident that the most vulnerable information about the patient becomes during storage in the database. It is when storing information in a database that it is subject to a number of threats, namely: violation of data confidentiality, i.e. copying or unauthorized distribution; The harmful

effect on the content of information, i.e. changing the patient's personal data or destroying it; unauthorized influence on the program elements of MIS, etc.

Thus, after analyzing the work of MIS on the detection of psychoemotional and cognitive disorders, it was found that it is most rational to carry out encryption of patient information in the information processing module. Decryption is advisable to implement at the stage of report formation. The figure shows the structure of the MIS.

To protect against unauthorized access to the database from other software products, a symmetric block cipher AES algorithm was used.

AES is based on the Rijndael algorithm. For AES, the length of the input data block and the state is constant and equal to 128 bits, and the length of the encryption key  $K$  is 128, 192 or 256 bits. In this case, the output Rijndael algorithm allows the key length and block size from 128 to 256 bits in 32-bit increments. To denote selected input, State and Cipher Key lengths in 32-bit words,  $N_b = 4$  for input and State,  $N_k = 4, 6, 8$  for Cipher Key, respectively, for different key lengths is used [4].

At the initial stage of encryption, the input is copied to the State array by the rule:

$$\text{state}[r, c] = \text{input}[r + 4c],$$

for  $0 \leq r \leq 4$  and  $0 \leq c \leq N_b$ .

After this, the `AddRoundKey ()` procedure is applied to the State and then the State passes through the transformation procedure (round), depending on the length of the key 10, 12, or 14 times, with the last transformation being different from the previous ones. As a result, after the last round of transformation is completed, State is copied to the output according to the rule:

$$\text{output}[r + 4c] = \text{state}[r, c],$$

for  $0 \leq r \leq 4$  and  $0 \leq c \leq N_b$ .

Separate transformations `SubBytes ()` `ShiftRows ()` `MixColumns ()` and `AddRoundKey ()` - handle the State.

The procedure `SubBytes ()` processes each byte of the state, independently by making a nonlinear substitution of bytes using the replacement table (S-box). In the `SubBytes` procedure, each byte in state is replaced by the corresponding element in a fixed 8-bit lookup table,  $S$ ;  $b_{ij} = S(a_{ij})$ . The construction of the S-box consists of two steps: in the first step, each byte is replaced by a multiplicative inverse to it in the Galois field  $GF(2^8)$ , on the second - to each byte  $b$ , from which the S-box is created, the corresponding operation is used polynomial. This operation ensures the nonlinearity of the encryption algorithm [4].

`ShiftRows` works with State strings. With this transformation, the status bars are cyclically shifted by  $r$  bytes horizontally, depending on the line number. For zero line  $r = 0$ , for the first row  $r = 1$  byte, etc. When this step of encryption is performed by the `ShiftRows` procedure, the bytes in each State line are cyclically shifted to the left. The size of the byte offset of each line depends on its number. Thus, each column of the output state after applying the `ShiftRows` procedure consists of the bytes of each column of the initial state.

In the `MixColumns` procedure, the four bytes of each State column are mixed using a reversible linear transformation. Each state column is multiplied with a fixed polynomial  $c(x)$ .

`MixColumns` processes states on columns, interpreting each of them as a fourth-degree polynomial. Together with `ShiftRows`, `MixColumns` introduces diffusion into the cipher.

In the `AddRoundKey` procedure, `RoundKey` of each round is combined with the State. For each round, `RoundKey` is obtained from `CipherKey` using the `KeyExpansion` procedure; each `RoundKey` is the same size as the State. The procedure produces a bitwise XOR of each State byte with each `RoundKey` byte, i.e. In the `AddRoundKey` procedure, each state byte is combined with `RoundKey` using the XOR operation.

To verify the operation of the presented encryption algorithm, two patient data blocks were selected, differing by 1 bit. Comparing the same blocks after encryption, their significant differences were noticed (differences in ciphertext were 65 bits of information).

## 5. Conclusions

Thus, the analysis of current trends in the organization of information protection of the information system for the detection of psychoemotional and cognitive disorders has shown that they can be confirmed by various types of threats, for example, unauthorized access to information stored in the database, data exchange attacks etc.

As the most effective algorithm for protecting information, a symmetric block cipher AES algorithm was chosen. The application of this algorithm allowed, due to its byte-oriented structure, to

achieve the necessary and sufficient performance of encryption operations on various software platforms with a sufficiently large amount of heterogeneous information and to ensure the confidentiality of important medical information at all stages of identifying psychoemotional and cognitive impairments.

Note that due to the implementation of additional operations related to encryption and decryption processes, the processing time of patient data has increased, but this time increase is insignificant. Also, the lack of the encryption algorithm used should be attributed to the ease of manipulating blocks (deletion, repetition or permutation), but the main advantage is the implementation of data conversion in two dimensions, i.e. by rows and columns, which guarantees complete dispersion and mixing of information in two iterations. So, when encrypting two practically identical blocks of data on the results of psychological, clinical and laboratory and instrumental research, absolutely different blocks of ciphertext were obtained.

Organization of information protection of the information system for the detection of psychoemotional and cognitive disorders made it possible to eliminate the threat of unauthorized access to information about the patient and his condition, to prevent violation of its integrity and distortion.

**References:** 1. *Vysotskaya O.V., Kozhina A.M., Risovanaya L.M., Seagull E.E.* The use of discriminant analysis for the classification of cognitive disorders in patients with discirculatory encephalopathy // *Sistemi obrobki informatsii*. 2013. Issue 9 (116). P.189-193. 2. *Vysotskaya O.V., Panferova I.Yu., Rysovana L.M.* Development of a database of the information system for diagnosing the degree of cognitive disorders in patients with discirculatory encephalopathy // *East-European Journal of Advanced Technologies*. 2014. Information Technologies Series 3 /2 (69). P.9-14. 3. *Khoroshko V.A., Chekatkov A.A.* Methods and means of information protection. L.: Junior, 2000. 504p. 4. *Rouzhentsev V.I., Porvan A.P., Pashchenko M.A.* Organization of information security in the information system for determining the cells of toxicity of bioobjects // *News of NTU "KhPI"*. 2015. No. 52 (1161). P.152-156. 5. *Security Code*. Products. Access mode: [www / URL: http://www.securitycode.ru/products/](http://www.securitycode.ru/products/) zagl. from the screen. 6. *Katsupeev A.A., Shcherbakova E.A., Vorobiev S.P.* Statement and formalization of the task of forming information protection of distributed systems // *Electronic scientific journal "Engineering Bulletin of the Don"*. 2015. №1. P.128-137. 7. *Alushkevich V.B., Dmitriev V.A., Lapitsky V.A., Sacek M.M.* Issues of Information Security in Healthcare // *Issues of Health Organization and Informatization*. 2016. №3. P. 9-11. 8. *Simmons G.D.* Overview of authentication methods // *TIHER*. 2008. №5. P. 156-174. 9. *Babichev S.G., Goncharov V.V., Serov R.E.* Fundamentals of modern cryptography. M.: Ozon.ru, 2011. 176p. 10. *Goncharov N.O.* Symmetric and asymmetric encryption // *Youth Scientific and Technical Herald*. 2013. № 1. Access mode: [www / URL: http://sntbul.bmstu.ru/doc/532002.html](http://sntbul.bmstu.ru/doc/532002.html) 11. *Zhukov A.E.* Lightweight cryptography // *Questions of cybersecurity*. 2015. № 1 (9). P. 26-43. 12. *Sidorenko A.V., Zhukovets D.A.* Block algorithm of encryption based on dynamic chaos // *Bulletin of BSU*. Ser. 1. 2015. No 3. P. 34-39. 13. *Zhang X., Fan X., Wang J., Zhao Z.* A chaos-based image encryption scheme using 2D rectangular transform and dependent substitution. Berlin, 2014. P. 158-159. 14. *Block ciphers*. Access mode: [www / URL: http://citforum.ru/internet/infsecure/its2000\\_16.shtml](http://citforum.ru/internet/infsecure/its2000_16.shtml) - zagl. from the screen.

*Надійшла до редколегії 12.02.2018*

**Ruzhentsev Victor**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of Department of Information Technology Security, NURE. Scientific interests: methods of cryptographic analysis and information security. Address: Nauky Ave., 14, Kharkiv, Ukraine, 61166; e-mail: [viktor.ruzhentsev@nure.ua](mailto:viktor.ruzhentsev@nure.ua).

**Vysotska Olena**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Department of Information Control Systems, NURE. Scientific interests: medical cybernetics, decision-making in medicine, medical statistics, medical information technologies and systems. Address: Nauky Ave., 14, Kharkiv, Ukraine, 61166; e-mail: [olena.vysotska@nure.ua](mailto:olena.vysotska@nure.ua).

**Rysovana Lyubov**, assistant of Department of Medical and Biological Physics and Medical Informatics, KhNMU. Scientific interests: medical informatics, medical statistics. Address: Nauky Ave., 4, Kharkiv, Ukraine, 61022; tel.: 067-388-75-97; e-mail: [rluba\\_24@ukr.net](mailto:rluba_24@ukr.net).

**Zinchenko Yuliia**, student of Department of Biomedical Engineering, NURE. Scientific interests: medical statistics. Address: Nauky Ave., 14, Kharkiv, Ukraine, 61166; e-mail: [pharjul@ukr.net](mailto:pharjul@ukr.net).

**Alekseenko Roman**, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of Physiology Department, KhNMU. Scientific interests: medical cybernetics. Address: Nauky Ave., 4, Kharkiv, Ukraine, 61022, e-mail: [alekseenko-roman@ukr.net](mailto:alekseenko-roman@ukr.net).

*М.В. ЄВЛАНОВ*

## **УДОСКОНАЛЕНИЙ МЕТОД СИНТЕЗУ ВАРІАНТІВ ОПИСУ АРХІТЕКТУРИ СТВОРЮВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ**

Проаналізовано існуючі підходи до аналізу вимог до інформаційної системи і виявлення дубльованих вимог. Пропонується удосконалення методу синтезу варіантів опису архітектури створюваної інформаційної системи. Наведені результати апробації дозволяють стверджувати, що запропоноване удосконалення скорочує обчислювальні витрати на реалізацію методу.

### **1. Постановка проблеми виявлення дубльованих функціональних вимог до створюваної інформаційної системи**

В даний час аналіз вимог до створюваної інформаційної системи (ІС) є одним з типових процесів життєвого циклу системи [1]. В рамках даного процесу рекомендується піддавати аналізу повну сукупність виявлених вимог. При цьому в аналіз вимог рекомендується включати ідентифікацію суперечливих, пропущених, неповних, неоднозначних, нелогічних вимог або вимог, що не перевіряються, а також розстановку пріоритетів виконання цих вимог. В ході аналізу також слід вирішувати проблеми, що виникають у зв'язку з визначенням вимог. Ці проблеми пов'язані з вимогами, які не можуть бути реалізовані або які недоцільно реалізовувати [1].

Під вимогами, які недоцільно реалізовувати, в першу чергу, слід розуміти вимоги, що дублюють одна одну. Виявлення таких вимог набуває особливого значення при використанні сервісного підходу до створення ІС [2]. Відповідно до даного підходу, кожна функціональна вимога описує конкретну ІТ-послугу. Тому дублювання функціональних вимог призводить до необхідності витратити час і ресурси на дослідження і розробку однієї і тієї ж ІТ-послуги як множини різних ІТ-послуг. Наслідком цього є необхідність перепроектування ІС з метою виправлення допущених помилок і зниження ефекту від експлуатації ІС через дублювання ІТ-послуг.

Однак рекомендації з аналізу вимог до системи в переважній більшості випадків носять загальний характер [1]. У більшості сучасних засобів формування і управління вимогами функції аналізу вимог не реалізовані [3, 4]. Тому проблема розробки і удосконалення методів виявлення вимог до ІС, які дублюють один одного, є однією з найважливіших проблем, що виникають в ході формування та аналізу вимог до ІС, а також в ході проектування архітектури створюваної ІС.

### **2. Аналіз сучасних досліджень методів і способів аналізу вимог до інформаційної системи**

Більшість існуючих методів і способів, запропонованих до теперішнього часу для аналізу вимог, описані в [5]. Однак ці методи, як показує практика, не дозволяють виявляти і усувати більшість помилок, пов'язаних з формуванням вимог до ІС. В даний час безпосередній вплив помилкового визначення вимог до ІС на результативність надання ІС і її оновлень Споживачеві ІТ-послуг вважається визнаним фактом [6]. Тому сучасні дослідження в галузі інженерії вимог спрямовані, в тому числі, на пошук методів і способів, що дозволяють усунути подібний вплив.

Найбільш перспективним напрямком даних досліджень є створення і розвиток формальних моделей і методів аналізу вимог до системи. Наприклад, в [7] процес встановлення вимог до даних визначається як система управління зі зворотним зв'язком з безперервною оптимізацією моделей поведінки користувачів. Таке представлення дозволяє застосувати для опису процесів формування та аналізу вимог положення сучасної кібернетики. В [8] розглядаються можливості опису і моделювання поведінки користувачів створюваної системи з застосуванням апарату теорії категорій, на основі якого за допомогою графічних методів створено спеціальну декларативну мову. В [9] запропонований алгебраїчний підхід до аналізу імовірнісних моделей поведінки програмного забезпечення. Але найперспективні-



ішим підходом до формального опису вимог, а також моделей і методів їх аналізу є використання онтологій, знання-орієнтованих моделей і методів. Огляд застосування онтологій в інженерії вимог наведено в [10]. Зокрема, там зазначається наступне [10]:

- а) існують емпіричні докази переваг використання онтологій в інженерії вимог спеціально для зменшення двозначності, неузгодженості та неповноти вимог;
- б) процес інженерії вимог в більшості досліджень розглядається тільки частково;
- в) єдиного стилю моделювання процесів інженерії вимог, заснованого на онтологіях, в даний час не існує;
- г) більшість досліджень в даній області пов'язано тільки з функціональними вимогами;
- д) жодна з онтологій інженерії вимог в даний час не має широкого поширення у спільноті фахівців в даній області.

Аналогічні висновки наведені і в роботі [11], присвяченій дослідженням питань видобутку та управління знаннями для формування специфікацій вимог.

Не менша увага приділяється і дослідженням прикладних аспектів застосування онтологій в інженерії вимог. Так робота [12] присвячена застосуванню заснованого на онтологіях інструментального засобу для автоматичного аналізу послідовності, правильності та повноти вимог до ІТ-продукту (проблеми 3Cs). В [13] розглянуті окремі аспекти аналізу вимог до мультиагентних систем.

Результати проведеного аналізу дозволяють зробити висновок про те, що дослідження в галузі розробки моделей і методів аналізу вимог, заснованих на знання-орієнтованих моделях вимог до ІС, є найбільш перспективними. Однак конкретні результати, що дозволяють успішно реалізувати методи аналізу вимог у вигляді функцій інструментальних засобів формування і управління вимогами до ІС, поки ще не досягнуті.

### **3. Постановка задачі удосконалення методу синтезу варіантів описів архітектури створюваної інформаційної системи**

Головною особливістю формального опису задачі виявлення дублюючих одна одну вимог до ІС є представлення описів цих вимог не в числовому, а в категорійному вигляді. Через це застосування традиційних методів, які розглядають вирішення цієї задачі як окремий випадок вирішення задачі кластеризації описів вимог, стає надзвичайно складним. З метою подолання цих труднощів в даний час застосовуються два основні підходи:

- а) перетворення категорійних описів вимог до ІС в числові;
- б) розробка методів вирішення задачі кластеризації, заснованих на порівнянні окремих елементів категорійних описів об'єктів аналізу.

Перший підхід передбачає опис кожного окремого атрибута і кожної окремої сутності, присутніх в описах функціональних вимог до ІС, числовими ідентифікаторами. Однак такий підхід вимагає значного збільшення витрат пам'яті в ході використання методу пошуку дублюючих одна одну вимог до середніх і великих ІС.

Методи вирішення задачі кластеризації, що реалізуються в рамках другого підходу, припускають попарне порівняння двох категорійних описів об'єктів аналізу з виділенням однакових описів окремих елементів таких описів. При цьому в загальний кластер поміщаються категорійні описи, для яких кількість дублюючих один одного елементів, а також кількість випадків дублювання елементами один одного прагне до максимуму. Прикладом реалізації такого підходу є розглянутий в [14] алгоритм вирішення задачі кластеризації категорійних даних CLOPE. Даний алгоритм був покладений автором в основу розглянутого в [15, 16] методу синтезу варіантів описів архітектури створюваної ІС, який складається з наступних етапів.

Етап 1. Сформувані вихідний варіант опису архітектури створюваної ІС  $Arch_{base}$ .

Крок 1.1. Визначити кількість загальносистемних представлень функціональних вимог до ІС на рівні знань  $n = |K_i^{fIS}|$ .

Крок 1.2. Сформувані множину описів ІТ-послуг  $IT_{acm}$  шляхом виконання операції  $IT_{acm_j} = K_i^{fIS}$ .

Крок 1.3. Для множини  $\{K_i^{fIS}\}$  виконати операцію  $Arch_{base} = \bigcup_{i=c+1}^e K_i^{fIS}$ .

Етап 2. Встановити значення коефіцієнта відштовхування  $r$  і розрахувати значення

$$\text{Pr ofit}(IT_{acm}, r) = \sum_{j=1}^k \frac{S(IT_{acm_j})}{W(IT_{acm_j})^r} \times |IT_{acm_j}| \bigg/ \sum_{j=1}^k |IT_{acm_j}|.$$

функції виграшу

Етап 3. Провести синтез оптимальних і/або прийнятних варіантів опису архітектури створюваної ІС.

Крок 3.1. Прийняти  $\text{Pr ofit}_{max} = \text{Pr ofit}(IT_{acm}, r)$ ,  $i = 1$ ,  $j = 1$ ,  $k = |IT_{acm}|$ .

Крок 3.2. Вибрати представлення  $K_i^{fIS}$ .

Крок 3.3. Якщо  $K_i^{fIS} \in IT_{acm_j}$ , то виключити  $K_i^{fIS}$  з  $IT_{acm_j}$ . В іншому випадку перейти до кроку 3.13.

Крок 3.4. Прийняти  $z = 0$ ,  $m = 0$ .

Крок 3.5. Якщо  $z = j$ , то прийняти  $z = z + 1$ .

Крок 3.6. Якщо  $z > k$ , то перейти до кроку 3.12.

Крок 3.7. Включити  $K_i^{fIS}$  в  $IT_{acm_z}$ .

$$\text{Pr ofit}(IT_{acm}, r) = \sum_{j=1}^k \frac{S(IT_{acm_j})}{W(IT_{acm_j})^r} \times |IT_{acm_j}| \bigg/ \sum_{j=1}^k |IT_{acm_j}|.$$

Крок 3.8. Розрахувати значення

Крок 3.9. Якщо  $\text{Pr ofit}(IT_{acm}, r) > \text{Pr ofit}_{max}$ , то зафіксувати варіант опису архітектури створюваної ІС як множину  $IT_{acm}$ , скориговану з урахуванням виконання Кроку 3.3 і Кроку 3.7, прийняти  $m = 1$  і перейти до кроку 3.12.

Крок 3.10. Якщо  $\text{Pr ofit}(IT_{acm}, r) \in [\text{Pr ofit}_{max} - \varepsilon; \text{Pr ofit}_{max}]$ , то зафіксувати варіант опису архітектури створюваної ІС як множину  $IT_{acm}$ , скориговану з урахуванням виконання Кроку 3.3 і Кроку 3.7.

Крок 3.11. Прийняти  $z = z + 1$ . Якщо  $z \leq k$ , то перейти до кроку 3.5.

Крок 3.12. Якщо  $IT_{acm_j} = \emptyset$  і  $m = 1$ , то виключити  $IT_{acm_j}$  з множини  $IT_{acm}$  і прийняти  $k = k - 1$ .

Крок 3.13. Прийняти  $j = j + 1$ . Якщо  $j \leq k$ , то перейти до кроку 3.3.

Крок 3.14. Прийняти  $i = i + 1$ . Якщо  $i \leq n$ , то перейти до кроку 3.2.

Крок 3.15. Якщо  $m = 1$ , то прийняти  $i = 1$  і  $j = 1$ , після чого перейти до Кроку 3.2. В іншому випадку завершити виконання етапу методу.

Етап 4. Виключити з розгляду всі зафіксовані на Етапі 3 варіанти опису архітектури створюваної ІС  $IT_{acm}$ , для яких не виконується умова  $\text{Pr ofit}(IT_{acm}, r) \in [\text{Pr ofit}_{max} - \varepsilon; \text{Pr ofit}_{max}]$ . Завершити застосування методу.

В даному методі  $\varepsilon$  позначає величину допустимої похибки. У загальному випадку рекомендується вважати  $\varepsilon = 0,1 \times \text{Pr ofit}_{max}$  [15, 16].

Головним недоліком даного методу, з точки зору його реалізації, є необхідність розгляду тих варіантів об'єднання загальносистемних представлень функціональних вимог до ІС на рівні знань, які вже розглядалися раніше. Це призводить до збільшення кількості ітерацій виконання Етапу 3 даного методу і, отже, до збільшення обчислювальних витрат на реалізацію методу.

Тому метою даного дослідження є удосконалення методу синтезу варіантів описів архітектури створюваної ІС, спрямоване на скорочення кількості ітерацій пошуку дублюючих одне одного загальносистемних представлень функціональних вимог до ІС на рівні знань  $K_i^{fIS}$ . Для досягнення даної мети пропонується вирішити такі задачі дослідження:

- розробка варіанту виконання етапів методу синтезу варіантів описів архітектури створюваної ІС, що дозволяє скоротити кількість ітерацій при його використанні;
- практична апробація результатів дослідження.

#### 4. Виклад основного матеріалу дослідження

Основним джерелом великої кількості ітерацій пошуку дублюючих одне одного загально-системних представлень функціональних вимог до ІС на рівні знань  $K_i^{fIS}$  є необхідність попарного порівняння кожного представлення з усіма іншими представленнями. Це призводить до того, що в ході виконання Кроків 3.2 - 3.7 доводиться виконувати операції вилучення з кластера  $\Pi_{acm_j}$  представлення  $K_i^{fIS}$  і включення цього представлення в кластер  $\Pi_{acm_z}$  навіть в тому випадку, якщо подібне поєднання представлень розглядалося раніше. Наприклад, якщо в ході першої ітерації виконання Етапу 3 аналізувалося включення  $K_1^{fIS}$ , що належить кластеру  $\Pi_{acm_1}$ , в кластер  $\Pi_{acm_2}$  шляхом об'єднання з  $K_2^{fIS}$ , то в ході другої ітерації методу (якщо не спрацює умова зупинки виконання Етапу 3) слід проаналізувати включення представлення  $K_2^{fIS}$ , що належить кластеру  $\Pi_{acm_2}$ , в кластер  $\Pi_{acm_1}$  шляхом об'єднання з  $K_1^{fIS}$ . Таке повторне включення не призведе до збільшення значення функції  $Pr\ ofit(\Pi_{acm}, r)$ , а виконання необхідних для такого включення операцій призводить до необхідності здійснення в загальному випадку  $n(n-1)$  ітерацій виконання Етапу 3.

Для виключення необхідності виконання Кроків 3.2-3.7, які не поліпшують значення функції  $Pr\ ofit(\Pi_{acm}, r)$ , пропонується формально описати варіант архітектури створюваної ІС матрицею вигляду

$$Arch = \begin{bmatrix} t_{11}(\Pi_{acm_1}) & \dots & t_{1j}(\Pi_{acm_1}) & \dots & t_{1n}(\Pi_{acm_1}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{i1}(\Pi_{acm_i}) & \dots & t_{ij}(\Pi_{acm_i}) & \dots & t_{in}(\Pi_{acm_i}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{n1}(\Pi_{acm_n}) & \dots & t_{nj}(\Pi_{acm_n}) & \dots & t_{nn}(\Pi_{acm_n}) \end{bmatrix}, \quad (1)$$

де  $t_{ij}(\Pi_{acm_i})$  - кількість входжень загальносистемних представлень функціональних вимог до ІС на рівні знань в опис ІТ-послуги (функції) створюваної ІС.

Значення  $t_{ij}(\Pi_{acm_i})$  в ході формування матриці  $Arch$  визначаються наступним чином:

а)  $t_{ij}(\Pi_{acm_i}) = 1$ , якщо для пропонованого варіанту включення  $\{K_i^{fIS}\}$  в кластер  $\Pi_{acm_i}$  значення  $Pr\ ofit(\Pi_{acm}, r)$  не розраховане;

б) якщо  $t_{ij}(\Pi_{acm_i}) = 1$ , то  $t_{ji}(\Pi_{acm_j}) = 0$ .

Тоді Етап 1 методу синтезу варіантів описів архітектури створюваної ІС матиме такий вигляд.

Етап 1. Сформувані вихідний варіант опису архітектури створюваної ІС  $Arch_{base}$ .

Крок 1.1. Визначити кількість загальносистемних представлень функціональних вимог до ІС на рівні знань  $n = |K_i^{fIS}|$ .

Крок 1.2. Сформувані множини описів ІТ-послуг  $\Pi_{acm}$  шляхом виконання операції  $\Pi_{acm_j} = K_i^{fIS}$ .

Крок 1.3. Для множини  $\{K_i^{fIS}\}$  сформувані матрицю  $Arch_{base}$  вигляду

$$\text{Arch}_{\text{base}} = \begin{bmatrix} t_{11}(\text{IT}_{\text{acm}_1}) = 1 & \dots & t_{1j}(\text{IT}_{\text{acm}_1}) = 1 & \dots & t_{1n}(\text{IT}_{\text{acm}_1}) = 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & t_{ij}(\text{IT}_{\text{acm}_i}) = 1 & \dots & t_{in}(\text{IT}_{\text{acm}_i}) = 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & 0 & \dots & t_{nn}(\text{IT}_{\text{acm}_n}) = 1 \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Результатом виконання Етапу 1 методу буде матриця  $\text{Arch}_{\text{base}}$ , що задає базовий варіант опису архітектури створюваної ІС. Базовим вважається варіант, в якому кожна сформульована функціональна вимога правовласників реалізується окремою функцією створюваної ІС [15, 16]. Пропонований формальний опис архітектури дозволяє виключити з розгляду всі повторні включення описів вимог правовласників, що зменшує вдвічі кількість ітерацій виконання Етапу 3 методу синтезу варіантів описів архітектури створюваної ІС.

Для виключення з подальшого розгляду варіантів включення загальносистемних представлень функціональних вимог на рівні знань в опису ІТ-послуг створюваної ІС, які зменшують значення функції  $\text{Pr ofit}(\text{IT}_{\text{acm}}, r)$ , значення  $t_{ij}(\text{IT}_{\text{acm}_i})$  пропонується визначити наступним чином:

а) якщо для пропонованого варіанту включення  $\{K_i^{\text{fIS}}\}$  в кластер  $\text{IT}_{\text{acm}_j}$  виконується умова  $\text{Pr ofit}(\text{IT}_{\text{acm}}, r) < [\text{Pr ofit}_{\text{max}} - \varepsilon; \text{Pr ofit}_{\text{max}}]$ , то прийняти  $t_{ij}(\text{IT}_{\text{acm}_i}) = 0$ ;

б) якщо для пропонованого варіанту включення  $\{K_i^{\text{fIS}}\}$  в кластер  $\text{IT}_{\text{acm}_j}$  виконується умова  $\text{Pr ofit}(\text{IT}_{\text{acm}}, r) \in [\text{Pr ofit}_{\text{max}} - \varepsilon; \text{Pr ofit}_{\text{max}}]$ , то прийняти  $t_{ij}(\text{IT}_{\text{acm}_i}) = 1$ ;

в) якщо для пропонованого варіанту включення  $\{K_i^{\text{fIS}}\}$  в кластер  $\text{IT}_{\text{acm}_j}$  виконується умова  $\text{Pr ofit}(\text{IT}_{\text{acm}}, r) > \text{Pr ofit}_{\text{max}}$ , то прийняти

$$t_{jj}(\text{IT}_{\text{acm}_j}) = t_{jj}(\text{IT}_{\text{acm}_j}) + t_{ii}(\text{IT}_{\text{acm}_i}); \quad (3)$$

$$t_{ij}(\text{IT}_{\text{acm}_i}) = 0, \quad t_{ji}(\text{IT}_{\text{acm}_j}) = 0 \quad \text{для } j = 1, \dots, n. \quad (4)$$

Тоді Етап 3 методу синтезу варіантів описів архітектури створюваної ІС матиме такий вигляд.

Етап 3. Провести синтез оптимальних і/або прийнятних варіантів опису архітектури створюваної ІС.

Крок 3.1. Прийняти  $\text{Pr ofit}_{\text{max}} = \text{Pr ofit}(\text{IT}_{\text{acm}}, r)$ ,  $i = 1$ ,  $j = i + 1$ .

Крок 3.2. Якщо  $t_{ij}(\text{IT}_{\text{acm}_i}) = 1$ , то виключити  $K_i^{\text{fIS}}$  з  $\text{IT}_{\text{acm}_i}$  і включити  $K_i^{\text{fIS}}$  в  $\text{IT}_{\text{acm}_j}$ . В іншому випадку перейти до кроку 3.8.

Крок 3.3. Для отриманого варіанту опису архітектури розрахувати значення  $\text{Pr ofit}(\text{IT}_{\text{acm}}, r)$ .

Крок 3.4. Якщо  $\text{Pr ofit}(\text{IT}_{\text{acm}}, r) > \text{Pr ofit}_{\text{max}}$ , то прийняти  $t_{jj}(\text{IT}_{\text{acm}_j}) = t_{jj}(\text{IT}_{\text{acm}_j}) + t_{ii}(\text{IT}_{\text{acm}_i})$ ,  $t_{ij}(\text{IT}_{\text{acm}_i}) = 0$ ,  $t_{ji}(\text{IT}_{\text{acm}_j}) = 0$  для  $j = 1, \dots, n$ ,  $K_j^{\text{fIS}} = K_j^{\text{fIS}} \cup K_i^{\text{fIS}}$  і перейти до кроку 3.1.

Крок 3.5. Якщо  $\text{Pr ofit}(\text{IT}_{\text{acm}}, r) \in [\text{Pr ofit}_{\text{max}} - \varepsilon; \text{Pr ofit}_{\text{max}}]$ , то прийняти  $t_{ij}(\text{IT}_{\text{acm}_i}) = 1$ .

Крок 3.6. Якщо  $\text{Pr ofit}(\text{IT}_{\text{acm}}, r) < [\text{Pr ofit}_{\text{max}} - \varepsilon; \text{Pr ofit}_{\text{max}}]$ , то прийняти  $t_{ij}(\text{IT}_{\text{acm}_i}) = 0$ .

Крок 3.7. Прийняти  $j = j + 1$ . Якщо  $j \leq n$ , то перейти до кроку 3.2.

Крок 3.8. Прийняти  $i = i + 1$ ,  $j = i + 1$ . Якщо  $i < n$ , то перейти до кроку 3.2. В іншому випадку завершити виконання етапу методу.

З урахуванням модифікації Етапу 3 Етап 4 методу синтезу варіантів описів архітектури створюваної ІС матиме такий вигляд.

Етап 4. Виключити з розгляду всі зафіксовані на Етапі 3 варіанти опису архітектури створюваної ІС  $IT_{acm}$ , для яких не виконується умова  $Pr ofit(IT_{acm}, r) \in [Pr ofit_{max} - \varepsilon; Pr ofit_{max}]$ .

Крок 4.1. Сформувати варіант опису архітектури створюваної ІС, включаючи в нього ті  $IT_{acm_j}$ , в яких  $t_{ij}(IT_{acm_i}) \geq 1$

Крок 4.2. Для кожного  $t_{ij}(IT_{acm_i}) = 1$  матриці Arch сформувати варіант опису архітектури створюваної ІС, прийнявши на час формування  $K_i^{fIS} = K_i^{fIS} \cup K_j^{fIS}$ ,  $IT_{acm_j} = \emptyset$  і  $t_{jj}(IT_{acm_j}) = 0$ .  
Завершити застосування методу.

### 5. Апробація результатів удосконалення методу синтезу варіантів опису архітектури створюваної інформаційної системи

Апробацію результатів удосконалення методу синтезу варіантів опису архітектури створюваної ІС пропонується провести на прикладі функціонального модуля безпеки праці. До цього модуля правовласниками було висунуто п'ять вимог, описаних в [17].

Результат виконання Етапів 1 і 2 методу синтезу варіантів опису архітектури створюваної ІС до удосконалення наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Номер ІТ-послуги	Загальносистемні представлення, що описують ІТ-послугу	Значення $S(IT_{acm_j})$ для ІТ-послуги	Значення $W(IT_{acm_j})$ для ІТ-послуги
1	$K_1^{fIS}$	7	7
2	$K_2^{fIS}$	12	12
3	$K_3^{fIS}$	6	6
4	$K_4^{fIS}$	8	8
5	$K_5^{fIS}$	28	28
Результат розрахунку функції $Pr ofit(IT_{acm}, r)$			
$ IT_{acm_j}  = 5$	$r = 2$	$Pr ofit(IT_{acm}, r) = 0,110714$	

В ході виконання Етапу 3 методу синтезу варіантів опису архітектури створюваної ІС до удосконалення було зроблено 23 ітерації. При цьому на ітерації 11 було знайдено нове значення  $Pr ofit_{max}$ , через що виникла необхідність знову проводити попарне порівняння більшості раніше розглянутих варіантів.

Результати виконання Етапу 4 методу синтезу варіантів опису архітектури створюваної ІС до удосконалення наведені в табл. 2. Аналіз цих результатів показує, що варіанти опису архітектури, отримані в ході ітерацій 17 і 22, практично не розрізняються між собою і є дублюючими одна одну.

В ході виконання Етапу 1 і Етапу 2 вдосконаленого методу синтезу варіантів опису архітектури створюваної ІС було сформовано матричний опис базової архітектури функціонального модуля, який має вигляд

$$Arch_{base} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Таблиця 2

Номер ІТ-послуги	Загальносистемні представлення, що описують ІТ-послугу	Значення $S(IT_{actj})$ для ІТ-послуги	Значення $W(IT_{actj})$ для ІТ-послуги
1	$K_1^{fIS}$	7	7
2	$K_2^{fIS}$	12	12
3	-	-	-
4	$\{K_3^{fIS}, K_4^{fIS}\}$	14	8
5	$K_5^{fIS}$	28	28
Результат розрахунку функції $Pr ofit(IT_{act}, r)$ на ітерації 11			
$ IT_{actj}  = 5$	$r = 2, \varepsilon = 0,0110714$	$Pr ofit(IT_{act}, r) = 0,139881$ (зафіксований в результаті виконання Кроку 3.9, $m = 1$ )	
1	$K_1^{fIS}$	7	7
2	-	-	-
-	-	-	-
4	$\{K_3^{fIS}, K_4^{fIS}\}$	14	8
5	$\{K_2^{fIS}, K_5^{fIS}\}$	40	31
Результат розрахунку функції $Pr ofit(IT_{act}, r)$ на ітерації 17			
$ IT_{actj}  = 4$	$r = 2, \varepsilon = 0,0139881$	$Pr ofit(IT_{act}, r) = 0,132721$ (зафіксований в результаті виконання Кроку 3.10)	
1	$K_1^{fIS}$	7	7
2	$\{K_2^{fIS}, K_5^{fIS}\}$	40	31
-	-	-	-
4	$\{K_3^{fIS}, K_4^{fIS}\}$	14	8
5	-	-	-
Результат розрахунку функції $Pr ofit(IT_{act}, r)$ на ітерації 22			
$ IT_{actj}  = 4$	$r = 2, \varepsilon = 0,0139881$	$Pr ofit(IT_{act}, r) = 0,132721$ (зафіксований в результаті виконання Кроку 3.10)	

Результат розрахунку значення функції  $Pr ofit(IT_{act}, r)$  для даного варіанту архітектури збігається з результатами розрахунку, наведеними в табл. 1.

В ході виконання Етапу 3 вже на ітерації 2 був знайдений прийнятний варіант опису архітектури функціонального модуля, отриманий в результаті злиття першої і третьої функціональних вимог. Оскільки значення функції  $Pr ofit(IT_{act}, r)$  не перевищувало максимальне, виконання Етапу 3 було продовжено. Матричний опис архітектури створюваного функціонального модуля після виконання Кроку 3.5 ітерації 2 має вигляд:

$$Arch = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (6)$$

В ході виконання ітерації 7 Етапу 3 вдосконаленого методу був знайдений прийнятний варіант опису архітектури функціонального модуля, отриманий в результаті злиття другої і п'ятої функціональних вимог. Оскільки значення функції  $Profit(IT_{acm}, r)$  не перевищувало максимальне, виконання Етапу 3 було продовжено. Матричний опис архітектури створюваного функціонального модуля після виконання Кроку 3.5 ітерації 7 має вигляд

$$Arch = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (7)$$

В ході виконання ітерації 8 Етапу 3 вдосконаленого методу було знайдено нове максимальне значення функції  $Profit(IT_{acm}, r)$ , отримане в результаті злиття другої і п'ятої функціональних вимог. Після цього був зроблений повернення до Кроку 3.1. Матричний опис архітектури створюваного функціонального модуля після виконання Кроку 3.4 ітерації 8 має вигляд:

$$Arch = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (8)$$

Для завершення Етапу 3 знадобилося ще 3 ітерації. При цьому було підтверджено знайдений раніше прийнятний варіант опису архітектури, отриманий в результаті злиття другої і п'ятої функціональних вимог [17].

В результаті виконання Етапу 4 були виділені два варіанти опису архітектури функціонального модуля. Матричний опис архітектури створюваного функціонального модуля після завершення Етапу 3 має вигляд

$$Arch = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (9)$$

Результати застосування удосконаленого методу наведені в табл. 3.

Таким чином, застосування вдосконаленого методу синтезу варіантів опису архітектури створюваної ІС дозволило отримати результати, аналогічні результатам застосування невдосконаленого методу. При цьому для отримання результатів з застосуванням вдосконаленого методу потрібно в ході виконання Етапу 3 провести 11 ітерацій (замість 23 ітерацій для невдосконаленого методу). Результати удосконалення слід визнати ефективними.

## 6. Висновки з проведеного дослідження і перспективи подальших досліджень

Пропоноване удосконалення методу синтезу варіантів опису архітектури створюваної ІС дозволило скоротити обчислювальні витрати на виконання методу за рахунок виключення кількості ітерацій пошуку дублюючих одне одного загальносистемних представлень функціональних вимог до ІС на рівні знань  $K_i^{fIS}$ . В ході практичної апробації вдосконаленого методу кількість ітерацій виконання Етапу 3 як найскладнішого етапу методу скоротилася з 23 до 11. При цьому результати виконання удосконаленого методу відповідають результатам, отриманим в ході виконання даного методу до вдосконалення.

Таблиця 3

Номер IT-послуги	Загальносистемні представлення, що описують IT-послугу	Значення $S(IT_{actj})$ для IT-послуги	Значення $W(IT_{actj})$ для IT-послуги
1	$K_1^{fIS}$	7	7
2	$K_2^{fIS}$	12	12
3	-	-	-
4	$\{K_3^{fIS}, K_4^{fIS}\}$	14	8
5	$K_5^{fIS}$	28	28
Результат розрахунку функції $Profit(IT_{act}, r)$ на ітерації 8			
$ IT_{actj}  = 5$	$r = 2, \varepsilon = 0,0110714$	$Profit(IT_{act}, r) = 0,139881$ (зафіксований в результаті виконання Кроку 3.4)	
1	$K_1^{fIS}$	7	7
2	-	-	-
-	-	-	-
4	$\{K_3^{fIS}, K_4^{fIS}\}$	14	8
5	$\{K_2^{fIS}, K_5^{fIS}\}$	40	31
Результат розрахунку функції $Profit(IT_{act}, r)$ на ітерації 9			
$ IT_{actj}  = 4$	$r = 2, \varepsilon = 0,0139881$	$Profit(IT_{act}, r) = 0,132721$ (зафіксований в результаті виконання Кроку 3.5)	

Однак необхідно вказати, що отримані результати справедливі тільки для проектів малих ІС і окремих функціональних модулів. Тому в перспективі для подальших досліджень пропонується вибрати роботи з перевірки ефективності та точності застосування вдосконаленого методу для ІТ-проектів середніх і великих ІС та їх функціональних модулів.

**Список літератури:** 1. ГОСТ ИСО/МЭК 15288-2005. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. Введ. 01-01-2007. М.: Стандартинформ, 2006. 57 с. 2. Левыкин В.М., Евланов М.В., Керносов М.А. Паттерны проектирования требований к информационной системе: моделирование и применение: монография. Харьков: ООО "Компанія СМІТ", 2014. 320 с. 3. Rational Requisite Pro / Сайт "IBM developerWorks". Режим доступа: [https://www.ibm.com/developerworks/community/wikis/home?lang=en#!/wiki/Wbcd69e09400c\\_4f72\\_9665\\_66f116225986/page/Rational%20RequisitePro](https://www.ibm.com/developerworks/community/wikis/home?lang=en#!/wiki/Wbcd69e09400c_4f72_9665_66f116225986/page/Rational%20RequisitePro). Заголовок с экрана. 4. IBM Rational DOORS Next Generation. An efficient requirements management tool for complex systems. Режим доступа: [http://www-01.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?subtype=SP&infotype=PM&appname=SWGE\\_RA\\_IR\\_USEN&htmlfid=RADI4128USEN&attachment=RADI4128USEN.PDF](http://www-01.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?subtype=SP&infotype=PM&appname=SWGE_RA_IR_USEN&htmlfid=RADI4128USEN&attachment=RADI4128USEN.PDF). Заголовок с экрана. 5. Maguire M., Bevan N. User requirements analysis. A review of supporting methods // Proceedings of IFIP 17th World Computer Congress, Montreal, Canada, 25-30 August 2002. 2002. P.133-148. doi: 10.1007/978-0-387-35610-5\_9. 6. Stowell F., Cooray S. The appreciative system, learning, and its impact on information systems design // Communications of the Association for Information Systems. 2017. V. 40. P. 93-119. 7. Liu L., Zhou Q., Liu J., Cao Z. Requirements cybernetics: Elicitation based on user behavioral data // Journal of Systems and Software. 2017. V. 124. P. 187-194. doi: 10.1016/j.jss.2015.12.030. 8. Asteasuain F., Braberman V. Declaratively building behavior by means of scenario clauses // Requirements Engineering. 2017. V. 22. I. 2. P. 239-274. doi: 10.1007/s00766-015-0242-2. 9. Yu Y.-J., Liu C. Little Model in Big Data: An Algebraic Approach to Analysing Abstract Software Behaviours // Ruan Jian Xue Bao/Journal of Software. 2017. V. 28 (6). P. 1488-1497. doi: 10.13328/j.cnki.jos.005229. 10. Dermeval D. etc. Applications of ontologies in requirements engineering: a systematic review of the literature // Requirements Engineering. 2016. V. 21. I. 4. P. 405-437. doi: 10.1007/s00766-015-0222-6. 11. Serna M.E., Bachiller S.O., Serna A.A. Knowledge meaning and management in requirements engineering // International Journal of Information Management. 2017. V. 37. I. 3. P. 155-161. doi:



10.1016/j.ijinfomgt.2017.01.005. 12. *Nguyen T.H., Grundy J.C., Almorsy M.* Ontology-based automated support for goal-use case model analysis // *Software Quality Journal*. 2016. V. 24(3). P. 635-673. doi: 10.1007/s11219-015-9281-7. 13. *Lopez-Lorca A.A., Beydoun G., Valencia-Garcia R., Martinez-Bejar R.* Supporting agent oriented requirement analysis with ontologies // *International Journal of Human Computer Studies*. 2016. V. 87. I. C. P. 20-37. doi: 10.1016/j.ijhcs.2015.10.007. 14. *Yang Y., Guan H., You J.* CLOPE: A fast and Effective Clustering Algorithm for Transaction Data // *Proceedings of the eighth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*. New York: ACM, 2002. P. 682-687. 15. *Євланов М.В., Васильцова Н.В., Панфьорова І.Ю.* Моделі і методи синтезу опису раціональної архітектури інформаційної системи // *Вісник наукового університету "Львівська політехніка"*. Серія "Інформаційні системи та мережі". 2015. № 829. С. 135-152. 16. *Євланов М.В.* Разработка модели и метода выбора описания рациональной архитектуры информационной системы // *Восточно-европейский журнал передовых технологий*. 2016. № 1/2(79). С. 4-12. doi: 10.15587/1729-4061.2016.60583. 17. *Євланов М.В., Сердюк Н.Н.* Формирование и анализ требований к информационно-аналитической системе управления безопасностью труда на предприятии // *Технологический аудит и резервы производства*. 2015. № 4/3(24). С. 41-45.

*Надійшла до редколегії 10.01.2018*

**Євланов Максим Вікторович** д-р техн. наук, доцент, професор кафедри ІУС ХНУРЕ. Наукові інтереси: проблеми інтелектуалізації проектування і експлуатації інформаційних управляючих систем. Адреса: Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14, тел. 70-21-451.

---

УДК 004.053

DOI: 10.30837/0135-1710.2018.175.041

*Н.В. ВАСИЛЬЦОВА, О.Є. НЕУМИВАКІНА, І.Ю. ПАНФЬОРОВА*

## **МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ДОСВІДУ КОМАНДИ ВИКОНАВЦІВ ІТ-ПРОЕКТУ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ**

---

Проаналізовано існуючі оцінки команд виконавців ІТ-проектів. Розглянуто загальний підхід до вирішення задачі оцінювання досвіду команд виконавців. Запропоновано кількісні показники, що характеризують досвід команди виконавців і засновані на формальних моделях опису архітектури інформаційної системи. Розроблено метод оцінювання досвіду команди виконавців ІТ-проекту створення інформаційної системи, що базується на запропонованих показниках.

### **1. Постановка проблеми оцінки команди виконавців ІТ-проекту створення інформаційної системи**

Сучасні моделі і методи оцінювання витрат на виконання ІТ-проектів передбачають врахування характеристик команди виконавців запланованого проекту. Однак переліки врахованих характеристик в окремих моделях досить сильно розрізняються. Така розбіжність в поглядах на команду виконавців ІТ-проекту викликає сильні труднощі в ході застосування моделей і методів оцінювання витрат на виконання ІТ-проектів. Ці труднощі викликані неможливістю узгодження показників, що характеризують команду виконавців ІТ-проекту в різних моделях і методах.

Особливо сильно такі труднощі виявляються при спробі застосування параметричних моделей оцінювання витрат на виконання ІТ-проекту. Головними особливостями таких моделей є:

- а) опис ІТ-проекту, його результатів і ресурсів, використовуваних для його виконання, набором параметрів, що мають кількісні значення;
- б) використання для кількісної оцінки значення параметра моделі якісних (описових) характеристик ІТ-проекту, його результатів і ресурсів, використовуваних для його виконання.
- в) залучення, при необхідності, експертів для визначення кількісних значень параметрів моделі.

Остання особливість найсильніше позначається при урахуванні в параметричних моделях індивідуальних особливостей планованого ІТ-проекту, його очікуваних результатів і ресурсів. В даний час таке урахування здійснюється шляхом введення в параметричну

модель наборів драйверів, що характеризують індивідуальні особливості планованого ІТ-проекту. Прикладами такого підходу можуть служити розроблений в Великобританії класичний метод функціональних точок [1] і запропонована Південно-Каліфорнійським університетом модель СОСОМО ІІ [2].

Наслідком такого підходу є необхідність постійного калібрування параметричних моделей для потреб конкретної ІТ-компанії і конкретного ІТ-проекту. При цьому рекомендації щодо проведення об'єктивного калібрування для більшості параметричних моделей відсутні, а саме калібрування значною мірою залежить від кваліфікації аналітика, що виконує його.

Зазначені проблеми призводять до сильного обмеження використання параметричних моделей і методів оцінювання витрат на виконання ІТ-проекту для потреб конкретних ІТ-компаній. У той же час визнається, що застосування саме параметричних моделей і методів оцінювання витрат на виконання ІТ-проекту дозволяє отримати найточніші оцінки витрат на виконання запланованого проекту. Особливо сильну потребу точних оцінок на ранніх стадіях ІТ-проекту потребує такий різновид ІТ-проектів, як ІТ-проекти створення інформаційних систем (ІС). Головною причиною цього слід вважати, перш за все, високу складність подібних проектів, їх значну тривалість і досить високу вартість.

Таким чином, проблема удосконалення параметричних моделей і методів оцінювання витрат на виконання ІТ-проекту і, зокрема, удосконалення моделей і методів оцінювання характеристик команди виконавців ІТ-проекту як його основного ресурсу є актуальною як з теоретичної, так і з практичної точок зору.

## 2. Аналіз основних показників, що характеризують команду виконавців ІТ-проекту

У моделі СОСОМО ІІ, яка є однією з найбільш точних параметричних моделей оцінювання витрат на виконання ІТ-проекту, існує два основні показники, що характеризують команду виконавців ІТ-проекту. До таких показників, перш за все, належить показник рівня роз'єднаності команди виконавців ІТ-проекту. Даний показник використовується для оцінки обсягу програмного коду, який можна повторно використовувати в ході виконання нового ІТ-проекту. Передбачається, що досвід команди виконавців, накопичений в ході виконання попередніх ІТ-проектів, дозволить цій команді застосовувати для виконання нового ІТ-проекту вже відпрацьовані і відомі команді прийоми, патерни, структури даних і алгоритми.

У загальному випадку значення показника в ході розрахунку оцінки обсягу робіт ІТ-проекту з застосуванням моделі СОСОМО ІІ визначається по табл. 1 [2].

Таблиця 1

Значення показника	Рівень роз'єднаності команди виконавців
0,0	Повністю згуртована
0,2	Великою мірою згуртована
0,4	Деякою мірою згуртована
0,6	Порівняно згуртована
0,8	Значною мірою роз'єднана
1,0	Повністю роз'єднана

У той же час в ході оцінки масштабу і економічності ІТ-проекту використовується протилежний за змістом драйвер, що характеризує згуртованість команди виконавців ІТ-проекту. Значення цього драйвера визначаються за табл. 2 [2].

Пізніше якісне значення драйвера, визначене за табл. 2, переводиться в кількісне за спеціальною таблицею визначення кількісних значень драйверів масштабу і економічності проекту [2].

У класичному методі функціональних точок немає показників, які безпосередньо характеризують досвід команди виконавців ІТ-проекту. Однак при розрахунку обсягу робіт ІТ-проекту даний метод використовує системні характеристики  $DI_i$ ,  $i = 1, \dots, 14$ , які побічно враховують цю характеристику команди виконавців. Зокрема, досвід команди виконавців, накопичений в ході виконання попередніх ІТ-проектів, побічно враховується при визначенні

Таблиця 2

Значення показника	Характеристика взаємодії команди
Дуже низький	Дуже важка взаємодія
Низький	Незначні труднощі у взаємодії
Нормальний	В основному кооперативні взаємодії
Високий	Значною мірою кооперативні взаємодії
Дуже високий	Великою мірою кооперативні взаємодії
Занадто високий	Повна взаємодія

експертами таких системних характеристик, як  $DI_{10}$  "Повторне використання";  $DI_{11}$  "Зручність інсталяції" і  $DI_{12}$  "Зручність адміністрування" [1].

Для спрощення оцінювання обсягу робіт планованого ІТ-проекту Південно-Каліфорнійський університет запропонував метод об'єктних точок. Даний метод особливо добре працює в ході оцінювання обсягу робіт ІТ-проектів створення програмних продуктів і програмного забезпечення ІС [2]. У методі об'єктних точок характеристика команди виконавців ІТ-проекту відображується коефіцієнтом  $PROD$ . Значення даного коефіцієнта можна визначити за табл. 3 [2].

Таблиця 3

Досвід і здібності розробників, зрілість і можливості CASE	Дуже низький	Низький	Нормальний	Високий	Дуже високий
$PROD$	4	7	13	25	50

Використання для розрахунку оцінки обсягів робіт ІТ-проекту створення ІС коефіцієнта продуктивності виконавців ІТ-проекту  $PROD$  викликає досить серйозне ускладнення. Головною причиною цього ускладнення слід вважати необхідність визначення кількісного значення даного коефіцієнта за якісним описом стану команди виконавців.

Не менш важливим недоліком розглянутих показників є їх орієнтація на опис виключно ІТ-проектів створення програмних продуктів (наприклад, програмного забезпечення ІС), при цьому залишаються "за кадром" такі роботи ІТ-проекту, як розробка інформаційного забезпечення ІС. Подібні роботи займають значну частину обсягу всіх робіт планованого ІТ-проекту, що негативно позначається на точності оцінювання витрат на виконання даного проекту.

Таким чином, за результатами аналізу основних показників, що характеризують досвід команди виконавців ІТ-проекту, можна зробити висновок про недостатню об'єктивність даних показників і складність їх застосування для кількісної характеристики команд виконавців таких ІТ-проектів, як проекти створення ІС.

### 3. Постановка задачі створення методу оцінювання досвіду команди виконавців ІТ-проекту створюваної інформаційної системи

Основним напрямком усунення зазначених недоліків показників, що характеризують досвід команди виконавців ІТ-проекту, слід вважати розробку математичних моделей, що дозволяють кількісно оцінити характеристики команди виконавців. Так в [3] пропонується розглядати задачу призначення співробітників підприємства на роботи нового ІТ-проекту як різновид задачі класифікації, метод вирішення якої в загальному випадку складається з наступних етапів.

Етап 1. Формування описів робіт нового ІТ-проекту у вигляді наборів вимог.

Етап 2. Перевірка умов відповідності досвіду виконання робіт вимогам, висунутим до аналогічної роботи нового ІТ-проекту, що виконується для кожного співробітника підприємства з множини  $P$ . Математично таку умову можна представити як міру близькості

специфікацій раніше виконаних робіт вимогам, висунутим до аналогічної роботи нового ІТ-проекту.

Етап 3. Виділення описів співробітників підприємства, для яких умова відповідності досвіду виконання робіт вимогам, висунутим до аналогічної роботи нового ІТ-проекту, виконується, в підмножину  $P'$  описів співробітників підприємства, що мають досвід виконання робіт, аналогічних роботам нового ІТ-проекту.

Етап 4. Формування інтегрального показника якості виконання співробітником підприємства робіт, аналогічних роботам нового ІТ-проекту. Цей показник в загальному випадку буде мати вигляд [3]

$$I_{jl} = \sum_{h=1}^7 \alpha_h \sum_{i=1}^{k'} Q_{ij}^h / k', \quad (1)$$

де  $I_{jl}$  - інтегральний показник якості виконання роботи  $w_j$  співробітником  $p_l$ ,  $j=1, m$ ,  $l=1, n'$ ;  $n'$  - кількість елементів множини  $P'$ ;  $\alpha_h$  - коефіцієнт важливості  $h$ -ї точки зору для виконання відповідних робіт ІТ-проекту, значення якого визначається експертами в діапазоні від 0 до 1,  $h=1, \dots, 7$ ;  $Q_{ij}^h$  - показник якості виконання роботи  $w_{ij}$  з  $h$ -ї точки зору,  $h=1, \dots, 7$ ;  $k'$  - кількість виконаних раніше ІТ-проектів, для яких виконувалася умова відповідності досвіду виконання робіт вимогам, висунутим до аналогічної роботи нового ІТ-проекту.

Етап 5. Зіставлення робіт нового ІТ-проекту та співробітників підприємства, досвід яких дозволяє припускати найкраще виконання відповідних робіт.

Даний метод вимагає докладного датоалогічного опису робіт ІТ-проекту і результатів цих робіт [3]. Однак в ході планування ІТ-проектів подібні описи найчастіше є неповними. При цьому максимальну повноту мають тільки матеріали, що описують раніше виконані ІТ-проекти, з яких передбачається вибрати повторно використовувані фрагменти програмного коду. Крім того, даний метод також вимагає проведення експертного оцінювання для визначення параметрів.

В [4] запропонований показник аналогічного призначення, що дозволяє кількісно оцінити ступінь знайомства  $j$ -го розробника з команди виконавців ІТ-проекту з класами ПЗ даного проекту. Даний показник має вигляд

$$IVD_j = \sum_{i=1}^n df_{ji} Cl_{ji} / n, \quad (2)$$

де  $IVD_j$  - ступінь знайомства  $j$ -го розробника з класами ІТ-проекту;  $i$  - числовий ідентифікатор класу в списку класів ІТ-проекту;  $n$  - кількість класів в ІТ-проекті;  $df_{ji}$  - ступінь участі  $j$ -го розробника в підготовці  $i$ -го класу (1 - створення класу, 0,5 - модифікація класу, 0,25 - використання класу, 0 - розробник не використовує клас);  $Cl_{ji}$  - факт використання  $i$ -го класу  $j$ -им розробником в ході виконання ІТ-проекту.

У цьому випадку значення інтегрального показника якості (1) буде трактуватися як ступінь знайомства команди виконавців ІТ-проекту з фрагментами повторно використовуваного програмного коду, на основі якого розробляється планований ІТ-проект. Значення цього показника можна визначити за формулою [4]:

$$I_l = \sum_{j=1}^m (1 - IVD_j) / m, \quad (3)$$

де  $j$  - числовий ідентифікатор розробника, який бере участь в ІТ-проекті;  $m$  - кількість виконавців ІТ-проекту.

Однак множини класів  $\{Cl_{ji}\}$  в ході планування ІТ-проекту визначити абсолютно точно неможливо. Тому метою даного дослідження є розробка методу оцінювання досвіду команди виконавців, заснованого на кількісних характеристиках створюваної ІС, значення яких можна отримати в ході планування ІТ-проекту.

- Для досягнення даної мети пропонується вирішити такі задачі дослідження:
- вибір кількісної характеристики створюваної ІС, що дозволяє оцінити ступінь повторного використання наявних рішень в новій системі;
  - розробка кількісних показників, що характеризують досвід команди виконавців ІТ-проекту створення ІС;
  - розробка методу оцінювання досвіду команди виконавців ІТ-проекту створення ІС.

#### 4. Виклад основного матеріалу дослідження

Для вирішення цієї проблеми необхідна інтеграція ІТ управління ІТ-проектами та ІТ формування та аналізу вимог до ІС. Така інтеграція дозволяє використовувати для оцінювання витрат на виконання ІТ-проекту створення ІС результатів вирішення наступних задач управління ІТ-проектом:

- а) облік кадрових ресурсів ІТ-проекту;
- б) призначення виконавців на окремі роботи ІТ-проекту;
- в) облік проміжних і остаточних результатів виконання ІТ-проекту (програмного коду і проектної документації).

Результати вирішення цих задач дозволяють отримати інформацію про частку участі конкретного виконавця в розробці конкретних ІС. Таким чином, з'являється можливість відмовитися від участі експертів в оцінюванні досвіду команди виконавців ІТ-проекту і перейти до використання в ході оцінювання даних про результати виконання окремих елементів ІС, які можуть бути повторно використані в ході виконання запланованого проекту.

Отримання подібних даних стає можливим при використанні як основної кількісної характеристики створюваної ІС, що дозволяє оцінити ступінь повторного використання наявних рішень в новій системі, онтологічної точки. Дана характеристика визначається в [5] як окрема гілка таксономії фреймів, присутньої в описі раціональної архітектури створюваної ІС. Формальний опис онтологічної точки в [5] представлено як модель вигляду

$$\begin{aligned}
 OntPD = < FR_{OntPD} = (fr_i, \dots, fr_k, \dots, fr_j), C^{gen}, G_{OntPD} = \\
 = (< fr_i, fr_{i+1}, C^{gen} >, \dots, < fr_{k-1}, fr_k, C^{gen} >, < fr_k, fr_{k+1}, C^{gen} >), \dots, \\
 < fr_{j-1}, fr_j, C^{gen} > >
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

при виконанні умови

$$\forall fr_k \in FR_{OntPD} \exists < fr_{k-1}, fr_k, C^{gen} > \cap < fr_k, fr_{k+1}, C^{gen} > \in G_{OntPD},
 \tag{5}$$

$i < k < j,$

де  $OntPD$  - формалізований опис онтологічної точки;  $FR_{OntPD}$  - підмножина фреймів, що утворюють онтологічну точку;  $G_{OntPD}$  - множина відображень, які задають зв'язки генералізації між фреймами, що входять до множини  $FR_{OntPD}$ ;  $i$  - ідентифікатор кореневого фрейму онтологічної точки;  $j$  - ідентифікатор фрейму-листа онтологічної точки.

Для формального опису фреймів з множини  $FR_{OntPD}$  пропонується використовувати модифіковану фреймову модель знань. Дана модель має вигляд [6, 7]

$$fr = \{n, [(ns_1, vs_1, ps_1), \dots, (ns_k, vs_k, ps_k)], \{if_1, \dots, if_n\}, \{mt_1, \dots, mt_z\}\},
 \tag{6}$$

де  $n$  - ім'я фрейму;  $(ns, vs, ps)$  - слот фрейму;  $k$  - кількість слотів фрейму;  $ns_i$  - ім'я слота,  $i = \overline{1, k}$ ;  $vs_i$  - значення слота,  $i = \overline{1, k}$ ;  $ps_i$  - ім'я приєднаної процедури;  $\{if_1, \dots, if_n\}$  - множина інтерфейсів, використовуваних фреймом  $fr$  (може бути порожньою);  $\{mt_1, \dots, mt_z\}$  - множина всіх методів (приєднаних процедур), пов'язаних з фреймом в цілому, а не з конкретними слотами.

Для формального опису зв'язків генералізації пропонується використовувати модель вигляду [8]

$$C^{gen} = < n_C, A_{fr_a}^C, A_{fr_b}^C, 1, 1, S_{fr_a}^C, S_{fr_b}^C >
 \tag{7}$$

при виконанні для кожного дочірнього фрейму  $fr_b$  умови [8]

$$\left\{ \begin{array}{l} \exists fr_a = \{n, [(ns_1, vs_1, ps_1), \dots, (ns_k, vs_k, ps_k)], \{if_1, \dots, if_n\}, \{mt_1, \dots, mt_z\}\} \\ o_{fr_b}^i = \langle v_{fr_a}^{ij} \rangle \cup \langle v_{fr_b}^{ij} \rangle \\ F(o_{fr_a}^i) = F(o_{fr_b}^i) \\ F(o_{fr_b}^i) \neq F(o_{fr_a}^i) \end{array} \right. , \quad (8)$$

де  $o_{fr_b}^i$  - множина значень фрейму  $fr_b$ ;  $v_{fr_a}^{ij}$  - значення  $j$ -го атрибута  $i$ -го значення фрейму  $fr_a$ ;  $v_{fr_b}^{ij}$  - значення  $j$ -го атрибута  $i$ -го значення фрейму  $fr_b$ ;  $F$  - сукупність операцій над значеннями фреймів  $fr_a$  і  $fr_b$ , причому операції сукупності  $F$  не обов'язково належать даним класам.

Використання онтологічних точок дозволяє відмовитися від використання експертів в ході визначення значень кількісних показників, що характеризують досвід команди виконавців ІТ-проекту створення ІС. На основі формального опису архітектури ІС у вигляді множини онтологічних точок результати вирішення зазначених вище задач управління ІТ-проектом в ході планування і виконання попередніх ІТ-проектів можуть бути представлені як дані про ступінь участі конкретного виконавця ІТ-проекту в реалізації конкретних фреймів і інтерфейсів, що утворюють кожну з онтологічних точок, складових опису архітектур ІС, створених або модифікованих в ході виконання попередніх ІТ-проектів. Тоді ступінь знайомства  $j$ -го розробника з команди виконавців ІТ-проекту  $p$  з фреймами і інтерфейсами, що утворюють  $i$ -у онтологічну точку  $OntPD_i$ , пропонується формально описати виразом

$$IVD_{ji} = \frac{\sum_{k=1}^n t_{jki}}{|FR_{OntPD_i}|}, \quad (9)$$

де  $t_{jki}$  - показник, що характеризує участь  $j$ -го виконавця ІТ-проекту в роботах з реалізації  $i$ -ї онтологічної точки  $OntPD_i$ , утвореної множиною фреймів  $(fr_1, \dots, fr_n)$ . У загальному випадку показник  $t_{jki}$  може приймати одне з наступних значень:

- а)  $t_{jki} = 1$ , якщо  $j$ -й виконавець ІТ-проекту брав участь в роботах з реалізації  $k$ -го фрейму  $i$ -ї онтологічної точки  $OntPD_i$ ;
- б)  $t_{jki} = 0$  в іншому випадку.

При необхідності конкретне значення показника  $t_{jki}$  може бути уточнено в разі, якщо результати вирішення згаданих вище задач управління ІТ-проектом дозволяють розрахувати конкретну частку участі  $j$ -го виконавця ІТ-проекту в роботах з реалізації  $k$ -го фрейму  $i$ -ї онтологічної точки.

У разі якщо  $j$ -й виконавець ІТ-проекту брав участь в роботах з реалізації  $k$ -го фрейму  $i$ -ї онтологічної точки  $OntPD_i$  в декількох попередніх ІТ-проектах, вираз (9) матиме вигляд

$$IVD_{pji} = \frac{\sum_{p=1}^{pr} \sum_{k=1}^n \alpha_{jp} t_{jki}}{pr \times |FR_{OntPD_i}|}, \quad (10)$$

де  $\alpha_{jp}$  - коефіцієнт участі  $j$ -го виконавця ІТ-проекту в  $p$ -му ІТ-проекті;  $pr$  - кількість виконаних раніше ІТ-проектів.

У загальному випадку показник  $\alpha_{jp}$  може приймати одне з наступних значень:

а)  $\alpha_{jp} = 1$ , якщо  $j$ -й виконавець ІТ-проекту брав участь в роботах з реалізації  $k$ -го фрейму  $i$ -ї онтологічної точки  $OntPD_i$  в  $p$ -му ІТ-проекті;

б)  $\alpha_{jk} = 0$  в іншому випадку.

Вирази (9) і (10) дозволяють визначити досвід команди виконавців ІТ-проекту як ступінь їх загального знайомства з фреймами і інтерфейсами онтологічних точок, що складають опис архітектури ІС, яка є результатом планованого ІТ-проекту. Тоді найпростішим способом розрахунку інтегрального показника, що характеризує досвід команди виконавців у відповідності до наведеного визначення, буде усереднення значень  $IVD_{pji}$  для всіх учасників команди

$$I = \frac{\sum_{j=1}^{n'} IVD_{pji}}{n'}, \quad (11)$$

де  $n'$  - кількість виконавців, що утворюють команду виконавців планованого ІТ-проекту.

У практиці ІТ-компаній часто зустрічається ситуація, коли команда виконавців ІТ-проекту складається з досить великої кількості людей, рівні кваліфікації та досвід яких розподілені непропорційно один одному (співробітники з низьким рівнем кваліфікації та з малим досвідом зустрічаються в команді набагато частіше). У цьому випадку розрахунок інтегрального показника, що характеризує досвід команди виконавців, доцільно здійснювати не шляхом усереднення за виразом (11), а з застосуванням методу медіан. Даний метод показує досить точні результати в ході обробки результатів анкетування з застосуванням порядкових шкал [9]. Під медіаною в даному випадку розуміється напівсума значень показників  $IVD_{pji}$ , що є середніми в упорядкованому ряду оцінок показників  $IVD_{pji}$  всіх учасників команди виконавців планованого ІТ-проекту.

Тоді метод оцінювання досвіду команди виконавців ІТ-проекту можна представити у вигляді послідовності таких етапів.

Етап 1. Вибір вже сформованої чи формування нової команди виконавців планованого ІТ-проекту, яка складається з  $n'$  людей.

Етап 2. Формування множини онтологічних точок  $\{OntPD_i\}$ , які описують архітектуру ІС або ІТ, що є результатом планованого ІТ-проекту.

Етап 3. Збір статистичної інформації про реалізацію учасниками команди виконавців планованого ІТ-проекту онтологічних точок з множини  $\{OntPD_i\}$  в раніше виконаних ІТ-проектах:

Крок 3.1. Збір статистичної інформації про раніше виконані ІТ-проекти, в яких здійснювалася реалізація онтологічних точок з множини  $\{OntPD_i\}$ .

Крок 3.2. Вибір для кожного учасника команди виконавців планованого ІТ-проекту з результату виконання Кроку 3.1 підмножини раніше виконаних ІТ-проектів, в яких даний учасник виконував роботи з реалізації онтологічних точок з множини  $\{OntPD_i\}$ .

Крок 3.3. Розрахунок для кожного учасника значення показника  $IVD_{pji}$  за виразом (10).

Етап 4. Розрахунок значення інтегрального показника досвідченості обраної або сформованої команди виконавців планованого ІТ-проекту одним з розглянутих вище способів (усередненням (вираз (11)) або методом медіан). Завершення застосування методу.

Результат розрахунку значення інтегрального показника досвідченості команди виконавців планованого ІТ-проекту дозволить спростити, зокрема, вибір значення розглянутого вище показника  $PROD$ , необхідного для оцінки обсягів робіт планованого ІТ-проекту. Один із прикладів такого спрощення наведено в табл. 4.

## 5. Висновки з проведеного дослідження і перспективи подальших досліджень

Пропоновані параметри і метод дозволяють врахувати факт участі конкретних виконавців ІТ-проекту створення ІС в раніше виконаних проектах аналогічного призначення навіть у тому випадку, якщо з цих проектів використовуються окремі онтологічні точки, а не

Таблиця 4

Досвід і здібності розробників, зрілість і можливості CASE	Дуже низький	Низький	Нормальний	Високий	Дуже високий
Значення показника I	$I < 0,2$	$0,2 \leq I < 0,4$	$0,4 \leq I < 0,6$	$0,6 \leq I < 0,8$	$I \geq 0,8$
<i>PROD</i>	4	7	13	25	50

повністю готові і налагоджені модулі. Однак необхідно вказати, що отримані результати справедливі тільки для тих ІТ-проектів, які представляють опис архітектури створюваних ІС у вигляді візуальних моделей (діаграм класів або ER-діаграм). Тому застосування запропонованого методу оцінювання досвіду команди виконавців ІТ-проекту буде найбільш ефективним тільки для тих ІТ-компаній, які ефективно виконують роботи з формування та ведення проектної документації на ранніх стадіях створення ІС. У зв'язку з цим важливою перспективою подальшого дослідження слід вважати вивчення моделей проектних артефактів, які визначають схему даних технологій управління ІТ-проектів і дозволили б ефективно зберігати і обробляти елементи опису архітектури створюваної ІС.

**Список літератури:** 1. *Functional Point Counting Practices Manual*. Release 4.1.1. Troy: IFPLUG, 2001. 370 p. 2. *COCOMO II Model Definition Manual* // Сайт "Center for Systems and Software Engineering". Режим доступу: [ftp://ftp.usc.edu/pub/soft\\_engineering/COCOMOII/cocomo99.0/modelman.pdf](ftp://ftp.usc.edu/pub/soft_engineering/COCOMOII/cocomo99.0/modelman.pdf). Заголовок с екрана. 3. *Евланов М.В., Погорелая Н.И.* Планирование использования персонала в работах IT-проекта // Восточно-европейский журнал передовых технологий. Харьков: Технологический центр, 2012. № 2/4 (56). С. 22-26. 4. *Васильцова Н.В., Панферова И.Ю.* Метод оценивания команды исполнителей IT-проекта // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія "Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами". Харків. 2014. № 2(1045). С. 116-121. 5. *Євланов М.В., Васильцова Н.В., Панфьорова І.Ю.* Моделі і методи синтезу опису раціональної архітектури інформаційної системи // Вісник наукового університету "Львівська політехніка". Серія "Інформаційні системи та мережі". 2015. № 829. С. 135-152. 6. *Левыкин В.М., Евланов М.В., Керносов М.А.* Паттерны проектирования требований к информационной системе: моделирование и применение: монография. Харьков: ООО "Компанія СМІТ", 2014. 320 с. 7. *Levykin V.M., Ievlanov M.V., Neumivakina O.E.* Developing the models of patterns in the design of requirements to an information system at the knowledge level // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. № 5/2 (89). P. 19-26. 8. *Левыкин В.М., Евланов М.В., Сугробов В.С.* Параллельное проектирование информационного и программного комплексов информационной системы // Радиотехника. 2006. Вып. 146. С. 89-98. 9. *Орлов А.И.* Эконометрика. Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. 278 с.

*Надійшла до редколегії 27.12.2017*

**Васильцова Наталія Володимирівна**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри ІУС ХНУРЕ. Наукові інтереси: проблеми математичного моделювання інформаційних управляючих систем, формування та управління роботою команд виконавців ІТ-проектів. Адреса: Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14, тел. 70-21-451.

**Неумивакіна Ольга Євгенівна**, канд. техн. наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник кафедри ІУС ХНУРЕ. Наукові інтереси: проблеми структурування та кодування даних, розробки і рефакторінга схем даних інформаційних систем. Адреса: Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14, тел. 70-21-451.

**Панфьорова Ірина Юрійвна**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри ІУС ХНУРЕ. Наукові інтереси: проблеми проектування баз даних, тестування елементів інформаційної системи, управління проектами і програмами створення інформаційних систем. Адреса: Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14, тел. 70-21-451.



*Т.Г. БІЛОВА*

## **АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ НАДАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ АДМІНІСТРАТИВНИХ ПОСЛУГ**

Розглянуто механізми реалізації адміністративних послуг, що надаються органами влади громадянам та бізнесу. Визначено інформаційну модель та компоненти архітектури надання електронних адміністративних послуг в рамках електронного урядування. Інфраструктуру державної влади з точки зору надання адміністративних послуг представлено як розподілену систему - мультибазу даних з глобальною схемою, що дає змогу ефективно інтегрувати та використовувати структуровану інформацію з різноманітних джерел.

### **1. Вступ**

Механізми надання електронних адміністративних послуг громадянам та бізнесу базуються на впровадженні електронних адміністративних регламентів, процесів, процедур, функцій, інформаційних і технологічних карток їхнього виконання. Ефективність послуг значною мірою визначається підготовчим етапом проекту з розробки і розгортання інформаційної системи, на якому необхідно коректно, з методичною точністю описати всі варіанти виконання службових процедур з деталізацією окремих етапів адміністративних процесів [1].

Сучасні дослідження в галузі реалізації адміністративних послуг мають розрізнений характер. Серед основних напрямків слід визначити формулювання теоретичних засад організації електронних послуг [1, 2], класифікацію адміністративних послуг з точки зору впровадження електронного урядування [3], розробку методології моделювання окремих процесів [4]. Здійснення адміністративних послуг за допомогою порталних технологій визначається як побудова дворівневої системи взаємодії у вигляді фронт- і бек-офісів [5], але питання інтеграції з інформаційними системами (ІС) окремих органів влади залишаються недостатньо розробленими. Ефективне функціонування системи "суб'єкт звернення - суб'єкт надання" адміністративних послуг потребує системного підходу до визначення цілей, критеріїв та складових відповідної інформаційної технології.

Актуальною є задача узагальнення та розробки стандартних рішень побудови комплексної системи реалізації електронних адміністративних послуг для всіх категорій громадян та суб'єктів господарювання, що базується на багаторазовому використанні шаблонів розробки ("патернів"), компонентів і ресурсів ІС органів державної влади.

Метою дослідження є визначення компонентів стандартної архітектури системи надання адміністративних послуг, основним принципом якої є інтеграція ІС органів державної влади. В рамках поставленої мети потрібно вирішити наступні задачі: визначити основні механізми реалізації адміністративних послуг; розробити архітектуру системи надання послуг, визначити процедури інтеграції інформації з різноманітних джерел в рамках надання послуг.

### **2. Механізми реалізації адміністративних послуг**

Адміністративна послуга - це державна послуга, яка є результатом здійснення суб'єктом повноважень щодо прийняття згідно з нормативно-правовими актами на звернення фізичної або юридичної особи адміністративного акта, спрямованого на реалізацію та захист її прав і законних інтересів та/або на виконання особою визначених законом обов'язків (отримання дозволу (ліцензії), сертифіката, посвідчення та інших документів, реєстрація тощо) [1].

Велика кількість, надзвичайна різноманітність та динамічність зміни регламентів адміністративних послуг ускладнює їх класифікацію. В [3] розглянуто такі критерії, як платність послуг, порядок їх надання, суб'єкти надання, зміст адміністративної діяльності щодо надання послуг, суб'єкти отримання послуг, галузі надання послуг, державні та муніципальні послуги тощо.

З точки зору електронних регламентів надання адміністративних послуг, принциповою є класифікація за кількістю суб'єктів, задіяних до процедури надання: елементарні та композитні. Елементарні - це послуги, які реалізуються та надаються в рамках взаємодії суб'єкта звернення з одним відомством (наприклад, видача свідоцтва про народження). Композитні - це послуги, які складаються з декількох елементарних послуг, тобто у процедурі їх

надання задіюються декілька різних відомств (наприклад, видача дозволу на перевезення небезпечних вантажів). В свою чергу, композитні послуги можна розділити на послідовні (елементарні етапи використовуються послідовно), паралельні (елементарні етапи виконуються одночасно) або змішані.

На рис. 1 наведено структуру послідовної (а) та паралельної (б) композитних послуг і використано такі позначення:  $P_3$  - обробка запиту;  $P_k$  - визначення моделі виконання композитної послуги;  $E_1, E_2, \dots, E_n$  - реалізація елементарних послуг;  $P_o$  - обробка результатів паралельного виконання;  $P_v$  - формування відповіді.

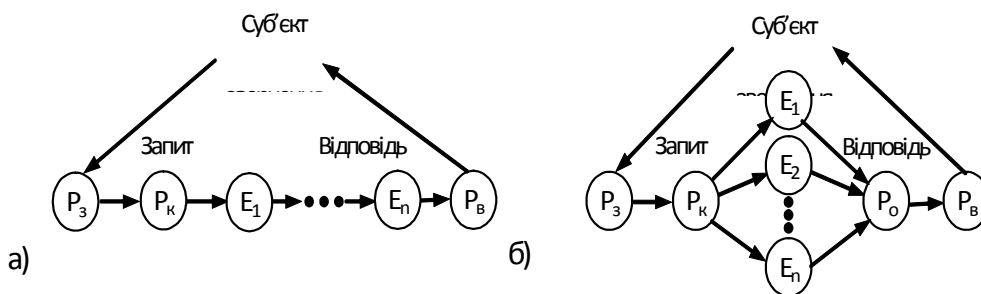


Рис. 1. Структура композитної послуги

Паралельність реалізації зменшує час виконання, але потребує додаткових засобів розпаралелювання. Найбільш критичний етап композитної послуги - обробка результатів паралельного виконання.

Важливим критерієм прийняття рішень під час реалізації електронних процедур є наявність проміжного результату. Згідно з цим критерієм, можна виділити прості послуги, які передбачають одноразове звернення з отриманням кінцевого результату, та складні, які потребують багаторазового звернення з отриманням проміжних результатів, що мають самостійну цінність (наприклад, видача довідки про відповідність технічного стану автобусів перевізника-претендента умовам перевезень та видача довідки про відповідність перевізника-претендента вимогам нормативно-правових актів у сфері безпеки дорожнього руху). У такому випадку складну послугу також можна представити як декілька пов'язаних між собою простих, що дає змогу проводити декомпозицію.

Таким чином, будь-яку складну (композитну) адміністративну послугу можна представити як послідовність простих (елементарних) складових, що дає змогу уніфікувати опис послуги незалежно від суб'єкта, змісту адміністративної діяльності та галузі надання.

Визначимо загальні атрибути, які характеризують будь-яку послугу та процес її надання. З точки зору реалізації бізнес-процесів, атрибути можна розділити на три групи: вхідні параметри, вихідні параметри та параметри, які описують внутрішню структуру процесу (регламенту) надання послуги.

До вхідних параметрів відноситься назва або тип адміністративної послуги, інформація про особу/організацію, яка надіслала запит про послугу (наприклад, прізвище, ім'я та по батькові; місце проживання; номер паспорта; номер кредитної картки тощо), вхідна інформація (наприклад, форма заяви, документи тощо). До вихідних параметрів відносять результат надання послуги (наприклад, документи, сертифікати тощо). Параметри виконання процесу - потенційні суб'єкти послуги (категорії громадян або бізнесу, які мають право на одержання даної послуги), модель виконання послуги, що містить органи влади, які будуть задіяні в виконанні послуг, послідовність операцій, необхідних для виконання послуги, та час, необхідний на надання послуги (наприклад, один місяць на видачу нового закордонного паспорта).

На основі аналізу складу та структури адміністративних послуг можна визначити наступні складові інформаційної моделі послуги (рис. 2): послуга, суб'єкт звернення, суб'єкт надання, канал взаємодії, правило, ідентифікатор, місцезнаходження, результат.

Використання описаного вище загального стандартного підходу до проектування послуг дає можливість мінімізувати дублювання інформації, усунути необхідність повторного введення даних та необхідність повторної розробки через багаторазове використання шаблонів, компонентів і ресурсів та знизити вартість інтеграції ІС органів влади та витрати на супровід.

Традиційним рішенням в рамках електронного урядування є створення єдиних порталів, що дозволяє інтегрувати державні органи, системи, бази даних (БД) та процеси. Центральний урядовий портал розглядається, насамперед, як важливий компонент інфраструктури забезпечення єдиних інтерфейсів для розробників державних ІС [5]. Такий підхід не вимагає від суб'єктів звернень знань деталей структури та функцій державного апарату.

Розробка системи надання електронних адміністративних послуг "згори донизу" містить наступні етапи: визначення архітектури системи, виділення багаторазово застосовуваних елементів, розробка регламентів електронних послуг.



Рис. 2. Інформаційна модель адміністративної послуги

### 3. Архітектура системи надання адміністративних послуг

Архітектура електронного уряду розглядається як сукупність архітектури державних функцій та інформаційних технологій держави. Розглянемо основні етапи визначення архітектури єдиного урядового portalу відносно реалізації адміністративних послуг [2].

Архітектура урядового portalу має розроблятися з метою інтеграції складових ІС органів влади - суб'єктів надання адміністративних послуг. Межі та масштаб архітектури залежать від призначення системи та повинні охоплювати інформаційну структуру органів Архітектура електронного уряду розглядається як сукупність архітектури державних функцій та інформаційних технологій держави. Розглянемо основні етапи визначення архітектури єдиного урядового portalу відносно реалізації адміністративних послуг [2].

Архітектура урядового portalу має розроблятися з метою інтеграції складових інформаційних систем органів влади - суб'єктів надання адміністративних послуг. Межі та масштаб архітектури залежать від призначення системи та повинні охоплювати інформаційну структуру органів влади регіону, як державних адміністрацій, так і муніципальних органів управління. Рівень деталізації інформації визначається рівнями взаємодії між ІС органів державної влади в рамках надання адміністративних послуг.

Збалансування ступеню деталізації архітектури передбачає наступні рівні: рівень взаємодії з суб'єктом звернення; рівень взаємодії суб'єктів надання послуг, рівень взаємодії між структурними підрозділами суб'єкта надання елементарної складової послуги - органа державної влади.

Вибір продуктів та моделей опису архітектури визначається інтегрованим поглядом на процеси взаємодії між суб'єктами звернення та суб'єктами надання та потребою інтеграції інформації з різних джерел. Архітектура системи представлена на рис. 3.

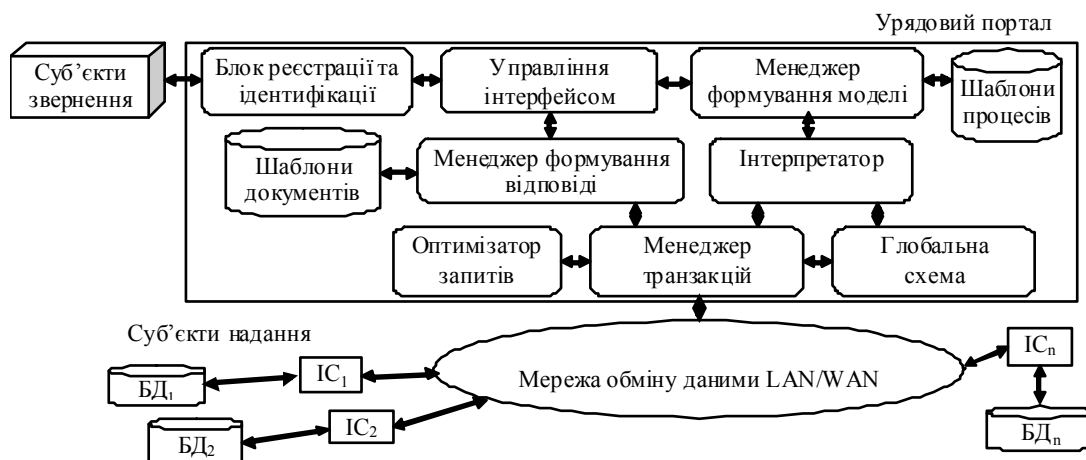


Рис. 3. Архітектура системи надання адміністративних послуг

На рис. 3 IC1, IC2, ..., ICn - IC (сервери БД) відповідних органів влади.

Розглянемо основні елементи запропонованої архітектури. Рівень взаємодії суб'єкт звернення - суб'єкт надання реалізується через проміжний канал - урядовий портал. Блок реєстрації та ідентифікації та блок управління інтерфейсом виконують основні функції взаємодії між суб'єктом надання та системою: ідентифікацію суб'єктів, приймання вхідних параметрів послуги та видавання результатів. Менеджер формування моделі на основі вхідних параметрів обирає з бібліотеки шаблонів стандартний шаблон виконання адміністративної послуги та передає його інтерпретатору.

Шаблони процесів зберігаються у вигляді UML-діаграм (діаграм діяльності та діаграм класів) та мають різні версії в залежності від вхідних даних.

Інтерпретатор взаємодіє з глобальною схемою зберігання даних та відображає отриману модель процесу на глобальну схему представлення інформації в системі, тобто встановлює відповідність меж елементами даних, потрібних для виконання послуги, та каталогом стандартних державних адміністративних послуг.

Суб'єкти надання послуг формують єдиний інформаційний простір - сукупність БД, технологій їх ведення та використання, інформаційно-телекомунікаційних систем і мереж, які функціонують на основі єдиних принципів і за загальними правилами.

Надання послуг потребує виконання однорідних операцій над однорідними структурованими даними, для зберігання та обробки яких використовуються реляційні моделі БД. Тому інфраструктуру суб'єктів надання послуг доцільно представити у вигляді розподіленої БД (РБД). Фрагментація та реплікація даних в такій системі використовується в залежності від інформації, яка оброблюється. Наприклад, БД демографічного реєстру має горизонтальну фрагментацію - в регіональних вузлах реєстру зберігається фрагмент реєстру з даними про громадян, що мешкають у даному регіоні.

Згідно з класифікацією, наведеною в [6], для представлення інфраструктури реалізації адміністративних послуг найбільш придатними є об'єднані РБД, які являють собою деякий гібрид розподіленої та централізованої систем. Тобто для віддалених користувачів (єдиного портала органів влади) вона виглядає як розподілена система, а для локального органу влади - як централізована. Таким вимогам відповідає мультибаза даних (МБД) - РБД, в якій управління кожним з вузлів виконується автономно, а для розподіленої обробки використовуються спеціальні програмні засоби.

Створення над існуючими локальними БД (ЛБД) додаткового рівня програмного забезпечення реалізують три блоки в рамках архітектури урядового portalу - менеджер транзакцій, глобальна схема та оптимізатор запитів.

Глобальна схема визначає структуру даних на локальних вузлах, менеджер транзакцій у відповідності з отриманою моделлю запускає розподілені транзакції надання послуг та управляє їх виконанням з використанням протоколу двохфазної фіксації. Оптимізатор запитів виконує трансляцію декларативної мови запиту в операції маніпулювання даними низького рівня та визначає стратегію пошуку інформації.

Результат виконання менеджер транзакцій передає менеджеру формування відповіді. Там отримані результати на основі відповідних шаблонів документів видаються суб'єкту звернення. Шаплони документів містять структуру типових електронних документів, реалізованих на основі XML-схем.

#### 4. Модель глобальної схеми мультибази даних

Розглянемо особливості представлення глобальної схеми МБД (див. рис. 3). Динамічні зміни законодавства та постійна реструктуризація органів влади потребує підтримки зміни даних в вузлах системи, які мусять оперативно відображатися в глобальній схемі. Глобальна схема повинна зручно представляти загальну модель даних та бути доступною до постійного корегування та узгодження.

Глобальну схему, що відображає взаємозв'язок інформації в розподіленій системі реляційних БД, доцільно представляти у вигляді орієнтованого графу без петель [6, 7], зображеного на рис. 4. Гло-

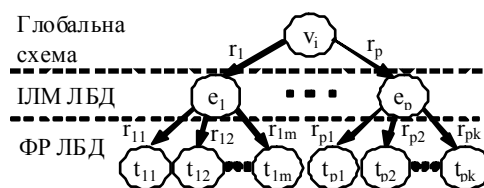


Рис. 4. Модель глобальної схеми МБД

бальний рівень представлено підграфом  $v_i$ , який визначає базові відношення між сутностями локальних вузлів. Підграфи  $e_1, e_2, \dots, e_p$  визначають інфологічні моделі (ІМ) ЛБД відповідного органа державної влади. Підграф  $t_{ij}$  визначає фізичний рівень (ФР) представлення  $j$ -ї сутності  $i$ -ї ЛБД. Ребра графа  $r_i$  визначають зв'язок між сутністю в глобальній схемі та її аналогом в локальному вузлі  $i$  (вага ребра - кількість екземплярів сутності у вузлі  $i$ ). Ребра  $r_{ij}$  визначають аналогічний зв'язок між ІМ та ФР в локальних вузлах.

Сама глобальна схема як орієнтований граф без петель представляється еквівалентною схемою даних БД реляційного типу.

При зміні ІМ в одній або декількох ЛБД реорганізація глобальної схеми може бути проведена у наступному порядку: створення копії даних - підграфа вузла ЛБД, в якому було змінено схему; передавання копії до єдиного порталу, який підтримує глобальну схему; заміна даних в глобальній схемі, що відповідають вузлу, в якому відбулися зміни. Існуючі чисельні методи обробки графів [7], зокрема, рекурсивні алгоритми обходу графу у глибину, методи динамічного програмування - алгоритми Флойда-Уоршалла, Беллмана-Форда та інші дозволяють вирішити задачу оновлення глобальної схеми за проміжок часу, який істотно не вплине на роботу системи.

## 5. Висновки

Запропонована інформаційна модель послуги та компоненти архітектури системи надання електронних адміністративних послуг є основою для інтеграції адміністративних процесів як у середині, так і між державними органами. Представлення інфраструктури органів влади у вигляді МБД реалізує базову концепцію зберігання інформації в ІС - наближення даних до місць їх обробки. У такому випадку підтримка актуальності даних реалізується методами реплікації, які надають більшість сучасних СУБД. Використання глобальної схеми як зовнішнього інтерфейсу доступу до ЛБД надає оптимальне співвідношення між незалежністю окремих вузлів системи та забезпеченням їх інтеграції для виконання загальних задач, а також вирішує проблему додавання нових вузлів.

На даний час більшість органів влади вже мають власні БД, тому проектування глобальної схеми потрібно проводити "знизу до гори", що ускладнюється неоднорідністю фізичних та логічних моделей БД в локальних вузлах. Проблемою також є відсутність БД, необхідних для електронного надання деяких видів адміністративних послуг, зокрема, в соціальній сфері [8]. В такому разі проектування глобальної схеми потрібно проводити "згори до низу". Питанням композиційного проектування та модифікації глобальної схеми МБД на основі графової моделі будуть присвячені подальші дослідження.

**Список літератури:** 1. *Клімушин П.С., Спаськов Д.В.* Механізми електронного урядування в системі надання адміністративних послуг // Теорія та практика державного управління. 2016. № 1(52). С. 50-56. 2. *Мицишин В.І., Жежнич П.І.* Аналіз особливостей побудови систем електронного урядування в Україні // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". 2011. № 699: Інформаційні системи та мережі. С. 164-175. 3. *Буханевич О.М.* Класифікація адміністративних послуг // Науковий вісник Ужгородського національного університету. 2015. Випуск 33. Том 2. С. 7-10. 4. *Марковець О.В., Олійник І.І.* Моделювання процесів опрацювання електронних звернень громадян до органів місцевого самоврядування за допомогою засобів grps на основі консолідованої інформації // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Інформаційні системи та мережі. 2014. № 783. С. 385-396. 5. *Клімушин П. С.* Особливості впровадження світового досвіду електронного урядування із застосуванням порталних технологій в систему національного державного управління // Державне будівництво [Електронне видання]. 2010. № 1. Режим доступу: <http://www.kbuara.kharkov.ua>. 6. *Лаврентьев К.А., Пономарчук Ю.В. Фалеєва Е.В.* Применение ориентированных графов для построения схемы гетерогенной распределенной базы данных уровня предприятия // Фундаментальные исследования. 2015. № 6 (ч. 2). С. 257-262. 7. *Афанасьев В.В., Лебедеко Е.В.* Графоаналитическая модель процесса формирования глобальной схемы мультибазы данных с учетом этапов ее реструктуризации // Информационные системы и технологии. 2014. № 1 (81). С. 12-18. 8. *Кандзюба С., Духоченко А.* Концептуальний підхід до створення сховища даних інтегрованої системи обміну інформацією в державному управлінні соціальною сферою в Україні // Державне управління та місцеве самоврядування. 2013. Вип. 3(18). С. 105-114.

*Надійшла до редколегії 10.01.2018*

**Білова Тетяна Георгіївна**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри ІУС ХНУРЕ. Наукові інтереси: моделювання бізнес-процесів в органах державної влади та управління, хмарні технології, розподілені бази даних. Адреса: Україна, м. Харків, пр. Науки 14, тел. 70-21-451.

**МЕТОД ФОРМУВАННЯ КАТАЛОГА ІТ-СЕРВІСІВ**

Розглядається рішення задачі створення каталогу ІТ-сервісів підприємства. Пропонується метод формування каталогу ІТ-сервісів. В рамках методу визначена дворівнева структура каталогу ІТ-сервісів, що складається з ІТ-сервісів бізнес-рівня, які підтримують бізнес-процеси підприємства, і ІТ-сервісів технічного рівня, які підтримують ІТ-інфраструктуру підприємства. Формування опису ІТ-сервісу пропонується здійснювати за розробленим шаблоном опису ІТ-сервісу. Запропонований метод реалізований у вигляді UML activity діаграми і діаграми потоків даних задачі формування каталогу ІТ-сервісів.

**1. Вступ**

Центральною ідеєю бібліотеки ІТІЛ є концепція управління ІТ-сервісами (IT Service Management). Відповідно до цієї концепції, ІТ-служба повинна перейти від підтримки додатків, серверів і мереж до своєчасного надання ІТ-сервісів кінцевим користувачам. ІТ-сервіси самі по собі повинні нести цінність для кінцевих користувачів, на відміну від окремих додатків, серверів і мереж [1].

ІТ-сервіс в корпоративному середовищі - це ІТ-послуга, яку ІТ-служба або зовнішній постачальник надає бізнес-підрозділам підприємства для підтримки їх бізнес-процесів (БП). Найвищою точкою розвитку ІТ-служби підприємства вважається функціонування ІТ-служби як бізнесу, коли робота ІТ-служби настільки ефективна і орієнтована на клієнта, що вона може успішно конкурувати з іншими компаніями на ринку [2, 3]. Однак практичний підхід до вирішення задачі вдосконалення ІТ-служби відповідно до концепції ITSM далеко не завжди очевидна і проста. Однією з таких проблем є створення і впровадження каталогу ІТ-сервісів.

**2. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Мета і постановка задачі дослідження**

Основна мета процесу функціонування інформаційної системи (ІС) полягає у використанні її для виконання заданих функцій. При цьому експлуатація ІС повинна починатися з планування стратегії функціонування ІС. В рамках стратегії визначаються основні і додаткові ІТ-сервіси, необхідні для коректного функціонування ІС, визначається стратегія підбору персоналу, укладаються угоди про рівень обслуговування ІС [4].

Одним з передових підходів до створення та експлуатації ІС є використання сервіс-орієнтованої архітектури (SOA) ІС. SOA - це концепція побудови архітектури ІС зі слабо зв'язаних між собою частин на основі сервісів - окремих компонентів з фіксованими інтерфейсами, що виконують певні функції. Відповідно до досліджень ІВМ [5, 6] в області SOA, первинним структурним елементом SOA систем є сервіс, а не підсистема, функція або компонент. В зв'язку з цим основною перевагою SOA, з точки зору управління ІС, є те, що галузева специфіка в застосуванні сервісів практично відсутня, в свою чергу, в залежності від індустрії, використовуються різні способи організації роботи і компонування сервісів [7, 8].

Існуючі підходи до управління сервісами в основному представлені у вигляді "Кращих практик". "Кращі практики" і методології управління сервісами, як правило, розроблені великими компаніями і засновані на їх практичному досвіді. Найвідомішими є методології управління сервісами: ІТІЛ, MOF, HP, ІТGІ [9-12]. Дані методології та стандарти були використані при розробці різних ІТ та програмних продуктів з управління сервісами, що реалізують бізнес-потреби великих компаній.

Аналіз структури і застосування ІТІЛ дозволяє стверджувати, що він є найбільш перспективною базою для побудови ефективної системи управління ІТ-сервісами. ІТІЛ взято за основу найбільшими компаніями при розробці корпоративних моделей, технологій і програмного забезпечення для технічної підтримки процесів управління сервісами. Через те, що існуючі підходи до управління сервісами мають описовий характер,

більшість необхідних на практиці завдань лише задекларовані в ІТІЛ, але реалізація цих завдань покладається на ІТ-підрозділи підприємств. У зв'язку з цим метою статті є розробка моделей та методів, які дозволяють автоматизувати процес формування каталогу ІТ-сервісів для здійснення ефективного управління сервісами ІС.

Для досягнення зазначеної мети необхідно вирішити такі задачі:

- розробити метод формування каталогу ІТ-сервісів;
- розробити шаблон опису ІТ-сервісу в каталозі;
- розробити описи методу формування каталогу ІТ-сервісів у вигляді UML Activity діаграми і діаграми потоків даних.

### 3. Метод формування каталогу ІТ-сервісів

Застосування концепції ITSM неможливе без формального опису каталогу ІТ-сервісів для організації взаємодії з замовником. При цьому рішенням, запропонованим в ІТІЛ, є формування документа - каталогу ІТ-сервісів [13]. Створення каталогу ІТ-сервісів не має сенсу без застосування інших процесів ІТІЛ, якщо, звичайно, не ставиться формальна задача: сформувати каталог ІТ-сервісів. Для вирішення цієї проблеми був розроблений метод формування каталогу ІТ-сервісів.

Метод формування каталогу ІТ-послуг складається з наступних етапів:

Етап 1. Визначення структури каталогу ІТ-сервісів.

Визначається перелік груп  $\{Group\}$ , за якими будуть розподілені існуючі і нові ІТ-сервіси  $Service \in \{Group\}$ . Перелік груп залежить від розмірів підприємства і специфіки його діяльності.

Етап 2. Вибір шаблону ІТ-сервісу.

Визначається набір атрибутів  $\{Attr\}$  з множини всіх можливих атрибутів  $\{Attributes\}$ ,  $\{Attr\} \subseteq \{Attributes\}$ , якою буде описуватися ІТ-сервіс  $Service'$  конкретної групи  $Group'$  у вигляді шаблону  $Templ'$ ,  $Templ' \subseteq \{Templates\}$ , який містить підмножину атрибутів опису ІТ-сервісу  $\{Attr\} \in Templ'$ .

Етап 3. Отримання переліку ІТ-сервісів.

Аналізується інфраструктура ІС і виявляються всі існуючі в ній ІТ-сервіси, які складають множину  $\{Service\}$ .

Етап 4. Наповнення каталогу ІТ-сервісів.

Для кожного ІТ-сервісу з множини ІТ-сервісів  $\{Service'\} \in \{Services\}$  визначаються значення всіх атрибутів з обраного на Етапі 2 шаблону  $\{Attr\} \in Templ'$ .

Етап 5. Підтримка каталогу ІТ-сервісів.

На даному етапі каталог ІТ-сервісів вже визначений і заповнений всією необхідною інформацією. Коригується інформація (перелік і характеристики ІТ-сервісів) для підтримки каталогу в актуальному стані  $\{Attr\}^{ServiceNew} \neq \{Attr\}^{ServiceOld}$ .

### 4. Шаблон опису ІТ-сервісу у каталозі

Повний набір атрибутів опису ІТ-сервісу можна сформувати тільки для конкретної організації з огляду на її специфіку. Тому необхідним є визначення базового набору атрибутів, які б задовольняли більшість організацій і використовувалися ІТ-службами цих організацій при формуванні каталогу ІТ-сервісів. Отриманий в результаті набір атрибутів можна представити у вигляді шаблону опису ІТ-сервісу. Опис ІТ-сервісу необхідно розглядати з точки зору корисності цієї інформації в процесах управління системою надання ІТ-сервісів.

На підставі проведеного аналізу літератури, результати якого були викладені вище, за описом ІТ-сервісів були визначені найбільш необхідні атрибути для опису ІТ-сервісів. У табл. 1 представлені ці атрибути з коментарями до застосування. Даний набір атрибутів являє собою базовий шаблон опису ІТ-сервісу.

### 5. Реалізація методу формування каталогу ІТ-сервісів

Відповідно до ІТІЛ, каталог ІТ-сервісів розділяється на каталог бізнес-сервісів і каталог технічних сервісів. Поділ ІТ-сервісів на технічні та бізнес-сервіси дозволяє перелічити і формалізувати описи всіх сервісів, що надаються ІТ-службою всім потенційним замовни-

Таблиця 1

№	Атрибути ІТ-сервісу	Опис атрибута
1	Найменування ІТ-сервісу	Унікальне визначення ІТ-сервісу. Для використання в довідкових цілях і посиланнях.
2	Тип ІТ-сервісу	Вказує на приналежність до бізнес- або технічних ІТ-сервісів.
3	Стислий опис ІТ-сервісу	Коротка інформація, що описує призначення ІТ-сервісу
4	Бізнес-власник ІТ-сервісу	Співробітник, який є замовником ІТ-сервісу. Як правило, це керівник бізнес-підрозділу. Надалі він бере участь у перегляді вимог до ІТ-сервісу, визначає вимоги до якості ІТ-сервісу.
5	Бізнес-пріоритет	Важливість ІТ-сервісу для основної діяльності організації. Може використовуватися для оцінки крайнього терміну вирішення інцидентів або пріоритету їх вирішення.
6	Відповідальний за функціонування ІТ-сервісу	Співробітник ІТ-служби, компетентний у питаннях функціонування програмних і апаратних систем, що входять до складу ІТ-сервісу.
7	Користувачі ІТ-сервісу	Бізнес-підрозділи організації, що використовують ІТ-сервіс. Може використовуватися для визначення впливу змін в роботі ІТ-сервісу на роботу бізнес-підрозділів. Також може бути використано для розподілу витрат на підтримку ІТ-сервісу і формування рахунків.
8	SLA ІТ-сервісу	Посилання на угоду про рівень обслуговування. Вказується для зручності користувача каталогу сервісів, особливо якщо SLA має складну структуру.
9	Системи підтримки	Вказується список програмно-апаратних комплексів, які задіюються в наданні ІТ-сервісу. Може бути використана при класифікації заявок на вирішенні інцидентів і проблем, а також безпосередньо при їх усуненні.
10	Вартість ІТ-сервісу	Вказується вартість базової версії ІТ-сервісу для замовника. Розрахунок вартості додаткових або нестандартних конфігурацій може проводитися індивідуально для кожного бізнес-підрозділу.



№	Атрибути ІТ-сервісу	Опис атрибута
11	Перелік функцій	Вказується набір функціональних задач, вирішуваних ІТ-сервісом.
12	Статус ІТ-сервісу	Вказується статус ІТ-сервісу. У великих і середніх компаніях список ІТ-сервісів може досягати декількох сотень. При цьому каталог ІТ-сервісу містить в собі інформацію про сервіси, що розробляються, а також використовувані, виведені з використання і ті, що тимчасово не використовуються.

кам, а також формувати звітність щодо кожної групи ІТ-сервісів. Розробники ІТІЛ залишають визначення опису ІТ-сервісу на розсуд співробітників ІТ-служби або консультантів, які виконують проектування каталогу ІТ-сервісів. Однак головним питанням залишається перелік атрибутів, якими повинен бути описаний ІТ-сервіс. ІТ-сервіс може бути описаний різним набором атрибутів в залежності від специфіки організації, тому сформувати універсальний набір атрибутів не представляється можливим. Повний набір атрибутів можна сформувати тільки для конкретної організації з огляду на її специфіку [14, 15]. Реалізація даного методу представлена у вигляді UML Activity діаграми (рис 1).

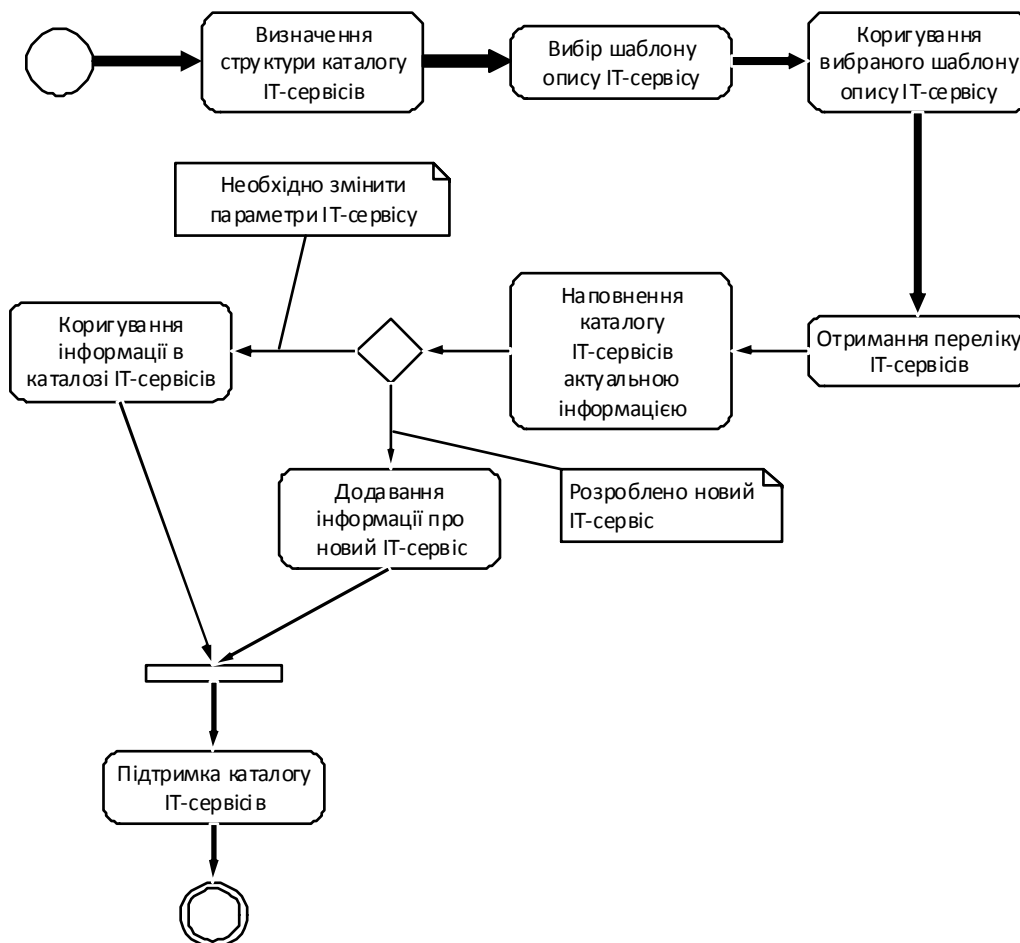


Рис. 1. UML Activity діаграма задачі формування каталогу ІТ-сервісів

Визначення структури каталогу ІТ-сервісів дозволяє вибудувати ієрархію між ІТ-сервісами, тим самим виділивши бізнес-сервіси і сервіси, необхідні для підтримки існуючої ІС. Визначивши структуру каталогу ІТ-сервісів, необхідно визначитися з базовим набором атрибутів, яким буде описуватися ІТ-сервіс. Це виконується на етапах вибору і коригування шаблону опису ІТ-сервісу. Після визначення всіх атрибутів необхідно сформувати список ІТ-сервісів, які вже використовуються на підприємстві, та внести інформацію про кожен з них в каталог. У процесі функціонування підприємства можуть виникати нові задачі і бізнес-процеси, які потребують підтримки у вигляді нових ІТ-сервісів. Придбані або розроблені під замовлення ІТ-сервіси, які були впроваджені на підприємстві, також повинні бути внесені в каталог ІТ-сервісів. Можлива також ситуація, коли в зв'язку з певними змінами в роботі підприємства або в законодавстві необхідно змінити роботу деякого ІТ-сервісу без його повного виведення з експлуатації. У такому випадку вся інформація про нову версію ІТ-сервісу також повинна бути внесена в каталог.

Згідно з ІТІЛ, забезпечення актуальності і точності інформації, що міститься в каталозі ІТ-сервісів, є безпосередньою метою процесу створення каталогу ІТ-сервісів. Вимоги до даного процесу добре описані в книгах ІТІЛ (Service Transition, Service Operation) і достатні для того, щоб створити його в першому наближенні співробітниками ІТ-служби. Для більш докладного опису задачі формування каталогу ІТ-сервісів була розроблена DFD-діаграма даної задачі. Діаграма потоків даних задачі формування каталогу ІТ-сервісів представлена на рис. 2.

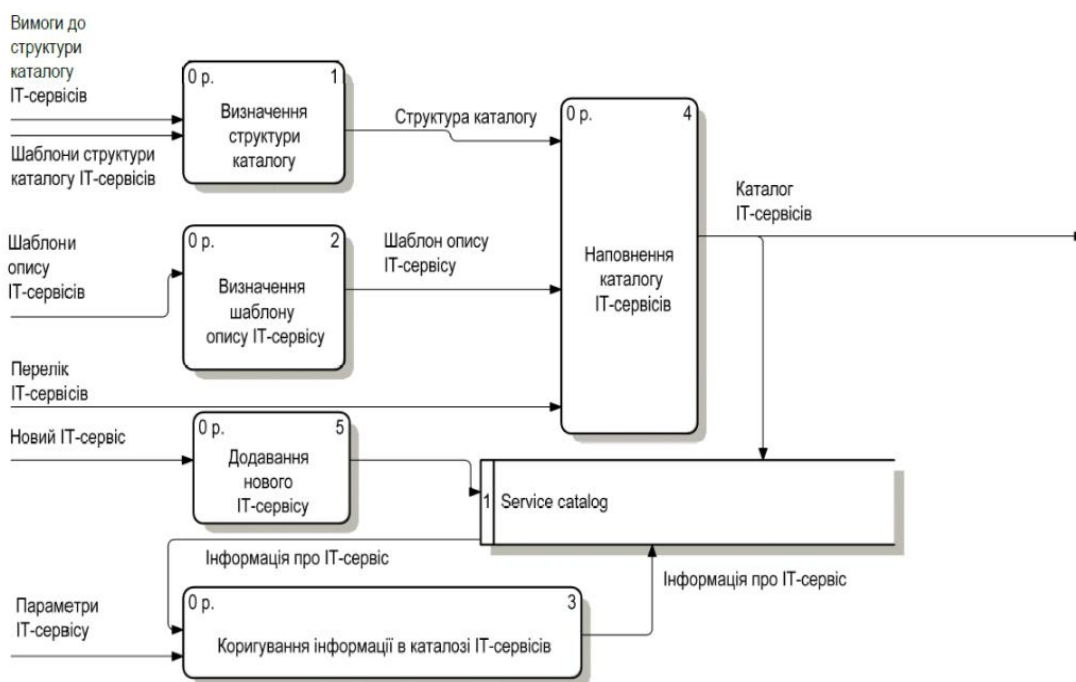


Рис.2. Діаграма потоків даних задачі формування каталогу ІТ-сервісів

Існують різноманітні підходи до опису ІТ-сервісів. На етапі опису ІТ-сервісу необхідно вибрати найбільш відповідний шаблон, в залежності від розмірів підприємства і специфіки його діяльності для того, щоб ІТ-служба мала структуровану інформацію про ІТ-сервіси підприємства. Перелік ІТ-сервісів формується, виходячи з функціональних задач і бізнес-процесів, які виконують співробітники бізнес-підрозділів. Більшість бізнес-процесів вимагають підтримки у вигляді конкретних ІТ-сервісів. Створення простого списку ІТ-сервісів на початковому етапі формування каталогу є необхідним, тому що дає уявлення про обсяг робіт і дозволяє виключити дублювання інформації. Для цього замовники ІТ-сервісів, кінцеві користувачі ІТ-сервісів і відповідальні співробітники ІТ-служби спільно займаються виявленням вимог до кожного ІТ-сервісу. Згідно з шаблоном, вони формують опис кожного ІТ-

сервісу, після чого даний перелік ІТ-сервісів повинен бути затверджений керівництвом організації. Для кожної позиції в затвердженому керівництвом переліку призначаються відповідальні за безперервне функціонування ІТ-сервісу та інші доповнені характеристики.

В результаті проходження всіх етапів методу формується вся необхідна інформація про ІТ-сервіси, яка зберігається в базі даних (Service Catalog). Всі подальші взаємодії між ІТ-службою та кінцевими користувачами будуть здійснюватися в рамках сформованого каталогу ІТ-сервісів.

## 6. Висновки

На основі аналізу проблем, які виникають при формуванні каталогу ІТ-сервісів, був розроблений метод формування каталогу ІТ-сервісів на основі вимог кінцевих користувачів. Метод складається з п'яти етапів, що описують процес формування каталогу ІТ-сервісів з використанням розробленого шаблону опису ІТ-сервісу. Метод охоплює весь процес формування каталогу ІТ-сервісів від формування його структури до підтримки розробленого каталогу ІТ-сервісів. Після того, як каталог ІТ-сервісів буде розроблений і почне функціонувати, кількість ІТ-сервісів в ньому почне зростати. При впровадженні нового бізнес-процесу або нової посади співробітники висувають нові функціональні вимоги до системи надання ІТ-сервісів. В такому випадку система повинна адаптуватися до нових вимог. Реалізація методу представлена у вигляді UML Activity діаграми і діаграми потоків даних. Розроблений метод охоплює весь процес життєвого циклу каталогу ІТ-сервісів від формування його структури, визначення необхідних атрибутів опису ІТ-сервісу до підтримки розробленого каталогу ІТ-сервісів в необхідному стані.

**Список літератури:** 1. *Yue T., Briand L., Labiche Y.* A systematic review of transformation approaches between user requirements and analysis models. *Requirements Engineering*. 2010. Vol. 16. № 2. P. 75-99. 2. *Вілкінсон П., Джонсон Б.* Управління ITSM-проектами від лукавого. М.: Лайвбук, 2012. 166 с. 3. *Kelly A.* Challenges and Directions in Service Management Automation // *Journal of Network and Systems Management*. 2017. Vol. 25. No. 4. P. 884-901. doi.org/10.1007/s10922-017-9437-9. 4. *Barafort B., Mesquida A., Mas A.* Integrating risk management in IT settings from ISO standards and management systems perspectives // *Computer Standards & Interfaces*. 2017. Vol. 54. P. 176-185. doi:10.1016/j.csi.2016.11.010. 5. *Teubner A., Remfert C.* Giving IT Services a Theoretical Backing // *Human Interface and the Management of Information: Information, Knowledge and Interaction Design*. 2017. Vol. 10273. P. 448-468. doi:10.1007/978-3-319-58521-5\_35. 6. *Mayo D., Escalona F., Ross M., Staples G., Staples M.* A quality management based on the Quality Model life cycle // *Computer Standards & Interfaces*. 2013. Vol. 34. P. 396-412. doi:10.1016/j.csi.2012.01.004. 7. *Maevsky D.A.* A New Approach to Software Reliability // *Lecture Notes in Computer Science: Software Engineering for Resilient Systems*. 2013. № 8166. P. 156-168. 8. *Martini B., Paganelli F.* A service-oriented approach for dynamic chaining of virtual network functions over multi-provider software-defined networks // *Future Internet*. 2016. Vol. 8. No. 2. P. 1-21. 9. *ITIL Service Transition*. AXELOS: Second edition, London: "TSO", 2011. 364 p. 10. *Акмеєв П.* MOF v4: ITIL v3 на практиці // *Открытые системы. СУБД*. 2008. № 6. Режим доступа: <https://www.osp.ru/os/2008/06/5341715>. 11. *Журавлев Р.* Иллюстрированный ITSM. М.: Лайвбук, 2013. 125 с. 12. *ITIL*. The key to Managing IT services. Office of Government Commerce. London: TSO. 2005. 418 p. 13. *Jamous N.* Towards an IT Service Lifecycle Management Concept // *4th International Conference on Enterprise Systems*. Melbourne, VIC. 2016. P. 29-38. doi: 10.1109/ES.2016.10. 14. *Brocke H., Uebernickel F., Brenner W.* Customizing IT Service Agreements as a Self Service by means of Productized Service Propositions // *44th Hawaii International Conference on System Sciences*. Kauai, HI. 2011. P. 1-10. doi: 10.1109/HICSS.2011.13. 15. *Shrestha A., Cater-Steel A., Toleman M.* Innovative decision support for IT service management // *Journal of Decision Systems*. 2016. Vol. 25. No. 1. P. 486-499. doi.org/10.1080/12460125.2016.1187424.

Надійшла до редколегії 22.02.2018

**Левикін Віктор Макарович**, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри ІУС ХНУРЕ. Наукові інтереси: розробка розподілених інформаційних систем. Адреса: Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14, тел. 70-21-451.

**Юр'єв Іван Олексійович**, асистент кафедри ІУС ХНУРЕ. Наукові інтереси: методи, моделі, інформаційні технології управління інформаційними системами. Адреса: Україна, 61166, Харків, пр. Леніна, 14, тел. 70-21-451.

**Петриченко Олександр Вячеславович**, канд. техн. наук, провідний науковий співробітник кафедри ІУС ХНУРЕ. Наукові інтереси: web-базовані інформаційні системи. Адреса: Україна, 61166, Харків, пр. Леніна, 14, тел. 70-21-451.

*О.І. ХОРОШЕВСЬКИЙ*

## **МЕТОД УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТУВАННЯМ ОСВІТНІХ САЙТІВ НА БАЗІ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВМІСТОМ**

Представлено метод управління проектуванням освітніх сайтів, орієнтований на співробітників навчальних закладів, приватних підприємців та фрілансерів. Викладений матеріал дає можливість розробникам-початківцям скоротити час проектування сайту, спростити його розробку і домогтися якісніших результатів без залучення до процесу створення сайту додаткових фахівців або мінімізувати їх участь. Отримані результати дозволяють управляти проектними роботами, починаючи з вивчення цільової аудиторії сайту та закінчуючи вибором готових програмних рішень для реалізації поставлених завдань.

### **1. Вступ**

В даний час існує дуже багато способів створення сайтів. З точки зору об'єкта реалізації, умовно сайти можна розділити на сайти, створені самостійно, і сайти, створені на замовлення. Другий варіант передбачає, що розробку здійснює фахівець або група фахівців. У цьому випадку кінцевий результат, безперечно, буде кращим, але даний підхід має ряд недоліків:

- замовнику необхідно витратити час на пошук компетентного виконавця, який зможе виконати поставлені завдання в прийнятний термін і за прийнятною ціною;
- замовник ризикує отримати результат, який не відповідає його запитам, або не одержати його зовсім, навіть за умови високої вартості розробки і укладення юридичного договору;
- замовник може потрапити в залежність від виконавця в плані подальшого супроводу сайту;
- оперативність внесення на сайт змін, навіть дрібних, залежить від ступеня зайнятості виконавця.

При відсутності можливості оперативного особистого спілкування замовника і виконавця розробка і супровід сайту може ускладнитися через неправильну постановку задач замовником або їх не зовсім відповідну інтерпретацію виконавцем. Це збільшує терміни і вартість розробки.

Розробляти освітні сайти можна з використанням фреймворків, на базі систем управління контентом, за допомогою online-сервісів, можливо також написати код сайту самостійно та без застосування готових програмних засобів. Використання фреймворків або самостійне написання коду сайту потребує від виконавця високої кваліфікації та суттєво збільшує час розробки. Використання online-сервісів обмежує функціональні можливості майбутнього сайту, може вимагати щомісячної сплати та у більшості випадків не дає можливості відмовитись від використання серверів online-сервісу. Створення освітнього сайту на базі системи управління контентом не вимагає від виконавця володіння навичками програмування та надає змогу використовувати додаткові плагіни для розширення функціональних можливостей сайту. Крім того, сайти на базі системи управління контентом можливо розміщувати на різних серверах. Саме тому для створення освітніх сайтів пропонується використання системи управління контентом. Але зараз розробники можуть мати доступ до значної кількості таких систем, що створює проблему вибору системи для конкретного проекту. Якщо не зважати на цю проблему та одразу приступити безпосередньо до розробки, може виникнути ситуація, коли створений сайт не виправдовує очікувань власників та не відповідає потребам користувачів.

З огляду на викладене вище, розробка методів та методик самостійного створення сайтів є актуальним питанням, вирішення якого дозволить уникнути описаних проблем. У ході вирішення цього питання слід враховувати такі обмеження:

- а) розроблювані методи та методики повинні мати якомога вищий рівень універсальності;
- б) розроблювані методи та методики повинні мати можливість застосування до будь-яких популярних систем управління вмістом, online-конструкторів сайтів та інших програмних продуктів для самостійного створення сайтів.

### **2. Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Самостійне створення сайту - витратний за часом процес, що вимагає різних знань в області веб-технологій, пошукового просування, дизайну, зручності використання інтерфейсів

(UI), досвіду взаємодії користувача (UX), безпеки тощо. Чим складніший і масштабніший проект, тим менш раціональним є застосування підходу з самостійною розробкою сайту.

При потребі розробки невеликих проектів: сторінка-вітрина, сайт-візитка, блог, сайт-портфоліо, сайт фірми з невеликим каталогом (до 100 позицій) або навіть Інтернет-магазин (до 100 товарів без інтеграції зі сторонніми сервісами і CRM) - доцільно розглядати варіант із самостійним створенням сайту більш детально. У плані технічної реалізації на ринку для цього існує велика кількість платних і безкоштовних програмних продуктів.

Для отримання теоретичних знань у даній області рекомендується використовувати довідкову інформацію пошукових систем, спеціалізовану літературу та тематичні веб-ресурси. Зокрема, авторами робіт [1-11] були запропоновані різні рекомендації щодо вирішення окремих проблем, які виникають у процесі створення сайту, його просування в соціальних мережах і пошукових системах, вивчення цільової аудиторії тощо.

Слід зазначити, що сукупність даних рекомендацій вимагає наявності кількох фахівців, які працюють над проектом, бо одному розробнику буде занадто складно реалізувати всі або більшу частину цих порад. Однак ці рекомендації, у своїй сукупності, розраховані на великі проекти. Крім того, жодна з цих рекомендацій, взята окремо, не дасть змоги досягти готового кінцевого результату у вигляді веб-сайту.

### **3. Мета та постановка задач дослідження**

Метою даної роботи є розробка методу управління проектуванням сайтів на базі систем управління вмістом. Під час розробки цього методу слід враховувати той факт, що проєктовані сайти будуть безпосередньо створюватися однією людиною із застосуванням готових платних і безкоштовних програмних продуктів.

Розроблюваний метод орієнтований на співробітників навчальних закладів, приватних підприємців та фрілансерів. Виходячи з такої орієнтації, передбачається, що розробник володіє технічними навичками роботи в Інтернеті на середньому рівні і може самостійно проходити реєстрацію в різних сервісах, створювати сторінки в соціальних мережах і блог-платформах. Чим вище рівень технічної підготовки розробника, тим швидше буде досягнутий результат і тим якіснішим він буде. Крім того, розробник повинен знати предметну область, у рамках якої буде розроблятися сайт.

Основними задачами, вирішення яких дозволить досягти визначену вище мету роботи, є:

- розробка методики передпроектного аналізу вимог до сайту, що проєктується;
- розробка методу управління проектуванням сайтів;
- виділення критеріїв вибору шаблонів сайту, що проєктується.

### **4. Методика передпроектного аналізу вимог до сайту, що проєктується**

Перш, ніж перейти до проектування сайту слід виконати ряд дій з виявлення вимог, обмежень та побажань щодо цього сайту. Тому ініціацію ІТ-проекту розробки сайту в статті пропонується розглядати як послідовність робіт. Виконання цих робіт слід проводити за спеціальною методикою передпроектного аналізу вимог до сайту, що проєктується. Ця методика повинна складатися з таких етапів.

Етап 1. Визначення мети і задачі сайту.

Під час виконання цього етапу слід визначити (бажано, в перспективі на 1,5-2 роки):

- очікувані результати функціонування сайту;
- корисність та важливість результатів функціонування сайту для потенційних відвідувачів.

Етап 2. Вивчення потреб цільової аудиторії сайту з метою якнайкращого знання їх запитів.

Під час виконання цього етапу слід проводити вивчення потенційних відвідувачів як в реальному світі, так і при відвідуванні форумів, блогів, груп в соцмережах. Враховуючи специфіку освітніх сайтів, з метою виявлення потреб таких великих груп цільової аудиторії, як студенти, учні та слухачі, слід проводити їх коротке опитування.

Етап 3. Вивчення ринку і предметної області, якій буде присвячений сайт, з урахуванням тенденцій розвитку освіти.

На цьому етапі слід також передбачити підтримку навчального процесу при плануванні функціональних можливостей сайту.

Етап 4. Ознайомлення із новими загальними рекомендаціями щодо створення сайтів від Google [12], теоретичними рекомендаціями в спеціалізованій літературі і галузевих веб-виданнях.

Етап 5. Детальне ознайомлення із сайтами популярних закладів освіти для забезпечення лідируючих позицій сайту, що проектується, у пошуковій видачі.

Під час виконання цього етапу рекомендується [13]:

а) відкрити один-три з найпопулярніших серед цільової аудиторії сайту, що проектується, пошукових системи;

б) ввести ключове слово/ключові слова, які слід підібрати на основі аналізу статистики пошукових запитів.

Також рекомендується підбирати 3-5 таких ключових слів, по черзі вводити їх в кожну з пошукових систем і складати список із перших 10 сайтів, які з'являться за запитом (краще фіксувати позиції, які вони займають, і пошукову систему, в якій згадані сайти знаходяться в топі). Цей список слід очистити від значень, що повторюються, та ранжувати. У верхній його частині повинні бути сайти, які найчастіше зустрічаються в топ-10 і займають більш високі позиції.

Етап 6. Переглядання сайтів 10 найсильніших конкурентів.

Під час виконання цього етапу слід проводити пошук інформації щодо зовнішнього вигляду, функціональності, інформації тощо, фіксуючи все, що може бути корисним для подальшого використання. Рекомендується отриману інформацію упорядкувати в табличній формі (приклад наведено в табл. 1).

Таблиця 1

Інформація про конкурентів

Параметр	Конкурент 1	Конкурент N
Кількість тем	100	80
Адаптивна версія сайту	1	1
HTTPS	1	0

У таблиці використовуються як еквівалент відповідей "є" та "ні" числові значення "1" і "0".

Після заповнення таблиці обчислюється сума по рядках для визначення, що зі знайденого зустрічається на сайтах конкурентів частіше або рідше.

### 5. Метод управління проектуванням сайтів

Проектування - важливий, складний і тривалий процес. Тому використання методів управління проектуванням значно підвищує вірогідність успішного завершення IT-проектів. Для такого класу IT-проектів, як проекти створення сайтів і, зокрема, освітніх сайтів, пропонується спеціальний метод управління проектуванням. Цей метод складається з наступних етапів.

Етап 1. Планування змісту розроблюваного сайту на підставі результатів виконання методики передпроектного аналізу вимог до сайту, що проектується.

Виконання цього етапу може відбуватися за багатьма варіантами, серед яких для освітніх сайтів можна рекомендувати розбиття проекту на задачі за пріоритетністю.

Етап 2. Визначення структури сайту.

Виконання цього етапу слід проводити з врахуванням особливостей тієї галузі освітньої діяльності, для якої проектується сайт. В результаті цього етапу повинна бути визначена структура сайту, один з прикладів якої наведено на рис. 1.

За результатами визначення наведеної на рис. 1 структури сайту стає можливим в подальшому визначити не тільки меню сайту, а й частково структуру URL-адреси сайту.

Етап 3. Стисле визначення змісту кожної сторінки (в тому числі за результатами виконання Етапів 2, 5 та 6 методики передпроектного аналізу вимог до сайту, що проектується, та власного досвіду).

Під час виконання цього етапу слід враховувати базові рекомендації з використання шаблонів опису сторінок сайту. Наприклад, сторінка "Контакти" повинна містити:

- карту з відміткою місцезнаходження установи (праворуч на сторінці);
- форму зворотного зв'язку (з полями "Телефон", "Повідомлення") (ліворуч на сторінці);
- над формою (ліворуч від карти): телефон (клікабельний), адресу, короткий опис "Як проїхати", графік роботи.

Такі описи слід виконувати для кожної типової сторінки сайту, що проектується.

Головна  
 Теми занять  
 Тема 1  
     Заняття 1  
     Заняття ...  
 Тема ...  
     Заняття 1  
     Заняття ...  
 Реєстрація  
 Контакти  
 Блог  
     Стаття 1  
     Стаття ...

Рис. 1. Приклад структури сайту

Етап 4. Визначення додаткових задач у плані проекту розробки сайту.

Під час виконання цього етапу слід враховувати можливість надходження додаткових вимог до сайту, що проектується. Наприклад, під час розробки освітнього сайту на замовлення ХНУРЕ може виникнути така нова вимога: "Повна швидкість завантаження сторінки не повинна перевищувати 5 секунд за даними сервісу <http://www.webpagetest.org/> (тест з Польщі)".

Етап 5. Підготовка текстів, фотографій та іншого вмісту для кожної сторінки сайту.

Етап 6. Вибір потрібних для реалізації сайту програмних продуктів.

Етап 7. Вибір шаблонів сайту за набором обраних критеріїв.

Етап 8. Розробка першої версії сайту згідно з результатами застосування методики передпроектного аналізу сайту, що проектується, і результатами виконання Етапу 4 за допомогою обраного програмного забезпечення.

Етап 9. Тестування сайту для подальшого доопрацювання.

На даному етапі доцільно залучити представників цільової аудиторії, задіяти різні пристрої для роботи з сайтом і за результатами тестування сформуванати список доробок на наступний етап і список перспективних робіт з розвитку сайту.

Етап 10. Внесення змін згідно з пропозиціями, сформованими при виконанні Етапу 9, і проведення остаточного тестування.

## 6. Критерії вибору шаблонів сайту, що проектується

Під час виконання Етапу 7 запропонованого методу управління проектування сайтів слід здійснювати вибір шаблону сайту за наперед визначеними критеріями. За результатами аналізу сучасного стану задачі подібного вибору [1-11] автором рекомендується використовувати такі критерії:

- CMS та її версія, для якої призначений шаблон (Критерій 1);
- додаткові розширення CMS та їх версій, до яких адаптований шаблон (Критерій 2);
- додаткові розширення, які йдуть як доповнення до шаблону (Критерій 3);
- тематика сайту, на яку розрахований шаблон (Критерій 4);
- адаптивність шаблону під екрани різних браузерів (Критерій 5);
- наявність мобільного меню (Критерій 6);
- сумісність шаблону з актуальними версіями браузерів Chrome, Firefox, Safari, Opera, Internet Explorer, Яндекс.браузер, Edge і мобільних браузерів iOS Safari, Android Browser, Chrome для Android (Критерій 7);
- ступінь гнучкості налаштування шаблону без правки коду (колірні схеми, шрифти тощо), особливо - макету шаблону (Критерій 8);
- кількість і розташування позицій модулів/блоків для розміщення в них інформації у фронтальній частині сайту (Критерій 9);
- міра відповідності шаблону (макет, кольори, шрифти) задачам нового сайту (Критерій 10);
- наявність продуманих стилів для таких сторінок (крім головної), як "Матеріал/стаття", "Категорія/блог", "Реєстрація", "Вхід", "Профіль користувача", "Результати пошуку", "Контакти", сторінка 404 тощо (Критерій 11);
- наявність продуманого оформлення "стандартних" розширень CMS, які планується використовувати: пошук, перемикач мов, реєстрація/вхід, меню (горизонтальне/вертикальне) тощо (Критерій 12);
- можливість закріплення горизонтального меню або шапки сайту при прокручуванні сторінки вниз (Критерій 13);
- наявність попередньо налаштованих HTML-об'єктів і/або "шорткодів" (Критерій 14).

Результати виявлення значень критеріїв рекомендується надавати у табличній формі (див. табл. 2).

Для визначення значень Критеріїв 6, 8 та з 10 по 14 у таблиці використовуються як еквівалент відповідей "є" та "ні" числові значення "1" і "0", або числові значення у діапазоні від 0 до 1 (для Критеріїв 8 та 10).

Таблиця 2

Значення критеріїв вибору шаблонів сайту

Критерії	Шаблон 1	Шаблон N
Критерій 1		
...		
Критерій 14		

## 7. Висновки

Викладений в статті матеріал дає можливість співробітникам закладів освіти, приватним підприємцям і фрілансерам скоротити час проектування освітніх сайтів, спростити їх розробку і домогтися більш якісних результатів без залучення до процесу створення сайту додаткових фахівців або з мінімальною їх участю. Скорочення часу проектування у разі застосування запропонованих методики та методу можливе за рахунок Етапів 2, 5 та 6 методики передпроектного аналізу вимог до сайту, що проектується, та Етапу 2 методу управління проектуванням сайтів. Автори робіт [4-11] пропонують проводити дослідження на фокус-групах та альфа- і бета-тестування. Такі заходи вимагають значно більшого часу та коштів, ніж ті, що передбачені алгоритмом, запропонованим у даній роботі. Тільки підбір фокус-груп, складання методики тестування, аналіз отриманих даних та повторне тестування після внесення змін можуть зайняти набагато більше часу, ніж час, необхідний на проектування за наведеними методикою та методом.

Запропоновані методика і метод передбачають застосування готових програмних засобів і сервісів у плані технічної реалізації сайту. При цьому слід зазначити, що самостійне створення сайту за даними методикою і методом значно дешевше, ніж замовлення у професійних фірм, але не передбачає повністю безкоштовного варіанту вирішення задач. Навіть у разі вибору безкоштовної системи управління контентом можуть з'явитися необхідність придбання платних шаблонів, розширень і, звичайно, плата за домен і хостинг.

**Список літератури:** 1. *Кажарнович В.* SEO на результат. Простые и понятные методы продвижения в Интернете. СПб.: Питер, 2016. 320 с. 2. *Фрейн Б.* HTML5 и CSS3. Разработка сайтов для любых браузеров и устройств. СПб.: Питер, 2014. 304 с. 3. *Веру Л.* Секреты CSS. Идеальные решения ежедневных задач. СПб.: Питер, 2016. 336 с. 4. *Смит К.* Конверсия: Как превратить лиды в продажи. М.: Альпина Диджитал, 2017. 320 с. 5. *Кожушко О., Чуркин И., Агеев А. и др.* Интернет-маркетинг и digital-стратегии. Принципы эффективного использования. Новосибирск: Новосибирский государственный университет, Интелсиб, 2017. 328 с. 6. *Читижко А.* Прибыльная веб-студия. СПб.: Питер, 2016. 192 с. 7. *Андросов Н., Ворошилова И., Долгов Д.* Интернет-маркетинг на 100%. СПб.: Питер, 2016. 240 с. 8. *Кеннеди Д.С., Уэлли-Филлипс К.* Жесткий SMM. Выжать из соцсетей максимум. М.: Альпина Диджитал, 2018. 344 с. 9. *Севостьянов И.* Поисковая оптимизация. Практическое руководство по продвижению сайта в Интернете. СПб.: Питер, 2017. 272 с. 10. *Савельев Д., Крюкова Е.* 100+ хаков для интернет-маркетологов. Как получить трафик и конвертировать его в продажи. М.: Альпина Диджитал, 2018. 304 с. 11. *Сенаторов А.* Контент-маркетинг. Стратегии продвижения в социальных сетях. М.: Альпина Диджитал, 2018. 153 с. 12. *Научитесь делать качественные сайты.* Режим доступа : <http://www.google.ru/webmasters/learn/>. 13. *Почність* просувати свою компанію в Google. Режим доступа : <https://adwords.google.com/home/>.

*Надійшла до редколегії 29.03.2018*

**Хорошевський Олексій Ігорович**, канд. техн. наук, старший викладач кафедри МСТ ХНУРЕ. Наукові інтереси: веб-технології, CMS. Адреса: Україна, м. Харків, пр. Науки, 14, тел. +38 (095) 840 24 29.



*М.В. ЄВЛАНОВ, Є.В. КОРНЄВА*

## ФОРМАЛІЗОВАНИЙ ОПИС ВІЗУАЛЬНИХ ПРЕДСТАВЛЕНЬ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЦЕСУ

Проаналізовано існуючі підходи до візуального моделювання процесів підприємства. Запропоновано формальні описи основних видів візуальних моделей автоматизованих процесів підприємства, виконані на основі математичного апарату теорії графів. Отримані результати дозволяють сформулювати і вирішити задачу погодженого опису структурних і об'єктно-орієнтованих візуальних представлень автоматизованих процесів підприємства.

### 1. Постановка проблеми узгодженого представлення керованого процесу

В даний час проблема узгодженого представлення процесів підприємства для подальшого формування і прийняття рішень з управління даним процесом є однією з найбільш значущих. Як показано в [1], способи опису і представлення процесів підприємства повинні вибиратися відповідно до призначення і застосування. Це призводить або до обмежень способів опису і представлення процесу в рамках реалізованих інформаційних технологій (ІТ) і продуктів, або до необхідності вирішувати дану проблему вручну шляхом виконання досить складних операцій. У загальному випадку схема узгодження окремих описів і представлень процесу на прикладі керованого бізнес-процесу (БП) підприємства показана на рис. 1.

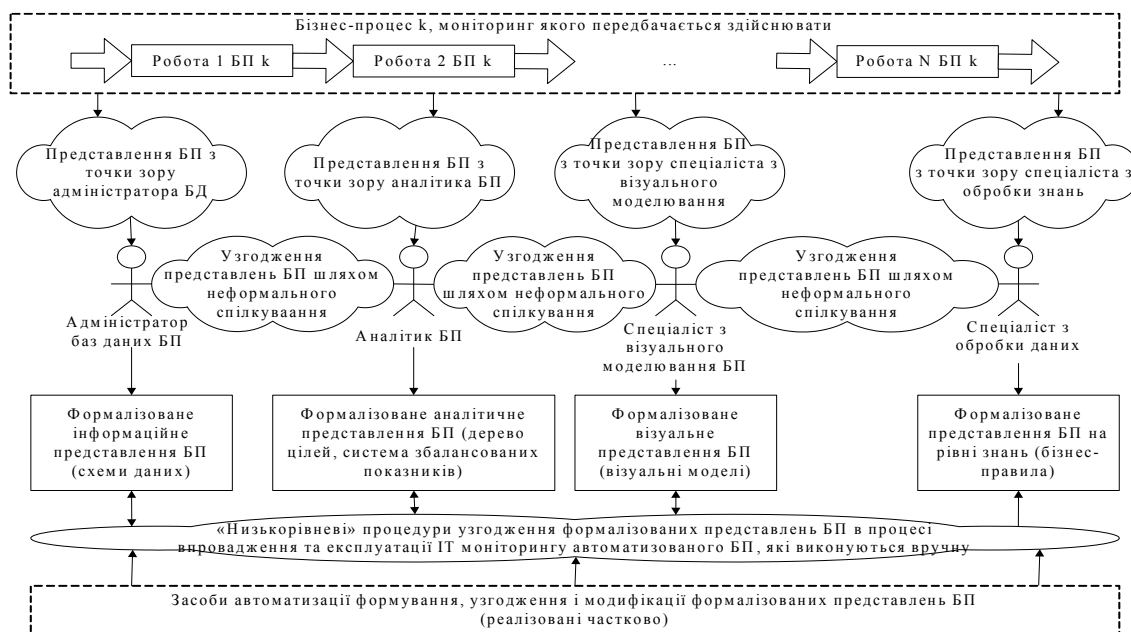


Рис. 1. Схема узгодження представлень бізнес-процесу підприємства

Слід зазначити, що виконання цих операцій вручну ставить ефективність і якість впровадження та експлуатації ІТ моніторингу та управління автоматизованими процесами підприємства в пряму залежність від кваліфікації фахівців, що виконують ці операції. Така залежність обумовлює нагальну потребу в автоматизації організації взаємодії та управління представленнями процесів підприємства. Однак розробка подібних ІТ вимагає, щоб апарат формалізації описів цих представлень або був єдиним для опису всіх представлень, або припускав взаємно-однозначні відображення формалізованих описів окремих представлень одного і того ж процесу. Тому розробка моделей і методів, що дозволяють вирішити проблему узгодженого опису процесу підприємства, є актуальною і з теоретичної, і з практичної точок зору.

## **2. Аналіз існуючих підходів до побудови візуальних моделей процесів**

В даний час можна виділити дві основні групи мов і технологій візуального моделювання БП [2-4]:

- мови і технології побудови структурних моделей процесів (наприклад, IDEF0 або IDEF3);
- мови і технології побудови об'єктно-орієнтованих (ОО) моделей процесів (наприклад, мова Unified Modeling Language (UML) та подібні їй мови, що дозволяють описати процес у вигляді діаграм Use Case або Activity).

Кожна виділена група мов має свої переваги, що визначають область її використання. Так мови структурного моделювання дозволяють розробляти візуальні моделі (ВМ) процесів як довільну підмножину предметної області, елементами якої є взаємодіючі роботи або функції підприємства [2]. При цьому в основу структурних ВМ покладено системний підхід, що значно полегшує процес моделювання автоматизованих процесів.

Що стосується ОО ВМ, то вони мають такі переваги [3, 4]:

- охоплюють деяку, очевидну для користувача функцію підприємства;
- можуть бути як невеликими, так і досить великими;
- описують деяку дискретну задачу користувача, неподільну на даному рівні представлення.

В цілому ж можна відзначити, що переваги кожного з розглянутих підходів визначають конкретні класи задач, для вирішення яких можуть застосовуватися структурні або ОО візуальні моделі:

- мови і технології структурного моделювання, які найдоцільніше використовувати для опису складних систем процесів, правила виконання яких практично не змінюються з плином часу;
- мови і технології ОО моделювання, які найдоцільніше використовувати для опису процесів, правила яких змінюються з плином часу, або для виявлення існуючих на підприємстві процесів і визначення їх меж з урахуванням експлуатації на підприємстві інформаційних систем (ІС) або ж спеціалізованих ІТ.

## **3. Постановка задачі розробки моделі візуального представлення процесу, що автоматизується**

Моделі, методи та технології, які використовуються для вирішення переважної більшості задач структурного або ОО візуального моделювання процесів, в даний час відомі. Однак спроби об'єднати ці задачі в рамках життєвого циклу автоматизованого процесу зустрічають серйозні труднощі. Головною причиною цих труднощів слід визнати практично повну відсутність формальних рішень і конкретних інструментальних засобів, що дозволяють узгодити структурні та ОО ВМ одного і того ж процесу. У той же час можливість застосування і узгодження між собою ВМ процесів, що розробляються за допомогою структурних і ОО мов і технологій, є вельми актуальною для підприємств, заснованих на концепції процесного управління.

Тому метою даного дослідження є розробка формалізованих описів основних ВМ процесів, що дозволяють визначити формальну основу задачі узгодження структурних ВМ і ОО ВМ процесу шляхом їх перетворення одна в одну. Для досягнення даної мети пропонується вирішити такі задачі:

- розробка формалізованого опису структурних ВМ на прикладі нотації IDEF0;
- розробка формалізованого опису ОО ВМ на прикладі діаграм Use Case і Activity мови UML.

## **4. Виклад основного матеріалу дослідження**

Постановка і вирішення задачі узгодження структурних ВМ і ОО ВМ процесу вимагають розробити формалізовані описи цих моделей із застосуванням єдиного математичного апарату. Для виконання даної вимоги доцільно тут і надалі розділити ВМ автоматизованого процесу на два основні класи:

- клас елементарних ВМ, які розглядають процес, що моделюється, у вигляді сукупності неподільних на даному рівні представлення робіт або функцій;
- клас складових ВМ, які розглядають процес, що моделюється, як систему складових або ж елементарних ВМ процесів.

Такий поділ дозволяє в подальшому розглядати будь-яку складну модель процесу як сукупність елементарних моделей процесів. Тоді формалізований опис складних ВМ процесів можна представити як сукупність:

- формалізованих описів елементарних ВМ процесів
- законів композиції елементарних ВМ процесів в складні або ж законів декомпозиції складних ВМ процесів на елементарні.

Як структурну ВМ процесу будемо тут і надалі розглядати IDEF0-модель. Вибір IDEF0-моделі процесу обумовлений, перш за все, тим, що IDEF0 є одним з найпоширеніших стандартів формалізованого опису БП [5].

Як ОО ВМ процесу будемо тут і надалі розглядати діаграми мови UML. Ця мова в даний час є одним з найбільш поширених стандартів ОО опису предметної області [3, 4, 6]. Грунтуючись на досвіді використання UML для візуального моделювання процесу [3, 4], автори рекомендують застосовувати такі типи діаграм:

- діаграми варіантів використання, які застосовуються для формування складових описів процесу;
- діаграми діяльності, що використовуються для формування елементарних описів процесу.

Розглянемо складову IDEF0-модель процесу, яка буде мати вигляд, показаний на рис. 2.

На рис. 2 потоки типу "вхід" позначені як елементи множини ( $Inp_1, \dots, Inp_k$ ); потоки типу "вихід" позначені як елементи множини ( $Out_1, \dots, Out_n$ ); потоки типу "управління" позначені як елементи множини ( $C_1, \dots, C_p$ ); потоки типу "механізм" позначені як елементи множини ( $Mech_1, \dots, Mech_m$ ); робота процесу, що моделюється, позначена як "Activity".

Показана на рис. 2 робота "Activity", відповідно до стандарту побудови IDEF0-моделі процесу, може бути представлена множиною пов'язаних між собою більш дрібних робіт. Така декомпозиція окремих робіт в IDEF0-моделі процесу закінчується або виділенням елементарних робіт процесу, або переходом до іншого алфавіту моделювання (наприклад, до IDEF3-моделі потоків робіт) [3, 7]. В результаті декомпозиції формується елементарна IDEF0-модель БП, яку можна представити в такий спосіб (рис. 3).

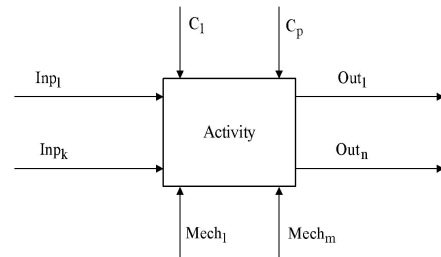


Рис. 2. Складова IDEF0-модель загального випадку бізнес-процесу

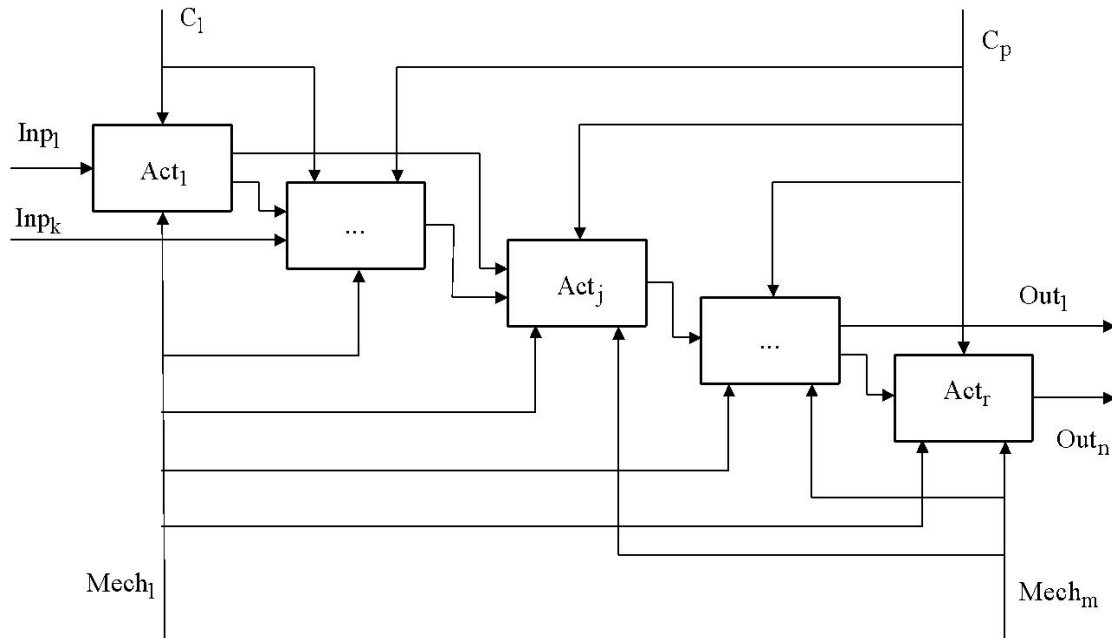


Рис. 3. Елементарна IDEF0-модель загального випадку бізнес-процесу

На рис. 3 роботи процесу, що моделюється, позначені як елементи множини ( $Act_1, \dots, Act_r$ ).

Показана на рис. 3 елементарна IDEF0-модель процесу, як і всі інші ВМ, є візуальним представленням деякого графа. Вершинами такого графа, що задає IDEF0-модель, є сукупність присутніх в моделі візуальних об'єктів (робіт і розглянутих вище типів стрілок). Дугами такого графа є точки входження візуальних представлень стрілок в окремі роботи і

точки породження візуальних представлень стрілок з окремих робіт. Так граф, що описує показану на рис. 3 елементарну IDEF0-модель процесу, буде мати вигляд, показаний на рис. 4.

На рис. 4 підмножина вершин ( $Arr_1, \dots, Arr_s$ ) (в даному випадку  $s = 5$ ) описує потоки, що зв'язують окремі роботи елементарної IDEF0-моделі процесу.

Таким чином, формалізований опис структурної IDEF0-моделі процесу можна представити у вигляді орієнтованого графа

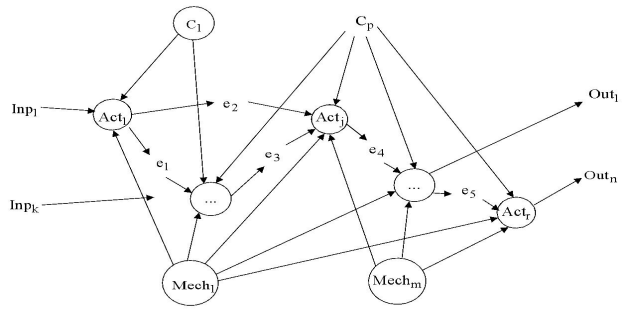


Рис. 4. Орієнтований граф, що описує елементарну IDEF0-модель загального випадку бізнес-процесу

$$G_{IDEF0} = (V_{IDEF0}, P_{IDEF0}), \quad (1)$$

де  $G_{IDEF0}$  - позначення орієнтованого графа, що описує IDEF0-модель процесу;  $V_{IDEF0}$  - множина вершин орієнтованого графа  $G_{IDEF0}$ , що складається з підмножин

$$V_{IDEF0} = [\{Inp_a\}, \{Out_b\}, \{C_c\}, \{Mech_d\}, \{Act_e\}, \{Arr_f\}], \quad (2)$$

$\{Inp_a\}$  - підмножина вершин орієнтованого графа  $G_{IDEF0}$ , що описують потоки типу "вхід" IDEF0-моделі процесу,  $a = 1, \dots, k$ ;  $\{Out_b\}$  - підмножина вершин орієнтованого графа  $G_{IDEF0}$ , що описують потоки типу "вихід" IDEF0-моделі БП,  $b = 1, \dots, n$ ;  $\{C_c\}$  - підмножина вершин орієнтованого графа  $G_{IDEF0}$ , що описують потоки типу "управління" IDEF0-моделі процесу,  $c = 1, \dots, p$ ;  $\{Mech_d\}$  - підмножина вершин орієнтованого графа  $G_{IDEF0}$ , що описують потоки типу "механізм" IDEF0-моделі процесу,  $d = 1, \dots, m$ ;  $\{Act_e\}$  - підмножина вершин орієнтованого графа  $G_{IDEF0}$ , що описують роботи IDEF0-моделі процесу,  $e = 1, \dots, r$ ;  $\{Arr_f\}$  - підмножина вершин орієнтованого графа  $G_{IDEF0}$ , що описують потоки, що зв'язують окремі роботи IDEF0-моделі процесу,  $f = 1, \dots, s$ ;  $P_{IDEF0}$  - множина дуг орієнтованого графа  $G_{IDEF0}$ , що складається з підмножин

$$P_{IDEF0} = [\{P^{Inp}\}, \{P_{Act}^{Inp}\}, \{P^C\}, \{P_{Act}^C\}, \{P^{Mech}\}, \{P_{Act}^{Mech}\}, \{P_{Arr}^{Act}\}, \{P^{Arr}\}, \{P_{Act}^{Arr}\}, \{P^{Out}\}, \{P_{Out}^{Act}\}], \quad (3)$$

$\{P^{Inp}\}$  - підмножина дуг орієнтованого графа  $G_{IDEF0}$ , що описують ситуації розгалуження потоків типу "вхід";  $\{P_{Act}^{Inp}\}$  - підмножина дуг орієнтованого графа  $G_{IDEF0}$ , що описують зв'язок між потоком типу "вхід" і роботою;  $\{P^C\}$  - підмножина дуг орієнтованого графа  $G_{IDEF0}$ , що описують ситуації розгалуження потоків типу "управління";  $\{P_{Act}^C\}$  - підмножина дуг орієнтованого графа  $G_{IDEF0}$ , що описують зв'язок між потоком типу "управління" і роботою;  $\{P^{Mech}\}$  - підмножина дуг орієнтованого графа  $G_{IDEF0}$ , що описують ситуації розгалуження потоків типу "механізм";  $\{P_{Act}^{Mech}\}$  - підмножина дуг орієнтованого графа  $G_{IDEF0}$ , що описують зв'язок між потоком типу "механізм" і роботою;  $\{P_{Arr}^{Act}\}$  - підмножина дуг орієнтованого графа  $G_{IDEF0}$ , що описують зв'язок між роботою і потоком, який зв'язує окремі роботи;  $\{P^{Arr}\}$  - підмножина дуг орієнтованого графа  $G_{IDEF0}$ , що описують ситуації злиття або розгалуження потоків, які пов'язують окремі роботи;  $\{P_{Act}^{Arr}\}$  - підмножина дуг орієнтованого графа  $G_{IDEF0}$ , що описують зв'язок між потоком, який зв'язує окремі роботи, і роботою;  $\{P^{Out}\}$  - підмножина дуг орієнтованого графа  $G_{IDEF0}$ , що описують ситуації злиття

або розгалуження потоків типу "вихід";  $\{P_{Out}^{Act}\}$  - підмножина дуг орієнтованого графа  $G_{DEF0}$ , що описують зв'язок між роботою і потоком типу "вихід".

- Як ОО ВМ процесу пропонується розглядати такі діаграми мови ОО моделювання UML:
- діаграми варіантів використання, які застосовуються для формування складових описів процесу;
  - діаграми діяльності, що використовуються для формування елементарних описів процесу.

У загальному випадку діаграма варіантів використання має вигляд, показаний на рис. 5.

Слід зазначити, що різні автори пропонують різний набір елементів, з яких можна формувати діаграми варіантів використання. Проте в переважній більшості випадків базовий набір таких елементів включає в себе [3, 4, 6]:

- елементи типу "Дійова особа" (Actor), які відображають ролі персоналу по відношенню до системи (або процесу);

- елементи типу "Варіант використання" (UseCase), які відображають процес в цілому, окремі роботи процесу або ж окремі функції розробленої ІС;
- елементи типу "Взаємодія" (Interface), які відображають існуючі зв'язки між елементами типу Actor і елементами типу UseCase;

- елементи типу "Розширення" (Extends), які відображають зв'язки між окремими елементами типів Actor або UseCase в тих випадках, коли один з елементів подібний до іншого, але має трохи більше навантаження;

- елементи типу "Використання" (Uses), які відображають зв'язки між окремими елементами типу UseCase в тих випадках, коли один з елементів повторюється більше одного разу, а копіювання його опису небажано з тих чи інших причин.

При цьому елементи типу Extends рекомендується застосовувати в тих випадках, коли описуються зміни в звичайній поведінці процесу, що моделюється, або ІС. Елементи типу Uses рекомендується застосовувати в тих випадках, коли слід уникнути повторів в двох або більше діаграмах варіантів використання [3, 4, 6].

Таким чином, будь-яку діаграму варіантів використання можна розглядати як взаємопов'язаний набір елементів, що належать таким множинам:

- множині дійових осіб  $A = (A_1, \dots, A_k)$ ;
- множині варіантів використання  $UC = (UC_1, \dots, UC_m)$ ;
- множині взаємодій  $I = (I_1, \dots, I_n)$ ;
- множині розширень  $E = (E_1, \dots, E_o)$ ;
- множині використань  $U = (U_1, \dots, U_p)$ .

Слід зазначити, що зв'язки між елементами множин A, UC та I в загальному випадку не є орієнтованими. У той же час зв'язки між елементами множин A або UC і E, а також зв'язки між елементами множин UC і U є в загальному випадку орієнтованими.

Представлена на рис. 5 діаграма варіантів використання також може бути представлена у вигляді графа. Вершинами такого графа буде сукупність присутніх в моделі елементів множин дійових осіб  $A = (A_1, \dots, A_k)$ , варіантів використання  $UC = (UC_1, \dots, UC_m)$ , взаємодій  $I = (I_1, \dots, I_n)$ , розширень  $E = (E_1, \dots, E_o)$  і використань  $U = (U_1, \dots, U_p)$ . Дугами такого графа є точки дотику візуальних представлень елементів зазначених вище множин один з одним. Так граф, що описує показану на рис. 5 діаграму варіантів використання, буде мати вигляд, показаний на рис. 6.

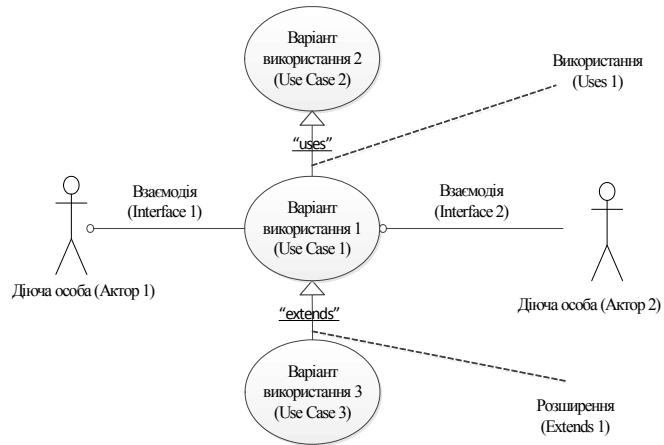


Рис. 5. Приклад діаграми варіантів використання загального випадку бізнес-процесу

Таким чином, формалізований опис ОО ВМ процесу у вигляді діаграми варіантів використання можна представити у вигляді частково орієнтованого графа

$$G_{UseCase} = (P_{UseCase}, V_{UseCase}), \quad (4)$$

де  $G_{UseCase}$  - позначення частково орієнтованого графа, що описує діаграму варіантів використання;  $P_{UseCase}$  - множина вершин графа  $G_{UseCase}$ , що складається з підмножин

$$P_{UseCase} = [\{P_A\}, \{P_{UC}\}, \{P_I\}, \{P_E\}, \{P_U\}], \quad (5)$$

$\{P_A\}$  - підмножина вершин графа  $G_{UseCase}$ , що описують елементи типу Actor,  $A = 1, \dots, k$ ;  $\{P_{UC}\}$  - підмножина вершин графа  $G_{UseCase}$ , що описують елементи типу UseCase,  $UC = 1, \dots, m$ ;  $\{P_I\}$  - підмножина вершин графа  $G_{UseCase}$ , що

описують елементи типу Interface,  $I = 1, \dots, n$ ;  $\{P_E\}$  - підмножина вершин графа  $G_{UseCase}$ , що описують елементи типу Extends,  $E = 1, \dots, k$ ;  $\{P_U\}$  - підмножина вершин графа  $G_{UseCase}$ , що описують елементи типу Uses,  $U = 1, \dots, k$ ;  $V_{UseCase}$  - множина дуг графа  $G_{UseCase}$ , що складається з підмножин

$$V_{UseCase} = [\{V_I^A\}, \{V_{UC}^I\}, \{V_E^A\}, \{V_A^E\}, \{V_E^E\}, \{V_{UC}^{UC}\}, \{V_U^{UC}\}, \{V_{UC}^U\}]; \quad (6)$$

$\{V_I^A\}$  - підмножина дуг графа  $G_{UseCase}$ , що описують зв'язок між елементом типу Actor і елементом типу Interface;  $\{V_{UC}^I\}$  - підмножина дуг графа  $G_{UseCase}$ , що описують зв'язок між елементом типу Interface і елементом типу UseCase;  $\{V_E^A\}$  - підмножина орієнтованих дуг графа  $G_{UseCase}$ , що описують зв'язок між елементом типу Actor і елементом типу Extends;  $\{V_A^E\}$  - підмножина орієнтованих дуг графа  $G_{UseCase}$ , що описують зв'язок між елементом типу Extends і елементом типу Actor;  $\{V_E^E\}$  - підмножина орієнтованих дуг графа  $G_{UseCase}$ , що описують зв'язок між елементом типу UseCase і елементом типу Extends;  $\{V_{UC}^{UC}\}$  - підмножина орієнтованих дуг графа  $G_{UseCase}$ , що описують зв'язок між елементом типу Extends і елементом типу UseCase;  $\{V_U^{UC}\}$  - підмножина орієнтованих дуг графа  $G_{UseCase}$ , що описують зв'язок між елементом типу UseCase і елементом типу Uses;  $\{V_{UC}^U\}$  - підмножина орієнтованих дуг графа  $G_{UseCase}$ , що описують зв'язок між елементом типу Uses і елементом типу UseCase.

Діаграма діяльності в загальному випадку має вигляд, показаний на рис. 7.

Як і у випадку з діаграмою варіантів використання різними авторами пропонуються різні набори елементів, з яких можна формувати діаграми діяльності. Проте в переважній більшості випадків базовий набір таких елементів включає в себе [3, 4, 6]:

- елементи типу "Діяльність" (State), які в моделях процесів описують деякі задачі, що необхідно вирішити ручним або автоматизованим способом;

- елементи типу "Лінійка синхронізації" (Transition), які в моделях процесів описують моменти початку і закінчення розпаралелювання виконання елементів типу "діяльність";

- елементи типу "Прийняття рішення" (Decision), які в моделях процесів описують задачі вибору одного з можливих альтернативних переходів відповідно до задалегідь визначених умов;

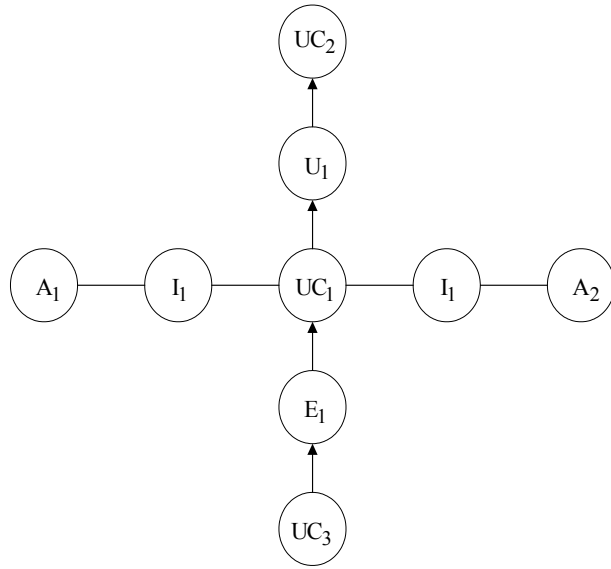


Рис. 6. Частково орієнтований граф, що описує діаграму варіантів використання, застосовується для опису загального випадку бізнес-процесу

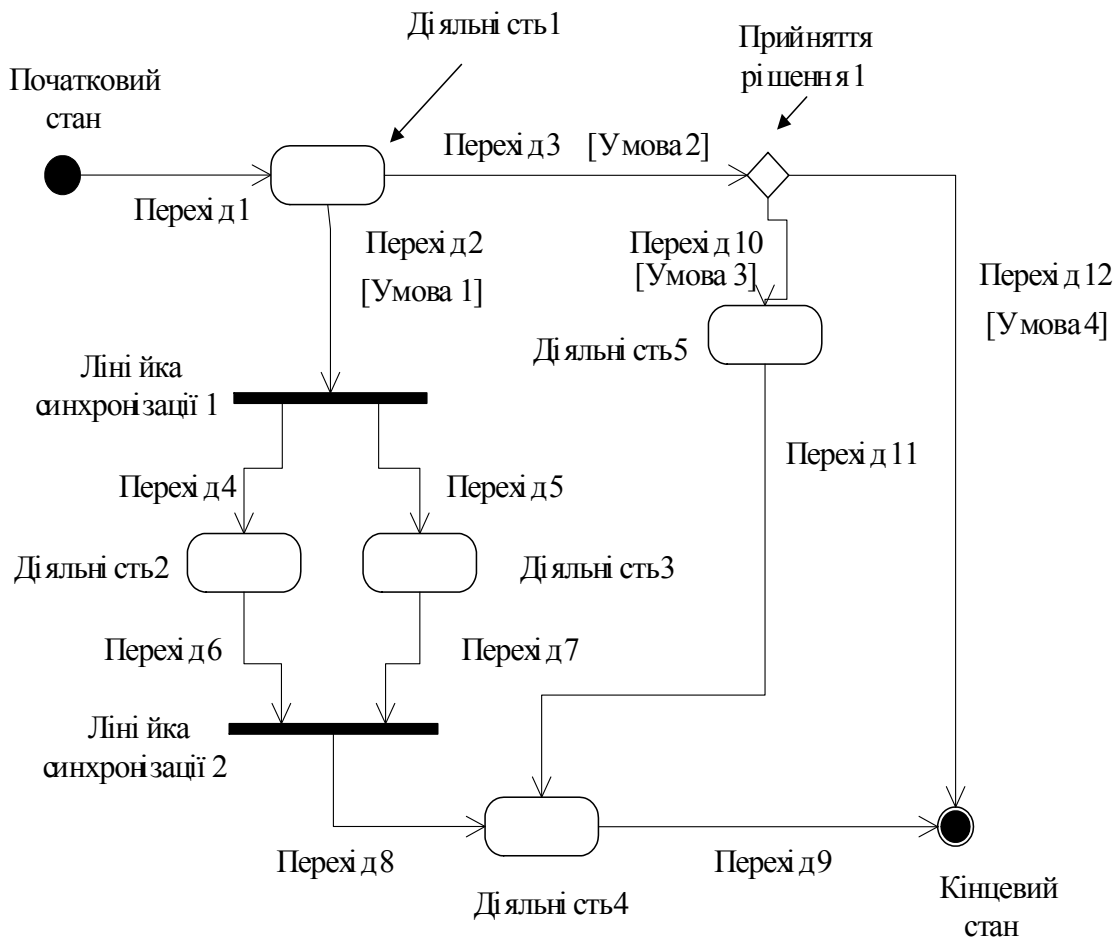


Рис. 7. Приклад діаграми діяльності загального випадку бізнес-процесу

- елемент типу "Початковий стан" (Initial State), який в моделях процесів описує початок процесу, що моделюється;
- елемент типу "Кінцевий стан" (Final State), який в моделях процесів описує завершення процесу, що моделюється;
- елементи типу "Перехід" (Flow), які в моделях процесів описують переходи між елементами розглянутих вище типів.

Необхідно також відзначити, що елементи типу "Перехід" в діаграмах діяльності можуть бути безумовними, з умовами одиничної активізації (перехід здійснюється один раз, якщо відповідна умова істинна), з умовою множинної активізації (перехід здійснюється до тих пір, поки відповідна умова істинна). Елементи типу "Лінійка синхронізації" також можуть характеризуватися відповідними умовами.

Таким чином, будь-яку діаграму діяльності можна розглядати як взаємопов'язаний набір елементів, що належать таким множинам:

- множині діяльності  $St = (St_1, \dots, St_a)$ ;
- множині лінійок синхронізації  $Tr = (Tr_1, \dots, Tr_b)$ ;
- множині прийнять рішень  $Des = (Des_1, \dots, Des_c)$ ;
- множині початкових станів  $ISt$  (складається з одного елемента для кожного процесу, що моделюється);
- множині кінцевих станів  $FSt$  (складається з одного елемента для кожного процесу, що моделюється);
- множині переходів  $Flow = (Flow_1, \dots, Flow_d)$ .

При цьому елементи множин  $Flow$  і  $Tr$  можуть додатково описуватися умовами, множину яких можна визначити як  $Cond = (\{Cond_{Flow_1}, \dots, Cond_{Flow_d}\}, \{Cond_{Tr_1}, \dots, Cond_{Tr_b}\})$ .

Представлена на рис. 6 діаграма діяльності може бути представлена у вигляді орієнтованого графа. Вершинами такого графа буде сукупність присутніх в моделі елементів множин діяльностей  $St = (St_1, \dots, St_a)$ , лінійок синхронізації  $Tr = (Tr_1, \dots, Tr_b)$ , прийнять рішень  $Des = (Des_1, \dots, Des_c)$ , початкового стану  $ISt$ , кінцевого стану  $FSt$  і переходів  $Flow = (Flow_1, \dots, Flow_d)$ . Дугами такого графа є точки дотику візуальних представлень елементів зазначених вище множин одне з одним. Так граф, що описує показану на рис. 7 діаграму діяльностей, матиме вигляд, показаний на рис. 8.

Таким чином, формалізований опис ООВМ процесу у вигляді діаграми діяльності можна представити у вигляді орієнтованого графа

$$G_{AD} = (P_{AD}, V_{AD}), \quad (7)$$

де  $G_{AD}$  - позначення орієнтованого графа, що описує діаграму діяльності;  $P_{AD}$  - множина вершин графа  $G_{AD}$ , що складається з елементів і підмножин

$$P_{AD} = [P_{ISt}, \{P_{Flow}\}, \{P_{St}\}, \{P_{Des}\}, \{P_{Tr}\}, P_{FSt}], \quad (8)$$

$P_{ISt}$  - вершина графа  $G_{AD}$ , що описує елемент типу Initial State;  $\{P_{Flow}\}$  - підмножина вершин графа  $G_{AD}$ , що описують елементи типу Flow,  $Flow = 1, \dots, d$ ;  $\{P_{St}\}$  - підмножина вершин графа  $G_{AD}$ , що описують елементи типу State,  $St = 1, \dots, a$ ;  $\{P_{Des}\}$  - підмножина вершин графа  $G_{AD}$ , що описують елементи типу Decision,  $Des = 1, \dots, c$ ;  $\{P_{Tr}\}$  - підмножина вершин графа  $G_{AD}$ , що описують елементи типу Transition,  $Tr = 1, \dots, b$ ;  $P_{FSt}$  - вершина графа  $G_{AD}$ , що описує елемент типу Final State;  $V_{AD}$  - множина дуг графа  $G_{AD}$ , що складається з елементів і підмножин

$$V_{AD} = [\{V_{Flow}^{ISt}\}, \{V_{St}^{Flow}\}, \{V_{Flow}^{St}\}, \{V_{Des}^{Flow}\}, \{V_{Flow}^{Des}\}, \{V_{Flow}^{Flow}\}, \{V_{Tr}^{Flow}\}, \{V_{Flow}^{Tr}\}, \{V_{Flow}^{FSt}\}], \quad (9)$$

$\{V_{Flow}^{ISt}\}$  - підмножина дуг графа  $G_{AD}$ , що описує зв'язок між елементом типу Initial State і елементами типу Flow;  $\{V_{St}^{Flow}\}$  - підмножина дуг графа  $G_{AD}$ , що описують зв'язок між елементом типу Flow і елементом типу State;  $\{V_{Flow}^{St}\}$  - підмножина дуг графа  $G_{AD}$ , що описують зв'язок між елементом типу State і елементом типу Flow;  $\{V_{Des}^{Flow}\}$  - підмножина дуг графа  $G_{AD}$ , що описують зв'язок між елементом типу Flow і елементом типу Decision;  $\{V_{Flow}^{Des}\}$  - підмножина дуг графа  $G_{AD}$ , що описують зв'язок між елементом типу Decision і елементом типу Flow;  $\{V_{Tr}^{Flow}\}$  - підмножина дуг графа  $G_{AD}$ , що описують зв'язок між елементом типу Transition і елементом типу Flow;  $\{V_{FSt}^{Flow}\}$  - підмножина дуг графа  $G_{AD}$ , що описують зв'язок між елементами типу Flow і елементом типу Final State.

Застосування запропонованих графових моделей для опису нотацій структурного та ОО візуального моделювання дозволяє виділити відповідності елементів структурних ВМ і ОО ВМ процесу. Ці відповідності наведені в табл. 1.

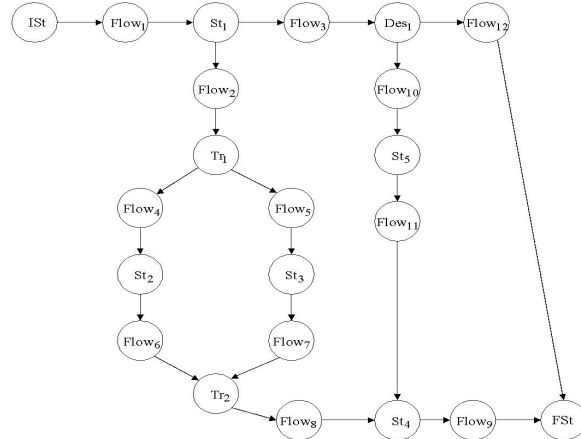


Рис. 8. Орієнтований граф, що описує діаграму діяльності, яка застосовується для опису загального випадку процесу



Таблиця 1

Специфікації типів елементів моделей, за якими встановлюється відповідність	Представлення IDEF0-моделі у вигляді графа (1)	Представлення діаграми варіантів використання у вигляді графа (4)	Представлення діаграми діяльностей у вигляді графа (7)
1. Елементи, які позначають виконуваний процес або процес прийняття рішення	Підмножина вершин $\{Act_e\}$	Підмножина вершин $\{P_{UC}\}$	Підмножина вершин $\{P_{St}\}$
		Підмножина вершин $\{P_U\}$	Підмножина вершин $\{P_{Des}\}$
		Елементи підмножини вершин $\{P_E\}$	
2. Люди, обладнання та ІС, які виконують виділені в моделі процеси	Підмножина вершин $\{Mech_d\}$	Підмножина вершин $\{P_d\}$	В явному вигляді не присутні
3. Потоки ресурсів, товарів і/або послуг, які надходять до виділених процесів, що циркулюють між ними, або ж є результатами їх виконання	Підмножина вершин $\{Inp_a\}$	Підмножина вершин $\{P_f\}$	Підмножина вершин $\{P_{Flow}\}$
	Підмножина вершин $\{Arr_f\}$		Підмножина вершин $\{P_{Tr}\}$
	Підмножина вершин $\{Out_b\}$		
4. Сукупність керуючих впливів, що встановлюють правила і особливості виконання виділених процесів	Підмножина вершин $\{C_c\}$	В явному вигляді не присутні	В явному вигляді не присутні

Грунтуючись на табл. 1, можна стверджувати, що діаграму варіантів використання слід розглядати як проміжну VM процесу. Основне призначення проміжної VM процесу полягає у встановленні відповідностей між елементами IDEF0-моделі процесу, яка використовується для моніторингу економічних аспектів процесу, і елементами діаграми діяльностей, яка використовується для моніторингу інформаційних аспектів процесу. Під інформаційними аспектами автоматизованого процесу слід розуміти показники і характеристики процесу, які характеризують даний процес з точки зору ІС управління підприємством або автоматизованих систем управління технологічними процесами, що експлуатуються в даному процесі.

#### 5. Висновки з проведеного дослідження і перспективи подальших досліджень

Розроблені графові описи структурних і ОО VM процесів дозволяють сформулювати задачу узгодження різних VM одного і того ж процесу шляхом перетворення цих моделей одна в одну. Як витікає з табл. 1, основою для такого узгодження є онтологія елементів VM процесу, що дозволяє встановити правила відповідності елементів структурної VM і ОО VM один одному.

Головною перспективою подальших досліджень слід вважати постановку і рішення задачі узгодження структурних VM і ОО VM процесу на основі отриманих в даній статті результатів.

**Список літератури:** 1. *Свод знаний по управлению бизнес-процессами: BPM СВОК 3.0.* М.: Альпина Паблицер, 2016. 480 с. 2. *Маклаков С.В.* Создание информационных систем с AllFusion Modelling Suite. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. 432 с. 3. *Мацяшек Л.А.* Анализ требований и проектирование систем. Разработка информационных систем с использованием UML. М.: Издательский дом "Вильямс", 2008. 432 с.

4. Пайлон Д., Питмен Н. UML 2.0 для програмістів. СПб.: Питер, 2012. 240 с. 5. Калянов Г.Н. CASE-технології. Консалтинг в автоматизації бізнес-процесів. М.: Горячая линия-Телеком, 2002. 320 с. 6. Буч Г., Рамбо Дж., Джекобсон А. Язык UML. Руководство пользователя: пер. с англ. М.: МДК, 2000. 429 с. 7. Евланов М.В., Корнеева Е.В. Проблема автоматизации разработки и корректировки моделей бизнес-процессов промышленного предприятия // Материалы II Международной научно-практической конференции "Перспективные разработки науки и техники - '2006". Днепропетровск: Наука и образование, 2006. С. 64-66.

*Надійшла до редколегії 15.01.2018*

**Євланов Максим Вікторович**, д-р техн. наук, доцент, професор кафедри ІУС ХНУРЕ. Наукові інтереси: проблеми інтелектуалізації проектування і експлуатації інформаційних управляючих систем. Адреса: Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14, тел. 70-21-451.

**Корнєєва Євгенія Володимирівна**, економіст, Дніпровський державний проектний інститут житлового та цивільного будівництва. Наукові інтереси: проблеми розробки інформаційних технологій моніторингу та управління бізнес-процесами підприємства. Адреса: Україна, 49000, м. Дніпро, вул. Січеславська набережна, буд. 29 А, тел. 056-370-30-56.

---

УДК 004.414.28

DOI: 10.30837/0135-1710.2018.175.074

*О.Д. КАРАБИЦЬКА*

## **МЕТОД ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ З ВІДКРИТОЮ АРХІТЕКТУРОЮ**

---

Проаналізовано існуючі методи проектування інформаційної системи з відкритою архітектурою. Пропонується удосконалення моделі рішення задачі синтезу структури створеної інформаційної системи і методу вирішення цієї задачі. Наведені результати апробації дозволяють стверджувати, що запропоноване удосконалення скорочує обчислювальні витрати на реалізацію методу.

### **1. Постановка проблеми розвитку сучасних інформаційних систем**

Процеси інформатизації в суспільстві базуються на ідеї інтеграції, яка проявляється в об'єднанні створених раніше і створюваних в даний час інформаційних систем (ІС). ІС визначають, як комплекс інформації, математичних методів і моделей, технічних, програмних, технологічних засобів і фахівців, призначений для обробки інформації та прийняття управлінських рішень. На даний момент виділяють ряд недоліків сучасних ІС [1,2]:

- чутливість системи - будь-яка невірна інформація або її відсутність веде до помилок в роботі системи і до високого ризику прийняття невірної рішення;
- дорожняча рішення - крім вкладень на створення ІС, утримання і модифікація існуючої системи потребують постійних витрат;
- проблеми розуміння - відсутність у працівників компанії розуміння щодо складу функцій ІС, необхідних цій компанії;
- проблеми організації - відсутність формалізованої системи, що впливає на розвиток компанії;
- проблеми управління - відсутність правил прийняття рішень, відсутність способів контролю якості роботи, відсутність зрозумілого інструментарію прийняття управлінських рішень;
- проблеми автоматизації - відсутність програмних інструментів і кваліфікованих фахівців, здатних реалізувати специфічні технології, що використовуються або плануються до використання компанією, необхідність регулярної модернізації системи з метою повнішої відповідності ІС потребам підприємства;
- технічні збої і поломки програмного забезпечення (ПЗ) - технічні збої і несправності ПЗ, потреба в регулярному оновленні версій ПЗ, необхідність навчання нових користувачів ПЗ;
- проблеми розвитку ІС - необхідність серйозної модифікації системи при будь-якій, навіть мінімальній, зміні процесу прийняття управлінського рішення.

Найважливішою з представлених проблем є проблема розвитку системи. Спроби вирішення даної проблеми різними ІТ-компаніями визначили необхідність створення інформаційних систем з відкритою архітектурою (ВІС). Під ВІС слід розуміти системи, що мають

стандартизовані інтерфейси - вирішення проблеми відкритості ґрунтується на стандартизації інтерфейсів систем і протоколів взаємодії між їх компонентами. Крім того, ВІС має ряд необхідних для функціонування властивостей [3]:

- модульність - здатність апаратного забезпечення (АЗ) або ПЗ до модифікації шляхом додавання, видалення або заміни окремих компонентів системи без впливу на ІС в цілому;
- взаємозамінність - можливість заміни будь-якого модуля системи на аналогічний і можливість зворотної заміни;
- кросплатформеність - можливість роботи ІС різних апаратно-програмних платформах;
- інтероперабельність - здатність використовувати ПЗ, що експлуатується одночасно на різних операційних системах (ОС) в загальній мережі, з можливістю обміну інформацією між елементами цього ПЗ;

- масштабованість - можливість застосування одного і того ж АЗ і ПЗ для ІС різної розмірності.

Відкриті системи повинні мати стандартні інтерфейси для виконання вимог щодо можливості інтеграції з іншими системами. Використання ВІС має низку переваг:

- відкритість передбачає можливість простої інтеграції різнорідних систем;
- економія фінансових коштів - завдяки низькій вартості життєвого циклу;
- збільшений час безвідмовної роботи - завдяки можливості вибору найнадійніших модулів на ринку;
- мінімізований час вимушеного простою - завдяки великому вибору взаємозамінних модулів;
- мінімізація зусиль, необхідних для введення в дію ПЗ, - завдяки відсутності додаткового навчання;
- проста зміна конфігурації системи для роботи з новими технологічними процесами - завдяки властивостям модульності і розширюваності ВІС;
- застосування новітніх технологій і технічних рішень - завдяки широкому вибору рішень і спеціалізації виробників;
- збільшення часу життя системи - завдяки взаємозамінності і можливості нарощування функціональності.

Однак ВІС має також і недоліки [4]:

- при створенні ВІС відповідальність за працездатність системи в цілому лежить на системному інтеграторі, а не на виробникові системи;
- універсальні протоколи, інтерфейси, мережі і ПЗ повинні бути досить складними, і як наслідок, дорогими та ненадійними;
- іноді до ознак відкритості відносять відкритість вихідних кодів;
- спостерігається ефект зниження надійності ПЗ, частини якого пишуться різними виробниками;
- як і будь-яка стандартизація, відкритість накладає обмеження на діапазон можливих технічних рішень, знижуючи ймовірність появи нових.

За результатами аналізу існуючих недоліків ВІС можна зробити висновок, що в цілому проблема проектування ВІС не вирішена в достатній мірі. Особливо це відноситься до складності процесу розподілу відповідальності між виробником системи і системним інтегратором, що робить актуальним дослідження існуючих методів проектування ВІС і створення моделі ВІС, яка усуне даний недолік.

## **2. Аналіз існуючих стандартів і моделей інформаційних систем з відкритою архітектурою**

В даний час розроблено понад двохсот міжнародних стандартів, які тою чи іншою мірою відображають концепції і методи створення та функціонування ВІС. При цьому основна увага акцентується або на стандартах, які підтримують переносимість програм, або на стандартах, які забезпечують комунікацію. У цих двох напрямках розробляються відповідні концепції і методи, які формалізуються і деталізуються комплексами стандартів. Для кожного напрямку характерний розвиток методів і стандартів, орієнтованих на підтримку і реалізацію конкретного напрямку, а також окремої групи методів і стандартів, загальних для обох напрямків.

Мета першого напрямку - створення методів відкритих систем (ОС), що забезпечують відносно простий і ефективний щодо трудомісткості і якості перенесення апробованих прикладних програмних засобів обробки інформації і баз даних (БД) на різні апаратні та операційні платформи [5].

Мета другого напрямку - забезпечення оперативного обміну даними між компонентами ІС, що базуються на гетерогенних і розподілених апаратних платформах (OSI). Для цього

потрібно було створити концепції та методи уніфікації оперативного транспортування даних між компонентами ІС в реальному часі. Проблема полягає в забезпеченні сумісності різних систем передачі даних і в ефективному використанні розподілених обчислювальних ресурсів для обробки інформації, а також в можливості попереднього вибору типів і ресурсів відповідно до потреб ІС для вирішення конкретних прикладних задач [6].

Основний економічний ефект в цьому випадку досягається за рахунок скорочення додаткових перетворень даних на стиках комунікаційних засобів і підвищення тим самим ступеня корисного використання обчислювальних ресурсів. Ці методи, так саме, як і для першого напрямку, можна розділити на три частини: Порівняльна таблиця викладених вище напрямків представлена в табл. 1.

Таблиця 1

Назва	Мета	Групи методів	Стандарти	Переваги	Недоліки
OCS	Створення методів перенесення прикладних програмних засобів обробки інформації і БД на різні апаратні та операційні платформи	Локалізація та уніфікація інтерфейсів ПЗ	POSIX (концепція і функції інтерфейсів ОС, що переносяться)	Відносно просте створення системи	Необхідність створення або придбання хмарного сховища
		Уніфікація коду програм і опису даних	Стандарти забезпечують переносимість додатків	Можливість модифікації існуючої ІС	
		Уніфікація зовнішніх інтерфейсів додатків	Стандарти регламентують взаємодію з зовнішнім середовищем	Незалежність від програмної і апаратної платформ	
OSI	Забезпечення швидкого обміну даними між компонентами ІС	Створення загальної архітектури інтерфейсів ІС	Стандарти, що підтримують семирівневу модель	Поділ комунікації на простіші етапи	Неможливість використовувати при модифікації ІС
		Уніфікація основних системних функцій і зовнішніх інтерфейсів	Стандарти комунікації даних між компонентами ІС	Прискорення розробки нових програмних і апаратних продуктів	Шифрування даних тільки на високих рівнях моделі
		Уніфікація обміну інформацією в складних ІС	Стандарти регламентації взаємодії із зовнішнім середовищем	Забезпечення інтеграбельності	Складна реалізація

Припускаючи виконання організаційно-технічних та інших вимог до ВІС (таких як відкрита специфікація на інтерфейси, служби і формати даних), ввижається доцільним використовувати напрямок OCS, реалізований за допомогою об'єктно-орієнтованого підходу (ООП) для

формування базового набору модулів ІС з можливістю доповнення цих модулів необхідними замовнику функціями і структурами даних.

### 3. Постановка задачі дослідження

Основними оцінками ходу та результатів проектування ВІС, побудованих з використанням ООП, є мінімум складності міжоб'єктних інтерфейсів; максимум функцій взаємодії з існуючими платформами, реалізованих АЗ системи; мінімум складності компонент, що залежать від АЗ, або мінімум обсягу об'єктів, не задіяних при роботі в умовах конкретної платформи; максимум продуктивності компонент системи при вирішенні задач; максимум вірогідності обробки даних тощо.

На основі вихідних даних визначаються такі характеристики, як множина функціональних задач; множина процедур обробки даних; множина компонентів АЗ ВІС, що реалізують функціонування системи на різних апаратних платформах; варіанти можливої взаємодії процедур відкритої системи з АЗ; характеристики процедур обробки даних, прикладного ПЗ та АЗ і технічних засобів.

Як така, що сприяє досягненню мети дослідження, в роботі [7] пропонується модель вирішення задачі синтезу структури ВІС, що забезпечує складність компонент при функціонуванні системи на різних платформах. Ця модель має вигляд

$$\min_{\{x_{rv}, z_{vj}\}} \left\{ \sum_{r=1}^R \sum_{v=1}^V x_{rv} (1 - x_{r+1,v}) \left[ C_v + \sum_{j=1}^R z_{vj} c_j \right] \right\}. \quad (1)$$

Але дана модель не враховує ряд обмежень, які можуть бути пред'явлені до системи, а також загальний обсяг компонент системи, що впливає на можливість включення в систему користувачів з будь-яким комплексом апаратних засобів. До того ж, дана модель не враховує складність міжоб'єктного інтерфейсу, що може позначитися на швидкості обміну інформацією між компонентами системи, як наслідок, впровадження подібної системи стає недоцільним. Це призвело до необхідності доопрацювання і вдосконалення моделі рішення задачі синтезу структури ВІС. Таким чином, були виділені такі задачі даного дослідження:

- удосконалення моделі вирішення задачі синтезу структури ВІС;
- аналіз і вибір алгоритмів вирішення задачі синтезу структури ВІС;
- апробація отриманих результатів.

### 4. Удосконалення моделі вирішення задачі синтезу структури відкритої інформаційної системи

Приймемо як оцінку оптимальності ВІС, експлуатація якої здійснюється на різних платформах, відношення загального обсягу компонент, використовуваних в ході функціонування системи на конкретній апаратній платформі, до загального обсягу компонентів системи. Тоді задачу проектування ВІС можна сформулювати таким чином:

$$\min_{\left\{ \begin{matrix} x_{rv} \\ x_{rp} \\ y_{if} \end{matrix} \right\}} \left( \sum_{v=1}^V \sum_{r=1}^R \sum_{p=1}^R \left\{ x_{rv} x_{rp} \left( 1 - \sum_{r'=1}^R x_{r'v} x_{r,p+1} \right)^* \right. \right. \\ \left. \left. * \left[ H_v + \sum_{f=1}^F \left( q_j K_f z_{vl}^{rp} + \gamma_{vl}^{rp} \sum_{l=1}^L k_l a_{vl}^{rp} y_{lf} \right) \right] \right\} \right)^* \\ * \left( \sum_{v=1}^V \sum_{r=1}^R \sum_{p=1}^R \left\{ x_{rv} x_{rp} \left( 1 - \sum_{r'=1}^R x_{r'v} x_{r,p+1} \right)^* \right. \right. \\ \left. \left. * \left[ H_v + \sum_{f=1}^F \left( C_v + \sum_{j=1}^F c_j (z_{vl}^{rp} + \varepsilon_{vl}^{rp}) \right) \right] \right\} \right)^{-1} \quad (2)$$

при обмеженнях:

- на загальне число об'єктів в системі  $V \leq \bar{V}$ , де  $\bar{V}$  - максимально допустима кількість об'єктів в системі;

- на включення окремих процедур до складу одного об'єкта  $x_{rv} + x_{\bar{r}v} \leq 1$ ,  $x_{rv} x_{\bar{r}v} x_{r\bar{v}} \dots = 1$  для заданих процедур  $a_{rv} a_{\bar{r}v} a_{r\bar{v}} \dots$ ;  $V = 1, 2, \dots, \bar{V}$ ;

- на загальне число процедур або груп процедур в складі кожного об'єкта  $\sum_{r=1}^R x_{rv} \leq \overline{M}_v$ ,
- $\sum_{r=1}^R (x_{rv} x_{\bar{r}v} x_{r\bar{v}} \dots) \leq \tilde{M}_v$ , де  $M_v$  - максимально допустима кількість процедур в v-му об'єкті;  
 $\tilde{M}_v$  - максимально допустима кількість груп процедур в v-му об'єкті;
- на одноразовість включення процедур обробки даних в об'єкти  $\sum_{v=1}^V x_{rv} = 1, r = 1, 2, \dots, R$ ;
- на передачу управління з об'єкта до завершення обробки даних усіма процедурами об'єкта  $\sum_{r=1}^R \sum_{p=1}^R x_{rv} x_{rp} \left( 1 - \sum_{\bar{r}=1}^R x_{\bar{r}v} \right) = 1$  для заданого v-го об'єкта;
- на обсяг кожного об'єкта  $\sum_{r=1}^R h_r x_{rv} \leq \overline{H}_v, v = 1, 2, \dots, V$  де  $\overline{H}_v$  - максимально допустимий обсяг v-го об'єкта;
- на число системних функцій, що викликаються процедурами кожного об'єкта  $\sum_{l=1}^L z_{vl} \leq L_v, v = 1, 2, \dots, V$ , де  $z_{vl} = 1$ , якщо  $\sum_{r=1}^R w_{rl} w_{rv} = 1$ , і  $z_{vl} = 0$  в іншому випадку;  $L_v$  - максимально припустима кількість системних функцій, що викликаються процедурами v-го об'єкта;
- на складність інтерфейсу між об'єктами системи  $\sum_{l=1}^L \sum_{v=1}^{V-1} \sum_{v'=v+1}^V z_{vl} z_{v'l} \leq S$ , де  $S$  - максимально припустимий інформаційний інтерфейс між об'єктами системи;
- на складність інформаційного інтерфейсу між окремо взятими об'єктами системи  $\sum_{l=1}^L z_{vl} z_{v'l} \leq S_{v'v}$ , де для заданих об'єктів  $v$  і  $v'$   $S_{v'v}$  - максимальне число загальних входів-виходів об'єктів;
- на дублювання апаратно-залежних компонентів системи  $\sum_{f=1}^F y_{vf} = g, g = 1, 2, \dots, G$ , де  $G$  - припустима ступінь дублювання апаратно-залежних компонентів системи, тобто реалізації в компонентах АЗ функціонування системи на одній платформі;
- на число компонентів АЗ ВІС, загальних для компонентів прикладного ПЗ  $\sum_{f=1}^F \sum_{v=1}^{V-1} \sum_{v'=v+1}^V z_{vf} z_{v'f} \leq C$ , де  $C$  - максимально допустима кількість компонентів АЗ ВІС, що є загальними для виділених об'єктів прикладного ПЗ;
- на число компонентів АЗ ВІС, загальних для окремих об'єктів прикладного ПЗ  $\sum_{f=1}^F z_{vf} z_{v'f} \leq C_{v'v}$ , де для заданих об'єктів  $v$  і  $v'$   $C_{v'v}$  - максимальне число загальних входів-виходів об'єктів;
- на одноразовість виконання кожної процедури в послідовності обробки даних  $\sum_{p=1}^P x_{rp} w_{rp} = 1, r = 1, 2, \dots, R$ ;
- на число одночасно виконуваних процедур  $\sum_{p=1}^P x_{rp} w_{rp} = a, r = 1, 2, \dots, R$ ; де  $a$  - допустиме число одночасно виконуваних процедур в послідовності виконання.

## 5. Вибір методів вирішення задачі синтезу структури відкритої інформаційної системи

Задача синтезу системи об'єктів прикладного ПЗ, що мінімізує інформаційний інтерфейс, є нелінійною задачею цілочисельного програмування. Для вирішення задач даного типу можливе використання таких методів:

- метод можливих напрямків;
- метод Келлі, або метод січних площин;
- алгоритм Гомори;
- метод гілок і меж;
- метод штрафів;
- метод спрямованого конструювання рішення з обмеженим перебором [8].

На основі аналізу даних методів як найбільш доцільні для вирішення задач оптимізації були обрані метод гілок і меж і метод спрямованого конструювання рішення з обмеженим перебором. Далі на основі вибраних методів був розроблений наступний алгоритм вирішення задачі.

Крок 1. У процесі розгалуження для деякої вершини фіксується множина змінних  $\{\bar{x}_{rv}\}$ .

Крок 2. У множині  $\{\bar{x}_{rv}\}$  визначається змінна  $x_{r^*v^*}$  з максимальним індексом по  $r$ , тобто  $r^* = \max\{r\}$ .

Крок 3. Для об'єкта з індексом  $v^*$  обчислюється його вільний об'єм  $d_v = \bar{M}_{v^*} - \sum_{d_v \in M} x_{rv^*}$ , де  $\bar{M}$  - множина процедур в складі об'єкта з індексом  $v^*$ .

Крок 4. Якщо  $d_v \neq 0$ , фіксується частина множини змінних доповнення, що забезпечують нижню межу рішень. У цю множину входять змінні з індексом  $r = r^* + 1, r^* + 2 \dots$  і  $v = v^*$ .

Крок 5. Обчислюються вільні обсяги  $d_v, v = \overline{1, V^*}$  для всіх об'єктів, в які розподілено хоча б одну процедуру.

Крок 6. Обчислюється загальна кількість нерозподілених процедур  $C = R - \sum_{r=1}^R \sum_{v=1}^{V^*} \bar{x}_{rv}$ , де  $V^*$  - число вже утворених об'єктів прикладного ПЗ; якщо  $C = 0$  - перехід до кроку 9.

Крок 7. Якщо  $C = \max\{d_v\}$  і  $V^* \leq V$ , фіксується множина змінних  $\{\bar{x}_{rv}\}$ , де  $V$  - максимально припустима кількість утворюваних об'єктів прикладного ПЗ;  $\bar{r}$  - індекс процедури, розподіленої останньою в процесі роботи алгоритму.

Крок 8. Якщо  $C = \max\{d_v\}$  і  $V^* = V$  фіксується множина змінних  $\{\bar{x}_{rv}\}$ , починаючи з об'єкта максимального вільного об'єму в порядку зменшення їх значень. Перехід до кроку 5.

Крок 9. Обчислюється значення величини  $\bar{n}_i^k(\bar{x}_{rv})$  відповідно до виразу

$$\bar{n}_i^k = \sum_{r=1}^R \sum_{v=1}^V x_{rv}(1 - x_{r+1,v}).$$

Таким чином, розроблений алгоритм включає такі основні операції:

- визначення  $\{y_{\theta_v}\}$ , відповідних до мінімальної оцінки;
- побудова альтернативних мереж  $G_v$  у верхівці дерева розгалуження з мінімальною оцінкою;
- впорядкування мереж  $G_v$  відповідно до ваги  $p$  в порядку убавання ваг;
- визначення для кожної мережі оптимального шляху, що складається з набору процедур.

## 6. Апробація результатів використання методу проектування інформаційної системи з відкритою архітектурою

Апробація результатів проводилася на прикладі інформаційно-аналітичної системи "Реєстр Ліги українських клубів (ЛУК)" (ІАС "Реєстр ЛУК"). Ця система розроблялася на замовлення Всеукраїнської громадської організації "ЛУК інтелектуальних ігор". Метою створення ІАС "Реєстр ЛУК" було підвищення ефективності роботи зазначеної організації шляхом

автоматизації функціональних задач ІАС, що забезпечує зниження часових витрат організаторів та учасників ігор на пошук потрібної інформації; автоматизація документообігу організації; формування статистичних звітів для аналізу та планування ігор; а також організація веб-доступу до актуальної інформації про діяльність ЛУК та її учасників для підвищення оперативності взаємодії учасників та організаторів ігор [9,10].

Розробка і впровадження ІАС "Реєстр ЛУК" як ВІС реалізовано з використанням методів побудови структури та об'єктів прикладного ПЗ, викладених вище. Як критерії синтезу структури прикладного ПЗ були використані: мінімум складності міжоб'єктного інтерфейсу для кожної підсистеми і мінімум обсягу компонентів системи в цілому. Як критерії синтезу об'єктів прикладного ПЗ використовувалися: мінімум загального числа звернень об'єктів один до одного в процесі функціонування системи, мінімум технологічної складності реалізації взаємодії об'єктів з компонентами АЗ і з об'єктами, що містять процедури обробки даних, які залежать від конкретної реалізації.

Для вирішення задач синтезу були виділені об'єкти, реалізовані кожною підсистемою, що входить до ІАС "Реєстр ЛУК", їх вхідні і вихідні дані, зроблено оцінку складності та обсягу реалізації процедур, а також обсягу переданих даних. Компоненти системи і їх скорочені найменування наведено в табл. 2; об'єкти, що входять до складу компонентів системи, представлені в табл. 3.

Таблиця 2

Умовне найменування	Компонент
ОГ	Облік гравців
ОК	Облік команд
ОСК	Облік складів команд
ОЧ	Облік членства ЛУК
ОПЗ	Облік поданих заявок на захід
ОСВ	Облік сплати вступних і членських внесків
ОСІВ	Облік сплати ігрових внесків
ОТ	Облік тарифів вступних і членських внесків
ОП	Облік посад ЛУК
ОЗП	Облік посад, займаних членами ЛУК

Як видно з табл. 3, при роботі багатьох прикладних підсистем використовуються ті ж самі об'єкти інформаційного забезпечення ІАС "Реєстр ЛУК". Ця обставина викликає необхідність багаторазової реалізації прикладного ПЗ на етапах вибору і завантаження даних, пошуку, збереження результату тощо. При цьому кожна подібна реалізація повинна бути модифікована для вирішення конкретної функціональної задачі. Будь-які зміни структури прикладного ПЗ, неминучі в процесі еволюції системи, повинні бути одночасно доступними для всіх спеціалізованих підсистем після реалізації цих змін в об'єктах одного або декількох рівнів ієрархічної структури.

Як було викладено вище, задача синтезу структури ВІС може бути вирішена з врахуванням ряду обмежень. Конкретні значення правих частин цих обмежень для вирішення задачі побудови ІАС "Реєстр ЛУК", наведено в табл. 4. Обсяг пам'яті, яка потрібна для реалізації кожного з об'єктів системи, представлено в табл. 5.

Для вирішення задачі використовувався алгоритм, заснований на спільному застосуванні методів гілок і меж і спрямованого конструювання рішення. В результаті розрахунку за запропонованим алгоритмом було отримано оптимальне рішення задачі, яке пропонує розділити систему на п'ять окремих компонентів (функціональних задач). Опис входження об'єктів системи до відповідних компонентів наведено в табл. 6.

Отримане рішення забезпечує необхідний ступінь розширення системи, можливостей для її адаптації до умов, що змінюються в процесі еволюції завдання обробки даних, уніфікації інформаційних інтерфейсів. Завдяки комплексному об'єктно-орієнтованому проектуванню з використанням методик проектування прикладного ПЗ ВІС була отримана



Таблиця 3

Об'єкт	ОГ	ОК	ОСК	ОЧ	ОПЗ	ОСВ	ОСІВ	ОТ	ОП	ОЗП
Гра					+					
Гравець	+	+	+	+	+	+	+			+
Ігровий регіон	+	+	+	+	+	+	+			+
Ліга					+		+			
Рівень складності ліги					+		+			
Склад ліги					+		+			
Сезон					+		+			
Чемпіонат					+		+			
Легионер			+		+					
Капітан	+	+	+		+					
Фізична особа	+	+	+	+	+	+				+
Юридична особа	+	+	+	+	+	+				
Команда		+	+		+		+			
Склад команди			+		+					
Член ЛУК				+	+	+				+
Вікова категорія				+	+	+		+		
Внесок				+	+	+		+		
Тариф								+		
Контракт										+
Вакансія										+
Посада									+	+
Захід					+		+			
Заявка на захід					+		+			

Таблиця 4

Обмеження	Значення
На загальне число об'єктів в системі	5
На включення окремих процедур до складу одного об'єкта	-
На загальне число процедур або груп процедур в складі кожного об'єкта	7
На одноразовість включення процедур обробки даних в об'єкти	-
На обсяг кожного об'єкта	2048КБ
На число системних функцій, що викликаються процедурами кожного об'єкта	-
На складність інтерфейсу між об'єктами системи	32
На дублювання об'єктів системи	1
На число компонентів АЗ ВІС, загальних для компонентів ПЗ	-
На одноразовість виконання процедури в послідовності обробки даних	-
На число одночасно виконуваних процедур	-

структура об'єктів, що виконують функціональні задачі із заданою ефективністю, досягнута інтероперабельність системи, мобільність системи і персоналу.

## 7. Висновки

В ході дослідження було вдосконалено модель задачі синтезу структури ВІС за запропонованими критеріями ефективності. Поставлена задача є задачею нелінійного цілочисельного програмування комбіаторного типу, для вирішення якої запропоновані алгоритми, засновані на використанні методу гілок і меж.

Таблиця 5

Позначення	Об'єкт	Обсяг, Кб
a <sub>1</sub>	Гра	512
a <sub>2</sub>	Гравець	512
a <sub>3</sub>	Ігровий регіон	256
a <sub>4</sub>	Ліга	256
a <sub>5</sub>	Рівень складності ліги	128
a <sub>6</sub>	Склад ліги	1024
a <sub>7</sub>	Сезон	256
a <sub>8</sub>	Чемпіонат	256
a <sub>9</sub>	Легіонер	128
a <sub>10</sub>	Капітан	128
a <sub>11</sub>	Фізична особа	128
a <sub>12</sub>	Юридична особа	128
a <sub>13</sub>	Команда	256
a <sub>14</sub>	Склад команди	1024
a <sub>15</sub>	Член ЛУК	128
a <sub>16</sub>	Вікова категорія	256
a <sub>17</sub>	Внесок	128
a <sub>18</sub>	Тариф	256
a <sub>19</sub>	Контракт	128
a <sub>20</sub>	Вакансія	128
a <sub>21</sub>	Посада	128
a <sub>22</sub>	Захід	256
a <sub>23</sub>	Заявка на захід	512

Таблиця 6

Компонент	1	2	3	4	5
Загальний об'єм	1024	1536	1920	1 280	1 280
Об'єкт	a <sub>2</sub> , a <sub>3</sub> , a <sub>11</sub> , a <sub>12</sub>	a <sub>9</sub> , a <sub>10</sub> , a <sub>13</sub> , a <sub>14</sub>	a <sub>1</sub> , a <sub>4</sub> , a <sub>5</sub> , a <sub>6</sub>	a <sub>7</sub> , a <sub>8</sub> , a <sub>22</sub> , a <sub>23</sub>	a <sub>15</sub> , a <sub>16</sub> , a <sub>17</sub> , a <sub>18</sub> , a <sub>19</sub> , a <sub>20</sub> , a <sub>21</sub>

articles/art\_19.shtml. 4. *Матяш С.А.* Корпоративні інформаційні системи // Directmedia. 2016. №1 (11). С. 161-164. 5. *Vogel B., Gkouskos D.* An open architecture approach: Towards common design principles for an IOT architecture // ACM International Conference Proceeding Series. 2017. Part F130530. P. 85-88. doi: 10.1145 / 3129790.3129793. 6. *Bagby P., Hubert A.J., White R., Cafarelli S., Shaver J.* Open architecture modeling, verification, and validation // AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference. 2018. 7. *Яблонський А.С.* Формальна методологія проектування відкритих систем // X міжнародна конференція "Проблеми управління безпекою складних систем". М. 2007. Т.2. С.140-142. 8. *Function (X).* Рішення задач цілочисельного програмування: методи і приклади. Режим доступу: [https://function-x.ru/zadacha\\_celochislenogo\\_programirovaniya.html](https://function-x.ru/zadacha_celochislenogo_programirovaniya.html). 9. *ЛУК.* Про Лігу українських клубів інтелектуальних ігор. Режим доступу: <http://luk.org.ua/about>. 10. *Євланов М.В.* Моделі, методи і інформаційна технологія розробки архітектури складних інформаційних систем на основі функціональних вимог: дис. ... д-ра техн. наук. Харків: ХНУРЕ, 2017. 480 с.

Надійшла до редколегії 21.06.2018

**Карабицька Олена Дмитрівна**, студентка кафедри ІУС. Наукові інтереси: проблеми інтелектуалізації проектування і експлуатації інформаційних управляючих систем. Адреса: Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14, тел. 70-21-451.

## РЕФЕРАТИ

---

УДК 378.14

**Дослідження і аналіз дидактичної політики університету при підготовці фахівців з інформаційних технологій** / В.В. Семенець, В.М. Левикін, В.І. Саєнко // АСУ та прилади автоматики. 2018. № 175. С. 4-14.

Розглянуті головні фактори, які впливають на процес підготовки фахівців з інформаційних технологій. Проведено аналіз перспектив та побоювань розвитку ІТ-сфери, здатних вплинути на дидактичну політику університету. Розроблені моделі навчального процесу. Запропоновані вдосконалення дидактичної політики Харківського національного університету радіоелектроніки під час підготовки студентів за спеціальністю "126 - Інформаційні системи і технології".

Лл. 11. Бібліогр.: 17 назв.

UDC 378.14

**Research and analysis of the didactic policy of the university in the preparing of information technology specialists** / V.V. Semenets, V.M. Levykin, V.I. Saenko // Management Information System and Devices. All-Ukr.Sci.Interdep.Mag. 2018. №. 175. P. 4-14.

The main factors influencing the process of preparation of specialists in information technologies are considered. The analysis of perspectives and concerns of IT sphere development that can influence the didactic policy of the university is carried out. Developed models of educational process. Improvement of the didactic policy of the Kharkov National University of Radio Electronics during the preparation of students in the specialty "126 - Information Systems and Technologies" are proposed.

Fig. 11. Ref.: 17 items.

---

УДК 519.7

**Модель циклу виявлення і використання знань в знання-ємних бізнес-процесах** / В.М. Левикін, О.В. Чала // АСУ та прилади автоматики. 2018. № 175. С. 14-19.

Розглянуто особливості та структура знання-місткого бізнес-процесу (БП). Показано, що такі БП реалізують цикл постійного вдосконалення шляхом доповнення моделі новими послідовностями дій і адаптації існуючих послідовностей з тим, щоб підвищити ефективність досягнення результатів БП з урахуванням змін в предметній області і нових зовнішніх впливів. Необхідною умовою вдосконалення таких БП є виявлення неформальних знань про виконання процесів у результаті аналізу їх поведінки. Запропоновано модель циклу виявлення і застосування знань при виконанні знання-місткого БП. Відмінність запропонованого підходу полягає в тому, що адаптація моделі БП виконується не тільки після його завершення, а й під час виконання, шляхом виявлення контекстних залежностей виконання дій та імплементації їх у вигляді конфігураційних правил в системі процесного управління.

Лл. 2. Бібліогр.: 11 назв.

UDC 519.7

**Model of cycle to identify and use of the knowledge in the knowledge-intensive processes** / V.M. Levykin, O.V. Chala // Management Information system and Device. All-Ukr. Sci. Interdep. Mag. 2018. № 175. P. 14-19.

The features and structure of knowledge-intensive business process (BP) are considered. It has been shown that such processes implement a continuous improvement cycle by supplementing the model with new sequences of actions and adapting existing sequences in order to improve the effectiveness of achieving the results of the BP, taking into account changes in the subject area and new external influences. A necessary condition for the improvement of such processes is the identification of informal knowledge of performance as a result of the analysis of their behavior. The model of the cycle of identification and application of knowledge in the course of carrying out a knowledge-intensive BP is proposed. The difference between the proposed approach is that the adaptation of the BP model is performed not only after it is completed, but also at run time, by identifying the contextual dependencies of the implementation of the actions and implementing them in the form of configuration rules in the process management system.

Fig. 2. Ref.: 11 items.

---

УДК 519.7

**Постановка задачі прецедентного управління наскрізними бізнес-процесами** / С.Ф. Чалий, І.В. Левикін, А.Ю. Кальницька // АСУ та прилади автоматики. 2018. № 175. С. 19-26.

Розглянуто особливості реалізації процесного управління наскрізними бізнес-процесами (БП). Показано, що при управлінні такими процесами розподіл ресурсів і контроль виконання БП виконується власником процесу без урахування організаційної структури підприємства, що призводить до конкуренції БП за ресурси. Виділено ключові елементи прецеденту: властивості предметної області, що задають обмеження на вирішення задачі; всі реалізовані на практиці процеси вирішення задачі, що дозволяють отримати кінцевий результат БП. Показано, що ключовими задачами управління наскрізними БП є: формування безлічі прецедентів для нового БП на основі аналізу даних про поведінку аналогічних БП; відбір прецедентів наскрізних БП; управління БП з використанням прецедентів. Представлено формальну постановку задачі прецедентного управління як задачі мінімізації часу очікування ресурсів при обмеженнях на час виконання кожного з цих процесів.

Лл. 2. Бібліогр.: 9 назв.

UDC 519.7

**The problems of the precedent management of the survival business processes** / S.F. Chalyi, I.V. Levikin, A.Yu. Kalnytska // Management Information System and Devices. All-Ukr. Sci. Interdep. Mag. 2018. №. 175. P. 19-26.

The peculiarities of realization of process management by through business processes (BP) are considered. It is shown that in the management of such processes, the resource allocation and control of the execution of the BP is performed by the owner of the process without taking into account the organizational structure of the enterprise, which leads to competition of BP for the resources. The key elements of the precedent are distinguished: the properties of the subject area, which set the limitations on the solution of the problem; all the practical processes of solving the problem, which allow obtaining the final result of the BP. It is shown that the key tasks of managing pass-through BP are: the formation of a set of precedents for a new BP based on the analysis of behavioral data of similar BP; selection of precedents for pass-through BP; BP management using precedents. The formal setting of the case management problem is presented as a task of minimizing the waiting time of resources with restrictions on the time of execution of each of these processes.

Fig. 2. Ref.: 9 items.

---

УДК 004.03:65/056.55

**Організація захисту інформації інформаційної системи виявлення психоемоційних і когнітивних порушень** / В.І. Руженцев, О.В. Висоцька, Л.М. Рисована, Ю.Є. Зінченко, Р.В. Алексєнко // АСУ та прилади автоматики. 2018. № 175. С. 26-31.

Однією з актуальних проблем сучасної медицини залишається зростання емоційних і когнітивних порушень, які мають тенденцію до прогресування в популяції населення і часто супроводжуються органічними і симптоматичними психічними розладами на тлі цереброваскулярної патології. Аналіз відомих інформаційних систем виявлення психоемоційних і когнітивних порушень показав, що більшість з них мають або слабкий рівень захисту інформації, або, навпаки, є занадто складними і громіздкими, а також створюють масу проблем при їх експлуатації. Тому в основу роботи покладена розробка заходів з організації захисту інформації для інформаційної системи виявлення психоемоційних і когнітивних порушень. Як найбільш ефективний алгоритм захисту інформації був обраний симетричний алгоритм блочного шифрування AES. Застосування цього алгоритму дозволило за рахунок його байт-орієнтованої структури досягти необхідної і достатньої продуктивності виконання операцій шифрування на різних програмних платформах при досить великому обсязі різномірної інформації і забезпечити конфіденційність важливої медичної інформації на всіх етапах виявлення психоемоційних і когнітивних порушень.

Лл. 1. Бібліогр.: 14 назви.

UDC 004.03:65/056.55

**Organization of information protection of the information system detection of psychoemotional and cognitive disorders** / V.I. Ruzhentsev, O.V. Vysotska, L.M. Rysovana, Yu.Ye. Zinchenko, R.V. Alekseienco // Management Information System and Devices. All-Ukr. Sci. Interdep. Mag. 2018. №. 175. P. 26-31.

One of the current problems of modern medicine is the growth of emotional and cognitive disorders, which trend to progress in the population and is often accompanied by organic and symptomatic mental disorders in the background of cerebrovascular pathology. Analysis of well-known information systems for the detection of psychoemotional and cognitive disorders showed that most of them possess either a weak degree of information protection or, on the contrary, too complicated and cumbersome, and also create a lot of problems in their operation. Therefore, the basis of the work was the development of measures to organize information protection for the information system for the detection of psychoemotional and cognitive disorders. As the most effective algorithm for protecting information, a symmetric block encryption AES algorithm was chosen. The application of this algorithm allowed, due to its byte-oriented structure, allowed to achieve the necessary and sufficient performance of encryption operations on various software platforms with a sufficiently large amount of heterogeneous information and to ensure the confidentiality of important medical information at all stages of identifying psychoemotional and cognitive disorders.

Fig. 1. Ref.: 14 items.

---

УДК 044.03

**Удосконалений метод синтезу варіантів опису архітектури створюваної інформаційної системи** / М.В. Євланов // АСУ та прилади автоматики. 2018. № 175. С. 32-41.

Досліджені основні шляхи розвитку методів і засобів аналізу вимог до інформаційної системи. Проаналізовано існуючий метод синтезу варіантів опису архітектури інформаційної системи, виявлено його основні недоліки. Запропоновано вдосконалення, які дозволяють скоротити обчислювальні витрати на реалізацію даного методу. Проведено апробацію запропонованих вдосконалень під час вирішення задачі синтезу архітектури функціонального модуля безпеки праці.

Табл. 3. Бібліогр.: 17 назв.

---

UDC 044.03

**Improved method for synthesizing variants of description of the architecture of the created information system** / M.V. Yevlanov // Management Information System and Devices. All-Ukr. Sci. Interdep. Mag. 2018. №. 175. P. 32-41.

The basic ways of development of methods and means of analysis of requirements to the information system are investigated. The existing method of synthesis of variants of description of the architecture of the information system is analyzed, its main disadvantages are revealed. Improvements, which allow reducing the computational costs for the implementation of this method, are proposed. The approbation of the proposed improvements during the solution of the problem of the synthesis of the architecture of the functional module of labor safety was carried out.

Tab. 3. Ref.: 17 items.

---

УДК 044.053

**Метод оцінювання досвіду команди виконавців ІТ-проекту створення інформаційної системи** / Н.В. Васильцова, О.Є. Неумивакіна, І.Ю. Панфьорова // АСУ та прилади автоматики. 2018. № 175. С. 41-48.

Досліджені основні особливості та недоліки існуючих параметричних моделей оцінювання ІТ-проектів. Розглянуті особливості показника якості виконання робіт співробітником ІТ-проекту та показника ступеня знайомства виконавця ІТ-проекту з класами створюваного програмного забезпечення. Запропоновано як основну одиницю виміру використовувати онтологічні точки ІТ-проекту. Розроблено формальний опис показника, який оцінює досвід команди виконавців ІТ-проекту та вдосконалено метод розрахунку цього показника.

Табл. 4. Бібліогр.: 9 назв.

---

UDC 044.053

**Method of evaluation of the experience of the team of executors of the IT project of creating an information system** / N.V. Vasylytova, O.E. Neumivakina, I.Yu. Panfyorova // Management Information System and Devices. All-Ukr. Sci. Interdep. Mag. 2018. № 175. P. 41-48.

The main features and disadvantages of existing parametric models of IT project evaluation are investigated. The peculiarities of the quality index of the work performed by the employee of the IT project and the rate of acquaintance of the IT implementer with the classes of the software being created are considered. It is proposed to use the ontological points of the IT project as the main unit of measurement. A formal description of the indicator was developed that evaluates the experience of the team of IT project executives and improves the method of calculating this indicator.

Tab. 4. Ref.: 9 items.

---

УДК 004.652.4:35.076.13

**Архітектура системи надання електронних адміністративних послуг** / Т.Г. Білова // АСУ та прилади автоматики. 2018. № 175. С. 49-53.

Запропоновано інформаційну модель адміністративної послуги, засновану на взаємозв'язку суб'єктів звернення та надання послуг через стандартний канал взаємодії. Визначено компоненти архітектури надання адміністративних послуг в рамках електронного уряду. Архітектура базується на представленні інформаційної структури держави у вигляді мультибази даних з глобальної схемою, що дає можливість інтегрувати інформацію з баз даних різних органів влади.

Іл. 4. Бібліогр.: 8 назв.

UDC 004.652.4:35.076.13

**The architecture of the electronic administrative services system** / T. Bilova // Management Information System and Devices. All-Ukr. Sci. Interdep. Mag. 2018. № 175. P. 49-53.

An information model of the administrative service based on the relationship between the addressing subjects and the provision of services through a standard channel of interaction is proposed. The components of the architecture for the provision of administrative services in the framework of e-government have been determined. The architecture is based on the representation of the information structure of the state in the form of a multi-database with a global scheme, which makes it possible to integrate information from databases of various authorities.

Fig. 4. Ref.: 8 items.

---

УДК 004.021

**Метод формування каталогу ІТ-сервісів** / В.М. Левикін, І.О. Юр'єв, О.В. Петриченко // АСУ та прилади автоматики. 2018. № 175. С. 54-59.

Сформульовано та вирішено задачу створення каталогу ІТ-сервісів підприємства. Для автоматизованого вирішення цієї задачі розроблено метод формування каталогу ІТ-сервісів. Зазначений метод базується на каталозі з дворівневою структурою, яка дозволяє виділяти ІТ-сервіси бізнес-рівня, що підтримують бізнес-процеси підприємства, та ІТ-сервіси технічного рівня, що необхідні для підтримки ІТ-інфраструктури підприємства. Для формального опису було розроблено шаблон опису ІТ-сервісів. Розглянуто реалізацію запропонованого методу, розроблено діаграми потоків даних та UML Activity діаграму виконання задачі формування каталогу ІТ-сервісів.

Табл. 1. Іл. 2. Бібліогр.: 6 назв.

UDC 004.021

**Method for forming the catalog of IT services** / V.M. Levykin, I.A. Iuriev, A.V. Petritshenko // Management Information System and Devices. All-Ukr. Sci. Interdep. Mag. 2018. № 175. P. 54-59.

The task of creating a directory of IT services of the enterprise is formulated and solved. For the automated solution of this problem, a method for creating a catalog of IT services has been developed. The method is based on a two-tiered directory, which allows you to allocate business-level IT services that support enterprise business processes and IT-services of the technical level necessary to support the IT infrastructure of the enterprise. A description of the IT services was developed for the formal description. The implementation of the proposed method is considered, data flow diagrams and UML Activity diagram for the task of forming the IT service catalog are developed.

Tab. 4. Fig. 2. Ref: 6 items.

---

УДК 004.055:51-74

**Метод управління проектуванням освітніх сайтів на базі систем управління вмістом** / О.І. Хорошевський // АСУ та прилади автоматики. 2018. № 175. С. 60-64.

Проаналізовано особливості розробки невеликих ІТ-проектів створення сайтів. Запропоновано методику передпроектного аналізу вимог до сайтів. Використання запропонованої методики дозволяє спростити ініціацію ІТ-проектів створення освітніх сайтів. Розроблено загальний метод управління проектування освітніх сайтів. Для кращого використання розробленого методу запропоновані критерії вибору шаблонів сайту. Основний ефект від використання результатів дослідження полягає у скороченні часу проектування освітніх сайтів.

Табл. 2. Іл. 1. Бібліогр.: 13 назв.

UDC 004.055:51-74

**The method of managing design educational sites based on content management systems** / O.I. Khoroshevsky // Management Information System and Devices. All-Ukr. Sci. Interdep. Mag. 2018. № 175. P. 60-64.

The peculiarities of development of small IT projects for creating sites are analyzed. The method of pre-design analysis of requirements for sites is offered. Using the proposed methodology allows you to simplify the initiation of IT projects to create educational sites. The general method of managing the design of educational sites is developed. For the best use of the developed method, the criteria for selecting site templates are proposed. The main effect of using research results is to reduce the time spent designing educational sites.

Tab. 2. Fig. 1. Ref.: 13 items.

---

УДК 044.03; 681.518:061

**Формалізований опис візуальних представлень автоматизованого процесу** / М.В. Євланов, С.В. Корнеєва // АСУ та прилади автоматики. 2018. № 175. С. 65-74.

Проведено аналіз існуючих візуальних моделей автоматизованих процесів підприємств та визначено проблему їх узгодженого представлення. Сформульовано задачу узгодження структурних та об'єктно-орієнтованих візуальних моделей процесу шляхом їх перетворення одна в одну. Під час вирішення цієї задачі розроблено моделі IDEF0-діаграми, діаграми прецедентів та діаграми діяльностей, які базуються на формальному апараті теорії графів. Запропоновано таблицю відповідностей елементів графових моделей зазначених видів діаграм.

Табл. 1. Іл. 8. Бібліогр.: 7 назв.

UDC 044.03; 681.518:061

**Formalized description of visual representations of the automated process** / M.V. Yevlanov, Ye.V. Korneeva // Management Information System and Devices. All-Ukr.Sci.Interdep.Mag. 2018. № 175. P. 65-74.

The analysis of existing visual models of automated processes of enterprises is analyzed and the problem of their coordinated representation is determined. The problem of harmonization of structural and object-oriented visual models of the process by their transformation into one another is formulated. During the solution of this problem, IDEF0-diagrams, precedent diagrams and activity diagrams based on the formal apparatus of graph theory are developed. The table of correspondences of elements of graph models of the specified types of diagrams is offered.

Tab. 1. Fig. 8. Ref.: 7 items.

---

УДК 044.414.28

**Метод проектування інформаційної системи з відкритою архітектурою** / О.Д. Карабицька // АСУ та прилади автоматики. 2018. № 175. С. 74-82.

Здійснено аналіз існуючих напрямів та методів проектування інформаційних систем з відкритою архітектурою, визначено їх переваги та недоліки. Розглянуто особливості існуючої моделі синтезу структури відкритої інформаційної системи. Запропоновано вдосконалення даної моделі, визначено методи вирішення задачі синтезу структури відкритої системи та розроблено алгоритм вирішення цієї задачі. Проведено апробацію запропонованих вдосконалень під час вирішення задачі синтезу архітектури інформаційно-аналітичної системи управління організацією.

Табл. 6. Іл. 0. Бібліогр.: 10 назв.

UDC 044.414.28

**The method of designing an information system with open architecture** / O.D. Karabitskaya // Management Information System and Devices. All-Ukr.Sci.Interdep.Mag. 2018. № 175. P. 74-82.

The analysis of existing directions and methods of designing information systems with open architecture is analyzed, their advantages and disadvantages are determined. Features of the existing model of the synthesis of the structure of an open information system are considered. The proposed improvement of this model, the methods of solving the problem of synthesis of the structure of the open system are determined and an algorithm for solving this problem is developed. The approbation of the proposed improvements during the solution of the problem of the synthesis of the architecture of the information-analytical management system of the organization was carried out.

Tab. 6. Fig. 0. Ref.: 10 items.

---

**ПРАВИЛА**  
**оформления рукописей для авторов научно-технического сборника**  
**"АСУ и приборы автоматики"**

**Формат страницы** — А4 (210x297мм), поля: сверху, справа, слева, снизу – 30 мм. Редактор: Pagemaker 6.0, 6,5 (можно, но нежелательно Word), гарнитура Times New Roman Sug, кегль – 11 пунктов, межстрочное расстояние — 110 %, табуляция — 5 мм.

Объем рукописи – до 10 с. (языки: русский, украинский, английский). Содержание должно отражать актуальность исследования, постановку задачи, цель, сущность, научные и практические результаты, сравнение с лучшими аналогами, выводы.

**Структура рукописи:** заголовок, аннотация, текст, литература, реферат на украинском и английском языках, сведения об авторах.

**ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ**

---

УДК 519.713

И.О. ФАМИЛИЯ

**НАЗВАНИЕ РУКОПИСИ**

---

**Аннотация** (абзац 5-10 строк, кегль 10) помещается в начале статьи и содержит информацию о результатах описанных исследований.

Основной текст можно разделять на 2 и более подразделов с заголовками, выделенными полужирным шрифтом, пронумерованными арабскими цифрами, как показано в следующей строке.

**1. Название раздела**

**Рисунки и таблицы** (черно-белые, контрастные) помещаются в текст после первой ссылки в виде *переносимых объектов* и раздельно нумеруются, при наличии более одного рисунка (таблицы), арабскими цифрами. Рисунок содержит подрисуючную центрированную подпись (текстовая строка, расположенная вне рисунка, кегль 10) под иллюстрацией, как показано на рис. 1.

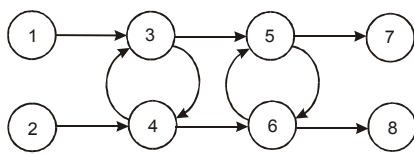


Рис. 1. Граф с контурами

Табличный заголовок располагается справа над таблицей, что иллюстрируется табл.1. Редакторы: CorelDraw, Table Editor и др.

**Формулы** нумеруются при наличии ссылок на них в рукописи. Рекомендуемый кегль формульного набора: обычный (переменная) – 11 пунктов, крупный индекс – 8, мелкий индекс (над- и подиндекс) – 8, крупный символ (основной) – 12, мелкий (индексный) математический символ – 10:

Таблица 1

Ш а г i	1	2	3	4	5	6
$\Phi_1(1,3)$	1	2	2	4	6	1
$\Phi_1(1,4)$	1	2	2	4	4	8

$$F_{i+j} = \sum_{i=1}^{b^k} F_j^i - \prod_{j=1}^{1+h^2} P_{R_{j+i}} + F^{j-1} + X^{\sum n^k} \quad (1)$$

Формат переменных (желательно не курсивом – без наклона) в тексте и формулах должен быть идентичным. В тексте над- и подиндексы составляют 70 % от кегля, которые рекомендуется опускать (поднимать) на 17 (33) % относительно основной строки.

**Список литературы** (включает опубликованные источники, на которые имеются ссылки в тексте, заключенные в квадратные скобки) печатается без отступа, кегль 9 пунктов.

Образец окончания текста рукописи (литература, сведения об авторах, реферат) представлен ниже.



**Список литературы:** 1. *Фамилия И.О.* Название книги. Город: Издательство, 1900. 000 с. 2. *Название сборника / Под ред. И.О. Фамилия.* Город: Издательство, 1900. 000 с. 3. *Фамилия И.О.* Название статьи / / Название журнала. Название серии. 2000. Т. 00, № 00. С. 00-00 .

*Поступила в редколлегию 00.00.00*

**Фамилия, имя, отчество**, ученая степень, звание, должность и место работы. Научные интересы. Адрес, контактный телефон.

Рефераты на украинском и английском языках. Текст аннотации не должен дублировать реферат.

---

УДК 000.000.00

**Назва статті українською мовою /** Ініціали. Прізвище // АСУ та прилади автоматики. 2000. Вип. 00. С. 000-000.

Текст реферату.

Табл. 00. Іл. 00. Бібліогр.: 00 назв.

UDC 000.000.00

**Title of paper /** Initials. Surname // Management Information System and Devices. All-Ukr. Sci. Interdep. Mag. 2000. N 00. P. 000-000.

Text.

Tab. 00. Fig. 00. Ref.: 00 items.

#### Представление материалов

Рукопись, реферат, сведения об авторах — в одном файле, *поименованном фамилией первого автора*. Твердая копия материалов — для граждан Украины — в одном экземпляре: рукопись, подписанная авторами, рефераты, акт экспертизы, внешняя рецензия, подписанная доктором наук, заявление на имя главного редактора со сведениями об авторах.

Адрес редакции: Украина, 61166, Харьков, просп. Ленина, 14, ХНУРЭ, комната 321, тел. 70-21-326.

E-mail: hahanov@kture.kharkov.ua.

Тематика статей, публикуемых в сборнике:

- Компьютерная инженерия
- Математическое моделирование
- Оптимизация и процессы управления
- Автоматизация проектирования и диагностика
- Информационные интеллектуальные системы
- Проектирование интегральных схем и микросистем
- Компьютерные технологии в образовании

Відповідальний випусковий В.М. Левикін  
Редактор О.Є. Неумивакіна  
Комп'ютерна верстка М.В. Євланов, О.Є. Неумивакіна  
Дизайн обкладинки номера за участі Є. Чех

Підп. до друку 27.09.2018. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Умов. друк. арк. .  
Обл.-вид. арк. 10,5. Тираж 100 прим.  
Зам. № 297. Ціна договірна.

---

Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ).  
Україна, 61166, Харків, просп. Науки, 14.

---

Оригінал-макет підготовлено у редакційно-видавничому відділі ХНУРЕ.  
Україна, 61166, Харків, просп. Науки, 14.

---

Збірник віддруковано в ТОВ «ДРУКАРНЯ МАДРИД»  
61024, м. Харків, вул. Максиміліанівська, 11  
Тел.: (057) 756-53-25  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
Серія ДК № 4399 від 27.08.2012 р.  
[www.madrid.in.ua](http://www.madrid.in.ua) e-mail:[info@madrid.in.ua](mailto:info@madrid.in.ua)