МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Білова Тетяна Георгіївна

УДК [004.415:005.92]:342.5

МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЦЕСІВ ДОКУМЕНТООБІГУ В СИСТЕМАХ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ

Спеціальність 05.13.06 – інформаційні технології

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2009

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі інформаційних технологій у Харківській державній академії культури Міністерства культури та туризму України, м. Харків.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Асєєв Георгій Георгійович,
Харківська державна академія культури,
завідувач кафедри інформаційних технологій.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Шаронова Наталія Валеріївна,
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", завідувач кафедри інтелектуальних комп'ютерних систем;

доктор технічних наук, професор
Єрохін Андрій Леонідович,
Харківський національний університет внутрішніх справ, начальник кафедри інформатики.

Захист відбудеться «11» червня 2009 р. о 14.30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.050.07 у Національному технічному університеті "Харківський політехнічній інститут" за адресою: 61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 21.

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці Національного технічного університету "Харківський політехнічній інститут" за адресою: 61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 21.

Автореферат розісланий «7» травня 2009 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради І.П. Гамаюн

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Використання сучасних інформаційних технологій**,** раціональна організація функціонування систем електронного документообігу (СЕД) – важливий напрям удосконалення роботи підприємств та установ. Перспективним є використання комп'ютерних технологій та засобів, що забезпечують оперативність фіксації, збору, обробки, пошуку та передавання інформації, надійність її зберігання, віддалений доступ, надання інформації в потрібний час, на потрібному носії та у потрібній формі відповідно до психологічних та ергономічних вимог користувача.

Питання створення СЕД розроблялися такими видатними вітчизняними та зарубіжними науковцями, як В.М. Глушков, Д.О. Поспєлов, С.В. Назаров, Д.І. Шапіро, І.С. Зінгер, М.Дж. Саттон, Ер. Спірлі, А. В. Шеєр та багатьма іншими. Були визначені принципи та напрями використання сучасних інформаційних технологій для раціоналізації документообігу, проте питання вибору критеріїв та моделей для управління процесами документообігу висвітлені недостатньо і потребують подальшої розробки.

Розв'язання задач розробки моделей та інформаційної технології, що здійснюють управління процесами документообігу з метою зниження витрат часу та трудомісткості їхнього виконання, пов'язане з підвищенням ефективності функціонування органів державної влади, місцевого самоврядування та інших державних інститутів та установ України. Необхідність формування концепції управління процесами документообігу в СЕД визначає актуальність дослідження цієї теми та складає напрям дисертаційного дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалася на кафедрі інформаційних технологій Харківської державної академії культури відповідно до плану наукових досліджень та у рамках держбюджетної теми Міністерства культури та туризму України "Документально-комунікаційні структури суспільства: інноваційні стратегії розвитку" (№ ДР 0109U000512), де здобувач був виконавцем підрозділу 3 "Методологічні засади розробки систем електронного документообігу".

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка моделей процесів документообігу на базі інформаційної технології, що забезпечує зниження трудомісткості та скорочення часу виконання типових процесів документообігу в системах організаційного управління. Відповідно до поставленої мети в роботі вирішуються такі задачі:

1. Аналіз напрямів автоматизації документообігу в системах організаційного управління та формалізація задач управління документообігом.
2. Визначення елементів СЕД, розробка моделі інформаційних відношень між елементами.
3. Розробка моделі документа з урахуванням особливостей організаційно-розпорядчої діяльності та моделі процесу документообігу з урахуванням його зв'язків з інформаційними параметрами документів.

4. Дослідження та обґрунтування розвитку методу аналізу та синтезу динамічної моделі СЕД для здійснення оперативного управління процесами документообігу.

5. Розробка інформаційної технології процесів документообігу, яка дозволить знизити трудомісткість та скоротити час виконання процесів.

6. Апробація розробленої інформаційної технології та оцінка ефективності її використання в СЕД.

Об’єктом дослідження є процеси документообігу в системах організаційного управління.

Предметом дослідження є моделі та інформаційна технологія процесів документообігу.

Методи дослідження: апарат алгебри логіки для представлення інформаційних відношень між елементами СЕД; теорія множин для моделювання організаційно-розпорядчих документів; апарат каузальних сценаріїв для моделювання структури процесу документообігу; теорія мереж Петрі для створення динамічної моделі взаємодії процесів документообігу; логіка предикатів для опису предметної області виконання процесів документообігу; методи об’єктно-орієнтованого проектування під час розробки інформаційної технології управління процесами документообігу.

Наукова новизна отриманих результатів визначається тим, що:

1. Вперше запропонована інформаційна технологія процесів документообігу, яка на відміну від існуючих на основі подій, що відбуваються у системі, формалізує цілі управління документообігом та виконує аналіз та синтез динамічної моделі взаємодії процесів документообігу для досягнення поставлених цілей. Використання запропонованої технології дозволяє знизити у середньому трудомісткість на 23% та скоротити час виконання типових процесів документообігу на 9 %.

2. Набула подальшого розвитку модель інформаційних відношень між елементами СЕД за рахунок використання апарата алгебри логіки, представлення інформаційно-мультиплексних відношень у зручній для обробки графовій або матричній формах, що дає можливість перейти до інформаційно-орієнтованих методів розробки СЕД.

3. Отримав подальший розвиток метод аналізу та синтезу динамічної моделі СЕД шляхом використання апарату мереж Петрі для визначення зв’язків між документами та процесами їх обробки, що дозволяє дослідити статичні та динамічні властивості процесів та визначити оптимальну послідовність процесів для досягнення локальної цілі управління.

4. Удосконалена дворівнева модель процесу документообігу, яка відрізняється від відомих моделей ділових процесів в частині опису операцій у вигляді каузальних сценаріїв з використанням часових та каузальних відношень, що дозволяє відобразити типову послідовність подій, упорядкованих у часі.

Практичне значення отриманих результатів. Застосування розроблених моделей та інформаційної технології процесів документообігу дозволяє дослідити та оптимізувати процеси документообігу при проектуванні СЕД, а також вирішувати задачі оперативного

управління процесами документообігу в установах, для яких основною є організаційно-розпорядча діяльність, пов’язана з обробкою інформації різних типів.

Інформаційна технологія, розроблена в ході досліджень, знайшла практичне використання в Управлінні майном комунальної власності та в Головному управлінні житлово-комунального господарства та розвитку інфраструктури Харківської обласної державної адміністрації для побудови та аналізу динамічних моделей типових процесів документообігу, що застосовувались при розробці СЕД (акти впровадження від 19.12.05 та 14.05.08).

Теоретичні результати дисертації (дворівнева модель процесу документообігу, метод аналізу та синтезу динамічної моделі СЕД) були використані в навчальному процесі на кафедрі інформаційних технологій Харківської державної академії культури при підготовці курсу лекцій з дисципліни "Електронний документообіг" (акт впровадження від 12.05.08).

Особистий внесок здобувача. Всі основні наукові положення, результати, висновки і рекомендації отримані здобувачем самостійно. Особисто здобувачем розроблені: формалізація задач управління документообігом; модель інформаційно-мультиплексних відношень; теоретико-множинна модель документа організаційно-розпорядчої діяльності; дворівнева модель процесу документообігу; метод аналізу та синтезу динамічної моделі СЕД; інформаційна технологія процесів документообігу.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертації доповідалися та обговорювалися на науково-технічних конференціях: "Актуальні проблеми сучасної науки в дослідженнях молодих вчених Харківщини" (м. Харків, 2001); "Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке" (м. Харків, 2001); "Наука та соціальні проблеми суспільства: людина, техніка, технологія, навколишнє середовище" (м. Харків, 2001); "Інформаційно-культурологічна освіта (консенсус, партнерство, стандарти) в контексті Болонського процесу" (м. Харків, 2005); "Культура та інформаційне суспільство XXI століття" (м. Харків, 2007); "Освіта, культура та мистецтво в добу цивілізаційної глобалізації" (м. Харків, 2007); "Новітні інформаційні технології в освіті" (м. Харків, 2008).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 12 наукових праць, з них 6 – у фахових виданнях ВАК України.

Структура дисертації. Дисертація складається з вступу, 4-х розділів, висновків, додатків і списку використаних джерел. Повний обсяг дисертації 166 сторінок, у тому числі: 38 рисунків по тексу; 2 таблиці по тексту; 3 рисунки на 2 окремих сторінках; 1 таблиця на 1 сторінці; 3 додатки на 12 сторінках; список використаних джерел зі 145 найменувань на 14 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження, сформульовані мета і задачі дослідження, визначено об’єкт, предмет і методи дослідження, наведені відомості про наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів, стисло розкрито зміст дисертаційної роботи і публікацій відповідних результатів.

У першому розділі розглядаються особливості ведення діловодства та документообігу в системах організаційного управління та аналізуються базові напрями методів моделювання процесів організаційного управління.

В ході аналізу були виявлені такі особливості систем організаційного управління: складність формалізації цілі функціонування; неможливість використання традиційних критеріїв оптимальності; динамічність, більшість процесів охоплюють декілька структурних підрозділів або декілька організацій; основні види діяльності – організаційно-розпорядча та виконавча. Ці особливості визначають складність створення СЕД для таких організацій, особливо в частині формалізації їх діяльності.

Перспективним визнано використання для створення СЕД технології workflow, яка формалізує правила взаємодії виконавців процесів. Основним принципом побудови workflow-систем є відокремлення правил виконання ділових процесів від прикладних програм та СУБД, що забезпечує більшу гнучкість та адаптивність СЕД.

На підставі матеріалів, наведених в огляді, зроблені такі висновки: 1) автоматизація діловодства та документообігу проводилася, в основному, в рамках автоматизації прикладних задач, що призводило до порушення єдиних принципів ведення діловодства в масштабах всієї організації; 2) не визначені основні підходи до моделювання документів в системах організаційного управління, де має місце повне відображення управлінських рішень в документах; 3) не визначено математичний апарат для моделювання процесів документообігу, який дає змогу урахувати їх динамічні властивості, взаємозв'язок з документами, координацію дій виконавців в рамках процесів; 4) не розроблені основні підходи до управління процесами у реальному масштабі часу для вибору найбільш економічно вигідних реалізацій, що приведуть до досягнення цілей управління. На підставі проведеного аналізу робіт обрано основні цілі та сформульовано завдання наукових досліджень.

У другому розділі розглянуті питання, пов'язані з розробкою структури системи документообігу, визначенням елементів СЕД та описом характеристик інформаційних відносин між елементами системи.

Структура системи представлена у вигляді

$$< D, P, PN, СЦ, R>,$$

де D – набір уніфікованих категорій документів (об'єктів), які характеризуються набором інформаційних параметрів (властивості об'єктів); P – моделі процесів документообігу (методи обробки об'єктів); PN – мережа, яка відображає зв'язки між документами і процесами документообігу; $СЦ$ – бібліотека сценаріїв операцій, з яких складаються процеси документообігу; R – ролі виконавців, що визначають права доступу до документів.

Задача оперативного планування

$$S \underset{p_1 \dots p_n}{\Rightarrow} S' \big| D^* \subseteq D', T_{p_1 \dots p_k} \le T_{зад}, \min_{p_1 \dots p_n} Q, p_1 \dots p_n \in P^*,$$

де P^* – множина усіх підмножин множини процесів P; Q – трудомісткість виконання процесу документообігу.

Задача оперативного управління

$$(\forall p \in P')(\exists r \in R')\times[(t(r)=\min)\rightarrow \mathrm{ROLE}(p,r)],$$

де t(r) – сумарний час завантаження виконавця; ROLE(p,r) – предикат, який має значення "*виконавець бере участь у процесі*".

Задача контролю виконання процесів документообігу

$$\forall D^*(T \geq T_{зад}) \rightarrow (D^* \subseteq D').$$

Функціонування СЕД розглядається як процес послідовного досягнення локальних цілей управління згідно з правилами виконання процесів.

Елементами СЕД відповідно до основних понять технології workflow обрані процеси документообігу, операції, документи, події та виконавці. Інформаційні відносини між елементами СЕД формалізуються за допомогою логіко-математичної мови відношень. Бінарні відносини між елементами відображуються формулою aRb, якщо елемент a має відношення R до елемента b, та $\overline{aRb}$, якщо відношення між a *та* b відсутнє.

На основі аналізу відношень між елементами синтезується структура СЕД

$$A(\underset{\varphi}{x_n R y_m}) \rightarrow C[A(\underset{\beta}{x_n R y_m})], \qquad (1)$$

де A – символьний знак аналізу відношень; φ, β – зони визначення відношень; C – символьний знак синтезу відношень.

Взаємодія між двома елементами (наприклад, два виконавця здійснюють операції над об'єктами з взаємопов'язаними подіями) представляється у вигляді $1R2 \rightarrow 2R1$. Кількісне значення такого відношення I_{121}.

Кількість потоку інформації на будь-якому елементі дорівнює різниці величин інформації, що надходить до елемента та витікає з нього. Якщо різниця додатня, то елемент є джерелом інформації, якщо від'ємна – то приймачем інформації.

В СЕД переважає мультиплексний характер інформаційних відношень, коли кожний елемент може мати зв'язки з багатьма іншими елементами. Інформаційні відношення аналітично представляються у вигляді

$$\forall RI\overline{\underset{1,\,n}{\text{им}}}\exists \mathrm{M} RI\overline{\underset{1,\,n}{\text{им}}},$$

де R – символ множинних відношень між джерелами (приймачами) або відповідними величинами інформації; M – логіко-математичний знак одночасного виконання всіх математичних операцій над множиною відношень R між множиною величин інформації.

Для оцінки невизначеності, яка існує у системі щодо можливості досягнення поставленої цілі та достовірності початкової інформації, використовується модель Шеннона.

Кількість інформації, що приймач отримує від джерела, оцінюється як різниця між ентропією та умовною ентропією джерела. Сумарна кількість інформації (I), що виникає в процесах електронного документообігу та ентропії (H) , є постійною

$$\bigcup_{i,j}^{m,n} I(i,j) + \bigcup_{i,j}^{m,n} H(i,j) = \text{const}.$$

Процес обробки інформації можна представити як перетворення вхідної упорядкованої множини у вихідну, упорядкованість вихідної множини визначається порядком елементів вхідної множини. Для порівняння двох упорядкованих множин використовується поняття ізоморфності. Для електронного документообігу можна використовувати такі визначення:

1. Якщо на множині документів X пара елементів x_i, x_j мають певний тип відповідності (наприклад, еквівалентності $x_i \sim x_j$ або попередності $x_i \le x_j$), то на множині визначено бінарне відношення або відношення попередності $^{\varphi}$ ($x_i^{\varphi} x_j$).

2. Множина $X=\{x_i\}$ є (частково) упорядкованою, якщо для будь-якої пари (x_i, x_j) задане бінарне відношення (часткової) упорядкованості.

3. Бінарне відношення φ (або $\le$) є відношення часткової упорядкованості на множині X = {x, y, z, ...} документів, якщо виконуються такі вимоги: рефлексивності ($x_i^{\varphi} x_j$ або $x_i \le x_j$); транзитивності (якщо $x^{\varphi} y$ та $y^{\varphi} z$, то $x^{\varphi} z$, або якщо $x \le y$ і $y \le x$, то $x \le z$); симетричності (якщо $x^{\varphi} y$ та $y^{\varphi} x$, то $x=y$, або якщо $x \le y$ і $y \le x$, то $x=y$).

4. Задано відображення F множини X в множину Y, якщо кожному елементу $x \in X$ множини X ставиться у відповідність згідно правилу F елемент $y \in Y$: $F(X)=Y$.

5. Взаємно однозначне відображення F є ізоморфним, якщо воно зберігає часткову упорядкованість, тобто із $x_i^{\varphi} x_j$, де x_i, $x_j \in X$, виходить $y_i^{\varphi} y_j$, де $y_i = F(x_i)$, $y_j = F(x_j)$, y_i , $y_j \in Y$.

Тоді інформаційна рівновага в процесах електронного документообігу може бути представлена у вигляді $\forall \bigcup_{i}^{\infty} X_i Y_i \; \exists \bigcup_{i}^{\infty} F_i (x \wedge y \wedge z \wedge \ldots)$.

У третьому розділі розглядаються питання розвитку моделей документа та процесу документообігу у частині зв'язків документів з процедурами їх обробки та пропонується метод аналізу та синтезу динамічної моделі СЕД.

Теоретико-множинна модель документа представлена у вигляді

$$M_D = <d_i, F_1, d_{ij}, F_2, Str, F_3, T, F_4>, \qquad (2)$$

де d_i – множина видів документів; d_{ij} – множина підвидів документів $d_i=\{d_{ij}\}$; Str – функція розміщення параметрів документа, T – неструктурована частина документа; F_1, F_2, F_3, F_4 – функції формування структурних одиниць моделі.

Функції формування структурних одиниць задаються у вигляді:

$$F_1: \mathfrak{R} \times d_i \to \mathfrak{R}_i; \; F_2: \mathfrak{R} \times d_{ij} \to \mathfrak{R}_{ij};$$

$$F_3: S_k \to \mathfrak{R}_i^* \cup \mathfrak{R}_{ij}^*; \; \mathfrak{R}_i^* \cup \mathfrak{R}_{ij}^* = \mathfrak{R}_i \cup \mathfrak{R}_{ij} / \mathfrak{R}^{\text{const}}; \; F_4: S_k \to T,$$

де $\Re$ – множина параметрів документів; $\Re^*$, $\Re^{\text{const}}$ – множина змінних та постійних параметрів відповідно; S_k – k-й стан інформаційної бази системи.

Процес створення документа за моделлю (2) полягає у відтворенні поточного стану інформаційної бази системи в потрібній формі. Конкретизація моделі відбувається у такі етапи: конкретизація неструктурованої частини документа; формування постійних та змінних параметрів та їх розміщення; конкретизація значень змінних параметрів.

На основі моделі документа (2) будується дворівнева модель процесу документообігу. Процес документообігу в термінах технології workflow визначається як логічно завершений набір операцій зі створення чи перетворення документа певного виду або групи документів у відповідності з правилами документування, який спрямований на документаційне забезпечення управління. Модель процесу представлена як функціональне відношення, яке задається оператором відображення

$$\Psi(X) \underset{U,R}{\Rightarrow} Y, \tag{3}$$

де X – вхідні змінні, $X \subset \Re$; Y – вихідні змінні, $Y \subset \Re$; U – змінні управління; R – змінні ролей виконавців, які беруть участь у виконанні процесів.

Оператор Ψ визначає набір правил (сценаріїв) виконання процесу

$$\Psi = \{\psi_1,...,\psi_{Ny}\}, \tag{4}$$

та визначає внутрішню структуру процесу. Таким чином, модель має дворівневу структуру: перший рівень (концептуальний) відображується (3), другий рівень (рівень декомпозиції) представляється відносинами (4).

Для формалізації внутрішньої структури процесу використовується апарат каузальних сценаріїв (КСЦ), які відображають проблемно-залежні знання про події, дії та процедури. КСЦ задають в узагальненому та структурованому вигляді типову послідовність дій та описуються фреймом.

Для планування послідовності виконання операцій обирається сценарій, значення слоту "ціль" якого найбільш відповідає поставленій цілі. Для розмірковувань на КСЦ використовуються схеми, які дозволяють створювати ланцюжок подій, упорядкованих у часі.

Структура процесу представляється послідовністю виконання сценаріїв

$$\Psi = [СЦ_{j1}\tau_{j1}(СЦ_{j2}\tau_{j2}СЦ_{j3})\tau_{j3}\ldots\tau_{jn-1}СЦ_{jn}],\ \tau_{jm} \in \tau,\ m = \overline{1,n-1},$$

де τ_{ji} – каузальні відношення (наприклад, бути раніше, причина, наслідки і т. ін.), n – кількість сценаріїв (операцій), що складають процес.

На концептуальному рівні моделі процесу документообігу не враховуються ролі виконавців (вони розглядаються на другому рівні моделі) та об’єднуються вхідні та управляючі змінні. Модель (3) має вигляд

$$p_i = < X_i^B, Y_i, \Psi_i, T_{\Psi_i}, Q_{\Psi_i} >, \tag{5}$$

де $X_i^B = X_i \cup U_i$; T_{Ψ_i} – час виконання перетворення процесу; Q_{Ψ_i} – трудомісткість виконання перетворення процесу.

Тоді множина виділених моделей процесів має вигляд

$$P =< p_1, p_2, ..., p_{N_p} >. \quad (6)$$

Для оптимізації виділеної множини процесів обирається критерій

$$\Xi = \sum_{i=1}^{N_p} (\chi_Q Q_i + \chi_T T_i) \to \min, \quad (7)$$

де χ_Q, χ_T – вагові коефіцієнти трудомісткості та часу виконання процесів.

Метод аналізу та синтезу динамічної моделі СЕД складається з етапів: аналіз та перетворення виділеної множини процесів з використанням алгоритму перетворення моделей процесів; синтез динамічної моделі СЕД у вигляді мережі Петрі; створення структури БД для інформаційних параметрів, що оброблюються процесом.

Алгоритм перетворення моделей процесів базується на послідовному порівнянні вихідних даних процесів на предмет збіжності вихідних змінних та об'єднанні чи роз'єднанні моделей процесів з урахуванням невизначеності моделей процесів. Після використання алгоритму перетворення критерій ефективності покращується.

Для синтезу динамічної моделі СЕД використовується множина моделей процесів документообігу, отриманих після застосування алгоритму перетворення

$$\tilde{P} =< \tilde{p}_1, \tilde{p}_2, ..., \tilde{p}_{N_{\tilde{p}}} >, \quad (8)$$

для якої $\Xi(\tilde{P}) < \Xi(P)$.

Множина моделей (8) представляється в термінах теорії мереж Петрі

$$PN =< X', \tilde{P}, G, S, \mu_o >, \quad (9)$$

де X' – кінцева множина змінних (станів або вершин мережі); $\tilde{P}$ – кінцева множина процесів (переходів мережі), $X' \bigcap \tilde{P} = \varnothing$; G – множина дуг мережі; S – функціональні правила мережі; μ_0 – початкова розмітка мережі.

Множина дуг *G* визначається прямою та зворотною функціями інцидентності *F* и *H*, *G*=(*F*,*H*). Функціональні правила *S* представляються як правила відображення множини дуг на множину *G:* та формулюються так: в кожну вершину може входити не більше однієї дуги та в кожний перехід повинно входити та виходити не менше, ніж одна дуга.

Динамічними елементами мережі Петрі є мітки (документи), які характеризуються набором атрибутів (інформаційних параметрів документів). Функція розмітки мережі $\mu = \{\mu(x'_1), ..., \mu(x'_{N_{x'}})\}$, $\mu(x'_i) \in \{N \bigcup 0\}$, де *N* – множина натуральних чисел.

Функціонування мережі (9) відображується у переході від однієї розмітки до іншої у результаті включення одного з переходів. Необхідною умовою включення переходу є наявність у кожній його вхідній позиції мітки.

Модель (9) є коректною, якщо немає обривів зв'язків та певний порядок виконання процесів дає потрібний результат. В термінах мережі Петрі цим вимогам відповідають властивості активності мережі та досягнення розмітки.

Таким чином, аналіз функціонування мережі (9) зводиться до аналізу можливості досягнення кінцевої розмітки μ_y із начальної розмітки μ_0, тобто до побудови дерева досяжності, алгоритм побудови якого запропоновано Пітерсоном. За деревом досяжності визначається мінімальна послідовність запусків переходів, яка переводить (9) у стан кінцевої розмітки. Час виконання процесу T_j розглядається як часова затримка на переході, тоді час отримання вихідних даних моделі (9) $T \le \sum_k T_{jk}$.

Для створення БД інформаційних параметрів документів для виконання процесу документообігу використовується логічна модель, основана на багатосортному обчисленні предикатів першого порядку

$$M=< T, P, Q, R >,$$

де T – множина базових елементів, для яких існує процедура $П(T)$, що дозволяє за скінчену кількість кроків визначити, чи є елемент x елементом множини T; P – множина синтаксичних правил, за допомогою яких з елементів множини T створюються синтаксично вірні сукупності; Q – множина аксіом, $Q \subseteq P$; процедура $П(Q)$ визначає, чи належить синтаксично вірна сукупність X множині Q; R – множина правил виводу; процедура $П(R)$ визначає, чи є синтаксично вірна сукупність X такою, що виводиться.

Сигнатура Σ складається з множини виразів вигляду $f: A_1 \times A_2 \times ... \times An \to B$, де A_j, B – сорти, f – функція чи предикат. Ім'я f є ім'ям предиката в Σ, якщо $B=\{0,1\}$. Сорти сигнатури інтерпретуються як множини.

Фрагмент предметної області, що містить опис процесів реєстрації та узгодження документів (*Pr* – Процес, *Op* – Операція, *Rl* – Виконавець, *Ob* – Об'єкт, *Ev* – Подія, *Time* – Час, *tOp, tRl, tOb, tEv* – відповідно типи Операції, Виконавця, Об'єкта та Події), представляється у вигляді:

$f_1: Op \to tOp;\ f_2: Rl \to tRl;\ f_3: Ob \to tOb;\ f_4: Ev \to tEv;$ *поч*$: Op \to Time;$ *кін*$: Op \to Time;$

$p_1: Pr \times Op \to \{0,1\};\ p_2: Ev \times Pr \to \{0,1\};\ p_3: Op \times Rl \to \{0,1\};\ p_4: Op \times Ob \to \{0,1\};$

узгод_док$: Pr \to \{0,1\};$ *реєстр_док*$: Pr \to \{0,1\};$ *вх_док*$: \to tOp;$ *розпор_док* $\to$ t*Op;*

нормат_док $\to tOp;$ *нач_від*$: \to tRl;$ *діловод*$: \to tRl;$ *створ_док*$: \to$ t*Ev;*

отрим_док$: \to tEv;$ *індекс*$: \to tOb;$ *доробка*$: \to tOb;$ *створ_ркк*$: \to tOb;$

архів$: \to tOb;$ *вивчити_док*$: \to tOb;$ *зістав_док*$: \to tOb;$

перевірити_посилання: $\rightarrow tOb$; *перевірити_нормативи*:$\rightarrow tOb$;

контроль_викон:$\rightarrow tOb$; *прийняти_узгодж*:$\rightarrow tOb$; *відхилити_узгодж*:$\rightarrow tOb$; 0:$\rightarrow Time$;

1:$\rightarrow Time$; ... 1:$\rightarrow Time$; +:$Time \times Time \rightarrow Time$; $\leq$:$Time \times Time \rightarrow \{0,1\}$.

Логічний вивід базується на аксіомах – загальнозначущих формулах та правилах виводу:

П1. $/\Psi= \neg\alpha$ тоді і тільки тоді, коли немає $/\Psi=\alpha$.

П2. $/\Psi=(\alpha\wedge\beta)$ тоді і тільки тоді, коли є $\Psi|=\alpha$ та $\Psi|=\beta$.

П3. $/\Psi=(\alpha\vee\beta)$ тоді і тільки тоді, коли є $/\Psi=\alpha$ чи $/\Psi=\beta$.

П4. $/\Psi=(\alpha\rightarrow\beta)$ тоді і тільки тоді, коли немає $\Psi|=\alpha$ чи є $/\Psi=\beta$.

П5. Якщо α містить одну вільну змінну x, тобто $\alpha=\alpha[x]$, то $/\Psi=(\exists x\in A)\alpha$ тоді й тільки тоді, коли $\Psi|=\alpha[a]$ для хоча б однієї константи a із сорту A із Σ'.

Задача логічного виводу формулюється так: $/\Omega=\beta$ (формула β така, що виводиться з Ω) за допомогою правил П1– П5, якщо існує така послідовність формул $\beta_1, \beta_2, \ldots \beta_n$, що: β збігається з β_n; для кожного $i\leq n$, або $\beta_i\in\Omega$, або β_i є безпосереднім наслідком деяких формул $\beta_1, \beta_2, \ldots \beta_{i-1}$ в силу одного з правил виводу П1 – П5.

Для логічного виводу використовується система дедукції резолюційного типу, в основі якої лежить правило резолюції $[(x\vee y)\wedge(\neg y\vee z)]\rightarrow(x\vee z)$. Вихідна логічна формула приводиться до префіксної нормальної форми, яка має вигляд $\kappa_1x_1\ \kappa_2x_2\ \ldots\ \kappa_nx_n\ K$, $\kappa_i\in\{\forall,\exists\}$, $(1\leq i\leq n)$. K представляється в кон'юнктивній нормальній формі $F_1\wedge F_2\wedge\ldots\wedge F_n$, де кожна з $F_1, F_2, \ldots, F_n$ є диз'юнкція літер.

Запит до БД представляється у термінах логічного наслідку. Для цього властивості об'єктів виражаються деяким реченням $\beta[x]$, де x – вільна змінна. Тоді запит представляється виразом $\{x \mid \Psi|=\beta[x]\}$.

Логічна модель предметної області процесу документообігу призначена для формування БД та розв'язання задач оперативного управління та контролю виконання процесів документообігу.

У **четвертому розділі** на підставі основних принципів технології workflow, сформульованих задач управління документообігом, моделі інформаційно-мультиплексних відношень між елементами СЕД, теоретико-множинної моделі документа, дворівневої моделі процесу документообігу та методу аналізу та синтезу динамічної моделі СЕД розроблені функціональні схеми роботи, функціональна структура, структура і состав сховищ даних інформаційної технології процесів документообігу.

Функціональна структура інформаційної технології призначена для вирішення задач планування, оперативного управління та контролю виконання процесів документообігу.

Інформаційна технологія управління процесами документообігу призначена для підтримки проектування систем електронного документообігу, проведення рєінжінірінгу

(побудова моделей AS-IS і TO-BE) та для управління процесами документообігу у реальному режимі часу. Вона орієнтована на проектувальників інформаційних систем, менеджерів, керівників середнього рівня, працівників підрозділів, які відповідають за діловодство.

Розроблена інформаційна технологія реалізована програмним комплексом управління процесами документообігу Delomodeler, структура якого складається з двох рівнів: інтерфейсу користувача та бізнес-логіки. Для розробки програмного комплексу були використані архітектура управління подіями та об'єктно-орієнтований підхід, при якому програма представлена у вигляді сукупності об'єктів. В основі бізнес-логіки програми були використані моделі та методи, що розроблені у дисертаційному дослідженні.

Запропонована інформаційна технологія була апробована при побудові СЕД в Управлінні майном комунальної власності та в Головному управлінні житлово-комунального господарства та розвитку інфраструктури Харківської обласної державної адміністрації. З використанням DeloModeler було розроблено моделі процесів документообігу, створено динамічні моделі взаємодії процесів, проаналізовано характеристики моделей та використано алгоритм перетворення моделей.

Вхідні дані для моделювання було отримано на основі аналізу Примірної інструкції з питань діловодства у Харківській облдержадміністрації та інших організаційно-розпорядчих документів, що регулюють виконання типових процесів документообігу. Наведено приклад обробки події – отримання заявки на приватизацію об'єкта спільної власності.

З використанням методу аналізу та синтезу динамічної моделі СЕД були вирішені такі задачі: розроблено структуру БД для розв'язання поставленої задачі шляхом побудови логічної моделі предметної області; здійснено декомпозицію моделі взаємодії процесів по структурним підрозділам та виконавцям; визначено ієрархічні маршрути руху документів (на рівні структурних підрозділів та конкретних виконавців); сформульовані задачі контролю виконання процесів документообігу.

Оцінка ефективності використання запропонованої інформаційної технології була виконана на основі критеріїв, пов'язаних з витратами часу та трудомісткістю виконання процесів документообігу.

В результаті перевірки ефективності використання запропонованої технології було визначено, що час виконання типових процесів було зменшено в середньому на 9 %, а трудомісткість виконання процесів знижена на 23 %. Похибка оцінювання складала відповідно 1,01% та 1,63 %.

У **додатках** наведені організаційна структура Головного управління житлово-комунального господарства та розвитку інфраструктури Харківської обласної державної адміністрації, дані для розрахунку ефективності виконання типових процесів документообігу, а також представлені матеріали, які підтверджують практичне використання результатів дисертаційної роботи.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено науково-практичну задачу розробки моделей та інформаційної технології процесів документообігу, використання яких на етапі проектування СЕД дозволяє скоротити витрати часу та знизити трудомісткість виконання типових процесів. В ході роботи були отримані такі результати:

1. На підставі аналізу наукових робіт, присвячених автоматизації діловодства та документообігу і моделюванню процесів організаційного управління, показано, що найбільш складним є етап розробки СЕД в частині формалізації опису процесів. Сформульовані задачі планування, оперативного управління та контролю виконання процесів документообігу. Функціонування СЕД запропоновано розглядати як процес послідовного досягнення локальних цілей управління згідно з правилами, визначеними у інформаційній базі системи.

2. Елементами СЕД відповідно до основних понять технології workflow обрані процеси документообігу, операції, документи, події та виконавці. Досліджені інформаційні відношення між елементами СЕД, запропоновано їх представлення у вигляді кінцевої дискретної множини, що дозволить визначити відношення на множині та перейти до інформаційно-орієнтованого проектування СЕД.

3. Вдосконалена теоретико-множинна модель документа з урахуванням характерних для організаційно-розпорядчої діяльності особливостей. Модель дозволяє створити інформаційну базу системи, враховуючи правила обробки документів та зв’язки між документами. На основі моделі документа отримала подальший розвиток дворівнева модель процесу документообігу, яка відображає перетворення змінних параметрів документа та/або його змісту. Модель дозволяє спростити представлення процесу на концептуальному рівні у вигляді класичного «чорного ящика» та деталізувати його структуру з використанням апарата каузальних сценаріїв. Запропоновано алгоритм перетворення моделей процесів документообігу, що дозволяє покращити виділення процесів на основі комплексного критерію, який пов’язаний з витратами часу та трудомісткістю виконання процесів.

4. Для визначення зв’язків між параметрами документів і процесами їх обробки розвинуто метод аналізу та синтезу динамічної моделі СЕД за рахунок побудови мережі Петрі, яка відображує процеси перетворення параметрів документів, що дозволяє дослідити динамічні властивості системи та оптимізувати виконання типових процесів документообігу, а також вирішувати задачі оперативного управління процесами документообігу.

5. Розроблена інформаційна технологія процесів документообігу, яка вирішує задачі створення моделей документів та процесів, розподілення операцій між виконавцями, маршрутизації документів на рівні структурних підрозділів та виконавців та ін., що дає змогу проаналізувати характеристики та знизити трудомісткість і витрати часу на виконання процесів документообігу. Інформаційна технологія реалізована програмним комплексом DeloModeler для підтримки процесу моделювання, яка дозволяє представити моделі в

зручному вигляді, отримати характеристики моделей, провести аналіз та оптимізацію моделей.

6. Розроблені в дисертації моделі та інформаційна технологія були використані при створенні автоматизованої системи документообігу в Управлінні майном комунальної власності та в Головному управлінні житлово-комунального господарства та розвитку інфраструктури Харківської облдержадміністрації для оптимізації типових процесів документообігу. В результаті аналізу ефективності впровадження інформаційної технології процесів документообігу було виявлено, що трудомісткість виконання типових процесів документообігу була знижена в середньому на 23 %, а час виконання скоротився на 9 %.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Білова Т.Г. Формалізація представлення ділових процесів у workflow-системах / Т.Г. Білова // Системи обробки інформації. – Харків: ХВУ, 2000. – Вип. 2 (8). – С. 67-71.

2. Белова Т.Г. Язык описания процессов делопроизводства и документооборота / Т.Г. Белова // Системи обробки інформації. – Харків: ХВУ, 2001. – Вип. 1 (11). – С. 45-50.

3. Белова Т.Г. Построение информационной модели взаимодействия процессов делопроизводства / Т.Г. Белова // Радиоэлектроника и информатика. – Харьков: ХТУРЭ, 2001. – № 2 (15). – С. 81-84.

4. Белова Т.Г. Концепция математической модели информационных потоков электронного взаимодействия в документообороте / Г.Г. Асеев, Т.Г. Белова // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". – Харків: НТУ "ХПІ", 2003. – № 6. – С. 161-168.

Здобувачем особисто розроблено поняття інформаційної рівноваги в процесах електронного документообігу.

5. Белова Т.Г. Логико-алгебраический подход к описанию информационных процессов электронного документооборота / Г.Г. Асеев, Т.Г. Белова // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – Харьков: ХНУРЭ, 2004. – Вып. 126. – С. 161-166.

Здобувачем розроблена модель інформаційно-мультиплексних відношень між елементами системи.

6. Белова Т.Г. Оценка экономической эффективности внедрения корпоративных систем электронного документооборота / Г.Г. Асеев, Т.Г. Белова // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – Харьков: ХНУРЭ, 2005. – Вып. 130. – С. 153-159.

Здобувачем запропоновані критерії оцінки побічного ефекту від впровадження СЕД.

7. Белова Т.Г. Особенности применения технологии workflow в организационном управлении / Т.Г. Белова // Вісник Харківського університету. – Харків: ХНУ, 2001. – № 506, ч. 2. – С. 50-52.

8. Белова Т.Г. Применение сетей Петри для моделирования процессов делопроизводства / Т.Г. Белова // 5-й Международный молодежный форум "Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке" : сб. научных трудов. – Харьков: ХТУРЭ, 2001. – Ч. 1. – С. 191-192.

9. Белова Т.Г. Формализация задач управления компьютерным делопроизводством / Т.Г. Белова // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". – Харків: НТУ "ХПІ", 2001. – № 8. – С. 22-24.

10. Белова Т.Г. Математическая модель интеллектуального документа / Т.Г. Белова // Культура та інформаційне суспільство XXI століття : матеріали наук. конф. молодих учених. – Харків: ХДАК, 2007. – С. 263-264.

11. Белова Т.Г. Синтез функциональной структуры системы электронного документооборота / Т.Г. Белова // Освіта, культура та мистецтво в добу цивілізаційної глобалізації : матеріали міжнар. наук. конф. – Харків: ХДАК, 2007. – С.231-233.

12. Білова Т.Г. Інформаційна технологія управління процесами документообігу / Т.Г.Білова // Новітні інформаційні технології в освіті : матеріали міжвузівської наук. конф. – Харків: ХДАК, 2008. – С. 52-55.

АНОТАЦІЇ

Білова Т.Г. Моделі та інформаційна технологія процесів документообігу в системах організаційного управління. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології. – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». Харків. – 2009.

Дисертаційна робота присвячена розв’язанню науково-практичної задачі розробки моделей та інформаційної технології для управління процесами документообігу в рамках створення систем електронного документообігу.

У роботі запропоновано, розроблено та реалізовано метод аналізу та синтезу динамічної моделі СЕД на основі математичного апарата мереж Петрі. Розроблено модель інформаційно-мультиплексних відношень між елементами системи електронного документообігу на основі математичного апарата алгебри логіки. Удосконалено теоретико-множинну модель документа з урахуванням особливостей організаційно-розпорядчої діяльності та розроблено на її базі дворівневу модель процесу документообігу, що відображує процес перетворення інформаційних параметрів документів. Запропонована та реалізована інформаційна технологія управління процесами документообігу на основі розроблених моделей та методів, що дозволило знизити трудомісткість на 23% та скоротити час виконання процесів документообігу на 9 %.

Ключові слова: інформаційна технологія, організаційне управління, система електронного документообігу, технологія workflow , мережа Петрі.

Белова Т.Г. Модели и информационная технология процессов документооборота в системах организационного управления. – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – информационные технологии. – Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт». Харьков – 2009.

Диссертационная работа посвящена решению научно-практической задачи разработки моделей и информационной технологии для управления процессами документооборота при создании системы электронного документооборота в системах организационного управления.

В работе сформулированы цели и задачи управления документооборотом. В качестве элементов СЭД в соответствии с основными принципами технологии workflow были выбраны процессы документооборота, составляющие их операции, документы, события и исполнители. Получила дальнейшее развитие модель информационно-мультиплексных отношений между элементами СЭД за счет использования аппарата алгебры логики. Модель дает возможность представления информационных отношений в виде конечного дискретного множества элементов, определяет бинарные отношения на множестве и предшествование одного элемента другому для любой пары.

Усовершенствована теоретико-множественная модель документа, что дает возможность учесть особенности организационно-распорядительной и исполнительной деятельности, характерной для систем организационного управления. Модель связывает информационные параметры документов с процедурами их обработки, что позволяет абстрагироваться от приложения, в котором документ был создан. На основе модели документа разработана двухуровневая модель процесса документооборота. Первый уровень модели отражает преобразование входных данных в выходные, участвующих в процессе исполнителей и события, влияющие на процесс. Второй уровень отражает составляющие процесс операции. Для описания операций, являющихся элементарными действиями, используется аппарат каузальных сценариев. Последовательность выполнения операций в рамках процесса описывается с помощью базового набора каузальных и временных отношений.

Получил дальнейшее развитие метод анализа и синтеза динамической модели СЭД за счет использования аппарата моделирования сетей Петри, что позволило отразить взаимосвязь всех видов обрабатываемой информации с учетом статических и динамических характеристик процессов документооборота.

На основе разработанных моделей и методов определены функциональные схемы работы, функциональная структура, структура и состав хранилищ данных информационной технологии процессов документооборота. Анализ эффективности внедрения информационной технологии в подразделениях Харьковской облгосадминистрации показал, что затраты времени на выполнение типовых процессов документооборота снизились в среднем на 9 %, а трудоемкость выполнения на 23%.

Ключевые слова: информационная технология, организационное управление, система электронного документооборота, технология workflow, сеть Петри.

Belova T.G. Models and information technology of document circulation processes in the systems of organization management. – Manuscript.

The thesis for the scientific degree of Candidate of Technical Sciences in speciality 05.13.06 – information technologies. – National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute». Kharkiv. – 2009.

The thesis is devoted to the decision of the scientific and practical problem of the development of models and information technology for management of the processes of document circulation in the framework of creation of the system of electronic document circulation.

The method of analysis and synthesis of the dynamic model of the system of electronic document circulation on the basis of the mathematical apparatus of the Petry Network is offered, developed and realized. The model of information-multiplex relations between the elements of the system of electronic document circulation on the basis of mathematical apparatus of algebra of logic is developed. The document set-theoretical model is improved taking into account the peculiarities of organization-administrative activity. The two-level model of the process of circulation representing the process of transformation of document information parameters is developed. The information technology of document circulation processes management on the basis of the developed models and methods is offered and realized. This has made it possible to decrease the labour-output ratio by 23% and shorten the time of realization of the document circulation processes by 9 %.

Keywords: information technology, organization management, system of electronic document circulation, workflow technology, Petry Network.

Підписано до друку 05.05.09 Формат 60х84/16
Гарнітура «Times» Папір для мн. ап. Друк ризограф.
Друк. арк. 0,9 Тираж 100 прим. Зам. № 30

Надруковано в лаб. множ. техніки ХДАК
ХДАК, 61057, Харків-57, Бурсацький узвіз, 4