

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МЕТОДИ

УДК 00491

М. П. Дивак, А. М. Мельник, О. А. Папа

**МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОДУЛЯ ПРИКЛАДНИХ
ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ ДЛЯ НАДАННЯ
АДМІНІСТРАТИВНИХ ПОСЛУГ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ
ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ**

Західноукраїнський національний університет, м. Тернопіль

Анотація. Останнім часом одним із найважливіших напрямів діяльності місцевих органів влади в Україні стало надання адміністративних послуг. Одним із визначальних чинників процесу створення ефективних ЦНАП та підвищення якості надання адміністративних послуг. Використання інтелектуальних методів обробки даних дозволить підвищити якість надання послуг, а також значно прискорити надання адміністративних послуг для громадян. Основними завданнями статті є аналіз проблем якісного інформаційного забезпечення функціонування систем, які використовуються в Центрах надання адміністративних послуг; створення математичного та алгоритмічного забезпечення для оцінки подібності документів та послуг; реалізація інтелектуального модуля обробки інформації для прикладних програмних систем. Результатами статті є: метод метод оцінки подібності адміністративних послуг ґрунтується на кластеризації документів, що оперують поняттям відстані між об'єктами (реквізитами), які формують їх структуру; вдосконалений метод пошуку оптимальних наборів документів в наведеному графі при відповідних заданих обмеженнях в частині адаптації «алгоритму мурашиних колоній» в заданій предметній області; вдосконала схема реалізації пошуку послуг (документів) у вигляді дерева в частині реалізації алгоритму видалення послуг з документами, що дублюються. Дані напрацювання можуть бути реалізовані як надбудова до сучасних рішень і ефективно використовуватися в інформаційних системах надання адміністративних послуг.

Ключові слова: центр надання адміністративних послуг, інтелектуальний модуль, слабкоструктурована інформація, класифікація документів

Аннотация. В последнее время одним из важнейших направлений деятельности местных органов власти в Украине стало предоставление административных услуг. Одним из основных факторов процесса создания эффективных ЦНАП и повышения качества предоставления административных услуг. Использование интеллектуальных методов обработки данных позволит повысить качество предоставления услуг, а также значительно ускорит предоставление административных услуг для граждан. Основными задачами статьи является анализ проблем качественного информационного обеспечения функционирования систем, используемых в центрах предоставления административных услуг; Создание математического и алгоритмического обеспечения для оценки сходства документов и услуг; реализация интеллектуального модуля обработки информации для прикладных программных систем. Результатами статьи являются: метод метод оценки сходства административных услуг основывается на кластеризации документов, оперирующих понятием расстояния между объектами (реквизитами), которые формируют их структуру; усовершенствованный метод поиска оптимальных наборов документов в направленном графе при соответствующих заданных ограничениях в части адаптации «алгоритма муравьиных колоний» в заданной предметной области; усовершенствованная схема реализации поиска услуг (документов) в виде дерева в части реализации алгоритма удаления услуг с документами, дублируются. Данные наработки могут быть реализованы как надстройка к современным решениям и эффективно использоваться в информационных системах предоставления административных услуг.

Ключевые слова: центр предоставления административных услуг, интеллектуальный модуль, слабоструктурированная информация, классификация документов

Abstract. Recently, one of the most important activities of local authorities in Ukraine has been the provision of administrative services. One of the determining factors in the process of creating effective CNAPs and improving the quality of administrative services. The use of intelligent data processing methods will improve the quality of service provision, as well as significantly accelerate the provision of administrative services to citizens. The main objectives of the article are to analyze the problems of quality information support for the functioning of systems used in the Centers for administrative services; creation of mathematical and algorithmic software to assess the similarity of documents and services; implementation of an intelligent information processing module for application software systems. The results of the article are: the method method of assessing the similarity of administrative services is based on the clustering of documents that operate on the concept of distance between objects (details) that form their structure; improved method of finding the optimal sets of documents in the directional graph with the appropriate given restrictions in terms of adaptation of the "algorithm of ant colonies" in a given subject area; improved scheme for implementing the search for services (documents) in the form of a tree in terms of implementing the algorithm for deleting services with duplicate documents. These developments can be implemented as an add-on to modern solutions and effectively used in information systems for administrative services.

Key words: center for administrative services, intelligent module, poorly structured information, classification of documents.

DOI: <https://doi.org/10.31649/1999-9941-2020-49-3-66-76>.

Вступ

Створення цифрових системи надання адміністративних послуг на сьогоднішній день є одним із основних світових трендів.

В багаточисленних працях, а також на таких веб-ресурсах наведено як основні вимоги так і конкретні реалізації зазначених систем. Нажаль функціонування кожної з них вимагає певних навиків цифрової грамотності користувача.

Для цього переважно створюються мобільні додатки, які наближають до сервісів велику кількість користувачів. Разом з тим такі системи не зменшують часу надання послуг, оскільки залежно від законодавства кожної країни вимагають достатньої обізнаності користувача щодо особливостей отримання тих чи інших послуг.

Універсальним розв'язком цієї проблеми є створення простих інтелектуальних модулів, які б слугували порадиниками користувачу при отриманні тієї чи іншої послуги. Основою для цих модулів можуть слугувати знання експертів з цієї чи іншої галузі надання послуг.

Для створення таких послуг потрібно сформулювати чіткий набір правил, які при запитах користувача могли б сформувати рекомендації щодо прискорення виконання тих чи інших етапів і процедур надання адміністративних послуг.

Прикладом такої системи слугує створена авторами цієї статті система центру надання адміністративних послуг Тернопільської міської ради, яка містить універсальні інтелектуальні модулі, наприклад для виконання послуг щодо екологічної експертизи при створенні виробничих підприємств або розширенні їх діяльності.

Актуальність

Останнім часом одним із найважливіших напрямів діяльності місцевих органів влади в Україні стало надання адміністративних послуг. За нещодавній період було створено понад 800 центрів надання адміністративних послуг (ЦНАП) [1].

Одним із визначальних чинників процесу створення ефективних ЦНАП та підвищення якості надання адміністративних послуг є використання сучасних інформаційних технологій. Ефективна інформаційна система надання адміністративних послуг дасть змогу одержувати об'єктивну інформацію щодо якості надання послуг; до того ж, така система може стати основою для оперативного ухвалення управлінських рішень з метою реального поліпшення та наближення рівня якості послуг до потреб замовників [1]. Використання інтелектуальних методів обробки даних дозволить підвищити якість надання послуг, а також значно прискорити надання адміністративних послуг для громадян.

Мета

Метою дослідження статті є підвищення ефективності функціонування інформаційної системи центру надання адміністративних послуг за рахунок реалізації математичного та програмного забезпечення інтелектуального модуля обробки інформації. Для досягнення поставленої у роботі мети необхідно розв'язати такі завдання:

- провести аналіз сучасних інформаційних систем, які використовуються в центрах надання інформаційних послуг та виділити основні проблемні напрямки, які виникають в процесі їх діяльності;
- вдосконалити метод пошуку оптимальних наборів документів який базується на основі «мурашиних алгоритмів»;
- запропонувати метод автоматичного фільтрування подібних послуг та відповідних документів в рамках досліджуваної предметної області;
- реалізувати схему роботи інтелектуального модуля обробки інформації як надбудову до сучасних програмних рішень;
- здійснити програмну реалізацію запропонованих методів пошуку оптимального набору документів та автоматичного фільтрування подібних послуг;
- провести тестування інтелектуального модуля та виконати аналіз одержаних результатів.

Задачі

1. Аналіз проблем якісного інформаційного забезпечення функціонування систем, які використовуються в Центрах надання адміністративних послуг.
2. Створення математичного та алгоритмічного забезпечення для оцінки подібності документів та послуг.
3. Реалізація інтелектуального модуля обробки інформації для прикладних програмних систем.

Розв'язання задач

На сьогодні центри надання адміністративних послуг є мережею з великою кількістю вузлів (послуг) та зв'язків (документів), що робить процес класифікації та пошуку відповідних адміністративних послуг в системі досить складним. Кожен користувач, вибираючи відповідну послугу, зіштовхується із проблемою – які саме види послуг із отриманого списку і в якій послідовності необхідно опрацювати документи для найповнішого формування відповідного пакету документів та найшвидшої та оптимальної обробки інформаційних запитів. На рис. 1 представлено процес отримання видачі дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Процес аналіз структури документів та послідовності реалізації відповідних кроків є досить складним, а тому вимагає застосування методів інтелектуального аналізу даних.

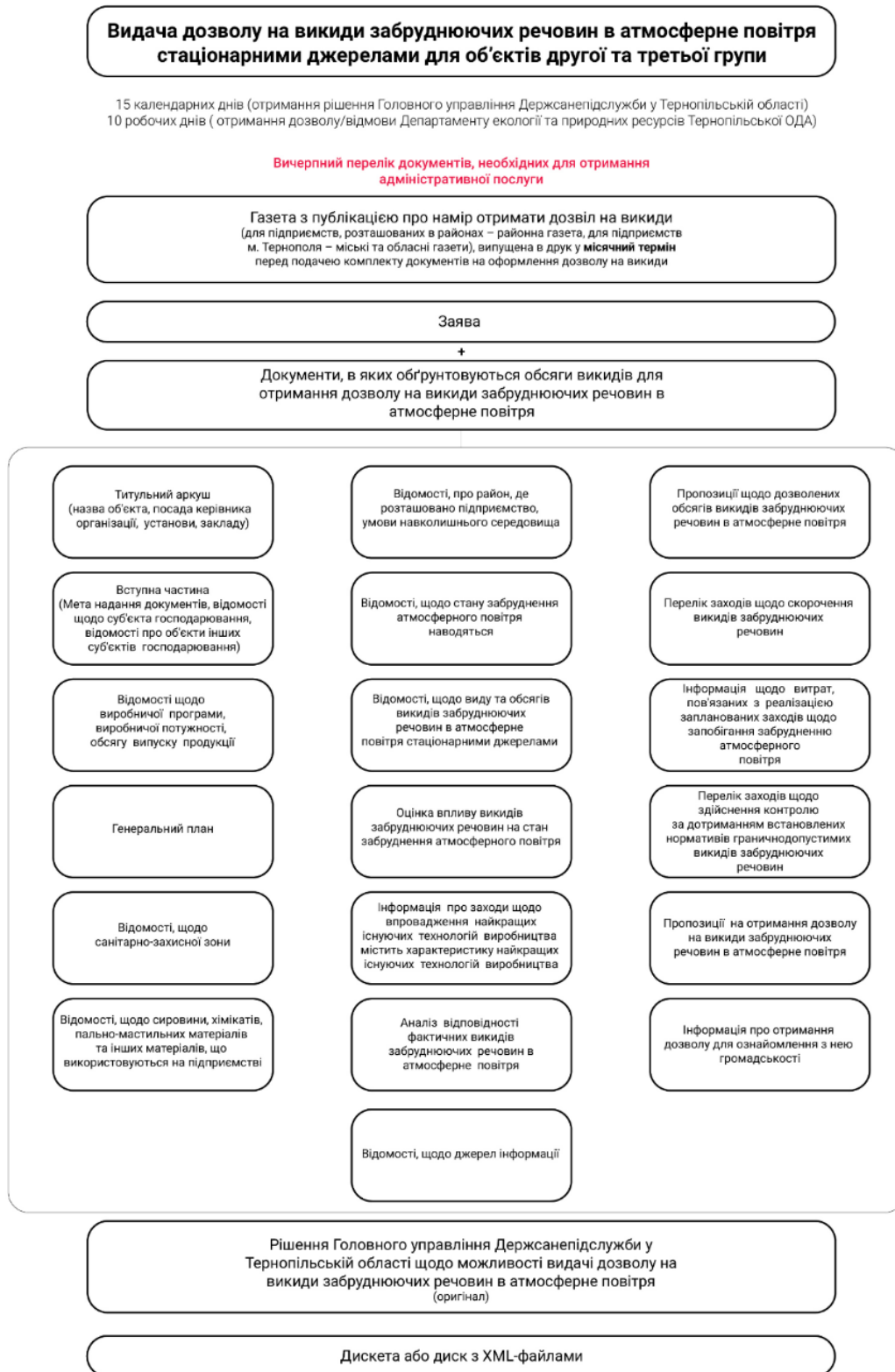


Рисунок 1 – Приклад реалізації схеми отримання видачі дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря

Описана проблема може бути визначена як проблема пошуку оптимальних наборів документів, яка може бути транспонована в проблему пошуку оптимальних наборів документів в наведеному графі при відповідно заданих обмеженнях.

Для пошуку оптимальних наборів документів при виборі відповідних адміністративних послуг пропонується виористати підхід, який базується на основі «мурашиних алгоритмів» [2].

Під контентною повнотою C деякого набору послуг d представимо деяку величину, яка є сумою контентних повнот усіх послуг, що входять в базовий набір адміністративних послуг:

$$C_p^n = \sum_{j=1}^{n-1} c_j, \quad (1)$$

де n – кількість послуг (вершин графу), c_j – контентна повнота деякої адміністративної послуги.

Нехай в результаті формування відповідно інформаційного запиту Q сформовано структурну модель у вигляді графу G , що відображає взаємозв'язки між документами, які отримані в результаті відповідного пошуку. Необхідно сформувати такий набір послуг, який охоплював би максимальну кількість документів, контентна повнота якого була б максимальною, а контентна повнота документів, що не відповідають запиту – мінімальною.

В загальному випадку задача може бути представлена наступним чином:

$$Search C \text{ with } n \rightarrow \max, C_k^n \rightarrow \max, C_{k_{uninformative}}^n \rightarrow \min \quad (2)$$

Відношення (2) є класичним представленням пошуку оптимальних шляхів обходу в направлених графах. Розглянемо специфіку застосування методу мурашиних колоній в рамках досліджуваної предметної області.

Опис методу. Моделювання поведінки мурах пов'язане з розподілом феромону на шляху – ребрі графу. Ймовірність того, що мураха піде по конкретному ребру пропорційна кількості феромону на цьому ребрі, а кількість феромону, що відкладається на шляху, пропорційна «відстані» між двома документами. В якості міри відстані може бути обрана будь-яка із загальновідомих [2]. Таким чином, чим «ближчими» будуть два документи, тим більше феромону буде відкладено на ребрі, що їх з'єднує, і відповідно, тим більше мурах буде рухатися по даному маршруту. Для попередження знаходження локально оптимальних рішень необхідно додати зворотній зв'язок у вигляді випарування феромону. Це дасть змогу отримати стійке оптимальне рішення.

Розглянемо правила поведінки мурах:

1. Мурахи можуть рухатися по ребрах декілька разів, але це може спонукати до дублювання фрагментів шляху. В спірних моментах (вузлах, документах) мурахи повинні віддавати перевагу тим ребрам, які вони ще не відвідали. Позначимо через $M_{i,ant}$, перелік документів, які ще не проходила комаха ant, що знаходиться на i -й послугі.

2. Видимість визначається як евристичне бажання комахи відвідати документ j , якщо він формує послугу i . Даний показник обчислюємо як обернено пропорційну величину до значення «відстані» між документами і відповідних послуг. Для цього використаємо критерій χ^2 Пірсона [3]:

$$\chi^2 = n_1 n_2 \sum_{i=1}^k \frac{1}{m_{1,i} + m_{2,i}} \left(\frac{m_{1,i}}{n_1} - \frac{m_{2,i}}{n_2} \right)^2, \quad (3)$$

де n_1 – об'єм першого документу, n_2 – об'єм другого документу, $m_{1,i}$ – частота i -го признаку в першому послугі, $m_{2,i}$ – частота i -го признаку в другій послугі.

3. «Нюх» мурах визначається їх здатністю відчувати запах феромону, що підтверджує бажання відвідати документ j із послуги i на основі досвіду інших мурах. Кількість феромону на ребрі (i, j) в певний момент часу t позначимо як $W_{i,j}(t)$.

Таким чином, на основі описаних правил запишемо відношення ймовірності переходу ant –ої мурахи з послуги i в послугу j :

$$\left\{ \begin{array}{l} Probability_{ij,ant}(t) = \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha * [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{l=1}^{J_{i,ant}} [\tau_{il}(t)]^\alpha * [\eta_{il}]^\beta}, j \in J_{i,ant}, \\ Probability_{ij,ant}(t) = 0, j \notin J_{i,ant}. \end{array} \right. \quad (4)$$

Параметри α і β визначаються експериментально.

Величина феромону, що відкладе мураха ant на ребрі (i, j), перейшовши з послуги i на послугу j, визначається таким чином:

$$\Delta W_{ij,ant}(t) = \begin{cases} F_{P_{ant}(t)}, (i, j) \in P_{ant}(t), \\ 0, (i, j) \notin P_{ant}(t), \end{cases} \quad (5)$$

де $P_{ant}(t)$ – шлях, що пройшла мураха ant на момент часу t, $F_{P_{ant}(t)}$ – числова величина оптимальності шляху p.

Числова величина оптимальності шляху розраховується на основі оптимізаційної функції

$$F_p = n_p C_p v_p, \quad (6)$$

де n_p – кількість документів, що входять в маршрут p, C_p – контентна повнота (1) маршруту p, v_p – середня швидкість зміни контентної повноти із врахуванням порядкового номеру документу в маршруті p, що обчислюється за формулою:

$$v_p = \frac{\sum_{l=1}^{n_k-1} \frac{(l+1)i}{\sum_{j=1}^{l+1} i_j}}{n_p - 1} \quad (7)$$

Випаровування феромону обчислюється за наступною формулою:

$$\begin{aligned} W_{ij}(t+1) &= (1-p) * W_{ij}(t) + \Delta W_{ij}(t), \\ \Delta \tau_{ij}(t) &= \sum_{k=1}^m \Delta W_{ij,k}(t), \end{aligned} \quad (8)$$

де $p \in [0; 1]$ – коефіцієнт випаровування, m – кількість мурах (послуг).

В результаті ми отримуємо модифікований метод мурашинних колоній та його адаптивне представлення та застосування в сфері пошуку документів та відповідних адміністративних послуг в процесі функціонування інформаційних систем ЦНАП.

В процесі аналізу результатів пошуку адміністративних послуг з використанням інформаційних систем ЦНАП виникає проблема автоматичного фільтрування подібних послуг та відповідних документів. Це дозволить значно пришвидшити результати такої обробки [3-5].

Поняття подібності адміністративних послуг можна описати через кластеризацію документів, що оперують поняттям відстані між об'єктами (реквізитами), які формують структуру цих документів. Відстань між такими об'єктами можна знаходити за допомогою критерію χ^2 Пірсона, який описаний відношенням (3). Відповідно, коефіцієнт подібності можна обчислювати як

$$S_{p_1, p_2} = 1 / \chi^2 \quad (9)$$

Під подібністю адміністративних послуг будемо розуміти ступінь дублювання даних, що вони містять:

$$Similarity(Service_1, Service_2) = Data_1 \cup Data_2 \quad (10)$$

Під індексом подібності будемо розуміти числову характеристику подібності, причому повному дублюванню даних буде відповідати значення 1, відповідно 0 - послугам, що повністю відрізняються.

Нехай S_1 і S_2 – дві адміністративні послуги, для яких необхідно визначити їх подібність, o_1 і o_2 – набір унікальних ознак відповідних послуг [4]. Під унікальними ознаками мається на увазі набір ознак, що не повторюються в межах однієї послуги. В якості таких ознак будемо використовувати елементи інформаційного наповнення, а саме текстові описи, документи. Загальний набір ознак O (11) утворюється шляхом об'єднання набору ознак послуг, що порівнюються. Ознаки, що повторюються, також видаляються з набору:

$$O = o_1 \cup o_2, \text{count}(O) \leq \text{count}(o_1) + \text{count}(o_2) \quad (11)$$

Коефіцієнт дублювання даних i -ї послуги в j -й будемо обчислювати за допомогою відношення

$$W_{s_i(s_j)} = \frac{\text{count}(o_i) + \text{count}(o_j) - \text{count}(O)}{\text{count}(o_i)} \quad (12)$$

Загальний коефіцієнт даних, що дублюється в послугах p_1 і p_2 будемо обчислювати за допомогою виразу

$$W_{s_i,s_j} = \frac{\text{count}(o_i) + \text{count}(o_j) - \text{count}(O)}{\text{count}(o_i) + \text{count}(o_j)} \quad (13)$$

а коефіцієнт подібності відповідно як

$$\text{Similarity}_{s_i,s_j} = 2W_{s_i,s_j}, \text{Similarity}_{i,j} \in [0,1], \quad (14)$$

Відповідно відстань між послугами може бути обчислена за допомогою виразу

$$D_{p_i,p_j} = \frac{1}{\text{Similarity}_{s_i,s_j}} \quad (15)$$

Таким чином, коефіцієнт подібності враховує невідповідність наборів документів, а відстань між послугами є певним чином обмеженою, так як коефіцієнт подібності може змінюватися лише в діапазоні від 0 до 1. Таким чином вирішується проблема розмірності відстані і подібності.

Алгоритм видалення послуг з документами, що дублюються представлено на рис. 2. Дані методи можуть бути реалізовані як надбудова до сучасних рішень і ефективно використовуватися в інформаційних системах надання адміністративних послуг.

1. На першому кроці користувач вводить пошуковий запит, система видає результати – набір послуг S .

2. Аналізуються перші n документів для адміністративних послуг: вони розбиваються на блоки, оцінюються за допомогою регресійної моделі, інформаційний шум «відкидається». На виході отримуємо n документів, які складаються лише з основних документів для шуканої послуги.

3. Обчислюються коефіцієнти подібності між документами. Всі документи, що дублюються в рамках послуг, видаляються з результуючого набору (в залежності від методу видалення).

4. На виході отримуємо набір послуг з документами, інформація в яких не дублюється.

Дані методи та алгоритми можуть бути реалізовані як надбудова до сучасних рішень і ефективно використовуватися у власних програмних розробках.

Схема реалізації інтелектуального модуля

Інтелектуальний модуль виконує деревовидний пошук документів – від загального до конкретного [6-8]. Проводиться заглиблення у нижчі рівні здійснюваного пошуку. На рис. 3 представлено схему реалізації пошуку документів у вигляді дерева.

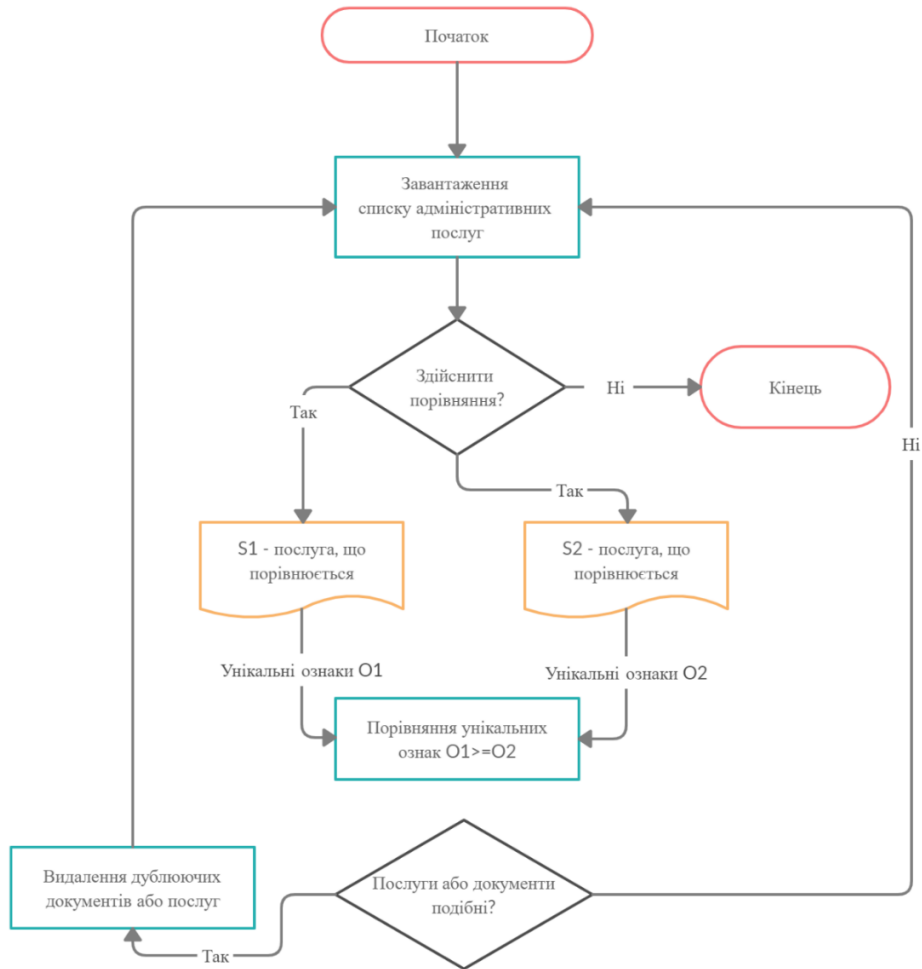


Рисунок 2 – Схема видалення дублюючих документів та послуг в процесі формування пошуково запиту на адміністративні послуги

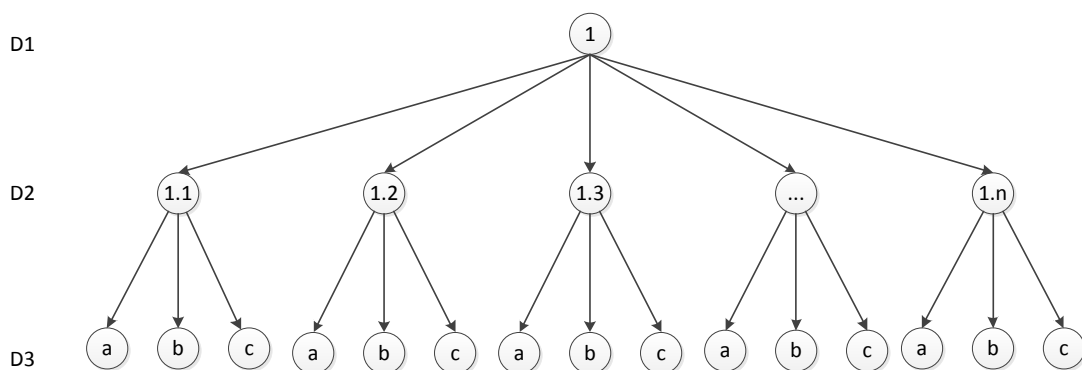


Рисунок 3 – Схема пошуку документів у вигляді деревовидного представлення

Для того, щоб із пошукових результатів обрати шуканий варіант потрібно виконати наступну послідовність кроків D, де:

D_1 – результати пошуку в конкретному розділі адміністративних послуг.

D_2 – знайдена інформація під час пошуку

D_3 – на третьому рівні знаходяться: а) розділи за якими переходить користувач; б) документи або текст, які відносяться до результатів пошуку; в) відсоток адекватності пошуку.

Спочатку користувач заповнює поля пошуку, вибирає відповідні атрибути і при натисненні на кнопку «Знайти адміністративну послугу» відбувається відправлення даних на сервер, де відбувається формування словників вибраних елементів із надісланих даних. На основі згенерованої інформації відбувається безпосереднє формування запиту, його аналіз та розбиття на деталізовані структури. На кожному вузлі відбувається порівняння виконуваного запиту із статистичною інформацією по запропонованому алгоритму.

Після виконання пошуку на вузлах через менеджер бази даних документів виконується повернення набору даних, де вже виконується об'єднання результатів і відповідно надсилаються агреговані результати до сторінки формування запиту на адміністративну послугу, де користувач може у зручному вигляді переглядати знайдені результати та виконувати подальші маніпуляції із знайденими документами [9,10].

Експериментальні дослідження

Експериментальні дослідження проводилися на прикладі Центру надання адміністративних послуг в м. Тернопіль. На рис. 4 представлено приклад реалізації алгоритму оцінки подібності адміністративних послуг.

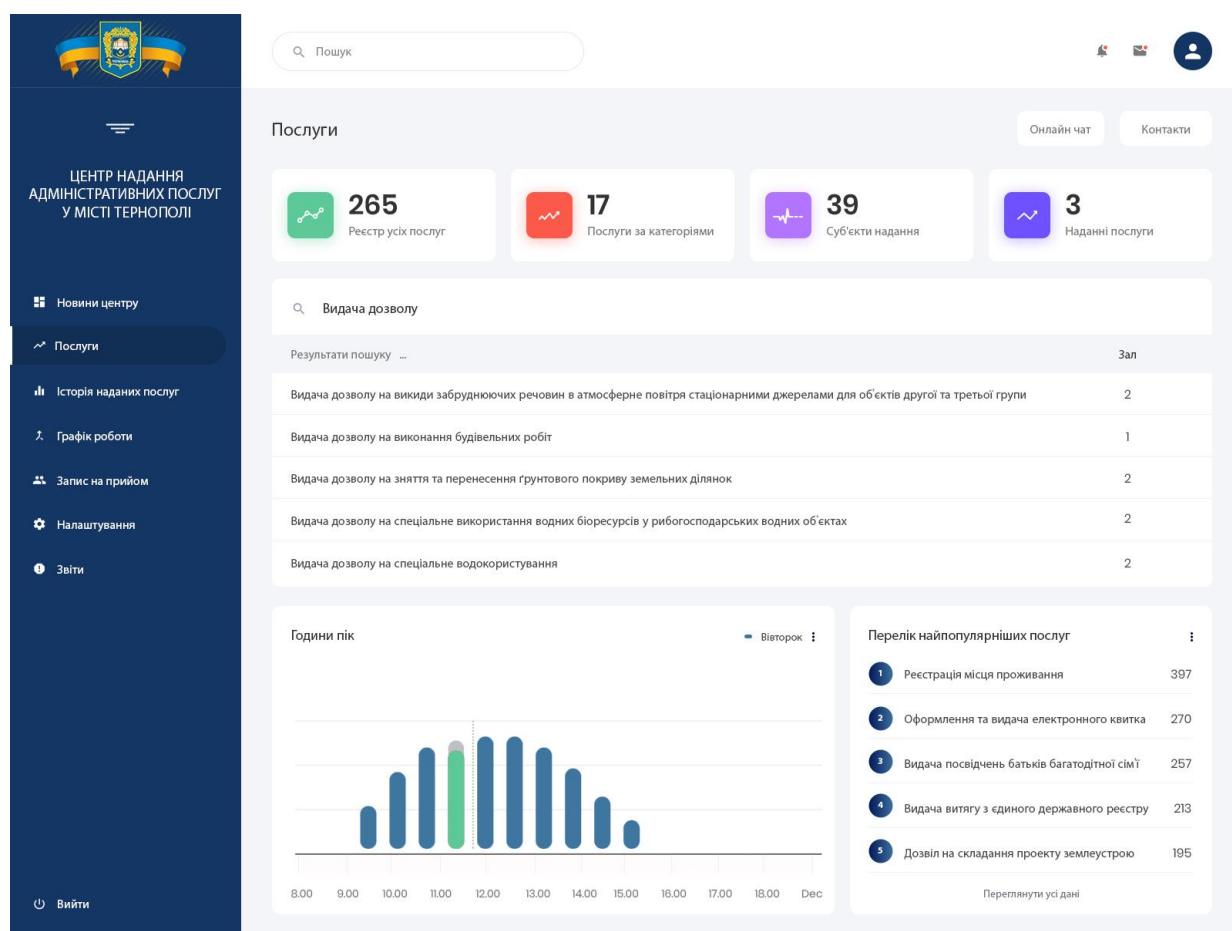


Рисунок 4 – Приклад реалізації оцінки подібності адміністративних послуг

На рис. 5 представлено приклад формування структури документів для адміністративної послуги «Видача дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами для об'єктів другої та третьої групи».

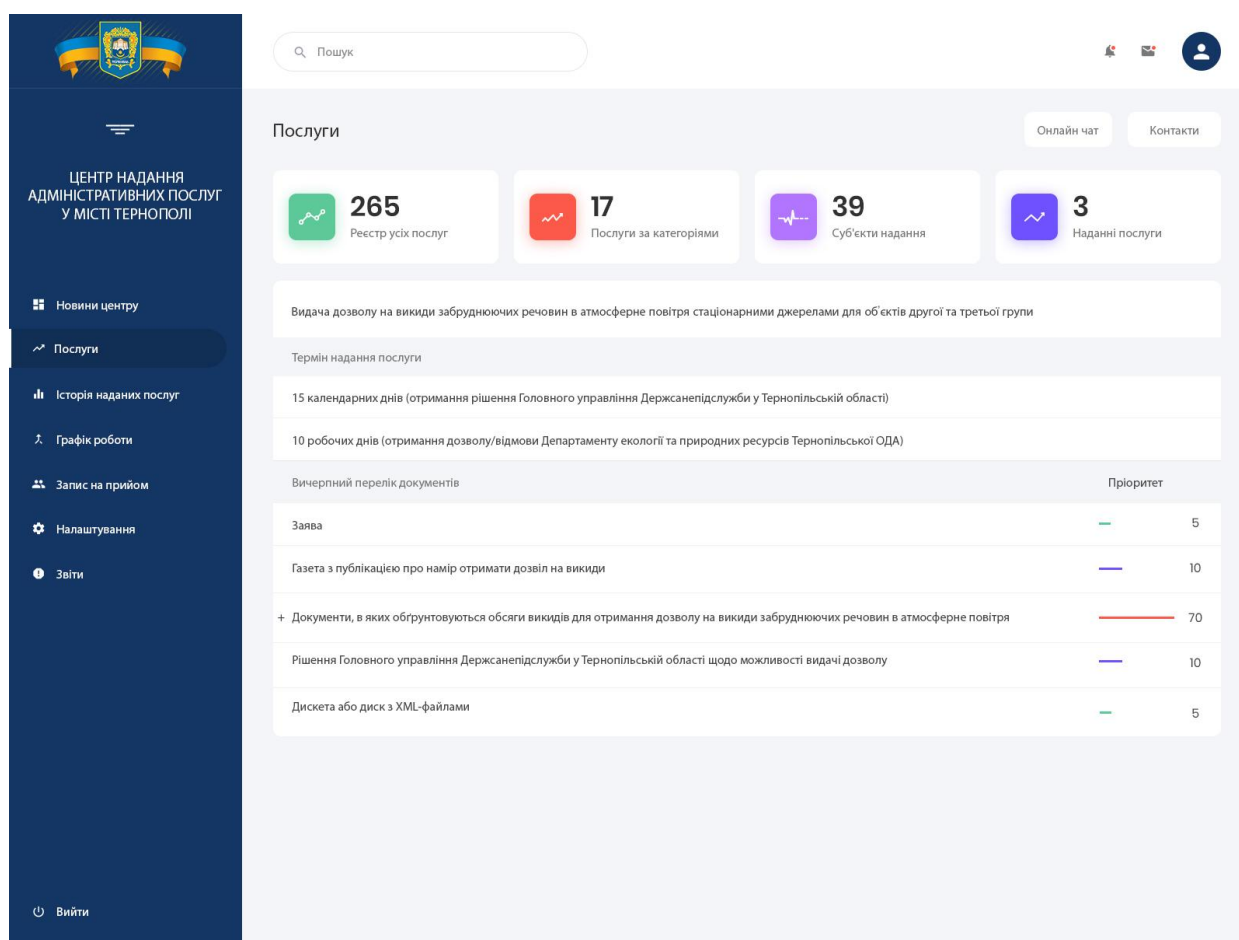


Рисунок 5 – Інтерфейс інтелектуального модуля обробки інформації для системи центру надання адміністративних послуг

Отримана структура документів сформована з використанням інтелектуального модуля обробки інформації і є більш інформативною та простішою для пересічних користувачів.

Висновки

Результатом статті є підвищення ефективності функціонування інформаційної системи центру надання адміністративних послуг за рахунок реалізації математичного та програмного забезпечення інтелектуального модуля обробки інформації.

В роботі було реалізовано інтелектуальний модуль обробки інформації, який базується на використанні методу пошуку оптимальних наборів документів за рахунок адаптації «алгоритму мурашиних колоній» в рамках досліджуваної предметної області.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

- вперше запропоновано метод оцінки подібності адміністративних послуг. Запропонований у даній роботі метод оцінки подібності адміністративних послуг ґрунтується на кластеризації документів, що оперують поняттям відстані між об'єктами (реквізитами), які формують їх структуру;

- вдосконалено метод пошуку оптимальних наборів документів в наведеному графі при відповідних заданих обмеженнях в частині адаптації «алгоритму мурашиних колоній» в заданій предметній області;

- вдосконалено схему реалізації пошуку послуг (документів) у вигляді дерева в частині реалізації алгоритму видалення послуг з документами, що дублюються.

Дані методи можуть бути реалізовані як надбудова до сучасних рішень і ефективно використовуватися в інформаційних системах надання адміністративних послуг.

Список літератури

- [1] І. Бригілевич, *Діяльність ЦНАП та оцінка якості надання адміністративних послуг*. м. Київ, Україна, 2017, 40 с.
- [2] Dorigo, Marco & Stützle, Thomas. (2010). *Ant Colony Optimization: Overview and Recent Advances*. 10.1007/978-1-4419-1665-5_8.

- [3] В. А. Тарловский, Н. Ф. Хайрова, «Использование семантико-ориентированного лингвистического процессора для добывания новых знаний из потока документов корпоративной информационной системы», *Вестник Национального технического университета «ХПИ»*, № 67, с. 132–138. 2010.
- [4] В. М. Дубовой, О. Ю. Краковецкий, О. В. Глонь, «Метод оцінки подібності веб-сторінок», *Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології*, № 2 (16), с. 5–9. 2008.
- [5] Люгер, Джордж, Ф., *Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. 4-е издание.: Пер. с англ.* М., Россия: Издательский дом «Вильямс», 2005, 864 с.
- [6] А. М. Мельник, О. З. Миць, «Підвищення ефективності пошуку документів в інтернет із врахуванням подібності веб-сторінок», в *Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: матеріали III Всеукр. шк.-семінару молодих вчен. і студ. ACIT'2013 [м. Тернопіль, 17-18 трав. 2013 р.]*, Тернопіль: ТНЕУ, 2013, с. 212.
- [7] О. О. Лисенко, Р. І. Кокітко, «Модель аналізу неструктурованої інформації для побудови бази знань корпоративної інформаційної системи», в *Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: матеріали III Всеукр. шк.-семінару молодих вчен. і студ. ACIT'2013 [м. Тернопіль, 17-18 трав. 2013 р.]*, Тернопіль: ТНЕУ, 2013, с. 211.
- [8] M. Susla, R. Pasichnyk, A. Melnyk, N. Pasichnyk, O. Vasyukiv and O. Androshchuk, «Formalization of Scientific Researches Results in Corporate Knowledge Bases As a Tool of Their Accumulation», *2020 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*, Degendorf, Germany, 2020, pp. 488-491, doi: 10.1109/ACIT49673.2020.9208863.
- [9] A. Kovbasisty, A. Melnyk, M. Dyvak, V. Brych and I. Spivak, «Method for detection of non-relevant and wrong information based on content analysis of web resources», *2017 XIIIth International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH)*, Lviv, 2017, pp. 154–156. doi: 10.1109/MEMSTECH.2017.7937555.
- [10] A. Pukas, A. Simak, O. Syrnyk, L. Horal, V. Shyjko and O. Papa, «Software Module for Data Correctness and Completeness Control in the Academic Staff Performance Appraisal System», *2019 9th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*, Ceske Budejovice, Czech Republic, 2019, pp. 277–280. doi: 10.1109/ACITT.2019.8779999.

Стаття надійшла: 12.11.2020

References

- [1] I. Bryhilevych, *Dialnist TsNAP ta otsinka yakosti nadannia administratyvnykh posluh*. m. Kyiv, Ukrayina, 2017, 40 s.
- [2] Dorigo, Marco & Stützle, Thomas. (2010). *Ant Colony Optimization: Overview and Recent Advances*. 10.1007/978-1-4419-1665-5_8.
- [3] В. А. Тарловский, Н. Ф. Хайрова, «Использование семантико-ориентированного лингвистического процессора для добывания новых знаний из потока документов корпоративной информационной системы», *Вестник Национального технического университета «ХПИ»*, № 67, с. 132–138. 2010.
- [4] В. М. Дубовой, О. Ю. Краковецкий, О. В. Глонь, «Метод оцінки подібності веб-сторінок», *Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології*, №2 (16), с. 5–9. 2008.
- [5] Lyuger, Dzhordzh, F., *Iskusstvennyy intellekt: strategii i metody reshennya slozhnykh problem 4-e izdanie.: Per. s angl.* M. Rossiya: Izdatelskiy dom «Vilyame», 2005, 864 s.
- [6] А. М. Мельник, О. З. Миць, «Підвищення ефективності пошуку документів в інтернет із врахуванням подібності веб-сторінок», в *Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: матеріали III Всеукр. шк.-семінару молодих вчен. і студ. ASIT2013 [м. Тернопіль, 17-18 трав. 2013 р.]*, Тернопіль: ТНЕУ, 2013, с. 212.
- [7] О. О. Лисенко, Р. І. Кокітко, «Модель аналізу неструктурованої інформації для побудови бази знань корпоративної інформаційної системи», в *Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: матеріали III Всеукр. шк.-семінару молодих вчен. і студ. ASIT2013 [м. Тернопіль, 17-18 трав. 2013 р.]*, Тернопіль: ТНЕУ, 2013, с. 211.
- [8] M. Susla, R. Pasichnyk, A. Melnyk, N. Pasichnyk, O. Vasyukiv and O. Androshchuk, «Formalization of Scientific Researches Results in Corporate Knowledge Bases As a Tool of Their Accumulation», *2020 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*, Degendorf, Germany, 2020, pp. 488-491. doi: 10.1109/ACIT49673.2020.9208863.
- [9] A. Kovbasisty, A. Melnyk, M. Dyvak, V. Brych and I. Spivak, «Method for detection of non-relevant and wrong information based on content analysis of web resources», *2017 XIIIth International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH)*, Lviv, 2017, pp. 154–156. doi: 10.1109/MEMSTECH.2017.7937555.
- [10] A. Pukas, A. Simak, O. Syrnyk, L. Horal, V. Shyjko and O. Papa, «Software Module for Data Correctness and Completeness Control in the Academic Staff Performance Appraisal System», *2019 9th*

International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT), Ceske Budejovice, Czech Republic, 2019, pp. 277–280. doi: 10.1109/ACITT.2019.8779999.

Відомості про авторів

Дивак Микола Петрович – доктор технічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки, декан факультету комп'ютерних інформаційних технологій Західноукраїнського національного університету.

Мельник Андрій Миколайович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук Західноукраїнського національного університету.

Папа Олександр Андрійович – аспірант, викладач кафедри комп'ютерних наук Західноукраїнського національного університету.

Н. П. Дивак, А. Н. Мельник, А. А. Папа

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МОДУЛЯ ПРИКЛАДНЫХ
ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ
АДМИНИСТРАТИВНЫХ УСЛУГ ПО ПРОВЕДЕНИЮ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ**

Западноукраинский национальный университет, Тернополь

M. P. Dyvak, A. M. Melnyk, O. A. Papa

**MATHEMATICAL AND SOFTWARE OF THE
INTELLECTUAL MODULE OF APPLIED SOFTWARE
SYSTEMS FOR THE PROVISION OF ADMINISTRATIVE
SERVICES CONCERNING**

West Ukrainian National University, Ternopil

ДО ВІДОМА АВТОРІВ

Найновіші правила оформлення і подання статей знаходяться на сайті журналу
<http://itce.vntu.edu.ua/>