УДК 681. 3:622. 276

ДОСЛІДЖЕННЯ КОРЕКТНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПРЕДИКАТНОЇ СХЕМИ НА МНОЖИНІ ОБ'ЄКТІВ НАФТОГАЗОВОЇ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

В.І. Шекета

ІФНТУНГ, кафедра прикладної математики, sheketa@mail.ru

Построен формально-логический аппарат для обоснования корректности и полноты процесса трансформации проблемы установления совпадений информационной предикатной схемы и объектов базы данных и показано, что множество решений информационно-поисковой задачи на основе ограничений и множество совпадений информационной предикатной схемы и объектов базы данных нефтегазовой предметной области соответствуют друг другу

In given paper the formal-logical apparatus for substantiation of correctness and fullness for process of transformation of founding coincidence problem for information predicate circuit and database objects is built and there is shown, that the set of solutions for information retrieval task on the basis of restrictions and the set of coincidence of information predicate circuit and of database objects of oil and gas subject domain corresponds to each other

У даний час нафтогазова галузь має автоматизовані системи різних рівнів і типів, а також різні програмні комплекси для прогнозу нафтогазоносності, пошуку та розвідки родовищ нафти і газу, але масштаби та ефективність застосування ЕОМ для кожного рівня різні [1]. Це пов'язано з тим, що недостатньо використовуються розвинені бази даних і відсутня типова методика набуття і накопичення знань про нафтогазоносні поклади та прогнозування необхідності проведення пошуково-розвідувальних робіт з використанням нових інформаційних технологій. Впровадження нових інформаційних технологій в нафтогазовій справі дає можливість суттєво змінити економіко-екологічний підхід до пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ. Оскільки основними джерелами інформації в ході таких пошуково-розвідувальних робіт є буріння свердловин, яке вимагає значних капітальних витрат, важливим є накопичення баз знань, що можуть бути використані у прогнозуванні нафтогазонасичених покладів з використанням експертних систем(ЕС). Експертні системи як системи штучного інтелекту використовують знання висококваліфікованих спеціалістів-експертів для вирішення завдань у порівняно вузьких проблемних областях. Проблемна спрямованість і можливість вирішувати широкий клас завдань зробила експертні системи незамінними в багатьох галузях промисловості і науки. Сьогодні на перший план виходять проблеми, пов'язані з практичною реалізацією ЕС у великих і складних проблемних областях, зокрема нафтогазовій предметній області [1]. Основною перешкодою на шляху створення і поширення експертних систем у нафтогазовій промисловості України є проблема набуття і представлення знань. Значна кількість інформації, її слабка структурованість, труднощі експерта під час спроби пояснити послідовність своїх міркувань щодо прийняття певного рішення призводять до того, що процес передачі знань від експерта до системи здійснюється з великими труднощами, методом «спроб, помилок і виправлень». Існуючі методики щодо роботи з експертом є далеко неповними. Слабким місцем є їх нездатність контролювати процес прийняття рішень експертом і підтримки в експерта постійного інтересу до процесу передачі знань. У результаті процес передачі знань перетворюється в абсолютно нецікаве і монотонне заняття для експерта, а процес формування бази знань розтягується в часі. З другого боку, під час представлення вже набутих знань виникають труднощі у виборі правильного способу і відповідних інструментальних засобів. У нафтогазовій предметній області часто виникає потреба в комбінованому застосуванні вже існуючих способів представлення знань, а також у впровадженні нових специфічних прийомів. І, нарешті, ще більш складною проблемою є процес логічного висновку на основі інформації нафтогазової предметної області. Вузьким місцем цієї проблеми є необхідність здійснювати процес логічного висновку в умовах неповної і неточної інформації, що має місце в процесі прогнозування нафтогазоносних покладів [1].

Таким чином, існує реальна потреба в розробці нових, більш ефективних методів набуття знань, що враховують усю сукупність проблем, які виникають у процесі передачі знань і стимулюють творчу активність експерта, а також використання нових підходів щодо представлення набутих знань і здійснення логічного висновку на основі неповної і нечіткої інформації нафтогазової предметної області. Одним із таких методів є застосування інформаційно-пошукових задач на основі обмежень [2,3,4,5,6,7,8]. У загальному випадку інформаційно-пошукова задача формулюється у вигляді набору змінних із встановленням для кожної змінної окремого домену. Множина накладених обмежень визначає набори значень, які можуть одночасно приймати введені змінні. У роботі [9] виконано побудову формально-логічного апарата інформаційної предикатної схеми як середовища виконання трансформації запитів користувача щодо напівструктурованої інформації нафтогазової предметної області. У роботі [10] побудовано формально-логічний апарат для процесу трансформації проблеми встановлення співпадань інформаційної предикатної схеми і об'єктів бази даних нафтогазової предметної області, представлених у вигляді орієнтованих графів в інформаційно-пошукову задачу на основі обмежень. Тому логічно постає питання про коректність і повноту такої трансформації.

Таким чином, метою даної статті є дослідження питання коректності і повноти трансформації, тобто обгрунтування того факту, що розв'язання інформаційно-пошукової задачі на основі обмежень і знайдені співпадання інформаційної предикатної схеми на множині об'єктів бази даних нафтогазової предметної області, представлених у вигляді орієнтованих графів, відповідають одне одному.

Під інформаційно-пошуковою задачею на основі обмежень будемо розуміти кортеж (Y,O,L), де: Y – множина змінних $(y_1,\dots,y_m)$; O – множина скінчених областей, які відповідають кожній змінній $y_i \in Y$; L – множина обмежень $\{L_{K_1},\dots,L_{K_n}\}$, що обмежують граничні значення, які змінні можуть приймати одночасно. $K_i = (y_{K_{i_1}},\dots,y_{K_{i_m}})$ є кортежами змінних з Y; і кожний L_{K_i} задається як $(L_{K_i} \subseteq O_{K_{i_1}} \times \dots \times O_{K_{i_m}})$.

Оскільки змінні і їх множини значень пов'язані, ми будемо називати кожен кортеж $<y_i,O_i>$, де $y_i \in Y$, і $O_i \in O$ – доменна змінна. Відображення змінних для даної множини доменних змінних є зіставленням $\mu: Y \to O$, таке, що $\mu(y_i) \in O_i$ справджується для всіх $y_i \in Y$. Інтерпретація змінних μ задовольняє обмеженням $L_{(y_{K_{i_1}},\dots,y_{K_{i_m}})}$, якщо $(\mu(y_{K_{i_1}}),\dots,\mu(y_{K_{i_m}})) \in L_{(y_{K_{i_1}},\dots,y_{K_{i_m}})}$. Розв'язком для пошукової задачі на основі обмежень вважатимемо інтерпретацію змінних таку, що одночасно задовольняє всі обмеження.

Означення 1. Упорядковану четвірку $\Gamma=(B,R,f_1,f_2)$ вважатимемо напрямленим інформаційним графом[8], якщо B – множина вершин, R – множина дуг, а f_1 і f_2 – функції, які для кожної дуги визначають її початок і кінець. Як синонім для терміну "вершина" будемо використовувати термін "вузол". Але будемо вважати обов'язковим використання терміна "дуга", щоб підкреслити напрямленість інформаційних графів. У нашій моделі два вузли можуть бути з'єднані за допомогою більше, ніж з однієї дуги. Крім того, ми припускаємо використання петель. Введемо такі означення.

Означення 2. Нехай N – множина написів(позначок), тоді впорядкована п'ятірка $\Gamma=(B,R,f_1,f_2,n)$ є $(N$-$)$описаним напрямленим графом, якщо (B,R,f_1,f_2,n) є напрямленим графом і $n: B \cup R \to N$ є функцією, яка присвоює кожній вершині і дузі напис з N.

Означення 3. Інформаційною предикатною схемою на множині унарних предикатів Π будемо називати об'єкт $\eta=(B^{(\eta)},R^{(\eta)},f_1^{(\eta)},f_2^{(\eta)},n^{(\eta)})$, де кожному елементу приписаний відповідний предикат $(n: B^{(\eta)} \cup R^{(\eta)} \to \Pi)$.

Теорема 1. Нехай Ω - об'єкт і η - інформаційна предикатна схема. Нехай (Y,O,L) є пошуковою задачею на основі обмежень, яка має l-змінних $Y=\{y_1,\dots,y_l\}$, що були задані згідно з означенням трансформації. Отже кортеж $(o_{1_i},\dots,o_{l_i}) \in O_1 \times \dots \times O_l$ є розв'язком для пошукової задачі на основі обмежень коли відповідний йому підоб'єкт Ω є мінімальним співпаданням η в Ω.

Дов. Спочатку розглянемо, як може бути одержано підоб'єкт Ω, що відповідає розв'язку пошукової задачі. Нехай $(o_{1_i},\dots,o_{l_i})$ є розв'язком пошукової задачі. Для кожного $o_{j_i} \in (o_{1_i},\dots,o_{l_i})$ виконаємо наступне. Якщо o_{j_i} є вершиною, то $B^{(j)} := B^{(j-1)} \cup \{o_{j_i}\}$ і $R^{(j)} := R^{(j-1)}$. Якщо o_{j_i} є ребром, то $B^{(j)} := B^{(j-1)}$ і $R^{(j)} := R^{(j-1)} \cup \{o_{j_i}\}$. Якщо o_{j_i} є маршрутом, то $B^{(j)} := B^{(j-1)}$ і $R^{(j)} := R^{(j-1)} \cup \{r_{j_i} | r_{j_i} \in o_{j_i}\}$. Оскільки множина доменів була побудована на основі O, ми бачимо, що $B^{(l)} \subseteq B^{(\Omega)}$ і $R^{(l)} \subseteq R^{(\Omega)}$. Тепер ми встановимо

$$B^{(\Omega_i)} := B^{(l)} \cup \{b \in B^{(\Omega)} | \exists r \in R^{(l)} : b = f_1^{(\Omega)}(r) \cup b = f_2^{(\Omega)}(r)\}$$

і $R^{(\Omega_i)} := R^{(l)}$. Таким чином, $\Omega_i = (B^{(\Omega_i)}, R^{(\Omega_i)}, f_1^{(\Omega)}\big|_{R^{(\Omega_1)}}, f_2^{(\Omega)}\big|_{R^{(\Omega_i)}}, n^{(\Omega)}\big|_{B^{(\Omega_i)} \cup R^{(\Omega_i)}})$ є підоб'єктом Ω, що відповідає $(o_{1_i},\dots,o_{l_i})$, для введеної вище функції Ψ. Тепер перейдемо до доведення.

Нехай тепер $\Omega = (B^{(\Omega)}, R^{(\Omega)}, f_1^{(\Omega)}, f_2^{(\Omega)}, n^{(\Omega)})$ є фіксованим об'єктом і $\eta = (B^{(\eta)}, R^{(\eta)}, f_1^{(\eta)}, f_2^{(\eta)}, n^{(\eta)}, b^{(\eta)}, V_{min}^{(\eta)}, V_{max}^{(\eta)})$ інформаційна предикатна схема. Нехай (Y,O,L) – пошукова задача на основі обмежень з l-змінними $Y=\{y_1,\dots,y_l\}$, яка була задана згідно з означенням трансформації. Нехай $(o_{1_i},\dots,o_{l_i}) \in O_1 \times \dots \times O_l$ є розв'язком для пошукової задачі. Нехай $\Omega_i = (B^{(\Omega_i)}, R^{(\Omega_i)}, f_1^{(\Omega_i)}, f_2^{(\Omega_i)}, n^{(\Omega_i)})$ є підоб'єктом Ω, що відповідає $(o_{1_i},\dots,o_{l_i})$. Ми спочатку покажемо, що Ω_i є співпаданням для зіставлення η у Ω, і тоді доведемо, що Ω_i є мінімальним. Нехай σ є відображенням між $B^{(\eta)} \cup R^{(\eta)}$ і $B^{(\Omega)} \cup T^{+(\Omega)}$, заданої таким чином, що $\sigma(y_j) := o_{i_j}$, де o_i є значенням змінної y_i, введеної в пошукову задачу для представлення вузлів і ребер інформаційної предикатної схеми. Ми використовуємо змінні y_i як синоніми для представлення ребер і вузлів. Крім того, ми не робили особливої різниці між доменами O_R і O_T, а вважаємо ребро o_{i_j} з O_R як ідентичне до атомарного маршруту (o_{i_j}) з O_T. Таким чином, для нас не є важливим, чи $\sigma(y_j)$ належить O_R чи O_T, а розглядаємо їх, як члени $T^{+(\Omega)}$. Покажемо, що σ є функцією зіставлення, оскільки вона задовольняє всі накладені вимоги :

1. Відображення σ є ізоморфним вбудовуванням η в Ω_T. Нехай y_j є ребром у η, і y_{j1}, y_{j2} є її початковим і кінцевим вузлами. Тоді $(o_{i_j}, o_{i_{j1}}) \in L^{поч}_{(y_i, y_{j1})}$ і $(o_{i_j}, o_{i_{j2}}) \in L^{кін}_{(y_i, y_{j2})}$, тому що обмеження задані, і $(o_{1_i}, ..., o_{l_i})$ є розв'язком для пошукової задачі. Виходячи з означення цих двох обмежень, бачимо, що $o_{i_{j1}}$ і $o_{i_{j2}}$ є вузлами початку і кінця для o_{i_j} у Ω_i. Подібним чином можна довести, що σ є ін'єктивною функцією, яка використовує ін'єктивні обмеження $L^{in}_{(y_{j1}, y_{j2})}$.

2. Нехай y_i є вузлом. Тоді $o_{i_j} \in L^{np}_{(y_j)}$, звідки предикат $n^{(\Omega)}(y_j)$ приймає значення істина для $n^{(\Omega_T)}(o_{i_j})$. Далі, нехай y_i – дуга. Тоді $o_{i_j} \in L^{np}_{(y_j)}$, звідки для всіх ребер в o_{i_j} предикат $n^{(\Omega)}(y_j)$ є істинним для відповідних міток.

3. Якщо таких двох змінних не існує, то умови з означень 1-3 задовольняються тривіально. Якщо вони все-таки існують, тоді $(o_{j1}, o_{j2}) \in L^{in}_{(y_j, y_{j1})}$, оскільки існують обмеження і $(o_{1_i}, ..., o_{l_i})$ є розв'язком для пошукової задачі. Це у свою чергу передбачає, що надписи для $o_{i_{j1}}$ і $o_{i_{j2}}$ є однаковими, виходячи з означень заданих обмежень.

4. Нехай y_i деяке ребро. Якщо воно має O_R як домену, тоді $\vartheta^{(\eta)}_{min}(y_j)=1$ і $\vartheta^{(\eta)}_{max}(y_j)=1$. Очевидно, що o_i має довжину 1. Якщо y_i має своїм доменом Ω_T, тоді обмеження $L^{min}_{(y_j)}$ і $L^{max}_{(y_j)}$ існують і o_i є членом обох з них, оскільки він входить у розв'язок пошукової задачі. Виходячи з означення обмежень, o_i є не коротшим, ніж $\vartheta^{(\eta)}_{min}(y_j)$ і не довшим, ніж $\vartheta^{(\eta)}_{min}(y_j)$.

Таким чином, маємо виконання накладених умов і в даному випадку.

Як ми бачили, σ є функцією зіставлення. Ω_i є мінімальним співпаданням η у Ω, оскільки $\Omega_i = \Psi(\sigma(\eta))$. Таким чином ми довели коректність трансформації і, навпаки, нехай $\Omega_i = (B^{(\Omega_i)}, R^{(\Omega_i)}, f_1^{(\Omega_i)}, f_2^{(\Omega_i)}, n^{(\Omega_i)})$ є мінімальним співпаданням η в Ω. Нехай σ є функцією зіставлення. Нехай $(o_{1_i}, ..., o_{l_i}) := (\sigma(y_1), ..., \sigma(y_l))$, і $(o_{1_i}, ..., o_{l_i}) \in O_1 \times ... \times O_l$, тобто $(o_{1_i}, ..., o_{l_i})$ є потенційним розв'язком для пошукової задачі. Перевіримо, чи воно задовольняє усі введені умови.

1. Нехай $L^{np}_{(y_j)}$ є обмеженням на написи(позначки). Якщо y_i є вузлом, тоді предикат $n^{(\Omega)}(y_j)$ є істинним для $n^{(\Omega)}(\sigma(y_j))$, тому що σ є функцією співпадання. Це означає $\sigma(y_j) \in L^{np}_{(y_j)}$ і таким чином $o_{j_i} \in L^{np}_{(y_j)}$, тому що η є функцією зіставлення. Отже, $o_{j_i} \in L^{np}_{(y_j)}$ справджується і в цьому випадку.

2. Нехай $L^{поч}_{(y_{j1}, y_{j2})}$ структурне обмеження для початкових вузлів. Оскільки $f_1^{(\eta)}(y_{j1}) = y_{j2}$ і m – є функцією зіставлення, то $f_{1T}^{(\Omega)}(\sigma(y_{j1})) = \sigma(y_{j2})$ справджується. Це означає, що $(\sigma(y_{j1}) \sigma(y_{j2})) \in L^{поч}_{(y_{j1}, y_{j2})}$ і $(o_{i_{j1}}, o_{i_{j2}}) \in L^{поч}_{(y_{j1}, y_{j2})}$. Подібним чином можна провести обґрунтування і для $L^{кін}_{(y_{j1}, y_{j2})}$.

3. Нехай $L^{in}_{(y_{j1}, y_{j2})}$ ін'єктивне обмеження. Оскільки $y_{j1} \neq y_{j2}$ і σ є функцією зіставлення, то $\sigma(y_{j1}) \neq \sigma(y_{j2})$. Отже, $(\sigma(y_{j1}), \sigma(y_{j2})) \in L^{in}_{(y_{j1}, y_{j2})}$ і $(o_{i_{j1}}, o_{i_{j2}}) \in L^{in}_{(y_{j1}, y_{j2})}$.

4. Нехай $L^{зм}_{(y_{j1}, y_{j2})}$ є обмеженням для змінних. Це означає, що $b^{(\eta)}(y_{j1}) = b^{(\eta)}(y_{j2})$. Оскільки σ є функцією зіставлення, ми одержуємо $n^{(\Omega)}(\sigma(y_{j1})) = n^{(\Omega)}(\sigma(y_{j2}))$. Тому $(\sigma(y_{j1}) \sigma(y_{j2})) \in L^{зм}_{(y_{j1}, y_{j2})}$ і $(o_{i_{j1}}, o_{i_{j2}}) \in L^{зм}_{(y_{j1}, y_{j2})}$.

5. Нехай $L^{min}_{(y_j)}$ задане обмеження на довжину ребер. Оскільки σ є функцією зіставлення, то вірно, що $stretch(\sigma(y_j)) \geq \vartheta^{(\eta)}_{min}(y_j)$. Отже, $\sigma(y_j) \in L^{min}_{(y_j)}$ і $o_{J_i} \in L^{min}_{(y_j)}$. Аналогічно

можна показати, що $o_{j_i} \in L^{max}_{(y_j)}$. Ми довели, що $(o_{1_i},...,o_{l_i})$задовольняє всі введені обмеження, і є також розв'язком для пошукової задачі. Ми також довели, що трансформація є повною.

Ефективним методом розв'язання інформаційних пошукових задач на основі обмежень є звуження домену змінних і, таким чином, зменшення області пошуку. Тому виконаємо оптимізацію введеної інформаційної предикатної схеми.

Означення 4. Будемо вважати, що інформаційна предикатна схема η_l містить інформаційну предикатну схему η_2 (позначатимемо $\eta_l \geq \eta_2$), якщо для всіх баз даних Ω усі співпадання для η_2 є також співпаданнями для η_l. Виходячи з означення, бачимо, що якщо інформаційна предикатна схема η_l містить іншу предикатну схему η_2, то:

а) усі співпадання для η_2 можуть бути знайдені тільки серед співпадань η_l. Якщо ми хочемо знайти співпадання для η_2 і вже маємо співпадання для η_l, то ми можемо звузити область пошуку;

б) усі співпадання для η_2 є також співпаданнями для η_l. Якщо ми хочемо знайти співпадання для η_l і вже маємо такі співпадання для η_2, то ми можемо використати їх відразу для η_l. Хоч для η_l можуть існувати і інші співпадання.

Означення 5. Будемо вважати, що предикат Π_l містить предикат Π_2, якщо для всіх позначок y, імплікація $\Pi_l(y) \rightarrow \Pi_2(y)$ є істинною.

Теорема 2. Інформаційна предикатна схема η_l містить іншу предикатну схему η_2 якщо:

а) граф для η_l є підграфом для графу η_2;

б) для всіх вузлів і ребер у η_l предикат для вершини чи ребра містить предикат відповідного вузла ребра чи в η_2;

в) якщо кожна пара вершин чи ребер відображається в одну і ту саму змінну, то відповідні елементи в η_2 також відображаються в одну змінну або описуються таким самим константним предикатом;

г) для всіх ребер у η_l множина значень *scretch()*– функції є підмножиною множини значень *scretch()*–функції в η_2.

Дов. Нехай η_l і η_2 дві інформаційні предикатні схеми, які задовольняють умови теореми. Нехай Ω_l – є множиною співпадання для η_2. Нам треба довести, що Ω_l є також множиною співпадань для η_l. Нехай σ - функція зіставлення $\sigma : \eta_2 \rightarrow \Omega$. Нехай i_l – ізоморфне вбудовування η_l у η_2. Нехай $\sigma' = \sigma \circ i_l$. Ми покажемо, що σ' є функцією зіставлення η_l в Ω: а) Для будь-якого $y \in B^{(\eta_1)}$ предикат $n^{(\eta_2)}(i_l(y))$ є істинним для напису вузла $\sigma(i_l(y))$ в об'єкті Ω, тому що η є функцією зіставлення η_2 у Ω. Предикат $n^{(\eta_2)}(i_l(y))$, міститься у свою чергу в предикаті $n^{(\eta_1)}(y)$. Тому предикат $n^{(\eta_1)}(y)$ є істинним для напису вузла $\sigma(i_l(y))$, тобто для $n^{(\Omega)}(\sigma'(y))$. Подібним чином для довільного ребра $y \in R^{(\eta_1)}$ предикат $n^{(\eta_2)}(i_l(y))$, є істинним для позначок усіх ребер у маршруті $\sigma(i_l(y))$, в об'єкті Ω. Тому $n^{(\eta_1)}(y)$ є істинним також для позначок усіх ребер у $\sigma(i_l(y))$. Для заданої пари елементів $y_1, y_2 \in B^{(\eta_1)} \cup R^{(\eta_1)}$, що відображається в одну і ту саму змінну, тобто $b^{(\eta_1)}(y_1) = b^{(\eta_1)}(y_2)$, ми знаємо, що або $b^{(\eta_1)}(i_l(y_1)) \models b^{(\eta_1)}(i_l(y_2))$ або написи для $i_l(y_1)$ і $i_l(y_2)$ є однаковими константними предикатами, або дана властивість забезпечуватиме нам, що написи співпадаючих елементів, у Ω, є однаковими, тобто $n^{(\Omega)}(\sigma(i_l(y_1))) \models n^{(\Omega)}(\sigma(i_l(y_2)))$. Таким чином, $n^{(\Omega)}(\sigma'(y_1)) \models n^{(\Omega)}(\sigma'(y_2))$. Для будь-якої дуги $y \in R^{(\eta_1)}$ довжина маршруту для $\sigma(i_l(y))$, (що також дорівнює $\sigma'(y)$) лежить у межах $\vartheta^{(\eta_2)}_{min}(i_l(y))$ і $\vartheta^{(\eta_2)}_{max}(i_l(y))$. Оскільки

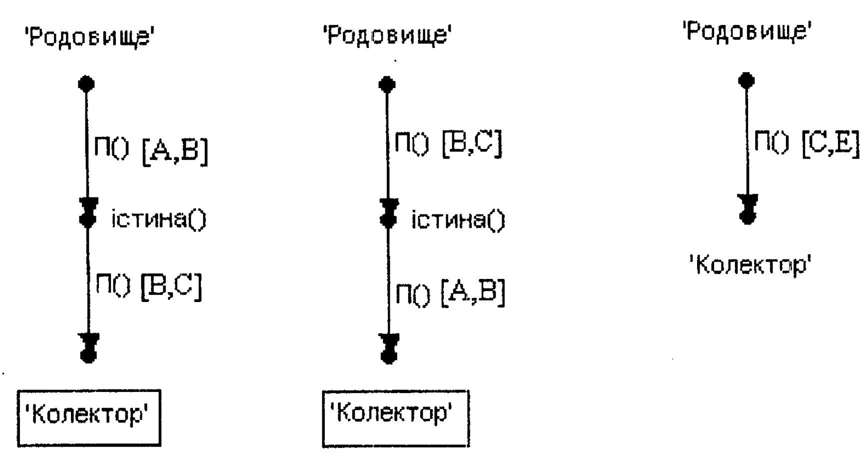

Рисунок 1 - Еквівалентні інформаційні предикатні схеми

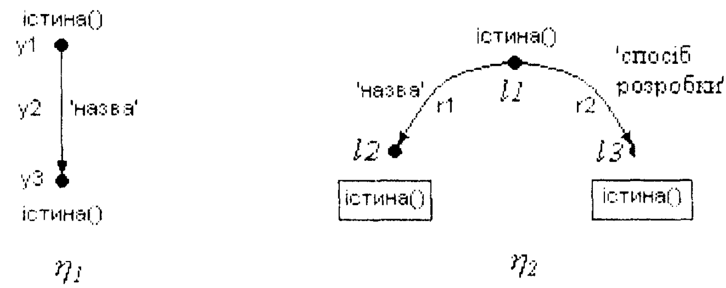

Рисунок 2 - Дослідження інформаційної предикатної схеми

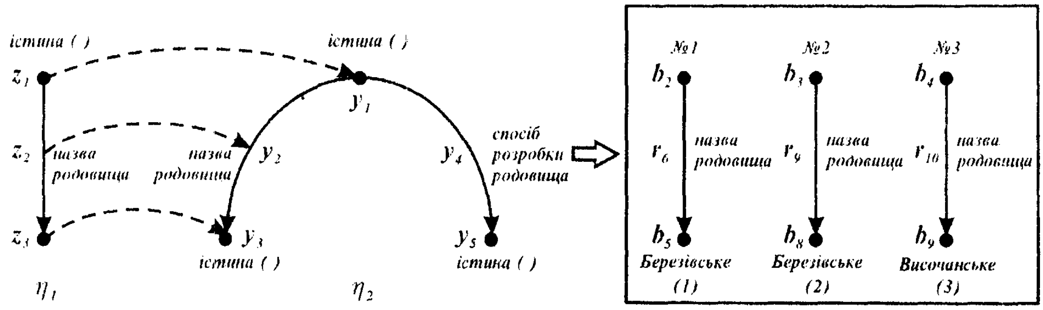

Рисунок 3 - Уточнення області пошуку

$\vartheta_{min}^{(\eta_1)}(y) \le \vartheta_{min}^{(\eta_2)}(i_l(y))$ і $\vartheta_{max}^{(\eta_1)}(y) \ge \vartheta_{max}^{(\eta_2)}(i_l(y))$, умова співпадання виконується також і для σ', звідки випливає, що σ' є функцією зіставлення між η_l і Ω. Наведену теорему проілюструємо рисунком 1.

Приклад на рисунку 2 показує дві інформаційні предикатні схеми η_l і η_2, причому η_2 міститься в η_l. Ми виконаємо вбудовування η_l у η_2, щоб довести істинність твердження.

Введемо змінні, домени і структури обмежень, як у [9].

$$Y=\{y_1,y_2,y_3\}, O_1=O_3=O_B=\{b_1,b_2,b_3\},$$
$$O_2=O_R=\{r_1,r_2\}, (1)$$
$$L^{ном}_{(y_2,y_1)}=\{(r_1,b_1),(r_2,b_1)\},$$
$$L^{кін}_{(y_2,y_3)}=\{(r_1,b_2),(r_2,b_3)\}. (2)$$

Для представлення множини позначок ми повинні забезпечити, що предикати в η_l містять відповідні предикати в η_2, виходячи з означення 2.

$$L^{пр}_{(y_1)}=\{(b_1),(b_2),(b_3)\}, \quad L^{пр}_{(y_2)}=\{(r_1)\},$$
$$L^{пр}_{(y_3)}=\{(b_1),(b_2),(b_3)\}. (3)$$

Зрозуміло, що для кожного предиката повинно бути істинним одне із двох тверджень: *істина()≥П* або *хиба()≤П*.

На рисунку 3 зображено додаткові змінні для того, щоб виконати вбудовування з метою розширення співпадань з η_l.

Змінні, домени і обмеження набувають вигляду

$$Y=\{y_1,y_2,y_3,y_4,y_5\}, O_1=\{b_2,b_3,b_4\},$$
$$O_2=\{r_6,r_9,r_{10}\}, O_3=\{b_5,b_8,b_9\}, (4)$$
$$O_4=O_R=\{r_1,r_2,r_3,\dots,r_{12}\},$$
$$O_5=O_B=\{b_1,b_2,b_3,\dots,b_{11}\}, (5)$$

$$L^{P}_{(y_1,y_2,y_3)}=\{(b_2,r_6,b_5),(b_3,r_9,b_8),(b_4,r_{10},b_9)\}.$$
(6)

Ми свідомо зменшили домени для y_1, y_2 і y_3. У результаті на основі вбудовування η_l у η_2 ми одержуємо додаткове співпадання для η_l.

Розглянемо тепер рисунок 4. Інформаційна предикатна схема побудована як і на рисунку 3. Але в даному прикладі ми зацікавлені у співпаданнях для η_2.

Обмежуюче вбудовування η_l в η_2 задано як $\{(y_1,z_1),(y_2,z_2),(y_3,z_3)\}$. Співпадання для y_1, y_2, y_3 є відразу ж співпаданням для z_1, z_2, z_3. Тому на основі формул (1)-(6), (b_2,r_6,b_5) буде одним із розв'язків для пошукової задачі на основі обмежень, накладених на η_l, хоча існують й інші рішення, які зображено на рисунку 3. Таким чином, звуження домену змінних і пропорційне зменшення області пошуку є ефективним механізмом оптимізації введеної інформаційної предикатної схеми в розв'язанні інформаційно-пошукових задач на основі обмежень.

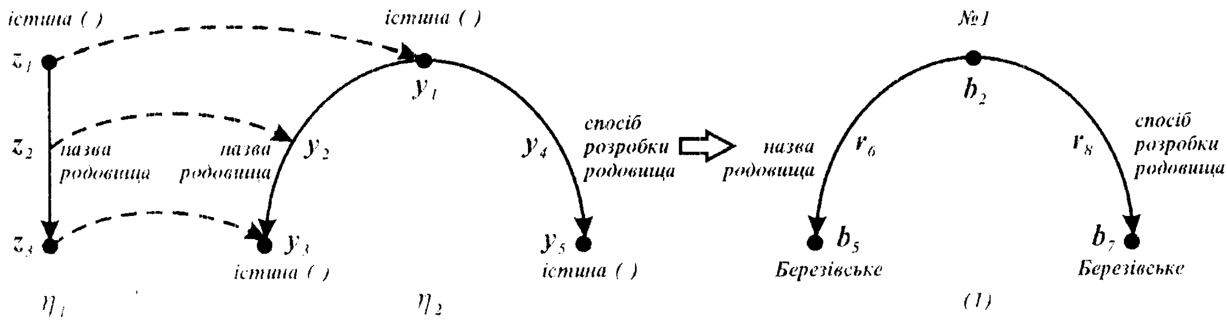

Рисунок 4 - Знайдені співпадання

Одержані результати є обґрунтованими , оскільки ми виходимо з означення базового відображення як ізоморфного вбудовування, і, відповідно, ін'єктивні функції задаються на множині ін'єктивних обмежень.

Висновки: У даній статті ми довели, що: 1) введена нами трансформація проблеми встановлення співпадань інформаційної предикатної схеми і об'єктів бази даних нафтогазової предметної області, представлених у вигляді орієнтованих графів з позначками, є коректною і повною; 2) розв'язки інформаційно-пошукової задачі на основі обмежень і співпадання інформаційної предикатної схеми і об'єктів бази даних нафтогазової предметної області відповідають одне одному. **Подальші розвідки** даного напряму будуть зосереджені на дослідженні введеного формально-логічного апарату процедури трансформації на множині семантик домену абстрактного логічного програмування.

Література

1 *Шекета В.І.* Інформаційна система для прогнозування нафтогазоносних покладів: Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. - Херсон, 1999. - 130 с.

2 *E. F. Codd.* Data models in database management. In Proceedings of the Workshop on Data Abstraction, Databases, and Conceptual Modelling, Pingree Park, CO, USA, June 1980.–P.112-114.

3 *P. Buneman, S. Davidson, M. Fernandez, and D. Suciu.* Adding structure to unstructured data. In Proceedings of the International Conference on Database Theory (ICDT), Delphi, Greece, January 1997. –P.336-350.

4 *M. Deutsch, M. Fernandez, and D. Suciu.* Storing semistructured data with STORED. In Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference onManagement of Data, Philadelphia, PA, USA,June 1999.–P. 431-442.

5 *S. Chawathe, H. Garcia-Molina, J. Hammer, K. Ireland, Y. Papakonstantinou, J. Ullman, and J. Widom.* The TSIMMIS project: Integration of heterogenous information sources. In Proceedings of the Information Processing Society of Japan (IPSJ) Conference, Tokyo,Japan, October 1994.–P.7-18.

6 *K. Chandra and P. M. Merlin.* Optimal implementation of conjunctive queries in relational databases. In Proceedings of the ACM Symposium on Theory of Computing, Boulder, CO, USA, May 1977.–P. 77-90.

7 *D. Florescu, A. Levy, and D. Suciu.* Query containment for conjunctive queries with regular expressions. In Proceedings of the Symposium on Principles of Database Systems (PODS), Seattle, WA, USA, June 1998.–P.139-148.

8 *Солдатов В.Н., Чудинов И.Л., Ямпольский В.З.* Банки даных в нефтяной промышлености.-Новосибирск:Наука.–1988.-126с.

9 *Шекета В.І.* Побудова інформаційної предикатної схеми як середовища виконання трансформації запитів користувача щодо напівструктурованої інформації нафтогазової предметної області // Науковий Вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу / Технічні науки, 2003. – №2 (6). –С.50-57.

10 *Шекета В.І.* Інформаційно-пошукові задачі на основі обмежень для нафтогазової предметної області // Вісник Житомирського державного технологічного університету/ Технічні науки. - 2003. - №3 (27). - С. 167-172.