

## МОДИФІКАЦІЙНІ ПРЕДИКАТНІ ЗАПИТИ

В.І.Шекета

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, кафедра прикладної математики, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, факс. (380) 03422 4-21-39, тел. (380) 03422 4-21-27, sheketa@mail.ru

*Анотація* – В даній статті запропоновано спосіб інтелектуалізації інформаційних систем на основі баз даних і знань нафтогазової предметної області через використання формально-логічного апарату модифікаційних предикатних запитів, як інструменту формування і поповнення бази знань і підтримки процедури виконання логічного висновку.

*Abstract* – In given paper the method of intellectualization of the information systems build on the basis of databases and knowledges of oil and gas subject domain is offered through the use of formal-logical apparatus of predicate queries modification, which are considered as an tool of forming and supplementing of an knowledge base and supporting of procedure of logical inference implementation.

### I. Вступ

Одним із ключових питань з точки зору математичного моделювання [1] процесу побудови інформаційних інтелектуальних систем для нафтогазової предметної області є спосіб представлення знань, на основі якого система повинна приймати рішення в певній ситуації. Представлення знань повинно бути задано способом, який дозволяє перехід до представлення фрагментів інформації про нафтогазовий об'єкт в термінах структур баз даних і знань.

Теорія модифікаційних предикатних запитів [2] є формально-логічним апаратом опису і вивчення процесів оновлення і модифікації баз даних і знань, логічного висновку на основі баз даних і знань [3,4,5,6,7]. Основні ідеї такого підходу розглядаються в рамках конкретних реалізацій SQL, або реалізацій для WWW і WEB [8,9].

На відміну від такого підходу, де функцією логічного обґрунтування запитів перекладено на користувача бази знань, і від Prolog – програм, де передбачається побудова бази знань інженером когнітологом, і постійний супровід користувача під час сеансу логічного висновку, в пропонованому дослідженні інформаційна інтелектуальна система на основі баз даних і баз знань сама формує і поповнює базу даних і знань і проводить логічний висновок.

**Тому метою даного дослідження** є введення формально-логічного апарату модифікаційних предикатних запитів для інформаційних систем на основі баз даних і знань нафтогазової предметної області.

### II. Введення модифікаційних предикатних запитів

Розглядатимемо  $O$ , як деяку скінчену множину, елементи якої будемо називати атомами. Розглянемо також множину  $\{K_{B_1}, \dots, K_{B_l}\}$  баз знань, таких, що  $K_{B_i} \subseteq O$ , де  $1 \leq i \leq l$ . Вирази виду  $K_{B_+}(o)$ ,  $K_{B_-}(o)$ , де  $o \in O$  деякий атом будемо називати модифікаційними літералами. Модифікаційні літерали  $K_{B_+}(o)$ ,  $K_{B_-}(o)$  розглядатимемо як взаємообернені і зарезервуємо для їх позначення в загальному випадку послідовність грецьких букв, починаючи з  $\tau$ :  $\tau, \upsilon, \varpi$ . Обернений модифікаційний літерал для  $\tau$  позначатимемо через  $\tau^{-1}$ .

**Означення 1.** Модифікаційний предикатний запит  $Q_M$  будемо розглядати, як набір модифікаційних предикатних правил  $\{P_{Q_m}\}$  виду:

$$(K_B^{noc} \cup \{o_i\}) \ll \Leftrightarrow \{K_{B_+}(o_i) \ll\} \quad (1)$$

$$(K_B^{noc} \setminus \{o_i\}) \ll \Leftrightarrow \{K_{B_-}(o_i) \ll\} \quad (2)$$

де  $1 \leq i \leq l \in \mathbb{N}$ ,  $\ll$  - дескриптор модифікації, який будемо розглядати, як комплексну стрілку, дослідження якої буде виконано пізніше засобами теорії категорій.

Типовим прикладом модифікаційного предикатного запиту для нафтогазової предметної області є

$$Q_M = \{K_{B_+}(\text{насиченість\_породи} > 1) \ll, K_{B_+}(\text{порода\_колектор}) \ll K_{B_+}(\text{насиченість\_породи} > 0.5), K_{B_-}(\text{пористість\_породи} > 1)\}.$$

Нехай  $Q_M$  – модифікаційний предикатний запит, і  $K_B$  – база знань. Введення семантики задасть специфікацію для множин баз знань, кожна з яких може бути вибрана як модифікація вихідної бази знань  $K_B^{noc}$ , після виконання модифікаційного предикатного запиту  $Q_M$ . Таку множину  $\{K_{B_1}^m, \dots, K_{B_l}^m\}$  будемо називати множиною  $Q_M$  - модифікацій вихідної бази знань  $K_B^{noc}$ . Кожна із  $Q_M$  - модифікацій буде в свою чергу теж

задовольняти всі обмеження, накладені на  $K_B^{noch}$ .

Нехай, тепер модифікаційний запит  $Q_M$  задано у вигляді:

$$K_{B_+}(o_1) \ll, \dots, K_{B_-}(o_l) \ll, \dots, K_{B_-}(p_1) \ll, \dots, K_{B_-}(p_m) \ll,$$

для вихідної бази знань  $K_B^{noch}$ , і якщо  $Q_M$  не є логічно суперечливим, тобто  $\{o_1, \dots, o_l\} \cap \{p_1, \dots, p_m\} = \emptyset$ , тоді множина

$$Q_M\text{-модифікацій для } K_B^{noch} \text{ матиме вигляд } Q_M \Big|_{K_B^{noch}} \Leftrightarrow \{(K_B^{noch} \cup \{o_1, \dots, o_l\}) \setminus \{p_1, \dots, p_m\}\} \ll.$$

Таким чином будь-яке оновлення вихідної бази знань  $K_B^{noch}$  можна розглядати, як наслідок дії модифікаційного предикатного запиту.

Дане нами означення модифікаційного предикатного запиту будується на принципі інерції баз знань [11,12]. В нашому випадку даний принцип говорить, що статус кожного елемента бази знань залишається сталим, доки він не буде змінений в результаті модифікації бази знань. Таким чином, кожна зміна, внесена в базу знань в процесі виконання модифікаційного запиту, відповідає деякому модифікаційному предикатному правилу із загальної множини модифікаційних правил, на основі яких власне і виконується запит. Заданий принцип інерції бази знань тісно пов'язаний із принципом теорії абстрактного логічного програмування [13], згідно якого кожний атомарний предикат, що може бути хибним, слід розглядати як хибний. Нехай  $K_B^{noch}$  - вихідна база знань, яка ініціалізує всі атомарні предикати значенням "false". В наступних дослідженнях ми покажемо, що введене нами поняття модифікаційного предикатного запиту включає в себе, як частковий випадок згаданий принцип.

**Означення 2.** Нехай  $Q_M$ -модифікаційний запит і  $K_{B_1}$ ,  $K_{B_2}$  – дві бази знань. Тоді справедливо:

$$\lambda_{nm}(Q_M^{K_{B_1}, K_{B_2}}) \text{ є когерентним і } K_{B_2} = K_{B_1} \circ \lambda_{nm}(Q_M^{K_{B_1}, K_{B_2}}),$$

$$\lambda_{nm}(Q_M^{K_{B_2}} \Big|_{K_{B_1}}) \text{ є когерентним і } K_{B_2} = K_{B_1} \circ \lambda_{nm}(Q_M^{K_{B_2}} \Big|_{K_{B_1}}).$$

**Означення 3.** Нехай  $Q_M$ -модифікаційний запит і  $K_{B_2} \in Q_M$ -модифікацією для  $K_{B_1}$ . Тоді

$$\lambda_{nm}(Q_M^{K_{B_1}, K_{B_2}}) = \lambda_{nm}(Q_M^{K_{B_2}} \Big|_{K_{B_1}}) = head(Q_M^{K_{B_2}}) \quad (3)$$

**Означення 4.** Виходячи із вищесказаного, справедливим буде наступне :

$$\lambda_{nm}(Q_M \cup \{o \ll o \in O : (K_{B_1}, K_{B_2})\}) \subset K_{B_2} \quad (4)$$

$$\lambda_{nm}(Q_M^{K_{B_1}, K_{B_2}}) \cup O_I(K_{B_1}, K_{B_2}) \subset K_{B_2} \quad (5)$$

**Означення 5.** Нехай  $Q_M$ -модифікаційний запит і  $K_{B_1}$  – база знань. Якщо база знань  $K_{B_2} \in Q_M$  – модифікацією для  $K_{B_1}$ , тоді  $K_{B_2}$  є моделлю для  $Q_M$ .

Введене нами означення модифікаційного запиту задовольняє також принцип мінімальності [10]. Тобто, якщо виконати  $Q_M$ -модифікацією для  $K_{B_1}$ , то одержана база знань  $K_{B_2}$  відрізнятиметься від вихідної мінімально. Для вимірювання цієї характеристики використаємо принцип симетричної різниці для бази знань [10]. А саме:

$$dist(K_{B_1}, K_{B_2}) = (K_{B_1} \setminus K_{B_2}) \cup (K_{B_2} \setminus K_{B_1}) \quad (6)$$

**Означення 6.** Нехай  $Q_M$ -модифікаційний запит, а  $K_{B_1}$  – база знань. Якщо  $K_{B_2} \in Q_M$ -модифікацією для  $K_{B_1}$ , тоді різниця  $dist(K_{B_2}, K_{B_1})$  є мінімальною, тобто  $dist(K_{B_3}, K_{B_1}) \Rightarrow K_{B_3}$  є моделлю для  $Q_M$ . Таким чином, якщо ми додамо до модифікаційного запиту  $Q_M$  деякі правила, що задовольняються процедурою модифікації, то це не вплине на результат модифікації вихідної бази знань  $K_{B_1}$ .

**Означення 7.** Нехай,  $K_{B_2} \in Q_M$ -модифікацією для  $K_{B_1}$ . Припустимо, що  $Q_M$  є модифікаційним запитом, таким, що  $K_{B_2}$  є моделлю для  $Q_M$ . Тоді  $K_{B_2} \in (Q_M \cup Q_M)$  – модифікацією для  $K_{B_1}$ .

**Означення 8.** Якщо база знань  $K_{B_1}$  є результатом дії модифікаційного запиту  $Q_M$ , тоді  $K_{B_1}$  є унікальною  $Q_M$ -модифікацією.

Нехай  $Q_M$  – деякий модифікаційний запит. Введемо означення відповідного йому оберненого модифікаційного запиту  $Q_M^{-1}$ , як модифікаційний запит отриманий із  $Q_M$  внаслідок одночасної заміни всіх модифікаційних літералів на їм обернені.

**Означення 9.** Нехай  $Q_M$  -модифікаційний запит і нехай  $K_{B_1}$  –база знань. Тоді  $K_{B_2}$  є  $Q_M$ -модифікацією для  $K_{B_1}$  тоді і тільки тоді якщо  $O \setminus K_{B_2} \in Q_M^{-1}$  - модифікацією для  $O \setminus K_{B_1}$ .

Для того, щоб розширити коло застосування модифікаційних предикатних запитів і зробити їх більш гнучкими, ми введемо поняття змінних для модифікаційного запиту. Семантичні аспекти такого розширення базових означень не виходитимуть за рамки базової семантики модифікаційних предикатних запитів.

Будемо притримуватися тих самих означень для алфавіту, термінів, атомів як і раніше також використаємо ті самі означення модифікаційних літералів, модифікаційних правил і модифікаційних предикатних запитів, тільки тепер атомарні предикати будуть містити – змінні.

Екземпляри атомів будемо конструювати через заміну змінних в атомі на базові терми. Аналогічно екземпляри модифікаційних літералів будуть конструюватися через заміну змінних в модифікаційних правилах на базові терми. Екземпляром Гербранда[10] для модифікаційного запиту  $Q_M$  будемо називати множину всіх базових екземплярів модифікаційних правил запиту  $Q_M$ , що можуть бути сконструйовані з використанням базових термів універсуму Гербранда[10].

Ми також введемо змінні для початкової бази знань. Для цього будемо розглядати базу знань, як множину атомарних предикатів, які можуть містити змінні. Тоді введемо означення екземпляру Гербранда для бази даних  $K_B, E_H(K_B)$  як множину всіх базових екземплярів атомарних предикатів для бази знань  $K_B$ .

Тепер дамо нове означення для модифікаційного запиту:

**Означення 11.** Нехай  $Q_M$ -модифікаційний запит і  $K_{B_1}$  - вихідна база знань, причому  $Q_M$  і  $K_{B_1}^1$  можуть містити змінні. База знань  $K_{B_2}$  є  $Q_M$ -модифікацією  $K_{B_1}$ , якщо  $K_{B_2} \in E_H(Q_M)$  - модифікацією для  $E_H(K_{B_1})$ .

Для довільної множини атомів  $X \subseteq O$ , означимо

$$X^{pp} = \{K_{B_+}(o) : o \in X\} \cup \{K_{B_-}(o), o \notin X\} \quad (7)$$

Ми можемо говорити про  $X^{pp}$ , як про повне представлення для  $X$ , якщо для кожного атому  $o \in O$ ,  $X^{pp}$  показує чи  $o$  належить  $X$  чи не належить.

Тепер для довільної множини модифікаційних літералів  $M_L$  означимо

$$M_L^{in} = \{o \in O : K_{B_+}(o) \in M_L\} \quad (8)$$

$$M_L^{out} = \{o \in O : K_{B_-}(o) \in M_L\} \quad (9)$$

**Означення 12.** Множина модифікаційних літералів  $M_L$  є когерентною, якщо вона не містить пари взаємообернених літералів, тобто, що  $M_L^{in} \cap M_L^{out} = \emptyset$ .

Нехай  $K_B$  – база знань. Означимо множину модифікаційних літералів  $M_L$  наступним чином:

$$K_B \circ M_L = (K_B \setminus M_L^{out}) \cup M_L^{in} \quad (10)$$

Виходячи із введених означень, можемо стверджувати, що якщо  $M_L$  є когерентним, то тоді:

$$(K_B \setminus M_L^{out}) \cup M_L^{in} = (K_B \cup M_L^{in}) \setminus M_L^{out} \quad (11)$$

Модифікаційні предикатні правила мають декларативну інтерпретацію в термінах обмежень, що накладаються на базу знань.

**Означення 13.** Множина атомів  $E_M \leq O$  є моделлю (або задовольняє) модифікаційний літерал  $K_{B_+}(o)$  (або відповідно  $K_{B_-}(o)$ ), якщо  $o \in E_M$  (відповідно  $o \notin E_M$ ). Множина атомів  $E_M$  є моделлю (або задовольняє) модифікаційне правило  $P_{Q_m}$ , якщо  $E_M$  є моделлю  $head(P_{Q_m})$ . Множина атомів  $E_M$  є моделлю (або задовольняє) модифікаційний предикатний запит  $Q_m$ , якщо  $E_M$  є моделлю кожного модифікаційного правила в  $Q_m$ .

Введемо поняття необхідної модифікації, яка буде описувати всі операції  $K_{B_+}()$  і  $K_{B_-}()$ , що спричиняються модифікаційним запитом для вихідної бази знань  $K_B$ .

**Означення 14.** Нехай  $Q_m$  – модифікаційний предикатний запит. Позначимо через  $\lambda_{nm}(Q_m)$  необхідні модифікації для  $K_B$ . В [13] показано, що  $\lambda_{nm}(Q_m)$  фактично є найменшою моделлю для  $Q_m$ , якщо  $\lambda_{nm}(Q_m)$  розглядати, як Горн-програму  $Q_m$  побудовану з незалежних атомарних предикатів виду  $K_{B+}(o)$  і  $K_{B-}(p)$ .

Нехай, наприклад, модифікаційний предикатний запит  $Q_m$  має вигляд

$$\{K_{B+}(o) \ll, K_{B-}(p) \ll K_{B+}(o), K_{B-}(r) \ll K_{B-}(o)\}$$

тоді  $\lambda_{nm}(Q_m) = \{K_{B+}(o), K_{B-}(p)\}$ .

В результаті виконання модифікаційних предикатних запитів база знань змінюється, але статус деяких елементів залишається незмінним. Тобто згідно розглянутого принципу інерції[14] при створенні набору модифікаційних правил ми власне вказуємо тільки опис того, чи потрібно змінити певні елементи. Якщо для певного елемента немає правила модифікації, то відповідно, згідно принципу інерції, він не буде змінюватися в ході виконання модифікацій.

Таким чином, множину всіх модифікаційних літералів, що описують елементи бази знань, статус яких не змінюється в процесі переходу від бази знань  $K_{B_1}$  до бази знань  $K_{B_2}$ ,  $Q_m$  і  $K_{B_1} \gg K_{B_2}$  будемо називати множиною інерції для  $K_{B_1}$ ,  $K_{B_2}$  і означати, як:

$$O_i(K_{B_1}, K_{B_2}) = \{K_{B+}(o) : o \in K_{B_1} \cap K_{B_2}\} \cup \{K_{B-}(o) : o \notin K_{B_1} \cup K_{B_2}\} \quad (12)$$

**Означення 15.** Залишком для  $Q_m$  стосовно баз знань  $(K_{B_1}, K_{B_2})$   $Q_M^{K_{B_1}, K_{B_2}}$  будемо називати новий модифікаційний запит, який одержується із  $Q_m$  шляхом видалення із тіла кожного модифікаційного правила в  $Q_m$  всіх модифікаційних літералів, які належать також і  $O_i(K_{B_1}, K_{B_2})$ .

**Означення 16.** Базу знань  $K_{B_2}$  будемо називати  $Q_m$ -модифікацією для  $K_{B_1}$ , якщо множина необхідних модифікацій для  $Q_M^{K_{B_1}, K_{B_2}}$  є когерентною і якщо

$$K_{B_2} = K_{B_1} \circ \lambda_{nm}(Q_M^{K_{B_1}, K_{B_2}}) \quad (13)$$

Тепер ми покажемо, що  $K_B^{Q_M}$  є  $Q_M$ -модифікацією для  $K_B^{noch}$ . Припустимо, що правила з модифікаційного запиту  $Q_M$  є такими, що не є всі одночасно хибними. Тоді  $E_M$  є найменшою моделлю для  $(\Delta_R^{noch})^{E_M} \cup \langle (\Delta_R^{in})^{E_M} \rangle \cup Q_M$ . Для того, щоби обчислити залишок  $Q_M \Big|_{K_B^{noch}, K_B^{Q_M}}$  для  $Q_M$  ми повинні видалити з тіла кожного модифікаційного правила всі атомарні предикати  $K_{B+}(o)$ , такі, що  $o \in K_B^{noch} \cap K_B^{Q_M}$ , і всі атомарні предикати  $K_{B-}(o)$ , такі, що  $o \in K_B^{'noch} \cap K_B^{'Q_M}$ . Це і будуть ті атомарні предикати, що є істинними в  $E_M$ , завдяки множині  $\langle (\Delta_R^{in})^{E_M} \rangle$ . Тому  $E_M$  залишається найменшою моделлю модифікованого запиту

$$(\Delta_R^{noch})^{E_M} \cup \langle (\Delta_R^{in})^{E_M} \rangle \cup (Q_M \Big|_{K_B^{noch}, K_B^{Q_M}}) \quad (14)$$

Тоді необхідна модифікація  $\lambda_{nm}(Q_M \Big|_{K_B^{noch}, K_B^{Q_M}}) \in$

найменшою моделлю для

$Q_M \Big|_{K_B^{noch}, K_B^{Q_M}}$ . Розглянемо тепер дві множини

$$O_+ = \{o : K_{B+}(o) \in \lambda_{nm}(Q_M \Big|_{K_B^{noch}, K_B^{Q_M}})\} \quad (15)$$

$$O_- = \{o : K_{B-}(o) \in \lambda_{nm}(Q_M \Big|_{K_B^{noch}, K_B^{Q_M}})\} \quad (16)$$

Тоді запит  $(\Delta_R^{noch})^{E_M} \cup \langle (\Delta_R^{in})^{E_M} \rangle \cup (Q_M \Big|_{K_B^{noch}, K_B^{Q_M}})$  складається із трьох незалежних частин, причому залишок  $Q_M \Big|_{K_B^{noch}, K_B^{Q_M}}$  більше не містить атомарних предикатів, які би входили в інші дві частини. Тоді множина  $E_M$  буде складатися з:

$$\{K_{B+}^e(o) : o \in K_B^{noch}\} \cup \{K_{B-}^e(o) : o \in K_B^{'noch}\} \quad (17)$$

$$\{K_{B+}(o) : o \in K_B^{Q_M} \cap K_B^{noq}\} \cup \{K_{B-}(o) : o \in K_B^{Q_M} \cap K_B^{noq}\} \quad (18)$$

$$\{K_{B+}(o) : o \in O_+\} \cup \{K_{B-}(o) : o \in O_-\} \quad (19)$$

на основі чого, робимо висновок, що:

$$K_B^{Q_M} = \{o : K_{B+}(o) \in E_M\} = (K_B^{Q_M} \cap K_B^{noq}) \cup O_+ \quad (20)$$

$$K_B^{Q_M} = O \setminus K_B^{Q_M} = \{o : K_{B-}(o) \in E_M\} = (K_B^{Q_M} \cap K_B^{noq}) \cup O_- \quad (21)$$

Таким чином множина необхідних модифікацій  $\lambda_{nm}(Q_M |_{K_B^{noq}, K_B^{Q_M}})$  є когерентною.

Також  $K_B^{Q_M} = (K_B^{noq} \cup O_+) \setminus O_-$ . Звідки слідує, що  $K_B^{Q_M} \in Q_M$ -модифікацією для  $K_B^{noq}$ .

**Введені в даній роботі означення є обгрунтованими**, оскільки при їх побудові ми не виходили за рамки процедури обчислення обгрунтованих семантик прийнятих в теорії абстрактного логічного програмування і стабільних семантик для абстрактних логічних програм .

### III. Висновки

В даній роботі введено формально-логічний апарат модифікаційних предикатних запитів, як основи пропонованого підходу, щодо інтелектуалізації інформаційних систем на основі баз даних і знань нафтогазової предметної області. Подальші розвідки даного напрямку будуть зосереджені на розширенні введених означень і дослідженні їх властивостей .

### Література

1. Шекета В.І. Інформаційна система для прогнозування нафтогазоносних покладів. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Херсон, 1999.-130с.
2. Hemerly S., Casanova M., Furtado L. "Cooperative behavior through Request Modifi-cation". In: *Proc. 10th Conference on Entity-Relationship Approach*.-1991.- P.607-621.
3. Magennis M., van Rijsbergen C. J. "Potential and actual effectiveness interactive query expansion". *Proceedings 20th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*. Philadelphia.- 1997.-P.324-331.
4. Howe E., Dreilinger D. "SavvySearch: And metasearch engine that learns which search engines to query". *AI Magazine*, 18(2).-1997.
5. Sormunen E., Laaksonen J., Keskustalo H., Kemppainen H., Laitinen H. IR Game - And Tool for Rapid Query Analysis in Cross-Language IR Experiments. *PRICAI '98 Workshop on Cross Language Issues in Artificial Intelligence*. Singapore, Nov 22-24.-1998.-P. 22-32.
6. Glover E. J., Lawrence S., Birmingham W. P., Giles C.L. "Architecture and metasearch engine that supports user information needs". In *Eighth International Conference on Information Knowledge Management (CIKM' 99)*, Kansas City, MO, November 1999 . ACM Press.-P. 210-216.
7. Sormunen E. "Novel Method for Evaluation Boolean Query Effectiveness across and Wide Operational Range". In: *Belkin NJ, Ingwersen P and Leong M-K SIGIR 2000, Proceedings 23rd Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, Athens July 24-28, 2000. Special Issue SIGIR Forum 34.-P.25-32.
8. Glover E. , Flake G., Lawrence S. , Birmingham W. P. , Kruger A. , Giles C. L. "Improving category specific web search learning query modifications". In *Symposium on Applications and Internet, SAINT*, San Diego, CA, January 8-12 2001.
9. Flake G. W., Lawrence S. "Efficient SVM regression training with SMO". *Machine Learning*, 46(1/3).-2002.-P.271-290.
10. Niemel A., Simons P. "Efficient implementation well-founded and stable model semantics". In M.J. Maher, editor, *Proceedings 1996 Joint International Conference and Symposium on Logic Programming (JICSLP-96)* (Bonn, Germany, September 2-6, 1996), MIT Press.-1996.-P.289-303.
11. Lifschitz V. "Foundations logic programming". In *Principles Knowledge Representation*. CSLI Publications, 1996.-P.69-127.
12. Berman K., Schlipf J., Franco J. "Computing well-founded semantics faster". In *Logic Programming and Nonmonotonic Reasoning (Lexington, KY, 1995)*, volume 928 Lecture Notes in Computer Science, Berlin, 1995. Springer.-P.113-125.
13. Alferes J.J., Pereira L.M. "Update-programs can update programs". In *Non-Monotonic Extensions Logic Programming (Bad Honnef, 1996)*, volume 1216 Lecture Notes in Computer Science, Berlin, 1997.- P.110-131.
14. Шекета В.І. Модифікаційні предикатні запити, як інструмент підтримки діалогу з користувачем в інформаційних системах на основі баз даних і знань // Вісник Тернопільського державного технічного університету / Технічні науки – 2003.-Том 8-№4. - С.113-119.

**Анотація – В даній статті пропонується спосіб інтелектуалізації інформаційних систем на основі баз даних і знань нафтогазової предметної області через використання формально-логічного апарату модифікаційних предикатних запитів, як інструмента формування і поповнення бази знань і підтримки процедури виконання логічного виводу.**