

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ РОЗШИРЕНОЮ ТАБЛИЧНОЮ АЛГЕБРОЮ НЕСКІНЧЕННИХ ТАБЛИЦЬ ТА РОЗШИРЕНОЮ МУЛЬТИМНОЖИННОЮ ТАБЛИЧНОЮ АЛГЕБРОЮ

¹Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

Розглянуто деякі теоретичні питання табличних баз даних. Методологічну основу дослідження складає композиційний підхід до програмування, суть якого полягає у розгляді спеціальних алгебр. У статті розглянуто два математичні формалізми, такі як розширена таблична алгебра нескінченних таблиць та розширена мультимножинна таблична алгебра, сигнатури операцій яких поповнені додатковими операціями внутрішніх і зовнішніх з'єднань, агрегатними операціями та операцією напівз'єднання. Подано основні визначення, що стосуються цих формалізмів: означення схеми, таблиці та відповідної алгебри.

Основа статті складає розгляд питання про взаємозв'язок між розширеною табличною алгеброю нескінченних таблиць та розширеною мультимножинною табличною алгеброю. Враховуючи той факт, що перша компонента таблиці розширеної табличної алгебри нескінченних таблиць — це множина рядків, а отже 1-мультимножина, постає питання про те чи є розширена таблична алгебра нескінченних таблиць підалгеброю розширеної мультимножинної табличної алгебри. Саме цьому питанню і приділено увагу в статті.

Спочатку встановлено, що множина всіх таблиць розширеної табличної алгебри нескінченних таблиць є підмножиною множини всіх таблиць розширеної мультимножинної табличної алгебри. Потім, використовуючи теоретико-множинні та логіко-алгебраїчні методи, доведено, що розширена таблична алгебра нескінченних таблиць не замкнена відносно деяких сигнатурних операцій розширеної мультимножинної табличної алгебри. До цих операцій належать об'єднання, проекція та активне доповнення. Таким чином, розширена таблична алгебра нескінченних таблиць не утворює підалгебру розширеної мультимножинної табличної алгебри.

Отримані результати можуть бути використані для розробки мов запитів до табличних баз даних та для розробки програмного забезпечення з табличними базами даних.

Ключові слова: реляційні бази даних, таблична алгебра нескінченних таблиць, мультимножинна таблична алгебра.

Вступ

Прогрес, досягнутий в галузі технологій баз даних, значною мірою базується на реляційній моделі, запропонованій Е. Коддом у 70-х роках ХХ ст. Протягом подальших років вчені розширювали та вдосконалювали реляційну модель даних, додаючи нові операції відповідно до потреб мов запитів, забезпечуючи маніпулювання невизначеними та неповними даними, пропонуючи реляційну модель даних з мультимножинною семантикою.

Дослідження композиційних моделей реляційних маніпуляційних структур розпочато академіком В. Н. Редьком та професором Д. Б. Буєм [1]. Ця стаття продовжує їх роботи.

У монографії [2] введено два математичні формалізми: таблична алгебра нескінченних таблиць та мультимножинна таблична алгебра, сигнатури операцій яких також поповнені додатковими операціями. Отримані алгебри надалі будемо називати розширеною табличною алгеброю нескінченних таблиць та розширеною мультимножинною табличною алгеброю. З огляду на те, що перші компоненти таблиць розширеної табличної алгебри нескінченних таблиць можна розглядати як множини рядків, а отже 1-мультимножини, постає питання про те чи утворює розширена таблична алгебра нескінченних таблиць підалгебру розширеної мультимножинної табличної алгебри.

Мета статті — встановити чи є розширена таблична алгебра нескінченних таблиць підалгеброю розширеної мультимножинної табличної алгебри.

Розширена таблична алгебра нескінченних таблиць

Розглянемо дві множини: A — множину атрибутів і D — універсальний домен. Довільну (скінченну) множину атрибутів $R \subseteq A$ назвемо *схемою*. *Рядком схеми R* називається іменна множина на парі R, D , проекція якої за першою компонентою рівна R (тобто по суті розглядається функція вигляду $s: R \rightarrow D$).

Під *таблицею схеми R* розуміємо пару $\langle t, R \rangle$, де t — множина (зокрема, нескінченна) рядків вказаної схеми R .

Під *розширеною табличною алгеброю нескінченних таблиць* розуміємо алгебру $\langle T, \Omega_{P, \Xi} \rangle$, де T — множина усіх таблиць; $\Omega_{P, \Xi}$ — сигнатура. Сигнатура $\Omega_{P, \Xi}$ містить теоретико-множинні операції (об'єднання \cup_R , перетин \cap_R , різницю \setminus_R), спеціальні операції (селекцію $\sigma_{p,R}$, проекцію $\pi_{X,R}$, з'єднання \otimes_{R_1, R_2} , ділення \div_{R_1, R_2} , перейменування $Rt_{\xi, R}$ та активне доповнення \sim_R), операції внутрішнього з'єднання (декартове з'єднання Cj_{R_1, R_2} , внутрішнє з'єднання за атрибутами $\otimes_{A_1, \dots, A_n, R_1, R_2}$, внутрішнє з'єднання за предикатом \otimes_{p, R_1, R_2}), операції зовнішнього з'єднання (зовнішнє ліве з'єднання ϕ_l , зовнішнє праве з'єднання ϕ_r , повне зовнішнє з'єднання ϕ_f та зовнішнє з'єднання об'єднання ϕ_U), зовнішні множинні операції (зовнішнє об'єднання $\setminus \cup_{R_1, R_2} /$, зовнішню різницю $\setminus \setminus_{R_1, R_2} /$, зовнішній перетин $\setminus \cap_{R_1, R_2} /$), агрегатні операції (знаходження суми $Sum_{A,R}$, мінімального $Min_{A,R}$ та максимального $Max_{A,R}$ значення, кількості значень $Count_{A,R}$, середнього арифметичного $Avg_{A,R}$ та кількості рядків $Count_{A,R}(*))$ та операцію напівз'єднання \times_{R_1, R_2} , де $p \in P, \xi \in \Xi, X, R, R_1, R_2 \subseteq A, P, \Xi$ — множини параметрів. Формальні означення операцій сигнатури подано у монографії [2]. Для задання зовнішніх операцій введено особливий елемент універсального домену $NULL$, а для задання агрегатних операцій використовується поняття мультимножини.

Розширена мультимножинна таблична алгебра

Під *мультимножинною табличною алгеброю* розуміємо алгебру $\langle \Psi, \Omega_{P, \Xi} \rangle$, де Ψ — множина всіх таблиць, $\Omega_{P, \Xi}$ — сигнатура. Сигнатура $\Omega_{P, \Xi}$ містить теоретико-множинні операції (об'єднання (об'єднання $\cup_{All}^{\Psi, R}$, перетин $\cap_{All}^{\Psi, R}$, різницю різницю $\setminus_{All}^{\Psi, R}$), спеціальні операції ($\sigma_{p,R}$, $\pi_{X,R}$, \otimes_{R_1, R_2} , $Rt_{\xi, R}$ та \sim_R), операції внутрішнього з'єднання (Cj_{R_1, R_2} , $\otimes_{A_1, \dots, A_n, R_1, R_2}$, \otimes_{p, R_1, R_2}), операції зовнішнього з'єднання (ϕ_l , ϕ_r , ϕ_f , ϕ_U), агрегатні операції ($Sum_{A,R}$, $Min_{A,R}$, $Max_{A,R}$, $Count_{A,R}$, $Avg_{A,R}$, $Count_{A,R}(*))$ та операцію напівз'єднання \times_{R_1, R_2} , де $p \in P, \xi \in \Xi, X, R, R_1, R_2 \subseteq A, P, \Xi$ — множини параметрів. Формальні означення операцій сигнатури подано у монографії [2]. До операцій сигнатури розширеної мультимножинної табличної алгебри не входять зовнішні мультимножинні операції. Оскільки, визначаючи дані операції над таблицями розширеної мультимножинної табличної алгебри, використовуючи міркування, застосовані при визначенні відповідних операцій над таблицями розширеної табличної алгебри нескінченних таблиць, дійдемо до протиріччя у випадку, коли схеми таблиць-аргументів рівні.

Поняття *таблиці* задається як пари $\langle \psi, R \rangle$, де перша компонента ψ — це мультимножина, основою якої $\Theta(\psi)$ є довільна множина (зокрема, нескінченна) рядків схеми R , а друга компонента R — схема таблиці. Через $Osc(s, \psi)$ позначається кількість дублікатів (екземплярів) рядка s у мультимножині ψ .

Замкненість розширеної табличної алгебри відносно операцій розширеної мультимножинної табличної алгебри

З'ясуємо чи є розширена таблична алгебра нескінченних таблиць підалгеброю розширеної мультимножинної табличної алгебри. Припустимо, що таблицею розширеної табличної алгебри нескінченних таблиць є пара $\langle t^1, R \rangle$, де t^1 — 1-множина (зокрема, нескінченна) рядків вказаної схеми R . 1-мультимножинами називаються мультимножини, областю значень яких є порожня множина або одноелементна множина [1], тобто наше припущення правильне.

У цьому випадку очевидно, що множина всіх таблиць розширеної табличної алгебри нескінченних таблиць T є підмножиною множини всіх таблиць розширеної мультимножинної табличної алгебри Ψ , $T \subseteq \Psi$.

Тепер визначимо чи замкнена множина T відносно кожної операції сигнатури розширеної мультимножинної табличної алгебри $\Omega_{P,\Xi}$. У статті [3] з'ясовано, що таблична алгебра нескінченних таблиць замкнена відносно операцій перетину, різниці, селекції, з'єднання та перейменування мультимножинної табличної алгебри та не замкнена відносно операцій об'єднання, проєкції та активного доповнення.

Встановимо чи замкнена множина T відносно додаткових операцій розширеної мультимножинної табличної алгебри. Як було сказано вище, до додаткових операцій розширеної мультимножинної табличної алгебри належать операції внутрішнього та зовнішнього з'єднання, агрегатні операції та операція напівз'єднання. Поділимо ці операції на дві групи:

- операції, в основі яких лежить операція з'єднання;
- агрегатні операції.

Розглянемо кожну з цих груп окремо. Почнемо з першої групи, до якої входять операції внутрішнього з'єднання, операції зовнішнього з'єднання та операція напівз'єднання. Формальні означення цих операцій подано у [2].

Операція природного з'єднання \otimes_{R_1, R_2} є розширенням довільної іншої операції з'єднання в такому розумінні:

$$\begin{aligned} \langle \psi_1, R_1 \rangle_{R_1, R_2} \text{Cj} \langle \psi_2, R_2 \rangle &= \langle \psi_1, R_1 \rangle_{R_1, R_2} \otimes \langle \psi_2, R_2 \rangle; \quad \langle \psi_1, R_1 \rangle_{A_1, \dots, A_n, R_1, R_2} \otimes \langle \psi_2, R_2 \rangle = \langle \psi_1, R_1 \rangle_{R_1, R_2} \otimes \langle \psi_2, R_2 \rangle; \\ &\left(\langle \psi_1, R_1 \rangle_{p, R_1, R_2} \otimes \langle \psi_2, R_2 \rangle \right)_1 \preceq \left(\langle \psi_1, R_1 \rangle_{R_1, R_2} \otimes \langle \psi_2, R_2 \rangle \right)_1^{1)} \end{aligned}$$

за умови визначення значень операцій у лівих частинах цих двох рівностей та включення (\preceq — відношення включення мультимножин).

Таким чином, доведення замкнутості множини T відносно операцій внутрішнього з'єднання мультимножинної табличної алгебри зводиться до доведення замкнутості цієї множини відносно операції природного з'єднання.

Аналогічна ситуація і з операціями зовнішнього з'єднання. Для їх задання існує одна логічна схема [2]. Опишемо цю схему. Нехай $\phi: \Psi(R_1) \times \Psi(R_2) \rightarrow \Psi(R_1 \cup R_2)$ — деяка часткова бінарна операція на множині таблиць, причому виконується включення

$$\left(\phi(\langle \psi_1, R_1 \rangle, \langle \psi_2, R_2 \rangle) \right)_1 \preceq \left(\langle \psi_1, R_1 \rangle_{R_1, R_2} \otimes \langle \psi_2, R_2 \rangle \right)_1$$

для всіх $\langle \langle \psi_1, R_1 \rangle, \langle \psi_2, R_2 \rangle \rangle \in \text{dom} \phi$. Варто зазначити, що операції Cj_{R_1, R_2} ; \otimes_{R_1, R_2} ; $\otimes_{A_1, \dots, A_n, R_1, R_2}$; \otimes_{p, R_1, R_2} саме такі.

Зафіксуємо таблиці $\langle \psi_1, R_1 \rangle$, $\langle \psi_2, R_2 \rangle$ з області означеності операції ϕ . Тоді таблиця $\langle \psi_1, R_1 \rangle$ припускає таке представлення: $\langle \psi_1, R_1 \rangle = \langle \psi_1 \cap_{\phi} \psi_2, R_1 \rangle \cup_{All}^R \langle \psi_1 -_{\phi} \psi_2, R_1 \rangle$, де $\langle \psi_1 \cap_{\phi} \psi_2, R_1 \rangle = \langle \psi', R_1 \rangle$,

¹⁾Запис $(\langle \psi, R \rangle)_1$ позначає першу компоненту таблиці $\langle \psi, R \rangle$, тобто мультимножину ψ .

основою мультимножини ψ' є множина рядків

$\Theta(\psi') = \left\{ s_1 \mid s_1 \in \Theta(\psi_1) \wedge \exists s_2 \left(s_2 \in \Theta(\psi_2) \wedge s_1 \cup s_2 \in \Theta \left(\left(\phi \left(\langle \psi_1, R_1 \rangle, \langle \psi_2, R_2 \rangle \right) \right) \right) \right) \right\}$, а кількість дублікатів

$Occ(s_1, \psi') = Occ(s_1, \psi_1)$, $s_1 \in \Theta(\psi')$ та $\left\langle \psi_1 \underset{\phi}{-} \psi_2, R_1 \right\rangle = \langle \psi'', R_1 \rangle$, основою мультимножини ψ'' є

множина рядків $\Theta(\psi'') = \left\{ s_1 \mid s_1 \in \Theta(\psi_1) \wedge \forall s_2 \left(s_2 \in \Theta(\psi_2) \Rightarrow s_1 \cup s_2 \notin \Theta \left(\left(\phi \left(\langle \psi_1, R_1 \rangle, \langle \psi_2, R_2 \rangle \right) \right) \right) \right) \right\}$, а

кількість дублікатів знаходиться так: $Occ(s_1, \psi'') = Occ(s_1, \psi_1)$, де $s_1 \in \Theta(\psi'')$.

Іншими словами, рядки з таблиці $\left\langle \psi_1 \underset{\phi}{\cap} \psi_2, R_1 \right\rangle$ використовуються в формуванні результату з'єднання, а рядки з таблиці $\left\langle \psi_1 \underset{\phi}{-} \psi_2, R_1 \right\rangle$ — не використовуються. Для розширення рядків до над-

схеми використано особливий елемент універсального домену *NULL*. Представлення таблиці $\langle \psi_2, R_2 \rangle$ отримуємо, замінивши ролі таблиць $\langle \psi_1, R_1 \rangle$ і $\langle \psi_2, R_2 \rangle$ у представленні таблиці $\langle \psi_1, R_1 \rangle$.

Зауважимо, якщо операція ϕ збігається з операцією внутрішнього природного з'єднання \otimes_{R_1, R_2} ,

то $\left\langle \psi_1 \underset{\phi}{\cap} \psi_2, R_1 \right\rangle = \langle \psi_1, R_1 \rangle \bowtie_{R_1, R_2} \langle \psi_2, R_2 \rangle$, тобто таблиця в лівій частині останньої рівності отримується в результаті застосування операції напівз'єднання до вихідних таблиць.

Формальні означення всіх операцій зовнішнього з'єднання (зовнішнє ліве з'єднання ϕ_l , зовнішнє праве з'єднання ϕ_r , повне зовнішнє з'єднання ϕ_f та зовнішнє з'єднання об'єднання ϕ_{\cup}) подано у [2], для нас же головне, що всі операції зовнішнього з'єднання підпорядковані своїм операціям внутрішнього з'єднання.

Розглянемо операцію напівз'єднання. Під *напівз'єднанням* двох таблиць схем R_1 та R_2 розуміється бінарна параметрична операція \bowtie_{R_1, R_2} , значенням якої є таблиця схеми R_1 , що містить ті рядки першої таблиці, які входять у (природне) з'єднання таблиць-аргументів. Тобто, $\bowtie_{R_1, R_2} : T(R_1) \times T(R_2) \rightarrow T(R_1)$, де $\langle t_1^1, R_1 \rangle \bowtie_{R_1, R_2} \langle t_2^1, R_2 \rangle = \left\langle \left\{ s_1 \mid \exists s_2 \left(s_1 \in t_1^1 \wedge s_2 \in t_2^1 \wedge s_1 \approx s_2 \right) \right\}, R_1 \right\rangle$, у припущенні що $\langle t_1^1, R_1 \rangle \in T(R_1)$, $\langle t_2^1, R_2 \rangle \in T(R_2)$. Отже, ця операція, як і попередні, теж залежить від операції з'єднання.

У роботі [3] показано, що множина всіх таблиць табличної алгебри нескінченних таблиць T замкнена відносно з'єднання. Дійсно, розглянемо дві таблиці розширеної табличної алгебри нескінченних таблиць $\langle t_1^1, R_1 \rangle$ та $\langle t_2^1, R_2 \rangle$. Позначимо через $\Theta(t_1^1)$ і $\Theta(t_2^1)$ — основи 1-мультимножин t_1^1 та t_2^1 ,

відповідно. Операція з'єднання визначається як $\langle t_1^1, R_1 \rangle \otimes_{R_1, R_2} \langle t_2^1, R_2 \rangle = \langle t', R_1 \cup R_2 \rangle$, де $\langle t_1^1, R_1 \rangle \in T(R_1)$

$\langle t_2^1, R_2 \rangle \in T(R_2)$. Змістовно кажучи, кожний рядок з t_1^1 з'єднується з кожним рядком із t_2^1 .

Основою мультимножини t' є множина рядків

$$\Theta(t') = \left\{ s' \mid \exists s_1 \exists s_2 \left(s_1 \in \Theta(t_1^1) \wedge s_2 \in \Theta(t_2^1) \wedge s_1 \approx s_2 \wedge s' = s_1 \cup s_2 \right) \right\},$$

де \approx — відношення сумісності рядків [1], [4].

Кількість дублікатів знаходиться так: $Occ(s', t') = Occ(s' \mid R_1, t_1^1) \cdot Occ(s' \mid R_2, t_2^1) = 1$, де $s' \in \Theta(t')$.

Таким чином, t' завжди є 1-мультимножиною і $\langle t', R_1 \cup R_2 \rangle \in T$.

Отже, показавши замкнутість множини T відносно операції природного з'єднання, отримуємо, що множина T замкнена відносно операцій внутрішнього та зовнішнього з'єднання і операції напівз'єднання.

Далі розглянемо агрегатні операції *Sum*, *Avg*, *Min*, *Max*, *Count*. Їхніми аргументами є скінченні таблиці, а значеннями — одноатрибутні таблиці з одним рядком. Загальна схема задання цих

операцій така: спочатку на скінченній мультимножині визначаються функції додавання, взяття найменшого та найбільшого значення, визначення середнього арифметичного і кількості елементів, а потім ці функції переносяться на таблиці.

Наприклад, під операцією агрегування $Sum_{A,R}$ за атрибутом A (скінченних) таблиць схеми R , $A \in R$, розуміється унарна параметрична операція вигляду $Sum_{A,R} : \Psi(R) \rightarrow \Psi(\{A\})$, $Sum_{A,R}(\langle \psi, R \rangle) = \left\langle \left\{ \left\langle A, Sum(\alpha_A) \right\rangle \right\}^1, \{A\} \right\rangle$, де $\langle \psi, R \rangle \in \Psi(R)$, а Sum — функція, що повертає суму значень стовпця з атрибутом A таблиці $\langle \psi, R \rangle$ (ці значення можуть повторюватися), які відрізняються від значення $NULL$, крім того, цей стовпець містить лише дані числового типу. Отже, $Sum : 2_m^{Num} \rightarrow Num$,

$$Sum(\alpha_A) = \begin{cases} NULL, & \text{якщо } \Theta(\alpha_A) = \emptyset, \\ NULL, & \text{якщо } \Theta(\alpha_A) = \{NULL\}, \\ \sum_{d \in \Theta(\alpha_A) \setminus \{NULL\}} d\alpha(d), & \text{якщо } \Theta(\alpha_A) \setminus \{NULL\} \neq \emptyset, \end{cases}$$

де α_A — мультимножина, яка містить всі елементи стовпця з атрибутом A таблиці $\langle \psi, R \rangle$, а верхній індекс 1 в таблиці $\left\langle \left\{ \left\langle A, Sum(\alpha_A) \right\rangle \right\}^1, \{A\} \right\rangle$ вказує на те, що рядок $\left\langle A, Sum(\alpha_A) \right\rangle$ входить у підсумкову таблицю лише один раз, тобто кількість дублікатів цього рядка дорівнює 1. Отже, перша компонента $\left\langle \left\{ \left\langle A, Sum(\alpha_A) \right\rangle \right\}^1, \{A\} \right\rangle$ підсумкової таблиці є 1-мультимножиною і $\left\langle \left\{ \left\langle A, Sum(\alpha_A) \right\rangle \right\}^1, \{A\} \right\rangle \in T$. Таким чином, множина T замкнена відносно агрегатної операції знаходження суми. Аналогічним чином, можна показати, що множина всіх таблиць розширеної табличної алгебри нескінченних таблиць T замкнена відносно агрегатних операцій розширеної мультимножинної табличної алгебри, тому на цьому зупинятися не будемо.

Висновок

Розглянуто питання про взаємозв'язок розширеної табличної алгебри нескінченних таблиць та розширеної мультимножинної табличної алгебри. Встановлено, що розширена таблична алгебра нескінченних таблиць:

- не замкнена відносно операції об'єднання і замкнена відносно інших теоретико-множинних операцій сигнатури мультимножинної табличної алгебри (перетину та різниці);
- не замкнена відносно операції проєкції та активного доповнення і замкнена відносно інших спеціальних операцій сигнатури мультимножинної табличної алгебри (селекції, з'єднання та перейменування);
- замкнена відносно додаткових операцій сигнатури мультимножинної табличної алгебри (операцій внутрішнього та зовнішнього з'єднання, агрегатних операцій та операції напівз'єднання).

Отже, розширена таблична алгебра нескінченних таблиць не утворює підалгебру розширеної мультимножинної табличної алгебри.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] В. Н. Редько, Ю. Й. Брона, Д. Б. Буй і С. А. Поляков, *Реляційні бази даних: табличні алгебри та SQL-подібні мови*. Київ, Україна: Видавничий дім «Академперіодика», 2001, 198 с.
- [2] Д. Б. Буй і І. М. Глушко, *Числення та розширення сигнатур табличних алгебр*. Ніжин, Україна: НДУ ім. М. Гоголя, 2016, 151 с.
- [3] І. М. Глушко, «Про зв'язок між табличною алгеброю нескінченних таблиць та мультимножинною табличною алгеброю,» in 2018 *Proceedings of the 11th International Conference of Programming*, Kyiv, Ukraine, 2018, pp. 159-163. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ceur-ws.org/Vol-2139/159-163.pdf>. Дата звернення: Червень 14, 2020.
- [4] Д. Б. Буй, і Н. Д. Кахута, «Властивості відношення конфінальності та устрій множини часткових функцій,» *Вісник Київського університету. Серія: фіз.-мат. науки*, вип. 2, с. 125-135, 2006.

Лисенко Ірина Миколаївна — канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій і аналізу даних, e-mail: iryna.glushko@ndu.edu.ua .

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, Ніжин

I. M. Lysenko¹

Relationship between Extended Table Algebra of Infinite Tables and Extended Multiset Table Algebra

¹Nizhyn Mykola Gogol State University

The paper is focused on some theoretical questions of the table databases. The methodological basis of the research is a compositional approach to programming, the core of which is to consider special algebras. Two mathematical formalisms such as extended table algebra of infinite tables and extended multiset table algebra are considered. Their signatures are supplemented by additional operations such as inner and outer joins, semijoin and aggregate operations. Basic definitions referring to these formalisms are given.

This article deals with the topic of the relationship between extended table algebra of infinite tables and extended multiset table algebra. Taking into consideration the fact that the first component of a table of extended table algebra of infinite tables is a set of tuples, and therefore a 1-multiset, the question arises whether the extended table algebra of infinite tables is subalgebra of extended multiset table algebra. This research is devoted to this question.

The first thing that needed to be established is that the set of all tables of extended table algebra of infinite tables is a subset of the set of all tables of extended multiset table algebra. Then, applying the set-theoretic and logical-algebraic methods, it is proved that the extended table algebra of infinite tables is not closed with respect to some signature operations of the extended multiset table algebra. Thus, table algebra of infinite tables does not form subalgebra of multiset table algebra since it is not closed with respect to the union, projection and active complement. So multiset table algebra is not a wider formalism than table algebra of infinite tables.

The obtained results can be applied to the development of query languages for table databases and software with table databases.

Keywords: relation databases, table algebra of infinite tables, multiset table algebra.

Lysenko Iryna M. — Cand. Sc. (Phys-Math.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Information Technology and Data Analysis, e-mail: iryna.glushko@ndu.edu.ua

И. Н. Лысенко¹

Взаимосвязь между расширенной табличной алгеброй бесконечных таблиц и расширенной мультимножественной табличной алгеброй

¹Нежинский государственный университет имени Николая Гоголя

Рассмотрены некоторые теоретические вопросы табличных баз данных. Методологическую основу исследования составляет композиционный подход к программированию, суть которого заключается в рассмотрении специальных алгебр. В статье рассмотрены два математических формализма, такие как расширенная табличная алгебра бесконечных таблиц и расширенная мультимножественная табличная алгебра, сигнатуры операций которых пополнены дополнительными операциями внутренних и внешних соединений, агрегатными операциями и операцией полусоединения. Представлены основные определения, касающиеся этих формализмов: определение схемы, таблицы и соответствующих алгебр.

Основу статьи составляет рассмотрение вопроса о взаимосвязи между расширенной табличной алгеброй бесконечных таблиц и расширенной мультимножественной табличной алгеброй. Учитывая тот факт, что

первая компонента таблицы расширенной табличной алгебры бесконечных таблиц — это множество строк, а значит 1-мультимножество, возникает вопрос о том является ли расширенная табличная алгебра бесконечных таблиц подалгеброй расширенной мультимножественной табличной алгебры. Именно этому вопросу и уделено внимание в статье.

Сначала установлено, что множество всех таблиц расширенной табличной алгебры бесконечных таблиц является подмножеством множества всех таблиц расширенной мультимножественной табличной алгебры. Затем, используя теоретико-множественные и логико-алгебраические методы, доказано, что расширенная табличная алгебра бесконечных таблиц не замкнута относительно некоторых сигнатурных операций расширенной мультимножественной табличной алгебры. К этим операциям относятся операции объединения, проекции и активного дополнения. Таким образом, расширенная табличная алгебра бесконечных таблиц не образует подалгебру расширенной мультимножественной табличной алгебры.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке языков запросов к табличным базам данных и при разработке программного обеспечения с табличными базами данных.

Ключевые слова: реляционные базы данных, табличная алгебра бесконечных таблиц, мультимножественная табличная алгебра.

Лысенко Ирина Николаевна — канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий и анализа данных, e-mail: iryna.glushko@ndu.edu.ua