

## СИСТЕМА СИНТЕЗУ ФОРМУЛ АЛГЕБРИ АЛГОРИТМІВ

Андрій Василюк<sup>1</sup>, Тарас Басюк<sup>2</sup>

Національний університет “Львівська політехніка”,

<sup>1</sup> Andrii.S.Vasyliuk@lpnu.ua, ORCID 0000-0002-3666-7232

<sup>2</sup> Taras.M.Basyuk@lpnu.ua, ORCID 0000-0003-0813-0785

© Василюк А., Басюк Т., 2021

Розроблено математичне забезпечення процесу генерування предметних унітермів формул алгебри алгоритмів. Виконано аналіз особливостей побудови формул алгебри алгоритмів, у результаті якого виявилось, що сьогодні підсистеми з реалізацією процесів генерування предметних унітермів на основі абстрактних унітермів з подальшою адаптацією формул не реалізовано в відомих системах, що і спонукало до здійснення інтелектуального аналізу генерування предметних унітермів формул алгебри алгоритмів. Визначено, що синтез формул алгебри алгоритмів, а особливо генерування предметних унітермів на основі абстрактних, – надзвичайно складний і трудомісткий процес. Оскільки всі елементи формули пов’язані між собою, всі зміни в формулі алгоритму впливають на її структуру, що і є основною причиною складності описаних процесів. Один із аспектів синтезу формул алгебри алгоритмів – це процес генерування предметних унітермів на основі абстрактних унітермів. Коротко описано знаки операцій алгебри алгоритмів. Розроблено математичне забезпечення процесу синтезу формул алгебри алгоритмів, що враховує вертикальну та горизонтальну орієнтації та тип формули алгебри алгоритмів: текстовий унітерм, операція секвентування, операція елімінування, операція паралелення і відповідні циклічні операції секвентування, елімінування та паралелення, а також геометричні параметри генерованих предметних унітермів. Попередньо описано процес генерування предметних унітермів на основі абстрактних. Визначено перелік необхідних елімінувань та секвенцій для виконання синтезу відповідних формул. Відповідно до властивостей знаків операцій алгебри алгоритмів виконано мінімізацію синтезованих формул алгоритмів за кількістю унітермів. Також відповідно до властивостей формул алгоритмів алгебри виконано винесення відповідних унітермів за знаки операцій, в результаті чого отримано формулу алгоритму синтезу формул алгоритмів з урахуванням генерування предметних унітермів на основі абстрактних унітермів.

Ключові слова: унітерм; заміна; адаптація; секвенція; елімінування; предметний унітерм; абстрактний унітерм.

### Вступ. Загальна постановка проблеми

Сьогодні відома алгебра алгоритмів. Основними засобами цієї алгебри є специфічні знаки операцій, такі як секвентування, елімінування, паралелення, а також циклічні операції.

Відомі засоби редагування та набору формул алгоритмів не передбачені відповідними відомими системами. Особливо це стосується поведінки формули після виконання заміни абстрактних унітермів на предметні унітерми, оскільки це спричиняє зміну всієї структури формули, а за великої кількості унітермів це трудомісткий процес.

### **Зв'язок висвітленої проблеми із важливими науковими та практичними завданнями**

Набір та редагування формул алгебри алгоритмів, особливо редагування, – надзвичайно складний і трудомісткий процес. Це пов'язано з тим, що всі зміни в формулі алгоритму впливають на її структуру, оскільки всі елементи формули пов'язані між собою. Один із аспектів редагування формул алгебри алгоритмів – це процес генерування предметних унітермів на основі абстрактних. Разом із адаптацією формул алгебри алгоритмів він є одним із найважливіших етапів редагування формул алгебри алгоритмів і основою системи синтезу формул алгебри алгоритмів.

Це важливе науково-практичне завдання, оскільки систем, у яких реалізовано безпосередньо заміну формул алгебри реалізацією адаптації формул алгоритмів, не відомо. Розв'язання поставленої задачі створить підґрунтя для програмної реалізації розробленого математичного забезпечення.

### **Аналіз останніх досліджень та публікацій**

В основу сучасної алгебри алгоритмів покладено дослідження В. Глушкова та ін. [1, 2]. У роботах [3–9] описано підходи до вирішення подібних завдань, проте у жодній з наведених праць автори не описали та не проаналізували основні завдання, що виникають, якщо спробувати адаптувати формули алгоритмів після здійснення генерування предметних унітермів. Після генерування предметних унітермів вигляд формули і її складових змінюється залежно від змісту абстрактних унітермів, зокрема і з урахуванням геометричних параметрів предметних унітермів, адже ці дії впливають на геометричні розміри залежних складових частин формули. Описані вище процеси важливі для виконання процесів набору та редагування формул алгебри алгоритмів, але не реалізовані у відомих системах. Без коректного виконання процесу адаптації, із урахуванням усіх геометричних параметрів формул, неможливо повністю виконати процеси набору, а надалі і редагування формул алгоритмів.

Хоча актуальність завдання сьогодні висока, накопичено порівняно невеликий досвід його вирішення, який визначається передусім порівняно новим напрямом досліджень.

### **Основні завдання дослідження та їх значення**

Мета дослідження – визначення основних варіантів побудови алгоритмів для синтезу предметних унітермів. Результати проведених досліджень нададуть засоби для побудови систем адаптації формул з урахуванням синтезу предметних унітермів. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі основні завдання: розробити математичне забезпечення з можливістю адаптації формул алгоритмів, генерування унітермів з можливістю подальшої заміни абстрактних унітермів на предметні унітерми.

### **Основні результати досліджень**

У контексті досліджуваної проблеми система з можливістю генерування предметних унітермів є важливим моментом. Обов'язково потрібно враховувати зміст абстрактних унітермів перед початком синтезу предметних унітермів, оскільки це насамперед впливатиме на правильність математичної моделі, згенерованої на основі формули алгебри алгоритмів.

Тому в цьому дослідженні вперше розроблено модульний принцип побудови системи синтезу формул алгебри алгоритмів (рис. 1).

Система містить такі модулі:

- L1 – функціональний модуль системи;
- L2 – початковий модуль системи;
- L3 – модуль додаткових операцій системи;
- L4 – системний модуль;
- L5 – модуль синтезу унітермів.

Функціональний модуль системи поділений на такі модулі:

D1 – модуль даних системи (модуль системи, в якому зберігаються структура даних та інші параметри системи);

L6 – інструментальний модуль;

L7 – модуль редагування знаків операцій.

Інструментальний модуль системи містить:

G(s) – модуль синтезу знаків операцій;

I – модуль ідентифікації унітермів;

M – модуль переміщення унітермів.

Модуль редагування знаків операцій поділяється на такі модулі:

O – модуль зміни орієнтації формул алгоритмів;

R – модуль заміни знаків операцій;

E – модуль згортання і розгортання формул алгоритмів;

A – модуль адаптації формул алгоритмів.

У початковий модуль системи входять такі модулі:

In – модуль ініціалізації системи (модуль параметрів завантаження системи);

H – модуль допомоги.

Модуль додаткових операцій системи складається із:

Res – модуля ресурсних операцій (зберігання та зчитування параметрів знаків операцій);

P – модуля налаштування робочої зони системи (модуль параметрів системи, колір канви робочої зони та шрифту);

C – модуля конвертування формул алгебри алгоритмів.

Системний модуль охоплює:

Sys1 – модуль візуалізації системних даних;

Sys2 – модуль введення системних даних;

D2 – модуль даних.

Модуль синтезу унітермів складається із:

D3 – модуля даних унітермів;

G(u) – модуля генерування унітермів;

E(u) – модуля редагування унітермів (зміна параметрів унітермів).



Рис. 1. Модульна схема системи синтезу формул алгебри алгоритмів

Абстрактний алгоритм редактора формул алгебри алгоритмів складається із таких секвенцій:

$S_1$  – секвенція, якою описується модуль даних редактора і яка складається із таких унітермів –

$M_1$  – функціональний модуль редактора і  $D_1$  – модуль даних редактора

$$S_1 = \overbrace{M_1, D_1}$$

$S_2$  – секвенція, якою описується інструментальний модуль редактора у випадку генерації знаків операції, складається з таких унітермів:  $M_1$  – функціональний модуль редактора;  $M_6$  – інструментальний модуль;  $G(s)$  – унітерм генерування знаків операцій

$$S_2 = \overbrace{(M_1, M_6, G(s))}$$

Секвенція ( $S_3$ ), якою описується інструментальний модуль редактора у випадку ідентифікації унітермів, складається з таких унітермів:  $M_1$  – функціональний модуль редактора;  $M_6$  – інструментальний модуль;  $I$  – ідентифікація

$$S_3 = \overbrace{(M_1, M_6, I)}$$

Секвенція ( $S_4$ ), якою описується інструментальний модуль редактора у випадку переміщення унітермів, складається із таких унітермів:  $M_1$  – функціональний модуль редактора;  $M_6$  – інструментальний модуль;  $M$  – переміщення

$$S_4 = \overbrace{(M_1, M_6, M)}$$

Секвенція ( $S_5$ ), якою описується модуль генерування знаків у випадку заміни орієнтації знаків операцій, складається із таких унітермів:  $M_1$  – функціональний модуль редактора;  $M_7$  – модуль редагування знаків операцій;  $O$  – заміна орієнтації знаків операцій

$$S_5 = \overbrace{(M_1, M_7, O)}$$

$S_6$  – секвенція, якою описується модуль генерування знаків у випадку заміни знаків операцій, складається із таких унітермів:  $M_1$  – функціональний модуль редактора;  $M_7$  – модуль редагування знаків операцій;  $R$  – заміна заків операцій

$$S_6 = \overbrace{(M_1, M_7, R)}$$

Секвенція ( $S_7$ ), якою описується модуль генерування знаків у випадку редагування формул, складається із таких унітермів:  $M_1$  – функціональний модуль редактора;  $M_7$  – модуль редагування знаків операцій;  $E$  – редагування формул алгебри алгоритмів

$$S_7 = \overbrace{(M_1, M_7, E)}$$

Секвенція ( $S_8$ ), якою описується модуль генерування знаків у випадку адаптації формул, складається із таких унітермів:  $M_1$  – функціональний модуль редактора;  $M_7$  – модуль редагування знаків операцій;  $A$  – адаптація формул алгебри алгоритмів

$$S_8 = \overbrace{(M_1, M_7, A)}$$

$S_9$  – секвенція, якою описується модуль організаційних даних редактора у випадку ініціалізації редактора, складається із таких унітермів:  $M_2$  – модуль даних редактора,  $In$  – модуль ініціалізації редактора

$$S_9 = \overbrace{(M_2, In)}$$

$S_{10}$  – секвенція, якою описується модуль організаційних даних редактора у випадку допомоги користувачу, складається із таких унітермів:  $M_2$  – модуль даних редактора;  $H$  – модуль допомоги користувачу

$$S_{10} = \overbrace{(M_2, H)}$$

Секвенція ( $S_{11}$ ), якою описується модуль додаткових операцій у випадку ресурсних операцій, складається із таких унітермів:  $M_3$  – модуль операцій;  $Res$  – модуль ресурсних операцій

$$S_{11} = \overbrace{(M_3, Res)}$$

Секвенція ( $S_{12}$ ), якою описується модуль додаткових операцій у разі налаштування робочого поля редактора, складається із таких унітермів:  $M_3$  – модуль операцій;  $P$  – модуль налаштування робочого поля редактора

$$S_{12} = \overbrace{(M_3, P)}$$

$S_{13}$  – секвенція, якою описується модуль додаткових операцій у випадку конвертування вихідної формули, складається із таких унітермів:  $M_3$  – модуль операцій;  $C$  – модуль конвертування

$$S_{13} = \overbrace{M_3, C}$$

$S_{14}$  – секвенція, якою описується модуль системних даних редактора формул алгебри алгоритмів у разі відображення системних даних, складається із таких унітермів:  $M_4$  – системний модуль;  $S_{ys1}$  – відображення системних даних

$$S_{14} = \overbrace{M_4, S_{ys1}}$$

Секвенція ( $S_{15}$ ), якою описується модуль системних даних редактора формул алгебри алгоритмів у разі введення системних даних, складається із таких унітермів:  $M_4$  – системний модуль;  $S_{ys2}$  – відображення системних даних

$$S_{15} = \overbrace{M_4, S_{ys2}}$$

Секвенція ( $S_{16}$ ), якою описується модуль даних, складається із таких унітермів:  $M_4$  – системний модуль;  $D_2$  – модуль даних. Її покажемо нижче

$$S_{16} = \overbrace{M_4, D_2}$$

$S_{17}$  – секвенція, якою описується модуль даних редактора формул алгебри алгоритмів у разі генерування унітерму, складається із таких унітермів:  $M_5$  – системний модуль;  $D_3$  – модуль даних

$$S_{17} = \overbrace{M_4, D_3}$$

$S_{18}$  – секвенція, якою описується генерація унітермів, складається з таких унітермів:  $M_5$  – системний модуль;  $G(u)$  – генерація унітермів

$$S_{18} = \overbrace{M_5, G(u)}$$

$S_{19}$  – секвенція, якою описується редагування унітермів, складається із таких унітермів:  $M_5$  – системний модуль;  $E(u)$  – редагування унітермів

$$S_{19} = \overbrace{M_5, E(u)}$$

Абстрактний алгоритм редактора формул алгебри алгоритмів складається із таких елімінувань:  $L_5$  – елімінування вибору функцій інструментального модуля описується такою формулою:

$$L_5 = \left| \overbrace{G(s) ; \left| \overbrace{S_3 ; S_4 ; u_1 - ?} \right| ; u_2 - ?} \right|$$

Функціональний модуль редактора описується таким елімінуванням ( $L_7$ ):

$$L_7 = \left| \overbrace{S_1 ; \left| \overbrace{L_5 ; L_3 ; u_3 - ?} \right| ; u_4 - ?} \right|$$

$L_3$  – елімінування, яким описується модуль редагування знаків операцій:

$$L_3 = \left| \overbrace{S_5 ; \left| \overbrace{S_6 ; \left| \overbrace{S_7 ; S_8 ; u_8 - ?} \right| ; u_7 - ?} \right| ; u_6 - ?} \right|$$

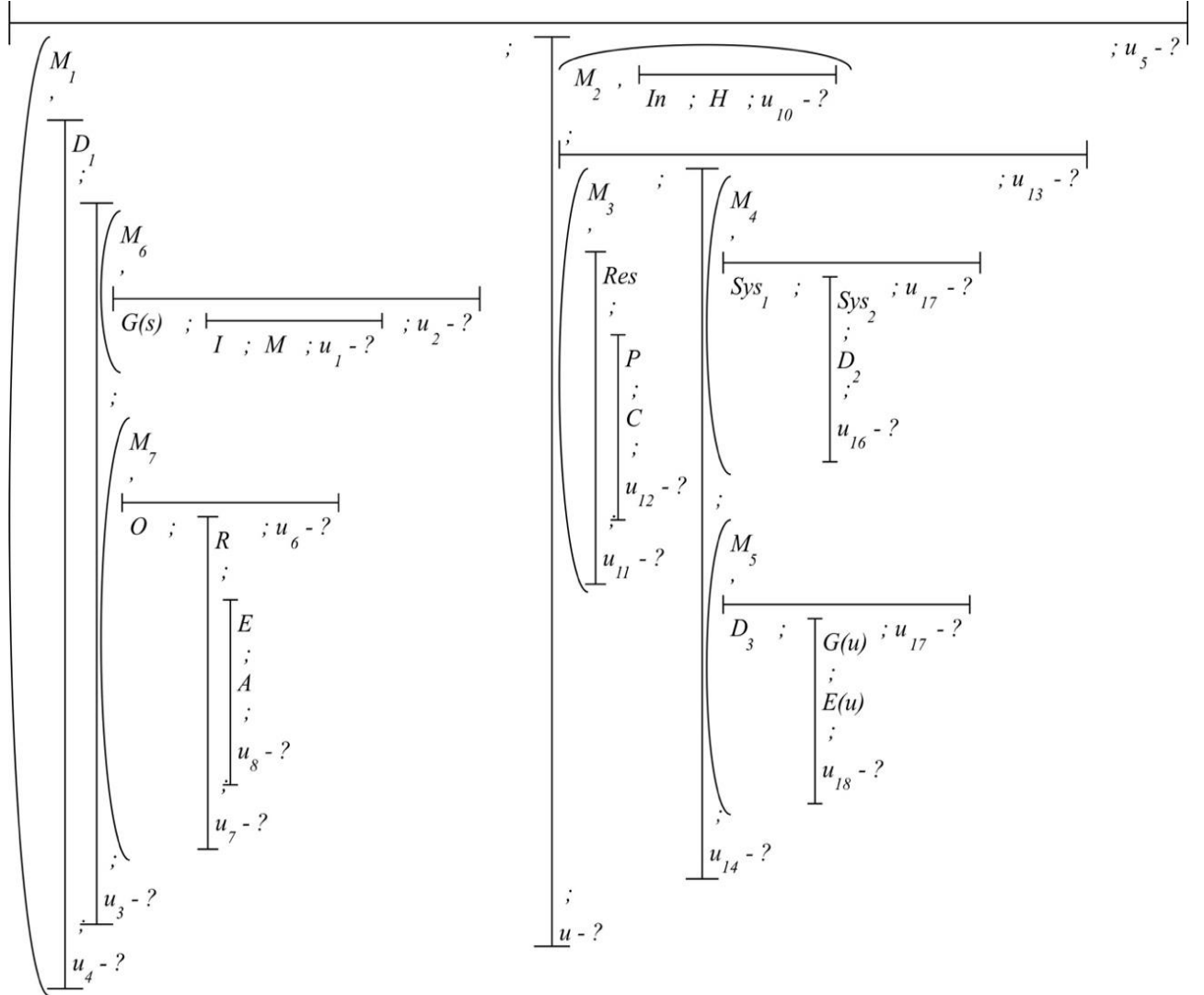
Модуль організаційних даних редактора описується таким елімінуванням:

$$L_{15} = \left| \overbrace{S_9 ; S_{10} ; u_{10} - ?} \right|$$

Елімінуванням ( $L_{14}$ ) описується модуль додаткових операцій:

$$L_{14} = \left[ S_{11} ; \left[ S_{12} ; S_{13} ; u_{12}^{-?} \right] ; u_{11}^{-?} \right]$$

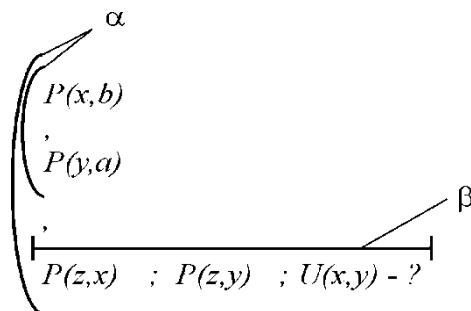
Після підстановки елімінувань в секвенції та мінімізації абстрактного алгоритму редактора отримаємо таку формулу:



Вищенаведеною формулою описано систему синтезу формул алгебри алгоритмів.

Тепер опишемо процес синтезу предметних унітермів.

Нехай дано таку формулу алгебри алгоритмів:



де  $\alpha$  – знаки операцій секвентування;  $\beta$  – знак операції елімінування;  $P(x, b), P(y, a), P(z, x), P(z, y), U(x, y) - ?$  – абстрактні унітерми. **Унітермами** є вирази мови, зокрема математичної мови [4].

**Математична модель** алгебри алгоритму утворюється заміною абстрактних унітермів на предметні та задаванням секвентних областей значень змінних та унітермів [2].

Отже, синтез математичної моделі формули абстрактного алгоритму полягає у заміні абстрактних унітермів предметними. Тому абстрактний унітерм  $P(m, n)$ , який є узагальненням для абстрактних унітермів  $P(x, b), P(y, a), P(z, x), P(z, y)$ , замінимо предметним унітермом присвоєння  $m:=n$ . Аналогічно абстрактний унітерм  $U(a, b) - ?$  замінимо предметним унітермом порівняння  $(a>b) - ?$

Виконавши заміни, отримаємо таку формулу:

$$\left( \begin{array}{l} x : b \\ , \\ y := a \\ \hline z := x \ ; \ z := y \ ; \ (x > y) - ? \end{array} \right)$$

Нехай для змінних  $a, b, x, y, z$  і предметного унітерму присвоєння секвентною областю значень є  $\mathcal{Q}_1$ , яка утворена будь-якими літерами та цифрами, а для предметного унітерму порівняння  $(x>y) - ?$  секвентною областю значень буде  $\mathcal{Q}_2 = \overline{0 \cdot 1}$

У редакторі формул секвенційних алгоритмів МОДАЛ процес синтезу математичних моделей виконується в два етапи. Першим етапом є вибір одного абстрактного унітерму. На другому етапі з клавіатури вводиться предметний унітерм. Ці два етапи в системі МОДАЛ виконуються стільки разів, скільки в абстрактному алгоритмі є унітермів, враховуючи і їхні повторення. Цей процес є трудомістким і займає багато часу. Тому в цій статті розглянуто проблему автоматизації синтезу математичних моделей формул абстрактних алгоритмів.

Структуру алгоритму синтезу математичних моделей формул абстрактних алгоритмів зображена нижче.

Структуру алгоритму синтезу математичних моделей формул абстрактних алгоритмів поділено на такі блоки:

*Ініціалізація формули абстрактного алгоритму* – блок, який передбачає відкриття наявної формули абстрактного алгоритму або роботу з такою формулою.

*Синтез математичної моделі формули абстрактного алгоритму* містить два блоки:

*синтез предметного унітерму* – блок, в якому описується синтез частини математичної моделі для унітермів типу  $F(x,y)$ ;

*синтез предметного унітерму умови* – блок, в якому описується синтез частини математичної моделі для унітермів типу  $U(x,y)$ .

*Присвоєння секвентних областей значень* – блок, в якому описуються секвентні області значень предметних термів.

*Ініціалізація математичної моделі формули абстрактного алгоритму* – блок, в якому описуються процеси адаптації формули абстрактного алгоритму після синтезу математичної моделі формули абстрактного алгоритму.

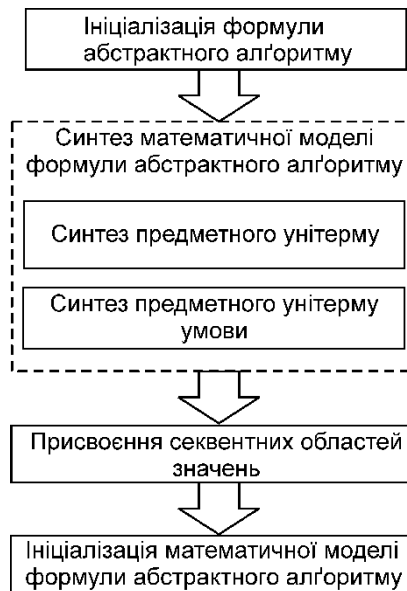
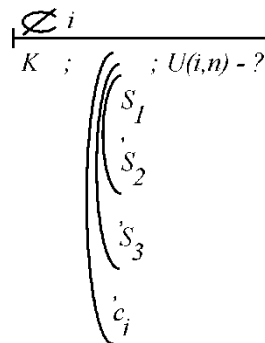


Рис. 2. Структура алгоритму процесу синтезу математичних моделей формул алгебри алгоритмів

На основі описаної вище структури алгоритму синтезу математичних моделей формул абстрактних алгоритмів синтезуємо абстрактний алгоритм процесу синтезу математичних моделей формул абстрактних алгоритмів



Зображений вище абстрактний алгоритм складається із таких унітермів:

$K$  – унітерм закінчення роботи підсистеми;

$S_1$  – унітерм зв'язку з абстрактним алгоритмом процесу синтезу предметного унітерму;

$S_2$  – унітерм зв'язку із абстрактним алгоритмом процесу синтезу предметного унітерму умови;

$S_3$  – унітерм присвоєння секвентних областей значень предметних унітермів.

### Синтез та мінімізація абстрактного алгоритму процесу синтезу предметного унітерму

В абстрактному алгоритмі описуються такі дії:

Унітерми  $P(s1, ' )$ ,  $P(s2, '( )$ ,  $P(s3, ':= )$ ,  $P(s4, ', )$  відповідають за ініціалізацію допоміжних констант.

Унітерми  $P(t1, text1)$ ,  $P(t2, F1(s1, t1))$ ,  $P(t3, F2(s2, t2))$  описують присвоєння поточного значення умовного унітерму та відокремлення допоміжних констант, що визначають тип умовного унітерму.

Унітерми  $P(one, 1)$  та  $P(one, 0)$  описують тип умовного унітерму.

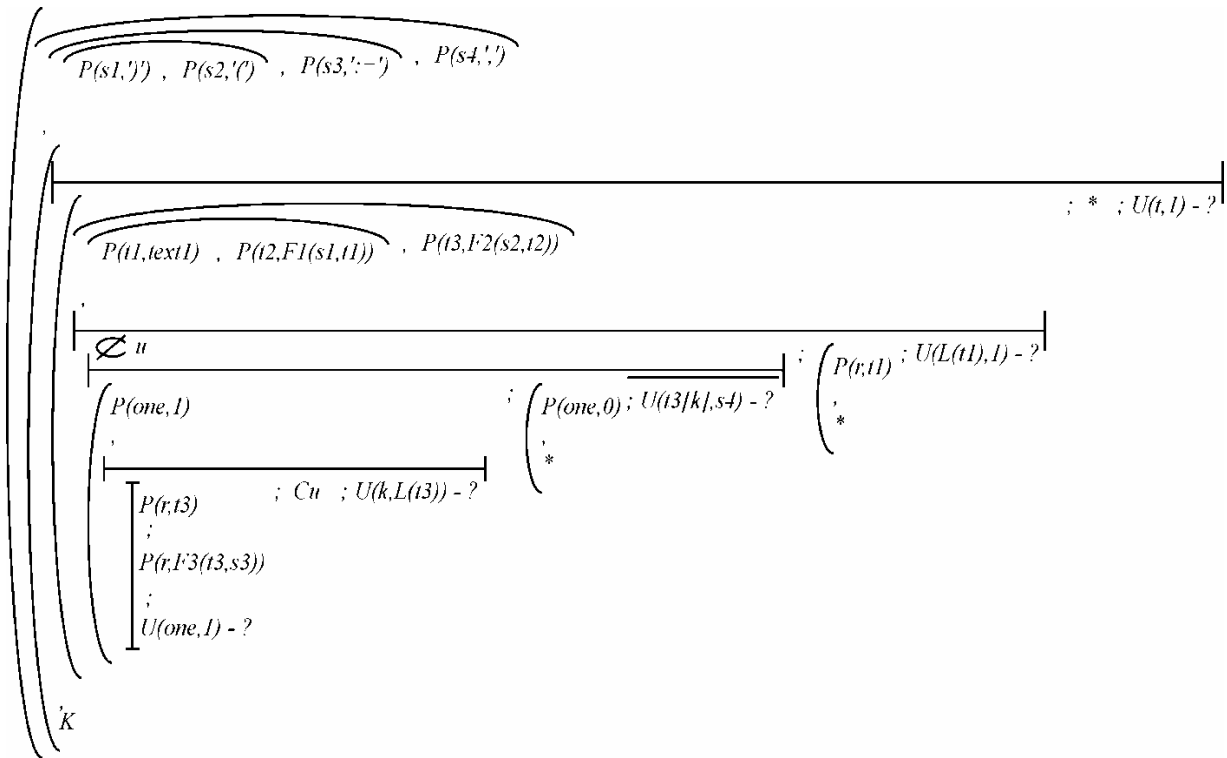
Елімінуванням за умовою  $U(t,0) - ?$  описується перевірка на тип унітерму за функціональністю (чи унітерм є термом, чи знаком операції).

Елімінуванням за умовою  $U(L(t1), 1) - ?$  виконується перевірка на кількість літер в унітермі (чи унітерм є складеним, чи простим).

Елімінування за умовою  $U(t3[k], s4) - ?$  описує заміну символу  $' , '$  на знак присвоєння  $' := '$ .

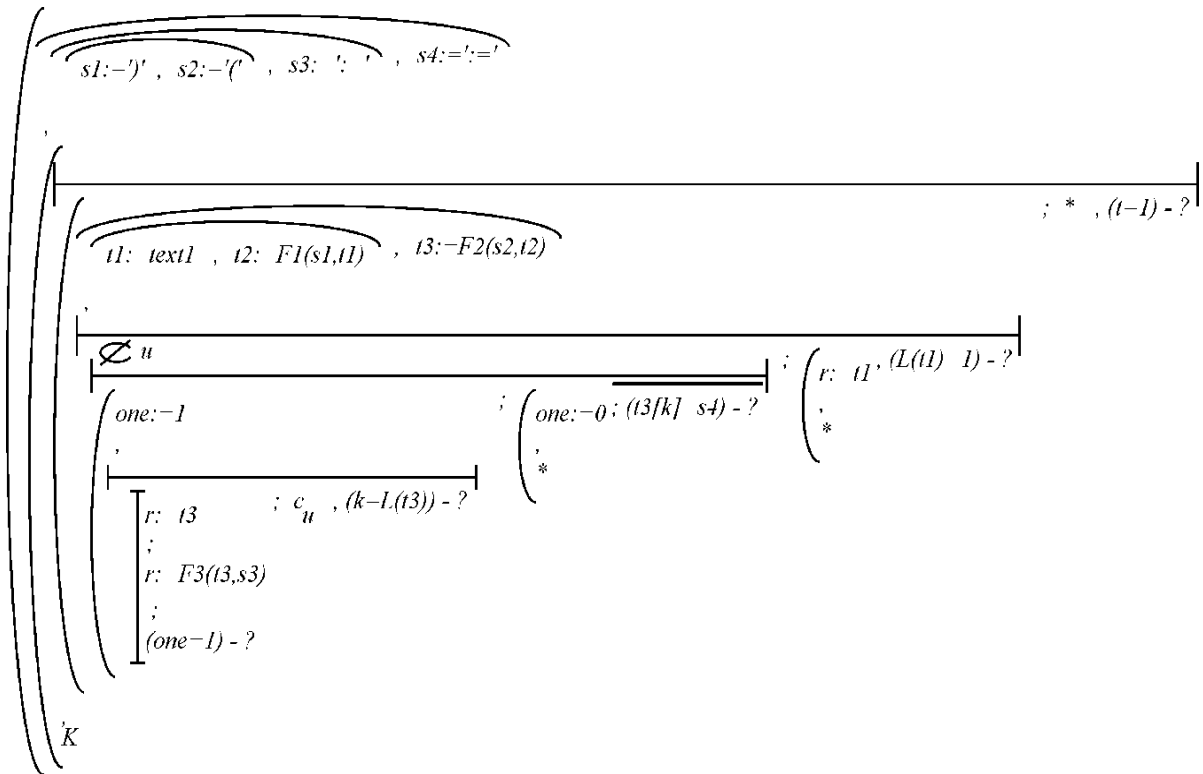


Нижче подано абстрактний алгоритм процесу генерації предметного унітерму.



**Модель абстрактного алгоритму процесу синтезу предметного унітерму**

Модель абстрактного алгоритму будують заміною абстрактних унітермів предметними (конкретними) і наданням секвентних областей значень змінних та унітермів [1, 2]. Замінюємо абстрактні унітерми на предметні й наданням секвентних областей значень змінних й унітермів будуюмо модель абстрактного алгоритму. Абстрактні двомісні унітерми  $p(m,n)$  замінюємо на предметні унітерми присвоєння  $m = n$ . Абстрактні умовні унітерми  $U(p,q)-?$  Замінюємо на предметні  $(p=q) - ?$



### Синтез та мінімізація абстрактного алгоритму процесу синтезу предметного унітерму умови

$$\left[ \begin{array}{l} P(U, F1(U)) \\ , \\ P(U, F2(U, ';;' >')) \\ ; \\ \hline P(U, F2(U, 'u', '(>*)')) ; P(U, F2(U, 'U', '(>*)')) ; U(U, 'u') - ? \\ ; \\ U(U, '()') - ? \end{array} \right]$$

Вище наведено абстрактний алгоритм процесу синтезу предметного унітерму умови.

Елімінування за умовою  $U(U, '()') - ?$  виконує перевірку на наявність параметрів умови.

Унітерми  $P(U, F1(U))$  та  $P(U, F2(U, ';;' >'))$  описують відокремлення та заміну допоміжних символів в умовному унітермі.

Елімінування за умовою  $U(U, 'u') - ?$  виконує перевірку на регістр позначення умови в умовному унітермі.

Унітерми  $P(U, F2(U, 'u', '(>*)'))$  та  $P(U, F2(U, 'U', '(>*)'))$  виконують заміну параметрів умови в умовному унітермі залежно від регістра позначення умови в умовному унітермі.

#### **Модель абстрактного алгоритму процесу синтезу предметного унітерму умови**

Замінивши умовні унітерми предметними, запишемо математичну модель формули абстрактного алгоритму процесу синтезу предметного унітерму умови:

$$\left[ \begin{array}{l} U := F1(U) \\ , \\ U := F2(U, ';;' >) \\ ; \\ \hline U := F2(U, 'u', '(>*)') ; U := F2(U, 'U', '(>*)') ; (U - 'u') - ? \\ ; \\ (U = '()') - ? \end{array} \right]$$

### Висновки

У результаті проведеного дослідження синтезовано і мінімізовано формулу алгоритму системи синтезу формул алгебри алгоритмів та предметних унітермів. Математичне забезпечення синтезу предметних унітермів є складовою частиною генерування формул алгебри алгоритмів разом із адаптацією формул [8–12]. У синтезованому математичному забезпеченні враховано зміст абстрактних унітермів, що є вкрай важливою умовою для синтезу предметних унітермів.

На основі властивостей знаків операцій алгоритмів виконано винесення унітермів за знаки операцій.

Подальші дослідження будуть спрямовані на створення алгоритмічно-програмного комплексу генерування формул алгоритмів із реалізацією результатів досліджень.

## Список літератури

1. Glushkov, V. (1966). Introduction to cybernetics. Academic Press.
2. Glushkov, V., Iushchenko E., (1966). The Kiev Computer; a Mathematical Description. Translation Division, Foreign Technology Division.
3. Овсяк, В., Бритковський, В., Овсяк, О., Овсяк, Ю. (2004). Синтез і дослідження алгоритмів комп'ютерних систем. Львів: Світ.
4. Овсяк В. (2001). АЛГОРИТМИ: методи побудови, оптимізації, дослідження вірогідності. Львів: Світ.
5. Basyuk, T., Vasilyuk, A., Lytvyn, V. (2019). Mathematical model of semantic search and search optimization. *CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2362: Proceedings of the 3rd International conference on computational linguistics and intelligent systems, COLINS-2019*, Kharkiv, Ukraine, 96–105.
6. Овсяк, В., Василюк, А. (2004). Принцип побудови підсистеми редагування формул абстрактних алгоритмів. *Комп'ютерні технології друкарства*. Львів: УАД, № 12, 137–146.
7. Василюк, А. (2006) Абстрактний алгоритм редактора формул абстрактних алгоритмів “АбстрактАл”. *Комп'ютерні технології друкарства*. Львів: УАД, № 16, 99–108.
8. Василюк, А., Басюк, Т. (2011). Адаптивний синтез формул алгоритмів. *Вісник Національного університету “Львівська політехніка”*. Серія: “Інформаційні системи та мережі”, № 715, 3–12.
9. Василюк, А., Басюк, Т. (2014). Підсистема знищення формул алгоритмів. *Вісник Національного університету “Львівська політехніка”*. Серія: “Інформаційні системи та мережі”, № 783, 22–29.
10. Василюк, А. (2015). Інтелектуальний аналіз структури даних та математичного забезпечення редактора формул алгоритмів. *Вісник Національного університету “Львівська політехніка”*. Серія: “Інформаційні системи та мережі”, № 832, 34–48.
11. Basyuk, T., Vasilyuk, A. (2016) Graph visualization in a heterogeneous environment by means of algebra algorithms. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*. Hungary: Budapest, IV(10), Issue: 91, 66–72.
12. Василюк, А., Басюк, Т. (2018). Інтелектуальний аналіз процесу трансформування формул алгебри алгоритмів. *Вісник Національного університету “Львівська політехніка”*. Серія: “Інформаційні системи та мережі”, № 901, 97–102.

## References

1. Glushkov, V. (1966). Introduction to cybernetics. Academic Press.
2. Glushkov, V., Iushchenko E., (1966). The Kiev Computer; a Mathematical Description. Translation Division, Foreign Technology Division.
3. Ovsyak, V., Britkovsky, V., Ovsyak, O., Ovsyak, Y. (2004). Synthesis and study of computer system algorithms. Lviv: World.
4. Ovsyak, V. (2001). ALGORITHMS: methods of construction, optimization, probability studies. Lviv: World.
5. Basyuk, T., Vasilyuk, A., Lytvyn, V. (2019). Mathematical model of semantic search and search optimization. *CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2362 : Proceedings of the 3rd International conference on computational linguistics and intelligent systems, COLINS-2019*, Kharkiv, Ukraine, 96–105.
6. Ovsyak, V., Vasilyuk, A. (2004). The principle of construction of the subsystem of editing formulas of abstract algorithms. *Computer Printing Technologies*. Lviv: UAD, No. 12, 137–146.
7. Vasilyuk, A. (2006) Abstract algorithm of the editor of formulas of abstract algorithms “AbstractAl”. *Computer printing technologies*. Lviv: UAD, No. 16, 99–108
8. Vasilyuk, A., Basyuk, T. (2011). Adaptive synthesis of formulas of algorithms. *Bulletin of the Lviv Polytechnic National University. Series: “Information Systems and Networks”*, No. 715, 3–12.
9. Vasilyuk, A., Basyuk, T. (2014). The subsystem of the destruction of algorithms formulas. *Bulletin of the Lviv Polytechnic National University. Series: “Information Systems and Networks”*, No. 783, 22–29.
10. Vasilyuk, A. (2015). Intellectual analysis of data structure and mathematical support for the editor of algorithm formulas. *Bulletin of the Lviv Polytechnic National University. Series: “Information Systems and Networks”*, No. 832, 34–48.
11. Basyuk, T., Vasilyuk, A. (2016). Graph visualization in a heterogeneous environment by means of algebra algorithms. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*. Hungary: Budapest, IV(10), Issue: 91, 66–72.
12. Vasilyuk, A., Basyuk, T. (2018). Intellectual analysis of the process of transformation of algorithms of algebra algorithms. *Bulletin of the Lviv Polytechnic National University. Series: “Information Systems and Networks”*, No. 901, 97–102.

## SYNTHESIS SYSTEM OF ALGEBRA ALGORITHMS FORMULAS

Andrii Vasylyuk<sup>1</sup>, Taras Basyuk<sup>2</sup>

Lviv Polytechnic National University

<sup>1</sup> Andrii.S.Vasylyuk@lpnu.ua, ORCID 0000-0002-3666-7232<sup>2</sup> Taras.M.Basyuk@lpnu.ua, ORCID 0000-0003-0813-0785

© Vasylyuk A., Basyuk T., 2021

In the article the authors have developed a mathematical support for the process of generating subject unitherns of formulas of algebra of algorithms. The analysis of features of construction of formulas of algebra of algorithms as a result of which it was found out, that today, subsystems with realization of processes of generation of subject unitherns on the basis of abstract unitherns with the subsequent adaptation of formulas are not realized in known systems that served as stimulus to intellectual analysis formulas of algebra of algorithms. It is described that the synthesis of algebra formulas of algorithms, and especially the generation of subject unitherns on the basis of abstract ones is an extremely complex and laborious process. Since all elements of the formula are interconnected, all changes in the algorithm's formula affect its structure. Therefore, this is the main reason for the complexity of the described processes. One aspect of the synthesis of the formulas of the algebra of algorithms is the process of generating subject unitherns based on abstract unitherns. The signs of operations of the algebra of algorithms are briefly described. Mathematical support of the process of synthesis of algorithm algebra formulas is developed, which takes into account vertical and horizontal orientation and type of algorithm algebra formula: text unithern, sequencing operation, elimination operation, parallel operation and corresponding cyclic sequencing operations, elimination and parallelization, as well as geometric parameters. The process of generating subject unitherns on the basis of abstract ones is previously described. The list of necessary eliminations and sequences for the synthesis of the corresponding formulas is determined. According to the properties of the signs of operations of the algebra of algorithms, the synthesized formulas of the algorithms are minimized by the number of unitherns. Also, in accordance with the properties of the formulas of the algorithms of algebra, the corresponding unitherns are taken out as signs of operations, as a result of which the formula of the algorithm for the synthesis of algorithm formulas is obtained taking into account the generation of subject unitherns based on abstract unitherns.

**Key words:** unithern; replacement; adaptation; sequence; elimination; subject unithern; abstract unithern.

.