

УДК (UDC) 004.052.42

**Мороз
Ольга Юрївна**

старший викладач кафедри теоретичної та прикладної системотехніки факультету комп'ютерних наук; Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, майдан Свободи, 4, м. Харків, Україна, 61022, e-mail: o.moroz@karazin.ua
<https://orcid.org/0000-0002-4920-4093>.

Компіляційно-семантична верифікація часопараметризованих мультипаралельних програм для інформаційних управляючих систем

У статті наводиться визначення часопараметризованих мультипаралельних програм, які (на відміну від загальноприйнятого трактування паралельних програм) містять специфікації моментів початку виконання операцій / функцій, а також підмножини таких операцій / функцій. Обґрунтовується необхідність розробки нових методів верифікації часопараметризованих паралельних програм. Розкриваються етапи виконання завдання компіляційно-семантичної верифікації часопараметризованих мультипаралельних програм в інтересах створення систем автоматичного синтезу високоефективних паралельних програм для обчислювальних систем різних класів.

Актуальність. Необхідність рішення наукової задачі розробки нових методів верифікації часопараметризованих мультипаралельних програм, орієнтованих на застосування формату структур семантико-числової специфікації робить. **Метою** є опис методу компіляційно-семантичної верифікації часопараметризованих мультипаралельних програм в інтересах створення систем автоматичного синтезу високоефективних паралельних програм для обчислювальних систем різних класів. **Метод дослідження.** Компіляційно-семантична верифікація часопараметризованих мультипаралельних програм. **Результати:** використання реального часу як один з основних параметрів формального синтезу паралельних програм і часових паралельних процесів, що їм відповідають; явне відображення в конструкціях паралельних програм складу фактично використовуваних методів паралельної обробки даних; явне відображення в конструкціях паралельних програм одиниць виміру (семантики) даних, що обробляються. Наводиться приклад, що ілюструє основні етапи методу. **Висновки.** Розроблений метод компіляційно-семантичної верифікації часопараметризованих мультипаралельних програм забезпечує облік наступних груп чинників, що роблять істотний вплив на ефективність програмних засобів паралельних обчислювальних систем.

Ключові слова: часопараметризовані мультипаралельні програми, верифікація паралельних програм, компіляційно-семантична верифікація, семантично-числові специфікації.

Як цитувати: Мороз О. Ю. Компіляційно-семантична верифікація часопараметризованих мультипаралельних програм для інформаційних управляючих систем. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна, серія. Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління.* 2022. випуск 56. С.43-50. <https://doi.org/10.26565/2304-6201-2022-56-04>

How to quote: Moroz O. Yu. "Technology of semantic-numerical verification of time-parameterized parallel programs for information and control systems." *Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University, series Mathematical modelling. Information technology. Automated control systems*, vol. 56. P.43-50. 2022. <https://doi.org/10.26565/2304-6201-2022-53-04> [In Ukrainian].

1. Аналіз останніх досягнень і публікацій. Постановка проблеми.

Аналіз літератури показує, що одним з перспективних напрямів розвитку технологій паралельного програмування є дослідження в області автоматичного програмування часопараметризованих мультипаралельних програм [1–4].

Часопараметризована мультипаралельна програма визначається (на відміну від прийнятого нині трактування статичних паралельних програм) як конструкція, яка містить в явному виді специфікації наступних категорій інформації:

- множину об'єктів - даних, над якими повинні виконуватися дії (що задаються складом операцій/функцій алгоритмічної мови високого рівня);
- множину дій (операцій/функцій), які мають бути виконані над даними для вирішення завдання;
- множину статичних зв'язків, що задають стосунки впорядкованості операцій/функцій за даними і по управлінню;

- впорядкованість операцій/функцій в динаміці паралельного обчислювального процесу, що задається множиною моментів часу початку виконання операцій/функцій;
- розділення множини операцій/функцій на часові фрагменти (множинні часові оператори, МВО), що включають сукупність операцій/функцій, виконання яких починається одночасно в конкретний момент дискретного часу;
- розділення множини даних фрагменти даних, поставлені в однозначну відповідність множинним часовим операторам і використовувані у відповідні моменти дискретного часу;
- наявність інформації про розбиття множини команд різних фрагментів на підмножини (нитки), що виконуються відповідними модулями/процесорами;
- наявність інформації про одиниці виміру фізичних величин даних.

Новизна класу часопараметризованих мультипаралельних програм робить необхідним рішення наукової задачі розробки нових методів верифікації, орієнтованих на застосування формату структур семантико-числової специфікації [4]. В якості одного з етапів верифікації часопараметризованих мультипаралельних програм пропонується використовувати компіляційно-семантичну верифікацію. Основою компіляційно-семантичної верифікації є використання одиниць виміру (семантики) початкових даних і вихідних результатів задач, що задаються користувачем, автоматичне визначення в процесі рішення задач одиниць виміру проміжних і вихідних результатів і їх порівняння з одиницями виміру вихідних результатів, заданими користувачем.

Метою статті є опис методу компіляційно-семантичної верифікації часопараметризованих мультипаралельних програм в інтересах створення систем автоматичного синтезу високоефективних паралельних програм для обчислювальних систем різних класів.

2. Дослідження та результати

Початкові дані компіляційно-семантичної верифікації:

- початкова статична Сі-програма задачі;
 - Сі-текст часової мультипаралельної програми, що відповідає початковій Сі-програмі і задовольняє вимогам/обмеженням користувача;
 - семантична база даних БД «SEM» одиниць виміру фізичних величин;
 - семантика (одиниці виміру) початкових даних і вихідних Сі-програми, що задаються користувачем, – структура US _ SEM.
- Вимагається:
- перевірити семантичну коректність початкової Сі-програми задачі;
 - перевірити семантичну коректність часопараметризованої мультипаралельної програми.
 - перевірити логічну еквівалентність часової мультипаралельної програми і початкової Сі-програми задачі.

Вихідними даними є:

1. Семантико-числова специфікація початкового коду програми (список одиниць виміру початкових даних завдання задачі, значень розмірності результатів проміжних обчислень і значень розмірності результатів виконання Сі-програми).
2. Результати перевірки ідентичності значень розмірності результатів виконання Сі-програми і призначеної для користувача семантичної специфікації задачі.
3. Результати перевірки семантичної коректності часової моделі і текст часопараметризованої мультипаралельної програми.

Основні етапи методу компіляційно-семантичної верифікації часопараметризованих мультипаралельних програм показані на рис. 1.

Розглянемо зміст основних етапів методу компіляційно-семантичної верифікації.

Етап 1 (символ 2 рис. 1) забезпечує синтез для Сі-програми (рис.2) структур BF і CF семантико-числової специфікації (таблиця. 3 представляє BF).

На етапі 2 (символ 3 рис. 1) забезпечується графічна візуалізація початкової Сі-програми у вигляді Сі-графа (рис. 3), виходячи із структур СЧС BF, сформованих при виконанні першого етапу. Побудова Сі-графа здійснюється за допомогою засобів візуалізації паралельних апаратно-програмних об'єктів, описаних в [1].



Рис. 1. Основні етапи методу компіляційно-семантичної верифікації часопараметризованих мультипаралельних програм

Третій етап (символ 4 рис. 1) забезпечує синтез одиниць виміру даних, що формуються "внутрішніми" і "вихідними" операторами P_j структур СЧС і Сі-графа, виходячи із заданих користувачем одиниць виміру початкових і вихідних даних Сі-програми задачі, типів операцій, що виконуються операторами P_j , сі-програми, і загальноприйнятої бази даних одиниць виміру фізичних величин.

Етап четвертий (символ 5 рис. 1) виконує шляхом компіляційної верифікації перевірку синтезу структур СЧС Сі-програми і відповідного Сі-графа. Методика компіляційної верифікації розглянута в [1, 4]. А також забезпечує перевірку семантичної коректності структур СЧС BF _ SEM, CF _ SEM початкової Сі-програми шляхом порівняння розрахованих одиниць вимірювання даних, що відповідають вихідним операторам синтезованої структури BF _ SEM початкової Сі-програми, з одиницями вимірювання вихідних даних, що задаються користувачем.

Синтез структур PBF, PCF СЧС часопараметризованої мультипаралельної програми виконується на етапі 6 (символ 6 рис. 1) аналогічно етапу 1 (символ 2 рис. 1).

На етапі 7 (символ 7 рис. 1) здійснюється введення в структури СЧС PBF, PCF одиниць виміру фізичних величин з отриманням структур PBF _ SEM, PCF _ SEM.

Етап 8 (символ 8 рис. 1). Верифікація компіляції структур СЧС PBF, PCF з одночасною перевіркою семантичної коректності розширених структур СЧС PBF _ SEM, PCF _ SEM часопараметризованої мультипаралельної програми шляхом порівняння розрахованих одиниць виміру даних, що відповідають вихідним операторам синтезованої структури PBF _ SEM, з одиницями виміру вихідних даних, заданими користувачем.

Проілюструємо зміст основних етапів методу семантичної для компіляції верифікації за допомогою Сі-програми, представленої на рис. 2. До складу початкових даних входять також фрагмент бази цих одиниць виміру фізичних величин (табл. 1) і перелік даних, що задаються користувачем (табл. 2).

```
#include <stdio.h>
void main(void)
{
    int a,b,c,r, k,l,m,p, s,t;
    scanf("%d %d\n", &a, &b, &c);
    k = a * b;
    l = b % a;
    if(k < a-c)
    { m = (k % 2) * 2;
      r = l * 2;
      p = k + l;
    }
    else
    { p = 2 * l;
      r = l - k;
      m = p + l;
    }
    s = p - r;
    t = (m * 2) / a;
    printf ("%4d\n", s,t);
}
```

Рис. 2. Початкова Сі-програма

Базова структура BF (табл. 3) описує номери і склад операторів P_j задачі (масив N), їх типи (масив TYP), число вхідних (масив SJD) і вихідних (масив WJD) зв'язків кожного оператора P_j , ідентифікатори операторів (масив RES), покажчики на початок ланцюжків спряжених і зовнішніх операторів (масиви NSJ, NWJ) для кожного оператора Сі-програми. Синтез структур BF і CF СЧС здійснюється відповідно до методики, викладеної в [1].

Таблиця 1. Фрагмент семантичної бази даних «SEM»

KOD_RAZM	RAZM	KOD_RAZM	SEM
2	м	14	рад/с
3	кг	15	м/(с*с)
4	с	16	рад/(с*с)
5	А	17	1/м
6	К	18	кг/(м*м*м)
7	моль	19	м*м*м/кг
8	кД	20	А/(м*м)
9	рад	21	А/м
10	ср	22	моль/(м*м*м)
11	м*м	23	1/с
12	м*м*м	24	м*м/с
13	м/с	25	кД/(м*м)

Таблиця 2. Структура US SEM одиниць вимірювання, що задаються користувачем

N_OP	REZ	VHOD_VIH	KOD_SEM
3	a	0	2
4	b	0	2
5	c	0	2
11	s	1	2
12	t	1	11

Таблиця 3. Базова структура BF операторів початкової Сі-програми

N	MET	TPP	NSJ	SJD	BJ	NWJ	WJD	MP1	MP2	VH	VIH	RES	N	MET	TPP	NSJ	SJD	BJ	NWJ	WJD	MP1	MP2	VH	VIH	RES
0	0	58	-1	0	0	0	1	0	0	0	1	a_in	26	0	12	24	2	1	48	2	0	0	2	2	=
1	0	58	-1	0	0	1	1	0	0	0	1	b_in	27	0	3	26	3	1	50	1	0	0	3	1	*
2	0	58	-1	0	0	2	1	0	0	0	1	c_in	28	0	12	29	2	1	51	2	0	0	2	2	=
3	0	47	-1	0	0	3	1	0	0	0	2	a	29	0	1	31	3	1	53	1	0	0	3	1	+
4	0	47	-1	0	0	4	1	0	0	0	2	b	30	0	12	34	2	1	54	2	0	0	2	2	=
5	0	47	-1	0	0	5	1	0	0	0	2	c	31	0	50	36	3	1	56	1	3	0	3	1	bp
6	0	47	-1	0	0	6	2	0	0	0	2	r	32	2	3	39	3	2	57	1	0	0	3	1	*
7	0	47	-1	0	0	8	1	0	0	0	2	k	33	0	12	42	2	2	58	2	0	0	2	1	=
8	0	47	-1	0	0	9	1	0	0	0	2	l	34	0	2	44	3	2	60	1	0	0	3	1	-
9	0	47	-1	0	0	10	2	0	0	0	2	m	35	0	12	47	2	2	61	2	0	0	2	2	=
10	0	47	-1	0	0	12	2	0	0	0	2	P	36	0	1	49	2	2	63	1	0	0	2	1	+
11	0	47	-1	0	0	14	1	0	0	0	2	s	37	0	12	51	2	2	64	2	0	0	2	2	=
12	0	47	-1	0	0	15	1	0	0	0	2	t	38	0	50	53	2	2	66	1	3	0	2	1	bp
13	0	12	0	2	0	16	4	0	0	2	1	=	39	3	54	55	2	3	67	1	0	0	2	1	l.o
14	0	12	2	2	0	20	2	0	0	2	1	=	40	0	53	57	2	3	68	1	0	0	2	1	a.o
15	0	12	4	2	0	22	1	0	0	2	1	=	41	0	53	59	2	3	69	1	0	0	2	1	a.o
16	0	3	6	2	0	23	1	0	0	2	1	*	42	0	53	61	2	3	70	1	0	0	2	1	a.o
17	0	12	8	2	0	24	4	0	0	2	1	=	43	0	2	63	3	3	71	1	0	0	3	1	-
18	0	5	10	2	0	28	1	0	0	2	1	%	44	0	12	66	2	3	72	2	0	0	2	2	=
19	0	12	12	2	0	29	5	0	0	2	1	=	45	0	3	68	2	3	74	1	0	0	2	1	*
20	0	2	14	2	0	34	1	0	0	2	1	-	46	0	4	70	2	3	75	1	0	0	2	1	/
21	0	25	16	2	0	35	1	0	0	2	1	<	47	0	12	72	2	3	76	2	0	0	2	2	=
22	0	51	18	1	0	36	5	1	2	1	2	upl	48	0	50	74	2	3	78	1	980	0	2	1	bp
23	0	57	-1	0	1	41	5	0	0	0	1	C2_	49	980	49	76	1	4	-1	0	0	0	1	0	stop
24	1	5	19	3	1	46	1	0	0	3	1	%	50	0	48	77	1	4	-1	0	0	0	1	0	s out
25	0	3	22	2	1	47	1	0	0	2	1	*	51	0	48	78	1	4	-1	0	0	0	1	0	t_out

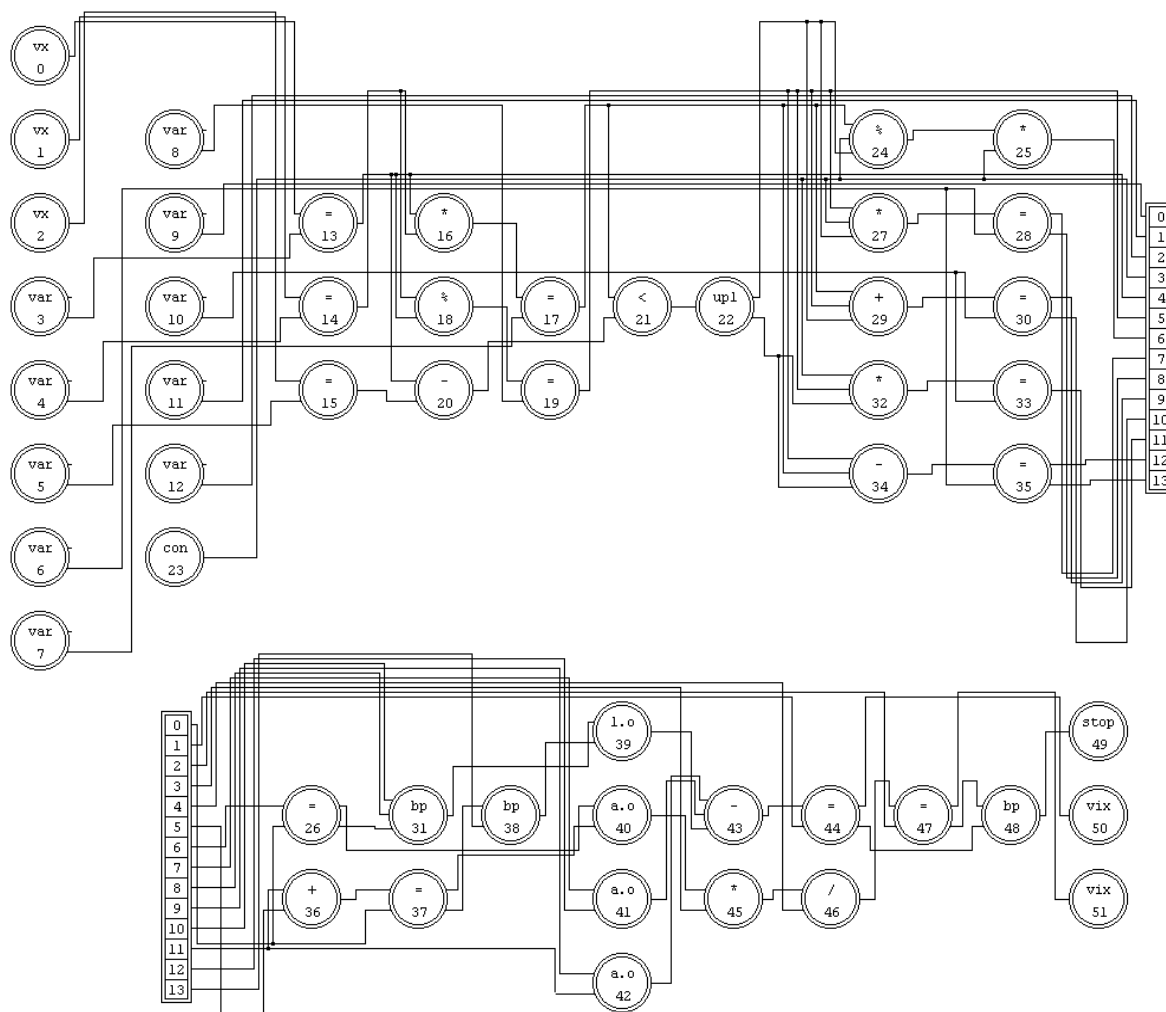


Рис. 3. Сі-граф початкової Сі-програми, що розгалужується

Файл елементів:	C:\My_prog\CIResult\CNSVWVIXVIX1.TXT
Файл зв'язків елементів:	C:\My_prog\CIResult\CNSVWVIXVIX2.TXT
ТЕСТ КОРЕКТНОСТІ ФАЙЛІВ:	
максимальна кількість елементів:	0-35
максимальна кількість зв'язків	0-38
ТЕСТ ВІДПОВІДНОСТІ ЧИСЛА, СПОРУЖЕНИХ І ЗОВНІШНІХ ЗВ'ЯЗКІВ: OK	
ТЕСТ ЧИСЛА ЗВ'ЯЗКІВ ПО СПОРУЖЕНИХ ЕЛЕМЕНТАХ: OK	
ТЕСТ ЧИСЛА ЗВ'ЯЗКІВ ПО ЗОВНІШНІМ ЕЛЕМЕНТАМ: OK	
ТЕСТ ВІДПОВІДНОСТІ ВИСНОВКІВ ПО СПОРУЖЕНИХ ЕЛЕМЕНТАХ: OK	
ТЕСТ ВІДПОВІДНОСТІ ВИСНОВКІВ ПО ЗОВНІШНІМ ЕЛЕМЕНТАМ: OK	
ТЕСТ ВІДПОВІДНОСТІ ЧИСЛА ВХОДІВ ЕЛЕМЕНТУ І КІЛЬКОСТІ ЙОГО СПОЛУЖЕНИХ: OK	

Рис. 4. Результати компіляційної верифікації структур семантико-числової специфікації Сі-програми та Сі-графу (View of test results)

Результати синтезу семантико-числової специфікації *BF_SEM* Сі-програми показані в табл. 4. Результати синтезу семантико-числової специфікації *BF_SEM* Сі-програми показані в таблиці. 4. У таблиці прийняті наступні позначення: масив *RAZM* – одиниці виміру початкових даних і даних – результатів виконання операцій : «м» - метр, «ні» - відсутність вчисленого значення вихідної змінної, «б/роз» - безрозмірна величина, «м*м», «м*м*м» - синтезовані одиниці виміру довільних величин.

Таблиця 4. Структура BF SEM – результат синтезу одиниць виміру операторів початкової Сі-програми

N	TYP	NSJ	SJD	BJ	NWJ	WJD	RES	SEM	N	TYP	NSJ	SJD	BJ	NWJ	WJD	RES	SEM
0	58	-1	0	0	0	1	a_in	м	26	12	24	2	1	48	2	=	м*м
1	58	-1	0	0	1	1	b_in	м	27	3	26	3	1	50	1	*	б/роз.
2	58	-1	0	0	2	1	c_in	м	28	12	29	2	1	51	2	=	б/роз.
3	47	-1	0	0	3	1	a	м	29	1	31	3	1	53	1	+	м*м
4	47	-1	0	0	4	1	b	м	30	12	34	2	1	54	2	=	м*м
5	47	-1	0	0	5	1	c	м	31	50	36	3	1	56	1	bp	б/роз.
6	47	-1	0	0	6	2	r	б/роз.	32	3	39	3	2	57	1	*	б/роз.
7	47	-1	0	0	8	1	k	м*м	33	12	42	2	2	58	2	=	б/роз.
8	47	-1	0	0	9	1	1	б/роз.	34	2	44	3	2	60	1	-	м*м
9	47	-1	0	0	10	2	m	м*м	35	12	47	2	2	61	2	=	м*м
10	47	-1	0	0	12	2	P	м*м	36	1	49	2	2	63	1	+	б/роз.
11	47	-1	0	0	14	1	s	м	37	12	51	2	2	64	2	=	б/роз.
12	47	-1	0	0	15	1	t	м*м	38	50	53	2	2	66	1	bp	б/роз.
13	12	0	2	0	16	4	=	м	39	54	55	2	3	67	1	l.o	б/роз.
14	12	2	2	0	20	2	=	м	40	53	57	2	3	68	1	a.o	м*м
15	12	4	2	0	22	1	=	м	41	53	59	2	3	69	1	a.o	б/роз.
16	3	6	2	0	23	1	*	м*м	42	53	61	2	3	70	1	a.o	м*м
17	12	8	2	0	24	4	=	м*м	43	2	63	3	3	71	1	-	м*м
18	5	10	2	0	28	1	%	б/роз.	44	12	66	2	3	72	2	=	м*м
19	12	12	2	0	29	5	=	б/роз.	45	3	68	2	3	74	1	*	м*м
20	2	14	2	0	34	1	-	м	46	4	70	2	3	75	1	/	м
21	25	16	2	0	35	1	<	б/роз.	47	12	72	2	3	76	2	=	м
22	51	18	1	0	36	5	upl	б/роз.	48	50	74	2	3	78	1	bp	б/роз.
23	57	-1	0	1	41	5	C2_	б/роз.	49	49	76	1	4	-1	0	stop	б/роз.
24	5	19	3	1	46	1	%	м*м	50	48	77	1	4	-1	0	s_out	м*м
25	3	22	2	1	47	1	*	м*м	51	48	78	1	4	-1	0	t_out	м

Висновки.

Нині у багатьох галузях науки і техніки знаходять застосування часопараметризовані мультипаралельні програми. У зв'язку з цим на перше місце виходять питання верифікації і тестування програм такого класу.

Розроблений метод компіляційно-семантичної верифікації часопараметризованих мультипаралельних програм забезпечує облік наступних груп чинників, що роблять істотний вплив на ефективність програмних засобів паралельних обчислювальних систем:

- використання реального часу як один з основних параметрів формального синтезу паралельних програм і часових паралельних процесів, що їм відповідають;
- явне відображення в конструкціях паралельних програм складу фактично використовуваних методів паралельної обробки даних;
- явне відображення в конструкціях паралельних програм одиниць виміру (семантики) даних, що обробляються;
- підтримка в явному виді структурами часових паралельних програмних і апаратних продуктів вимог архітектурної і/або проблемної орієнтації;
- підтримка в явному виді структурами паралельних програмних і апаратних продуктів вимог і обмежень користувачів (наприклад, забезпечення необхідного часу виконання програми, заданої тактової частоти обробки даних цифровим пристроєм та ін.).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Поляков Г. А. Синтез и анализ параллельных процессов в адаптивных времяпараметризованных вычислительных системах / Г. А. Поляков, С. И. Шматов, Е. Г. Толстолужская, Д. А. Толстолужский: монография. – Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2012. – 670с.

2. Дорогий Я. Ю., Цуркан В. В. Огляд методів верифікації параметризованих моделей. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. Миколаїв : НУК, 2020. № 1 (479). С. 82–90. URI <http://eir.nuos.edu.ua/handle/123456789/3802>.

3. Коцовський В. М. Теорія паралельних обчислень: навчальний посібник. Ужгород: ПП «АУТДОР-Шарк», 2021. 188 с.

4. Moroz, O. Y., Tolstoluzka, O. G., & Savchenko, R. V. Analysis of existing verification technologies for parallel programs. Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University series «Mathematical modeling. Information technology. Automated control systems» issue 46, 2020. P. 76–81. [in Ukrainian] <https://doi.org/10.26565/2304-6201-2020-46-07>

REFERENCES

1. Polyakov G. A. Sintez i analiz parallel'nykh protsessov v adaptivnykh vremyaparametrizovannykh vychislitel'nykh sistemakh: monografiya / G. A. Polyakov, S. I. Shmatkov, E. G. Tolstoluzhskaya, D. A. Tolstoluzhskii. Khar'kov: KhNU im. V. N. Karazina, 2012. 670 s [in Ukrainian].

2. Dorogy Y.Yu., Tsurkan V.V. Review of methods of verification of parameterized models. Collection of scientific works of the Admiral Makarov National Shipbuilding University. Mykolaiv: NUK, 2020. No. 1 (479). P. 82–90. [in Ukrainian] URL: <http://eir.nuos.edu.ua/handle/123456789/3802>. (Last accessed: 28.11.2022).

3. Kotsovsky V. M. The theory of parallel computing: a textbook. Uzhhorod: PE "AUTDOR-Shark", 2021. 188 p. [in Ukrainian].

4. Moroz, O. Y., Tolstoluzka, O. G., & Savchenko, R. V. (2020). Analysis of existing parallel programs verification technologies. Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University, Series «Mathematical Modeling. Information Technology. Automated Control Systems», 46, P. 76-81. <https://doi.org/10.26565/2304-6201-2020-46-07>

Moroz Olha

Senior lecturer of the Department of Theoretical and Applied Systems Engineering, Faculty of Computer Science; VN Karazin Kharkiv National University, 4 Svobody Square, Kharkiv, Ukraine, 61022

Compilation-semantic verification of time-parameterized multi-parallel programs for information management systems

Abstract: The article provides a definition of time-parameterized multi-parallel programs, which (in contrast to the generally accepted interpretation of parallel programs) contain specifications for the start of operations/functions, as well as the subsets of such operations/functions. The need to develop new methods for verifying time-parameterized parallel programs is substantiated. The stages of performing the task of compilation-semantic verification of time-parameterized multi-parallel programs in the interests of creating systems of automatic synthesis of highly efficient parallel programs for computer systems of various classes are presented. **Topicality.** The need to solve the scientific problem of developing new methods for verifying time-parameterized multi-parallel programs, focused on the application of the format of semantic-numerical specification structures, is necessary. The **goal** is to describe the method of compilation-semantic verification of time-parameterized multi-parallel programs in the interests of creating systems of automatic synthesis of highly efficient parallel programs for computer systems of various classes. **Research method.** Compilation-semantic verification of time-parameterized multiparallel programs. **Results.** The real time is used as one of the main parameters of the formal synthesis of parallel programs and time-parallel processes corresponding to them. The actually used methods of parallel data processing are clearly presented in the constructions of parallel programs. The units of measurement (semantics) of the processed data are clearly presented in the constructions of parallel programs. An example illustrating the main stages of the method is given. **Conclusions.** The developed method of compilation-semantic verification of time-parameterized multi-parallel programs takes into account the groups of factors that have a significant impact on the effectiveness of software tools of parallel computing systems.

Keywords: time-parameterized multi-parallel programs, verification of parallel programs, compilation-semantic verification, semantic-numerical specifications.