

УДК 524.33

**НОВЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ, ВЫЯВЛЕННЫЕ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ
ОБСЕРВАТОРИИ СибГАУ В МАРТЕ-АПРЕЛЕ 2013 ГОДА**

Е. Г. Лапухин, С. А. Веселков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660014, Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: slovoktk@mail.ru, pulsar1963@yandex.ru

Выявлена переменность у звезд USN0-A2.0 1425-07730275, USN0-A2.0 1425-07730877, USN0-A2.0 1425-07732585, USN0-A2.0 1350-08023794, USN0-A2.0 1425-07735907, USN0-A2.0 1425-07736119, USN0-A2.0 1425-07744258, USN0-A2.0 1425-07747819, USN0-A2.0 1350-08038347, USN0-A2.0 1425-07749499, USN0-A2.0 1425-07756005, USN0-A2.0 1425-07758087, USN0-A2.0 1425-07760594, USN0-A2.0 1425-07765707.

Ключевые слова: переменные звезды, тип переменности, затменно-переменная система.

**THE NEW VARIABLE STARS DISCOVERED IN THE OBSERVATORY
OF SibSAU IN MARCH-APRIL, 2013**

E. G. Lapukhin, S. A. Veselkov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660014, Russian Federation
E-mail: slovoktk@mail.ru, pulsar1963@yandex.ru

We found variability of brightness in the stars USN0-A2.0 1425-07730275, USN0-A2.0 1425-07730877, USN0-A2.0 1425-07732585, USN0-A2.0 1350-08023794, USN0-A2.0 1425-07735907, USN0-A2.0 1425-07736119, USN0-A2.0 1425-07744258, USN0-A2.0 1425-07747819, USN0-A2.0 1350-08038347, USN0-A2.0 1425-07749499, USN0-A2.0 1425-07756005, USN0-A2.0 1425-07758087, USN0-A2.0 1425-07760594, USN0-A2.0 1425-07765707.

Keywords: variable stars, variability type, eclipsing binary systems.

Одним из направлений деятельности обсерватории СибГАУ является выявление переменных звезд и их исследование. Опубликованные ранее результаты представлены в ряде статей в журнале «Переменные звезды. Приложения» [1–6]. В марте-апреле 2013 г. были получены ПЗС-наблюдения, по которым выявлено 14 новых переменных звезд. Для этих звезд построены кривые блеска, приведенные к одному периоду, определены тип переменности, максимумы и минимумы изменения блеска, момент главного экстремума и период изменения блеска. Данный участок неба также попал в астероидный обзор, проводимый лабораторией LINEAR, по которому независимо был осуществлен поиск переменных звезд. Переменность некоторых звезд была подтверждена, а типы EA и BU оказались не выявлены. Периодичность получения ПЗС-изображений объясняет эту причину.

Поиск переменных звезд осуществляется с помощью метода, основанного на анализе распределения среднеквадратичного отклонения блеска звезды $\sigma(m_i)$ от блеска звезды m_i . Данный метод реализован К. Соколовским в пакете программ VaST [7] по поиску переменных звезд и описан Д. М. Колесниковой [8].

Суть метода заключена в следующем. На полученных снимках измеряется звездная величина m_i для каждой звезды и фиксируется время получения снимка t_i . Таким образом, для определения фотометрического ряда $\{m_i, t_i\}$ используются все ПЗС-изобра-

жения. Далее строится распределение среднеквадратичного отклонения блеска от блеска звезды. Звезды, лежащие вне распределения, являются потенциальными кандидатами в переменные звезды, которые индивидуально исследуются на переменность.

Выявленные вышеизложенным методом переменные звезды проверяются на известность по базам данных Общего каталога переменных звезд (ОКПЗ) [9] и международного регистра переменных звезд The International Variable Star Index (VSX) [10]. Для исследования периодичности использовался метод Лафлер–Кинмана, реализованный в программе «Эффект» В. П. Горанского [11].

Наблюдательный материал получен в марте-апреле 2013 года на штатном телескопе системы Гамильтона с апертурой 400 мм и фокусным расстоянием 915 мм. В качестве светоприемного устройства использовалась ПЗС-матрица FLI ML9000. Масштаб изображения на полученных снимках составляет 2,7"/пиксель. Все ПЗС-изображения исследуемого участка получены в интегральном свете (без фильтра) с экспозициями 30 с. Все снимки прошли первичную обработку: учет темнового тока, токов смещения и учет неравномерной чувствительности пикселей матрицы. При фотометрии использовался блеск звезд сравнения в фильтре R из каталога USN0-A2.0. Наблюдательный материал получен с двухминутными интервалами в течение каждой наблюдательной ночи.

Такой подход позволяет выявить краткосрочные изменения блеска исследуемых звезд.

На поле $2^{\circ},3 \times 4^{\circ},6$ в созвездии Большая Медведица выявлено 14 новых переменных звезд, определены типы и основные характеристики изменчивости. Выявленные переменные звезды на момент их открытия не были зафиксированы в базах данных ОКПЗ и VSX.

В настоящее время во многих обсерваториях поиск переменных звезд происходит не только по текущим наблюдениям, но и активно используются архивные наблюдения. Астероидный обзор лаборатории по поиску околоземных астероидов имени Линкольна (LINEAR) позволил накопить обширный наблюдательный материал, по которому выявляются новые переменные звезды. В работе «Exploring the Variable Sky with LINEAR. III. Classification of Periodic Light Curves» L. Palaversa с соавторами [12] представлено примерно 7000 новых переменных звезд (для поиска использовался наблюдательный материал, полученный в течение 10 лет).

Половина переменных звезд, выявленных на участке в Большой Медведице, были независимо выявлены и сотрудниками проекта LINEAR.

Данные о 14 новых переменных звездах приведены в таблице, где указан номер звезды по каталогу USN0-A2.0, координаты на эпоху J2000, тип изменчивости, максимальное и минимальное значение блеска,

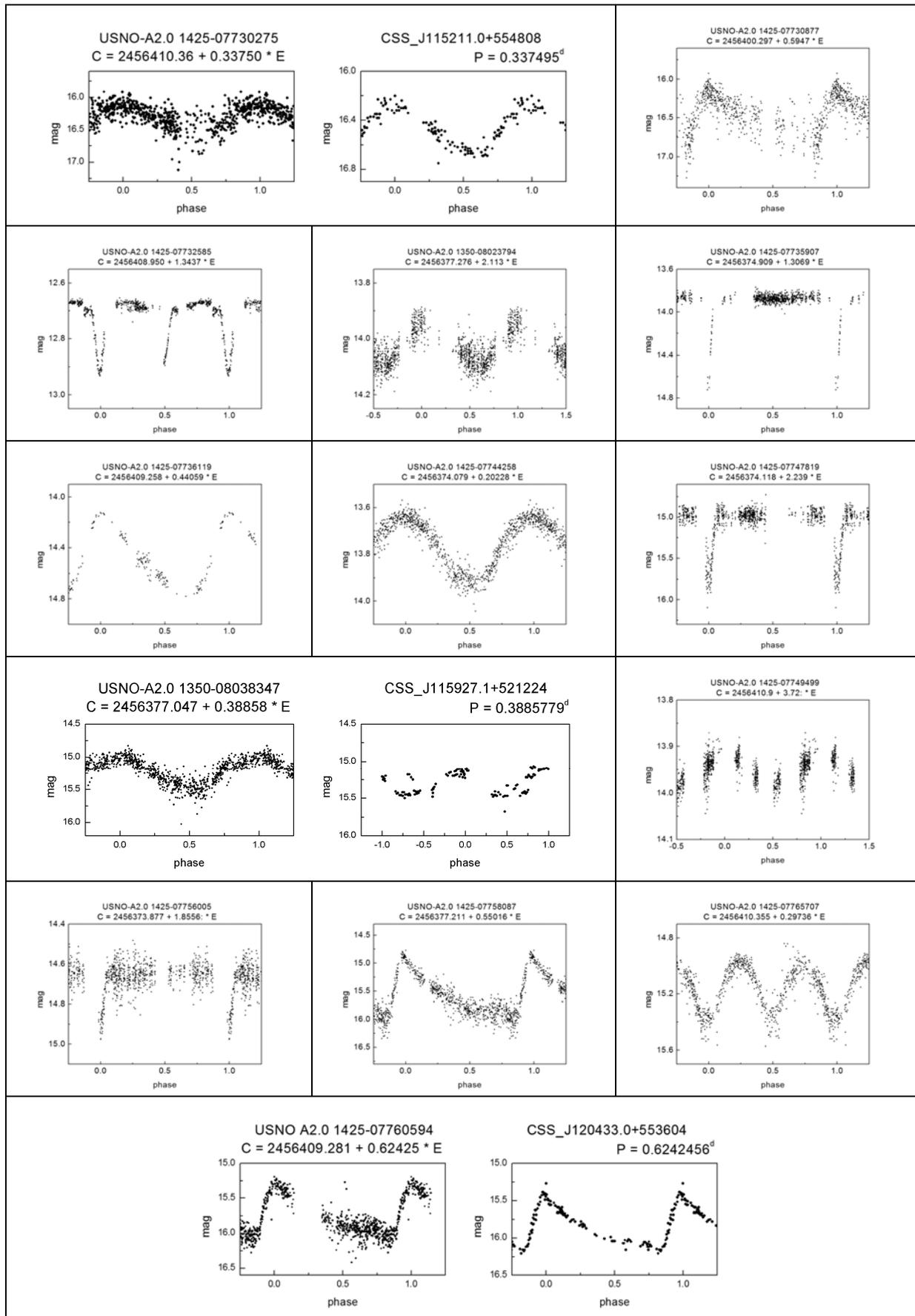
эпоха главного экстремума и период P изменения блеска звезды. Также указан период по данным LINEAR-обзора, вычисленный L. Palaversa, или «не выявлена», если звезда ими не обнаружена.

Кривые блеска, приведенные к одному периоду, показаны на рисунке. Ось ординат отражает блеск звезды, ось абсцисс показывает фазу изменения блеска в долях периода. Над графиками приведены номер по каталогу USN0-A2.0 и формула для вычисления момента главного экстремума, где C – вычисляемый момент; E – порядковый номер экстремума от эпохи нулевого экстремума (первое слагаемое в формуле). Переменность некоторых звезд подтверждена по данным обзора Catalina Sky Survey [13] (CSS), целью которого является выявление и каталогизация околоземных астероидов. Кривые блеска, построенные по фотометрическим данным CSS, обозначены CSS $JHHMMSS.s+DDMMSS$, где $JHHMMSS.s+DDMMSS$ – координаты объекта.

Следует отметить, что если использовать наблюдательный материал, разнесенный на большом промежутке времени, то существуют типы переменных звезд, вероятность обнаружения которых достаточно мала. В случае с LINEAR-обзором для построения кривых блеска ими использовалось в среднем 250 точек, полученных в течение 10 лет. Естественно, что краткосрочные изменения блеска при таком подходе выявить довольно сложно.

Переменные звезды в Большой Медведице

№	USN0-A2.0	Координаты (J 2000)	Тип	Max	Min	Эпоха (JD 24...)	P, сут	
							СибГАУ	LINEAR
1	1425-07730275	11 ^h 52 ^m 11 ^s ,03 +55°48'08",4	RRC	16 ^m ,14	16 ^m ,61	2456410,36	0,3375	0,337494
2	1425-07730877	11 ^h 52 ^m 24 ^s ,41 +57°03'04",2	RRAB	16 ^m ,19	16 ^m ,78	2456400,297	0,5947	0,594436
3	1425-07732585	11 ^h 53 ^m 04 ^s ,45 +56°11'41",3	EA	12 ^m ,66	12 ^m ,92	2456408,95	1,3437	не выявлена
4	1350-08023794	11 ^h 54 ^m 14 ^s ,11 +52°19'20",5	BY	13 ^m ,94	14 ^m ,08	2456377,276	2,113	не выявлена
5	1425-07735907	11 ^h 54 ^m 26 ^s ,71 +52°41'36",8	EA	13 ^m ,84	14 ^m ,71	2456374,909	1,3069	не выявлена
6	1425-07736119	11 ^h 54 ^m 32 ^s ,52 +57°11'00",9	RRAB	14 ^m ,13	14 ^m ,77	2456409,258	0,44059	0,440509
7	1425-07744258	11 ^h 57 ^m 53 ^s ,90 +53°02'48",2	RRC	13 ^m ,64	13 ^m ,93	2456374,079	0,20228	не выявлена
8	1425-07747819	11 ^h 59 ^m 23 ^s ,03 +53°00'21",4	EA	14 ^m ,98	15 ^m ,75	2456374,118	2,239:	не выявлена
9	1350-08038347	11 ^h 59 ^m 27 ^s ,09 +52°12'24",2	RRAB	15 ^m ,02	15 ^m ,5	2456377,047	0,38858	0,388578
10	1425-07749499	12 ^h 00 ^m 01 ^s ,51 +56°13'52",7	BY	13 ^m ,92	13 ^m ,99	2456410,9	3,72:	не выявлена
11	1425-07756005	12 ^h 02 ^m 38 ^s ,57 +52°30'08",6	EA	14 ^m ,63	14 ^m ,95	2456373,877	1,8556:	не выявлена
12	1425-07758087	12 ^h 03 ^m 29 ^s ,73 +53°34'09",5	RRAB	14 ^m ,87	15 ^m ,98	2456377,211	0,55016	0,550122
13	1425-07760594	12 ^h 04 ^m 33 ^s ,02 +55°36'04",3	RRAB	15 ^m ,32	16 ^m ,06	2456409,281	0,62425	0,624261
14	1425-07765707	12 ^h 06 ^m 37 ^s ,45 +55°06'22",6	EW	14 ^m ,97	15 ^m ,39	2456410,355	0,29736	0,297271



Кривые блеска переменных звезд из таблицы

Переменные звезды в Большой Медведице.

К переменным звездам, которые не выявлены L. Palaversa и др., можно отнести типы EA и BU. Для алголей (EA-тип) характерно то, что большую часть времени блеск для них постоянен или изменяется незначительно. Изменение блеска алголей может достигать нескольких величин лишь во время непродолжительных затмений. Для звезд типа BU характерны квазипериодические изменения блеска, вызванные осевым вращением звезды с изменяющейся во времени поверхностной яркостью (пятнами) и хромосферной активностью.

Точность определения периода изменения блеска, приведенная L. Palaversa, выше, чем приведенная нами. Точность определения периода определяется погрешностью измерения момента максимума (минимума) $\Delta\epsilon$ и количеством N главных экстремумов за наблюдаемый период, погрешность периода составляет $\Delta P = \pm \Delta\epsilon / N$. Поэтому десятилетний интервал наблюдений LINEAR-обзора позволяет определить периоды с более высокой точностью.

Таким образом, в обсерватории СибГАУ было выявлено 14 новых переменных звезд по наблюдениям с марта по апрель 2013 г., периодичность некоторых из них подтверждена независимо астероидным обзором LINEAR и проверена по фотометрическим данным обзора Catalina Sky Survey. Для новых выявленных переменных звезд в Большой Медведице построены кривые блеска, приведенные к одному периоду, определены типы переменности, моменты главных экстремумов, диапазон изменения блеска, эпоха главного экстремума и период изменения блеска.

Библиографические ссылки

1. Four New Variable Stars in Ursa Major / S. A. Veselkov, E. G. Lapukhin [et al.] // *Peremennye Zvezdy, Prilozhenie*. 2011. Vol. 11, no. 36. URL: <http://www.astronet.ru/db/varstars/msg/1252443>.
2. Veselkov S. A., Lapukhin E. G. New UV-type Variable Star in Lacerta // *Peremennye Zvezdy, Prilozhenie*. 2012. Vol. 12, no. 3. URL: <http://www.astronet.ru/db/varstars/msg/1254808>.
3. New Eclipsing Variable Stars Discovered in Krasnoyarsk / S. A. Veselkov, E. G. Lapukhin [et al.] // *Peremennye Zvezdy, Prilozhenie*. 2011. Vol. 11, no. 5. URL: <http://www.astronet.ru/db/varstars/msg/1249491>.
4. New Variable Stars in Ursa Major: Area of $9^{\circ}.2 \times 2^{\circ}.3$, Centered at $\alpha = 13^{\text{h}}38^{\text{m}}$, $\delta = 53^{\circ}30'$ / E. G. Lapukhin, S. A. Veselkov [et al.] // *Peremennye Zvezdy, Prilozhenie*, vol. 12, no. 10 (2012). URL: <http://www.astronet.ru/db/varstars/msg/1271192>.
5. New Variable Stars in Auriga: Area of $2^{\circ}.3 \times 2^{\circ}.3$, Centered at $\alpha = 06^{\text{h}}00^{\text{m}}$, $\delta = 29^{\circ}15'$ / E. G. Lapukhin, S. A. Veselkov [et al.] // *Peremennye Zvezdy, Prilozhenie*. 2012. Vol. 12, no. 10. URL: <http://www.astronet.ru/db/varstars/msg/1273939>.
6. Variable Stars in Lyra: Area of $2^{\circ}.3 \times 2^{\circ}.3$, Centered at $\alpha = 19^{\text{h}}25^{\text{m}}.0$, $\delta = 42^{\circ}47'$ (2000.0) / E. G. Lapukhin, S. A. Veselkov [et al.] // *Peremennye Zvezdy,*

Prilozhenie. 2013. Vol. 13, no. 4. URL: <http://www.astronet.ru/db/varstars/msg/1273939>.

7. Sokolovsky K. V., Lebedev A. A. VaST: Variability Search Toolkit, A software package for detection of variable objects on a series of astronomical images [Электронный ресурс] : программа [сайт]. [2009]. URL: <http://scan.sai.msu.ru/vast/>.

8. New variable stars on digitized moscow collection plates. Field 66 ophiuchi (northern half) / Kolesnikova D. M., Sat L. A., Sokolovsky K. V. et al. // *Acta Astronomica*. 2008. Vol. 58, no. 3. P. 279.

9. Samus N. N. General Catalogue of Variable Stars (Samus+ 2007-2009), 2009yCat...102025S [Электронный ресурс] : каталог, ред. Н. Н. Самусь : [сайт]. [2007]. URL: <http://www.sai.msu.ru/groups/cluster/gcvs/>.

10. The International Variable Star Index [Электронный ресурс] : database [сайт]. [2009]. URL: <http://www.aavso.org/vsx/>.

11. Горанский В. П. Программа поиска периодов переменных звезд (методы Лафлер-Кинман, Диминг, построение кривых блеска и т. д.) = WinEfK [Электронный ресурс] : В. П. Горанский, ГАИШ – CAO [сайт]. [2009]. URL: <http://www.variablestars.ru/FILES/winefk.rar>.

12. Palaversa L. [et al.] 2013. arXiv:1308.0357 [astro-ph.GA].

13. Catalina Sky Survey [Электронный ресурс] : Cone Search Service [сайт]. [2012]. URL: http://nesssi.cacr.caltech.edu/cgi-bin/getcssconedb_release.cgi.

References

1. Veselkov S. A. et al. *Peremennye Zvezdy, Prilozhenie*, vol. 11, no. 36 (2011). Available at: <http://www.astronet.ru/db/varstars/msg/1252443>.
2. Veselkov S. A. et al. *Peremennye Zvezdy, Prilozhenie*, vol. 12, no. 3 (2012). Available at: <http://www.astronet.ru/db/varstars/msg/1254808>.
3. Veselkov S. A. et al. *Peremennye Zvezdy, Prilozhenie*, vol. 11, no. 5 (2011). Available at: <http://www.astronet.ru/db/varstars/msg/1249491>.
4. Lapukhin E. G. et al. *Peremennye Zvezdy, Prilozhenie*, vol. 12, no. 10 (2012). Available at: <http://www.astronet.ru/db/varstars/msg/1271192>.
5. Lapukhin E. G. et al. *Peremennye Zvezdy, Prilozhenie*, vol. 12, no. 10 (2012). Available at: <http://www.astronet.ru/db/varstars/msg/1273939>.
6. Lapukhin E. G. et al. *Peremennye Zvezdy, Prilozhenie*, vol. 13, no. 4 (2013). Available at: <http://www.astronet.ru/db/varstars/msg/1273939>.
7. Sokolovsky K. V., Lebedev A. A. VaST: Variability Search Toolkit, A software package for detection of variable objects on a series of astronomical images. Available at: <http://scan.sai.msu.ru/vast/>.
8. Kolesnikova D. M., Sat L. A., Sokolovsky K. V. et al. *Acta Astronomica*, 2008, vol. 58, no. 3, p. 279.
9. Samus N. N. General Catalogue of Variable Stars. Available at: <http://www.sai.msu.ru/groups/cluster/gcvs/>.
10. The International Variable Star Index : database [web]. [2009]. Available at: <http://www.aavso.org/vsx/>.

11. Goranskii V. P. WinEfk software : [web]. [2009]. Available at: <http://www.variablestars.ru/FILES/win-efk.rar>.

12. Palaversa L., Ivezic Z., Eyer L. et al. 2013, arXiv: 1308.0357 [astro-ph.GA].

13. Catalina Sky Survey : Cone Search Service . Available at: http://nesssi.cacr.caltech.edu/cgi-bin/getcs-sconedb_release.cgi.

© Лапухин Е. Г., Веселков С. А., 2013

УДК 004.42

ОСОБЕННОСТИ ХРАНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПОТОКОВЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ*

А. И. Легалов¹, И. В. Матковский², А. В. Анкудинов¹

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660014, Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31.
E-mail: legalov@mail.ru

²Сибирский федеральный университет
Российская Федерация, 660041, Красноярск, просп. Свободный, 79. E-mail: alpha900i@mail.ru

Представлены особенности хранилища (репозитория) функционально-потокowych параллельных программ, обеспечивающего создание распределенных библиотек функций и совместную разработку программного обеспечения. Показана специфика репозитория, его место в системе функционально-потокowego параллельного программирования. Описывается логическая структура хранилища и ее взаимосвязь с языком программирования. Применение репозитория обеспечивает поддержку эволюционного расширения программ без изменения ранее написанного кода и может использоваться для хранения не только функций, но и других программных объектов.

Ключевые слова: хранение программ, репозиторий, функционально-потокowego параллельное программирование, разработка программного обеспечения, расширение программ, инструменты для разработки программного обеспечения.

PECULIARITIES OF THE FUNCTIONAL DATAFLOW PARALLEL PROGRAM STORAGE

A. I. Legalov¹, I. V. Matkovsky², A. V. Ankudinov¹

¹Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660014, Russian Federation. E-mail: legalov@mail.ru

²Siberian Federal University
69, Svobodny Av., Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation. E-mail: alpha900i@mail.ru

The peculiarities of the functional dataflow parallel program repository are presented. This repository makes it possible to use the distributed libraries of functions and support collective software development. The specificity of the repository and its place in the system of the functional dataflow parallel programming are shown. The logical structure and relationship with the programming language of repository are described. The usage of the repository allows to support the evolutionary expansion of the programs without changing of the early written code and can be used to store not only functions, but other software objects.

Keywords: repository, functional dataflow parallel programming, software development, program extension, software toolkits.

В настоящее время большинство языков программирования ориентируются на текстовое представление программ. При этом программа обычно размещается в нескольких файлах, каждый из которых может нести различную ролевую нагрузку, во многом определяемую спецификой построения конкретного языка программирования. Внутренняя структура этих фай-

лов также бывает различной и зависит как от специфики языка, так и от особенностей использования в нем того или иного файла. Из отдельных единиц компиляции программа может собираться в единый исполняемый модуль с применением различных инструментальных средств. На разных стадиях этого процесса используется препроцессорная обработка, ком-

* Работа поддержана грантом в рамках РФФИ № 13-01-00360 «Методы и средства эволюционной разработки программного обеспечения с применением процедурно-параметрической парадигмы программирования».