

УДК 330.123.7; 330.43; 338.27

**ДИНАМИКА СОЗДАНИЯ ОБЪЕКТОВ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
ПРЕДПРИЯТИЯМИ РОСКОСМОСА: АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ**

© 2016 г. *Н. П. Горидько**, *Л. П. Ивлева***

**Вятский социально-экономический институт, г. Киров*

***ФГУП «Организация «Агат», г. Москва*

Результативность научно-технической деятельности предприятий ракетно-космической промышленности измеряется числом произведенных объектов интеллектуальной собственности. Тенденции их изменения условно можно разделить по видам на три основных группы: поступательно растущую, нелинейно и периодически изменяющиеся. Для каждой из этих групп подобраны функции, позволяющие получить наилучшие модельные и прогнозные значения, которые могут быть использованы при управлении результативностью НИОКР.

Ключевые слова: объект интеллектуальной собственности; ракетно-космическая промышленность; динамическое моделирование; ряд Фурье; прогнозирование.

The effectiveness of scientific and technical activity of the enterprises of space industry can be measured by a number of produced objects of intellectual property. Trends of its dynamics can be divided by type into three main groups: steadily increasing, nonlinear and periodically changing. Each of those groups is described by the closest approximate trend that permits to find modelling and forecast values, which can be used in management for R&D effectiveness.

Key words: intellectual property; space industry; dynamic simulation; Fourier series; forecasting.

Введение

В промышленно развитых странах 80–95% прироста валового продукта приходится на вовлечение в хозяйственный оборот результатов научно-технической деятельности. В то же время доля нематериальных активов в общей структуре активов российских предприятий, по оценкам Федерального института сертификации и оценки интеллектуальной собственности и бизнеса, в среднем составляет 10–15% [1]. Многие специалисты считают, что такое расхождение вызвано не малым количеством созданных объектов интеллектуальной собственности (ОИС), а несвоевременным проведением мероприятий по их правовой охране в соответствии с законодательством.

Ракетно-космическая промышленность — одна из наиболее наукоемких отраслей российской экономики, результатом научно-технической и финансово-хозяйственной деятельности многих предприятий этой отрасли наряду с производством товаров и предоставлением услуг является разработка промышленных ОИС. Объекты интеллектуальной собственности являются важным стратегическим ресурсом, их полное задействование способно повысить конкурентоспособность и технологический уровень отечественной продукции, но сегодня этому ресурсу в РКП уделяется недостаточное внимание [2]. В частности, оценка динамики числа произведенных нематериальных активов, полезных моделей и промышленных образцов, а также изучение влияющих на нее факторов

позволит понять основные тенденции и разработать механизмы управления количеством результатов выполняемой научной-технической деятельности.

Целью данной статьи является анализ динамики созданных объектов интеллектуальной собственности предприятиями, входящими в состав корпорации Роскосмос, и оценка возможностей ее моделирования и прогнозирования с помощью регрессионного анализа.

1. Анализ структуры и динамики ОИС, созданных предприятиями Роскосмоса

Преимущественно в структуре ОИС за анализируемый период преобладали программы для ЭВМ и изобретения. Диаграмма, отражающая данные за 2014 год, представлена на рис. 1.

Динамика создания различных объектов интеллектуальной собственности в рамках предприятий РКП имеет циклический характер (таблица 1): в некоторые годы наблюдается значительный рост значения количества зарегистрированных ОИС, в другие — темпы роста замедляются либо объекты не создаются вовсе.

Причинами неравномерного изменения количества созданных и зарегистрированных

объектов интеллектуальной собственности могут быть:

- изменение объема государственного финансирования инвестиций в разработку НИОКР;

- несовершенство механизмов государственной регистрации объектов интеллектуальной собственности;

- несогласованность интересов государства, заинтересованных организаций, участников космических проектов, авторов разработок в определении прав собственности на результаты интеллектуальной деятельности [3];

- недостаточное применение механизмов ГЧП при проведении НИОКР и регистрации их результатов;

- нерациональное использование существующих механизмов и инструментов регистрации ОИС на конкретных предприятиях;

- невозможность или неумение коммерциализации отдельных объектов интеллектуальной собственности;

- изменение системы стимулирования и финансовой заинтересованности работников предприятий в создании и использовании объектов интеллектуальной собственности [2].

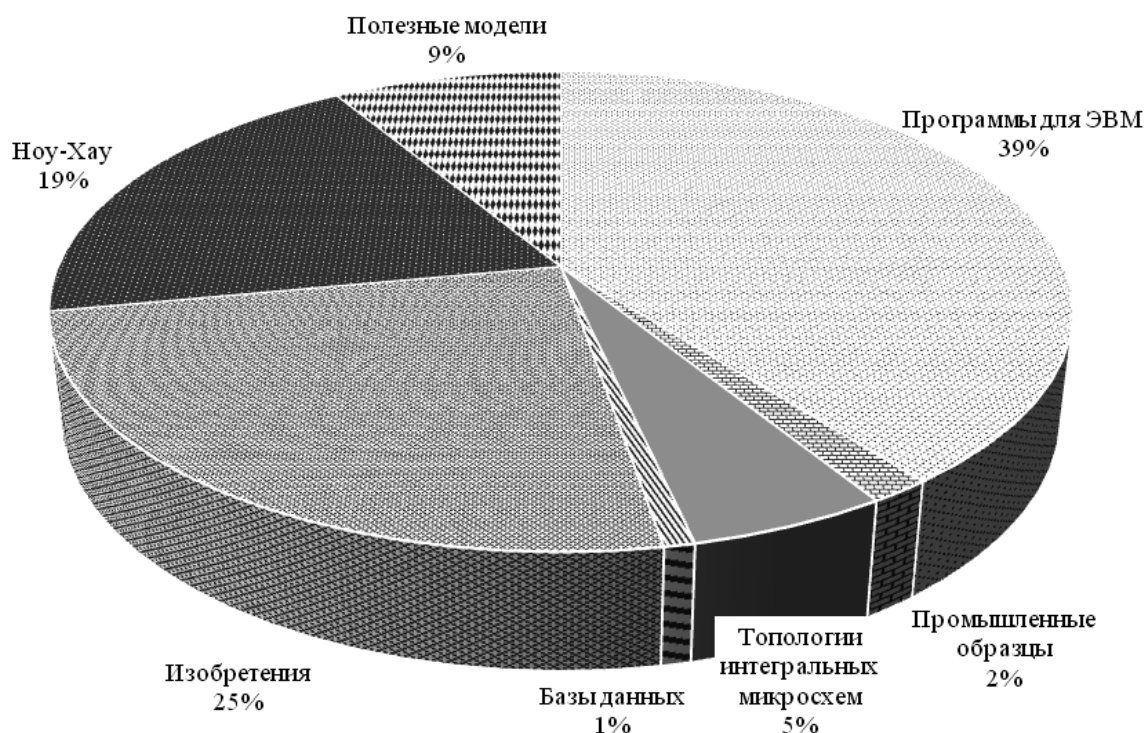


Рис. 1. Структура созданных при выполнении НИОКР объектов интеллектуальной собственности предприятиями Роскосмоса в 2014 году

Таблица 1

**Динамика числа созданных объектов интеллектуальной собственности
предприятиями Роскосмоса при выполнении НИОКР с 2005 по 2014 гг.**

Вид ОИС	Динамика
Изобретения	
Полезные модели	
Промышленные образцы	
Программы для ЭВМ	
Базы данных	
Топологии ИМС	
Ноу-хау	

Рассмотрим более подробно динамику изменения количества произведенных ОИС по отдельным их видам с точки зрения возможности применения различных типов функций при моделировании. Условно их можно разделить на несколько групп:

— ОИС, число которых имеет тенденцию к постепенному увеличению с некоторыми колебаниями (программы для ЭВМ, топологии ИМС и ноу-хау), динамика изменения может быть представлена в виде линейного тренда;

— объекты, динамика которых нелинейна, то есть наилучшим образом аппроксимируется полиномом разных степеней, гиперболической или другими моделями (изобретения);

— ОИС, количество которых изменяется гармонически без явно выраженной временной тенденции (полезные модели, промышленные образцы, базы данных).

2. Модели линейной динамики

Итак, количество программ для ЭВМ постоянно возрастало, хотя наблюдались небольшие колебания в сторону уменьшения в 2011 и 2013 гг. Похожие тенденции демонстрирует динамика изменения числа произведенных ноу-хау и топологии интег-

ральных микросхем (ИМС). Наиболее простой функцией для аппроксимации изменения динамики этого вида ОИС является линейная модель:

$$Y_1 = 11,44 t - 5,4. \quad (1)$$

У нее достаточно высокий коэффициент детерминации — 77,7%, *F*-критерий значим на уровне значимости 1%, но *t*-статистика для свободного члена составляет -0,4, что значительно меньше критического значения для 8-ми степеней свободы. После исключения свободного члена получена формула:

$$Y_1 = 10,66 t. \quad (2)$$

Параметры этой и всех последующих значимых моделей приведены в таблице 2.

Формула (2) указывает на то, что в исследуемом периоде с каждым годом число изобретений увеличивалось в среднем чуть более чем на 10.

Чтобы учесть все колебания, происходившие на протяжении изучаемых лет, мы также построили полиномиальную модель высокого порядка (исходя из возможного числа пара-

метров регрессии). В результате исключения незначимых параметров, формула оказалась следующей:

$$Y_1 = 0,016 t^5 - 0,34 t^4 + 1,8 t^3. \quad (3)$$

Поскольку коэффициент при первом регрессоре значим всего на уровне значимости 5%, его исключили, после функция представила в виде:

$$Y_1 = -0,06 t^4 + 0,7 t^3. \quad (4)$$

На рис. 2 показаны графики, изображающие фактическую динамику изменения числа разработанных программ для ЭВМ, а также его аппроксимацию с использованием полуреченных значимых функций.

Как видим, наиболее близкую исходным данным аппроксимацию показывает модель (3), что неудивительно, исходя из ее объясняющих характеристик (см. таблицу 2). Тем не менее, применение полиномов высоких степеней имеет и неустранимые недостатки: прогноз с их помощью данных на следующий год является продолжением предыдущей (за год до этого) тенденции в увеличивающихся масштабах и очень далек от реальности. По модели (3) на 2015 год число программ прогнозировано должно увеличиться до 137 (на 2016 год — до 253), по модели (4) —

уменьшиться до 20 (дальнейшая тенденция приводит к отрицательному значению).

Следовательно, в данном случае при прогнозировании динамики как числа программ для ЭВМ, так и количества других ОИС, имеющих возрастающую тенденцию, лучше всего использовать линейную функцию.

3. Модели полиномов высоких степеней

На графике, отражающем изменение числа поданных заявок на изобретения, можно определить два этапа: до 2011 года включительно наблюдается поступательный рост количества заявок, а затем — снижение их числа. Моделируется подобная динамика, скорее всего, квадратичной функцией, которая имеет вид:

$$Y_2 = -1,67 t^2 + 24,41 t - 6,35. \quad (5)$$

Характеристики модели удовлетворительные: $R^2 = 74,9$, F -критерий составляет 10,49 и превышает критическое значение на уровне доверия 1% при степенях свободы $k_1 = 2$ и $k_2 = 7$. Проверка значимости коэффициентов регрессии не позволила принять нулевую гипотезу для линейного члена, поэтому вынуждены были его исключить, вследствие чего получили формулу:

$$Y_2 = 0,44 t^2 + 46,76. \quad (6)$$

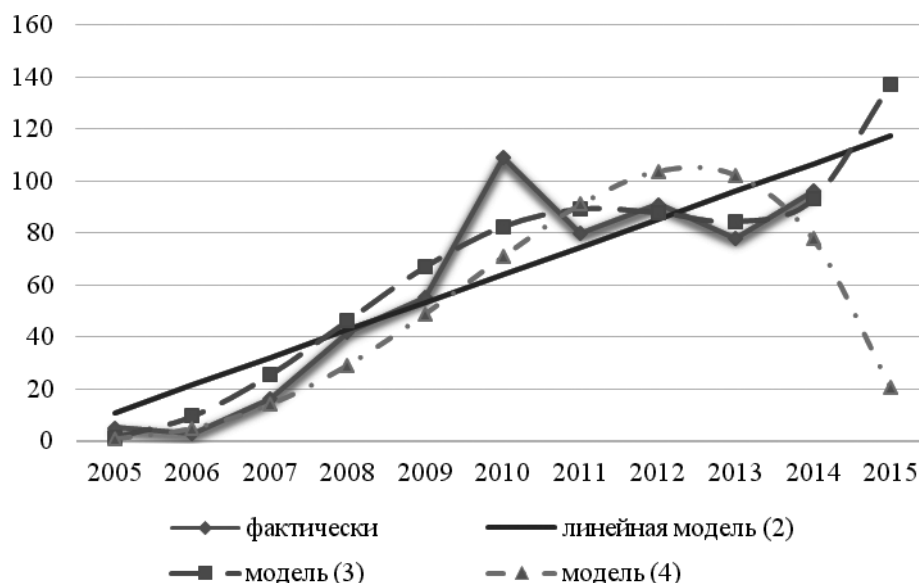


Рис. 2. Динамика числа разработанных при выполнении НИОКР программ для ЭВМ предприятиями Роскосмоса в 2005–2014 гг. (2015 год — прогнозное значение)

При этом изменилось направление графика: парабола получилась выпуклой вниз, кроме того, коэффициент детерминации стал равен 33,6%, а критерий Фишера значим на уровне значимости всего 10%, таким образом, от квадратичной модели нам пришлось отказаться.

Следом за этим мы пробовали получить модель полинома более высоких степеней и в результате применения метода включения-исключения переменных пришли к значимой по всем параметрам функции:

$$Y_2 = 0,017 t^5 - 0,36 t^4 + 1,995 t^3. \quad (7)$$

График, изображающий реальные данные и полиномиальную аппроксимацию динамики числа поданных заявок на изобретения, изображен на рис. 3. Так как свободный член из-за незначимости исключен из модели, начальное число изобретений всего 2, далее график аппроксимации более плотно прилежит к изображению исходных данных.

На этом же рисунке с помощью модели (7) проведено прогнозирование дальнейшей динамики показателя: на 2015 год число заявок должно было увеличиться до 77. Впрочем, как было сказано ранее, применение такого рода функций для прогнозирования более чем на один период вперед непродуктивно, поскольку результат основывается на тен-

денции предыдущего года и не учитывает циклических характеристик динамики. Так, в 2016 году, согласно данной модели, число заявок должно увеличиться до 151, что очень сомнительно с точки зрения общей динамики изменения показателя.

4. Моделирование с использованием ряда Фурье

Для тех показателей, динамика которых имеет явно выраженный циклический характер, наиболее приемлемым мы считаем применение ряда Фурье. Сразу заметим, что элементами ряда могут быть различные периодические функции, которые определяются методом включения-исключения переменных, а частота и амплитуда зависят от исходных данных.

Попробуем использовать ряд Фурье для моделирования динамики числа изготовленных промышленных образцов:

$$Y_3 = -2,97 \cos 3t - 2,46 \sin 3t + 1,75. \quad (8)$$

Таким образом, мы получили комбинированную гармоническую модель, график которой показан на рис. 4 в сравнении с исходными данными и наложенной на них линией тренда — полиномом пятой степени. Полином более высокой степени построить невозможно, так как число параметров не удовлетворяет количеству наблюдений.

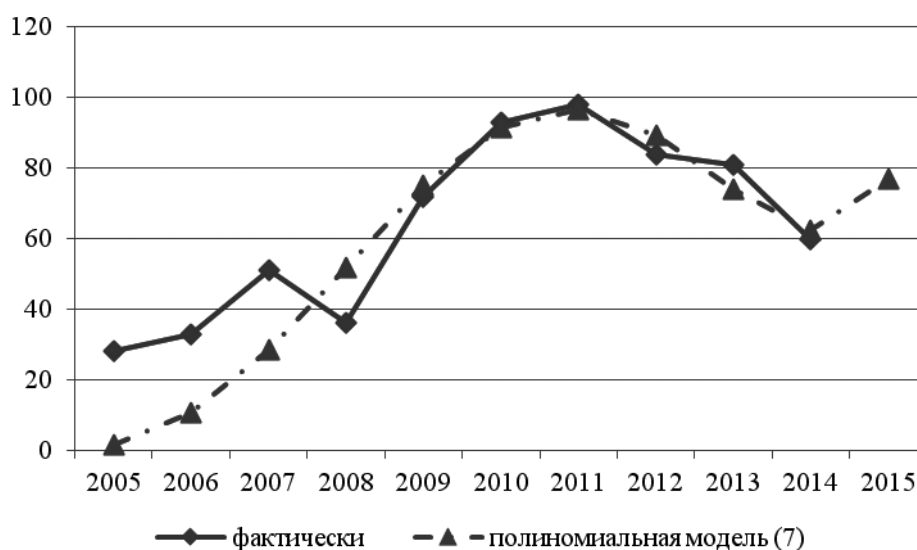


Рис. 3. Динамика числа поданных при выполнении НИОКР заявок на изобретения предприятиями Роскосмоса в 2005–2014 гг. (2015 год — прогнозные значения)

В случае использования полинома при моделировании коэффициенты регрессии оказались незначимыми для всех параметров, за исключением свободного члена.

Далее построим функцию, показывающую динамику изменения количества полезных моделей:

$$Y_4 = 8,84 \cos 2t + 14. \quad (9)$$

Графически аппроксимация модели (9) вместе с исходными данными и полиномом пятой степени представлена на рис. 5.

Как видим по представленным в таблице 2 характеристикам, гармонические функции (8) и (9) имеют невысокую объясняющую способность, сами модели и их параметры значимы на уровне 5–10% значимости. Тем не менее, их использование позволяет получить прогноз на год, а то и два года вперед, при сохранении тенденций периодичности изменения числа ОИС. На 2015 год прогнозируемое количество промышленных образцов, полученное с помощью формулы (8), составит 0, полезных моделей (формула (9)) — 5; на 2016 год — 5 промышленных образцов и 18 полезных моделей.

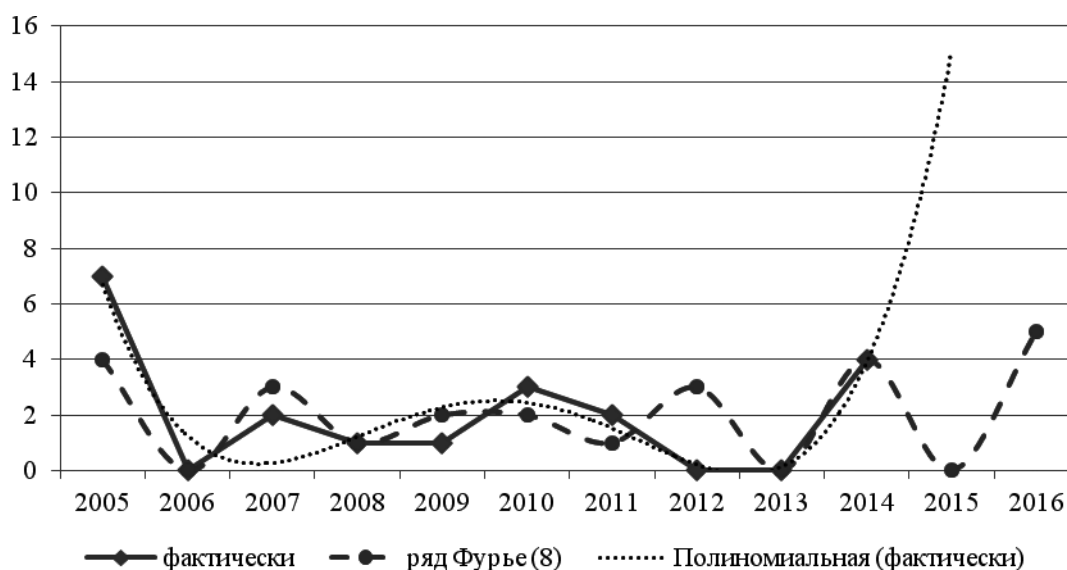


Рис. 4. Динамика числа изготовленных при выполнении НИОКР промышленных образцов предприятиями Роскосмоса в 2005–2014 гг. (2015–2016 гг. — прогнозные значения)

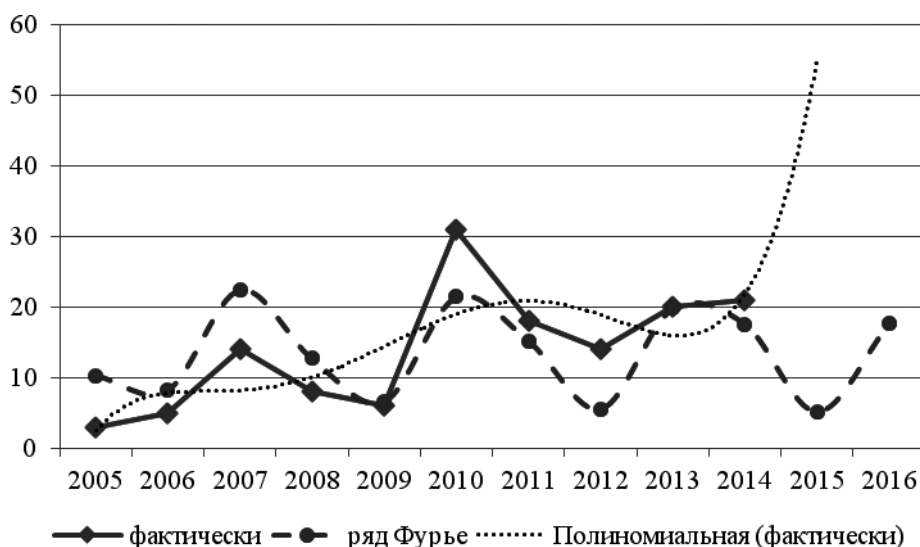


Рис. 5. Динамика числа изготовленных при выполнении НИОКР полезных моделей предприятиями Роскосмоса в 2005–2014 гг. (2015–2016 гг. — прогнозные значения)

Таблица 2

**Параметры значимых динамических моделей числа произведенных ОИС
предприятиями Роскосмоса в 2005–2014 гг.**

Номер модели	R^2	F	Параметр	Коэффициент регрессии	t -критерий
2	0,93	125,08	t	10,66	11,18*
3	0,975	92,16	t^5	0,016	3,24**
			t^4	-0,34	-3,96*
			t^3	1,8	5,182*
4	0,94	60,76	t^4	-0,06	-5,19*
			t^3	0,7	6,33*
7	0,96	50,51*	t^5	0,017	2,54**
			t^4	-0,36	-3,24**
			t^3	1,995	4,31*
8	0,515	3,72***	$\cos 3t$	-2,97	-2,69**
			$\sin 3t$	-2,46	-2,21***
			C	1,75	3,12**
9	0,51	8,25**	$\cos 2t$	8,84	2,88**
			C	14	6,79*

Примечание:

* — значим на уровне значимости 1%;

** — значим на уровне значимости 5%;

*** — значим на уровне значимости 10%.

Если же посмотреть на прогнозные значения, полученные при помощи полиномиальной линии тренда, увидим, что они далеки от исходных данных, а их применение даже прогноз на следующий год делает абсолютно нереалистичным.

Выводы

В структуре созданных предприятиями Роскосмоса объектов интеллектуальной собственности преобладают программы для ЭВМ (с 2008 года), изобретения, а также полезные модели и ноу-хау. Структурные пропорции и динамику их изменения мы связываем, прежде всего, с законодательным признанием ОИС, развитием регулирования отношений

в сфере интеллектуальной собственности, а также совершенствованием технологий как создания, так и регистрации ОИС.

Число созданных объектов интеллектуальной собственности со временем меняется по-разному для разных их видов. Обобщенно можно представить три группы тенденций: линейная (как правило, возрастающая), нелинейная полиномиальная и периодическая (гармоническая). В первом случае при моделировании и прогнозировании целесообразно использовать линейную функцию, которая позволяет получить хоть и сглаженный, без учета отдельных колебаний, но соответствующий общей тенденции результат.

Применение полиномов возможно при моделировании динамики соответствующих показателей в том случае, если количество наблюдений достаточно для построения полинома нужного порядка. Прогноз возможен на год вперед; если нужно получить прогноз на несколько периодов, предлагаем использовать прогнозирование методом скользящих трендов, подробнее см. [4; 5, с. 249–266].

Для моделирования и прогнозирования периодической динамики лучше всего подходят гармонические функции, объединенные рядом Фурье. При этом возможны довольно значительные отклонения модельных значений от исходных данных, но сохраняется общая периодическая тенденция.

Таким образом, при моделировании числа объектов интеллектуальной собственности применяются различные типы моделей, их выбор зависит от предшествующей динамики, а также от целей прогнозирования. Прогнозные значения могут служить ориентиром для планирования деятельности корпорации Роскосмос, а также для регулирования дальнейшей деятельности, направленной на совершенствование результативности научных исследований и опытно-конструкторских разработок.

Литература

1. Туркенич Р. П. Методология системы управления объектами интеллектуальной

собственности для создания конкурентоспособной продукции [Электронный ресурс] // Исследования наукограда. — 2015. — №1. — С. 5–13. — Режим доступа: <http://smarcity.ru/journal/archive/11/paper1.pdf>.

2. Дворников М. В., Меденков А. А. Проблемы разработки и внедрения космических технологий [Электронный ресурс] // Научные Чтения памяти К. Э. Циолковского, 2012. — Режим доступа: <http://readings.gmik.ru/lecture/2012-PROBLEMI-RAZRABOTKI-I-VNEDRENIYA-KOSMICHESKIH-TEHNOLOGIY>.

3. Муракаев И. М. Обеспечение инновационного развития предприятий ракетно-космической промышленности и эффективности их интеллектуальной деятельности [Электронный ресурс] // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. — 2013. — №2 (26). — С. 143–153. — Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-innovatsionnogo-razvitiya-predpriyatiy-raketno-kosmicheskoy-promyshlennosti-i-effektivnosti-ih-intellektualnoy>.

4. Горидько Н. П., Нижегородцев Р. М. Феномен «роста на ожиданиях»: регрессионный анализ и релятивистская концепция времени в экономике // Вестник экономической интеграции. — 2011. — №12 (44). — С. 11–27.

5. Горидько Н. П., Нижегородцев Р. М. Современный экономический рост: теория и регрессионный анализ: Научная монография. — Новочеркасск: НОК, 2011. — 343 с.

Поступила в редакцию

14 марта 2016 г.



Горидько Нина Павловна — кандидат экономических наук, доцент Вятского социально-экономического института, доцент Института прикладных технико-экономических исследований и экспертизы Российского университета дружбы народов. Область научных интересов: математическое моделирование и прогнозирование экономических процессов, экономическая статистика, экономическая динамика, денежно-кредитная политика, региональная экономика. Автор более 150 научных публикаций, в т. ч. 8 монографий и более 40 статей в ведущих рецензируемых изданиях.

Goridko Nina Pavlovna — Candidate of Economics, associated professor in Vyatka Social and Economic Institute, associated professor in the Institute of Applied Technical and Economic Research and Expertise of the Peoples' Friendship University of Russia. Research interests: mathematical modeling and forecasting of economic processes, economic statistics, economic dynamics, monetary policy, regional economy. The author of over 150 scientific publications, including 8 monographs and more than 40 papers in leading peer-reviewed journals.

610002, г. Киров, ул. Казанская, 91
91 Kazanskaya st., 610002, Kirov, Russia
Тел.: (8332) 67-02-35, 67-66-18
E-mail: horidko@mail.ru; econom@vsei.ru



Ивлева Лидия Петровна — кандидат технических наук, старший научный сотрудник ФГУП «Организация «Агат», магистрант кафедры экономики космической деятельности Российского университета дружбы народов. Область научных интересов: стратегический менеджмент, управление наукоемкой промышленностью. Автор более 10 научных публикаций.

Ivleva Lidia Petrovna — Candidate of Engineering Sciences, Senior researcher in FSUE «Agat» Organization», Graduate student in the Department of «Economics of space activities» in the Peoples' Friendship University of Russia. Research interests in strategic management and management of knowledge intensive industry. The author of more than 10 scientific publications.

125047, Россия, Москва, Бутырский вал, д. 18, стр. 1
18 Butyrsky Val str., bld. 1, 125047, Moscow, Russia
Тел.: +7 (499) 972-90-00, факс: +7 (499) 972-91-11
E-mail: info@agat-roscosmos.ru; lid_iv@mail.ru