

## ASSESSMENT OF INNOVATIVE ACTIVITY OF REGIONS IN THE RUSSIAN FEDERATION

AYVAZYAN SERGEY ARUTYUNOVICH<sup>1</sup>, and AFANASYEV MIKHAIL YURYEVICH<sup>2</sup>

### Abstract

*It is shown that a factor of the number of created new production technologies by the regions of the Russian Federation is the size of a common space of innovation, which is determined by the number of potential links between organizations involved in research and innovation active enterprises in the region. Estimates of the efficient use of this resource are got. An agent-based model for the assessment of innovative activity of regions of the Russian Federation is built. The model process of technological innovation is due to the efficient use of innovation's space and a set of the regional economy characteristics.*

**Keywords:** regional economy, innovation system, innovations' space, new technologies, efficiency, agent-oriented modeling.

---

JEL classification: C12; C51; R15;

Received: January 16, 2015 / Accepted: June 06, 2015

---

## ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ РЕГИОНОВ РФ

АЙВАЗЯН СЕРГЕЙ АРУТЮНОВИЧ И АФАНАСЬЕВ МИХАИЛ ЮРЬЕВИЧ

### Аннотация

*Показано, что фактором числа созданных регионами РФ новых производственных технологий является размер общего пространства инноваций, который определяется числом потенциальных связей между организациями, выполняющими научные исследования и инновационно активными предприятиями региона. Получены оценки эффективности использования этого ресурса. Построена агент-ориентированная модель оценки инновационной активности регионов РФ. Моделируемый процесс появления технологических инноваций обусловлен эффективностью использования пространства инноваций и совокупностью характеристик экономики регионов.*

**Ключевые слова:** региональная экономика, инновационная система, пространство инноваций, новые технологии, эффективность, агент-ориентированное моделирование

### ВВЕДЕНИЕ

Общепризнанным является утверждение, что инновационное развитие России является единственно приемлемой альтернативой энергосырьевому сценарию развития страны и отдельных регионов. Современная модель инновационного развития региона в ведущих странах мира базируется на подходе, который предполагает взаимодействие власти, бизнеса и университетов. Условиями его эффективного использования являются: благоприятный деловой климат, как в стране, так и в регионе; развитый сектор прикладной

---

<sup>1</sup> Professor, Deputy Director of CEMI RAS, Moscow, e-mail: aivazian@cemi.rssi.ru

<sup>2</sup> Professor of Department of Mathematical Economics of SAUHS, Head of the Laboratory of CEMI RAS, e-mail: mi-afan@cemi.rssi.ru

науки, включающий конструкторские бюро, проектные институты, экспериментальные заводы; использование в вузе модели предпринимательского университета, предполагающей реализацию основных функций – образовательной, исследовательской и предпринимательской; наличие как сети частных инвесторов, так и механизмов привлечения инвестиций в инновационные проекты; развитая инфраструктура (технопарки, бизнес-инкубаторы). Этот подход лежит в основе традиционной модели создания инноваций, которая реализуется в США, Великобритании, Германии, Франции. Такая модель полного инновационного цикла – от формирования инновационной идеи до массового производства готового продукта, может использоваться и в России благодаря развитой фундаментальной науке. Однако простое копирование зарубежного опыта при ориентации на преимущественное финансирование инновационных проектов из госбюджета не решает задачи ускоренного технологического развития.

Обширная литература указывает на то, что главный элемент инновационного процесса определяется способностью субъектов региональной инновационной системы связываться и взаимодействовать (Базовый доклад, 2009; Голиченко и др., 2012; Горизонты инновационной экономики, 2010; Гурунян, 2011; Ефимова, 2012; Лапаев, 2012; Ларина, 2012; Маковеева, 2012; Полтерович, 2010; Румянцев, 2013; Симачев, 2012; Щепина, 2011). Получение количественных характеристик таких связей и взаимодействий является одной из самых сложных задач в анализе инновационных процессов. Целью данной работы является рассмотрение потенциальных связей между субъектами российских региональных инновационных систем – организациями, создающими новые знания и инновационные идеи, конструкторскими бюро, проектными институтами и инновационно активными предприятиями, использующими эти знания при создании инноваций. Рассматривается гипотеза о том, что такие связи являются ресурсом процесса создания инноваций, причем количество инноваций, созданных в регионе, зависит от того, какая доля потенциальных связей между научными организациями и предприятиями региона задействована в инновационной системе.

### **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ.**

В качестве источников инновационных идей в данной работе рассматриваются организации, выполняющие научные исследования и создающие новые знания. В их числе – институты академии наук, университеты и другие исследовательские организации. Инновации рассматриваются как результат взаимодействия организаций, создающих новые знания, проектных институтов, конструкторских бюро и инновационно активных предприятий. Условия такого взаимодействия и его результативность определяются институциональными условиями, создаваемыми государством.

*Общая инфраструктура инноваций* – совокупность организаций, создающих новые знания, инновационно активных предприятий, участвующих в создании инноваций и институциональной среды, оказывающей влияние на процесс создания инноваций.

*Общее пространство инноваций* – совокупность потенциальных связей между организациями, создающими новые знания, и инновационно активными предприятиями.

*Размер общего пространства инноваций* – число потенциальных связей между организациями, создающими новые знания, и инновационно активными предприятиями.

Всю совокупность создаваемых инноваций можно условно разделить на несколько типов, в числе которых особое место занимают новые производственные технологии. Различаются также организационные, маркетинговые и другие типы инноваций. Экспериментальные расчеты в этой работе проводятся для новых производственных технологий. При этом используемые в статье понятия «общая инфраструктура инноваций», «общее пространство инноваций», «размер общего пространства инноваций» естественным образом обобщаются для конкретного типа инноваций. Наряду с общими, мы будем использовать понятия «инфраструктура технологических инноваций», «пространство технологических инноваций», «размер пространства технологических инноваций».

**Модель.**

Пусть  $S_i$  - число организаций, создающих новые знания в регионе  $i$ ;

$B_i$  - общее число инновационно активных предприятий в регионе  $i$ .

Тогда число потенциальных связей между организациями, создающими новые знания, и инновационно активными предприятиями, то есть, размер общего пространства инноваций  $\bar{V}_i$  региона  $i$  ограничивается величиной  $\bar{V}_i = S_i B_i$ .

Выделим инновации конкретного типа. Пусть  $\alpha_i$  - доля научных организаций, создающих инновации данного типа в регионе  $i$ , в общем числе организаций, выполняющих научные исследования;  $\beta_i$  - доля инновационно активных предприятий региона  $i$ , взаимодействующих с научными организациями в процессе создания инноваций данного типа от общего числа инновационно активных предприятий региона. Тогда размер  $V_i$  пространства инноваций данного типа для региона  $i$  определяется величиной  $V_i = \alpha_i S_i \times \beta_i B_i = \alpha_i \beta_i S_i B_i = w_i \bar{V}_i$ , где  $w_i = \alpha_i \beta_i$  - доля размера пространства инноваций данного типа от размера общего пространства инноваций.

Введем производственную функцию, определяющую зависимость количества созданных инноваций данного типа от числа научных организаций и числа взаимодействующих с ними инновационно активных предприятий, рассматриваемых как ресурсы инновационного процесса. Пусть  $Q_i$  - число инноваций данного типа, создаваемых в единицу времени регионом  $i$ . Тогда  $Q_i = f(\alpha_i S_i, \beta_i B_i)$ . Для упрощения анализа здесь используется степенная функция вида  $Q_i = a(\alpha_i S_i)^{\delta_s} (\beta_i B_i)^{\delta_b}$ . Введем условие нормировки  $a = 1$ . То есть, в рассматриваемый период времени результатом взаимодействия научной организации и предприятия региона является одна инновация.

**Утверждение 1.** Пусть выполняется условие  $\delta_s = \delta_b = \delta > 0$ . (1)

Тогда число создаваемых в регионе инноваций конкретного типа прямо зависит от размера общего пространства инноваций.

Выполнение условия (1) означает, что эластичность количества создаваемых инноваций по числу научных организаций равна эластичности количества создаваемых инноваций по числу предприятий. Утверждение 1 означает, что при выполнении условия (1) результат инновационной деятельности определяется числом потенциальных связей между организациями, создающими новые знания и инновационно активными предприятиями региона, то есть, размером общего пространства инноваций.

Действительно, пусть выполняется условие (1). Тогда после преобразования получаем:

$$Q_i = (\alpha_i \beta_i)^\delta (S_i B_i)^\delta = w_i^\delta \bar{V}_i^\delta.$$

В этом случае производственная функция может быть представлена в виде

$$Q_i = d \bar{V}_i^\delta,$$

$$\text{где } \bar{V}_i = S_i B_i, d_i = w_i^\delta.$$

Таким образом, в случае, если условие (1) выполняется, производственная функция сводится к виду, при котором ресурсом производства инноваций любого конкретного типа является размер общего пространства инноваций, то есть число потенциальных связей между организациями., выполняющими научные исследования и инновационно активными предприятиями.

**Гипотеза 1:** количество созданных регионами РФ инноваций конкретного типа прямо зависит от размера общего пространства инноваций.

Проверка гипотезы 1 сводится к проверке выполнения условия (1). Введем обозначения  $\delta_S = \delta, \delta_B = \delta + \eta$ . Заметим, что  $\eta$  может быть как положительным, так и отрицательным. Тогда после преобразования получаем:

$$Q_i = (\alpha_i \beta_i)^\delta (S_i B_i)^\delta (\beta_i B_i)^\eta.$$

В этом случае производственная функция может быть представлена в виде

$$Q_i = b_i \bar{V}_i^\delta B_i^\eta, \text{ где } b_i = (\alpha_i \beta_i)^\delta \beta_i^\eta.$$

Эмпирическая проверка гипотезы 1 сводится к проверке статистической гипотезы<sup>3</sup>

$$H_0^1: \eta^2 = 0.$$

Предположения:

1)  $\alpha_i, \beta_i$  являются случайными величинами;

2) доля  $w_i = \alpha_i \times \beta_i$  размера пространства инноваций конкретного типа от размера общего пространства инноваций, представима в виде  $w_i = \bar{w} e^{\varphi_i - \psi_i}$ , где  $\bar{w}$  - константа,  $\varphi_i$  - случайная величина, имеющая нормальное распределение с нулевым математическим ожиданием,  $\psi_i$  - неотрицательная случайная величина, имеющая полунормальное распределение.

Если гипотеза 1 верна, то

$$Q_i = d \bar{V}_i^\delta = w_i^\delta \bar{V}_i^\delta = e^{\delta \ln w_i} \bar{V}_i^\delta = e^{\delta (\ln \bar{w} + \varphi_i - \psi_i)} \bar{V}_i^\delta = \bar{w}^\delta \bar{V}_i^\delta e^{v_i - u_i},$$

где  $v_i = \delta \varphi_i$  - случайная величина, имеющая нормальное распределение с нулевым математическим ожиданием;

$u_i = \delta \psi_i$  - неотрицательная случайная величина, имеющая полунормальное распределение.

Случайная составляющая  $v_i - u_i$  отражает результаты воздействия на процесс создания инноваций факторов неопределенности и факторов эффективности. Для моделирования результатов воздействия факторов неопределенности используется нормально распределенная случайная величина  $v_i$  с нулевым математическим ожиданием  $v_i \in N(0, \sigma_v^2)$ . Для моделирования результатов воздействия факторов эффективности используется не зависящая от  $v_i$  неотрицательная случайная величина  $u_i$ , имеющая усеченное в нуле нормальное распределение с нулевым математическим ожиданием  $u_i \in N^+(0, \sigma_u^2)$ .

В соответствии с концепцией стохастической границы (Kumbhakar, Lovell, 2004)  $\bar{w}$  - ожидаемая максимальная доля размера общего пространства инноваций, используемая инновационно эффективными регионами и определяющая стохастическую граничную производственную функцию  $Q_i = \bar{w}^\delta \bar{V}_i^\delta e^{v_i}$ .

<sup>3</sup> Установление связей между научными организациями и предприятиями, а также создание инноваций рассматриваются как случайные процессы. Поэтому число инноваций, создаваемых в единицу времени, является случайным.

Стохастическая производственная функция  $Q_i = \bar{w}^\delta \bar{V}_i^\delta e^{v_i - u_i}$  может быть представлена в виде  $Q_i = (\bar{w}e^{-\psi_i})^\delta \bar{V}_i^\delta e^{v_i}$ . Тогда случайная величина  $\bar{w} = \bar{w}e^{-\psi_i}$  допускает интерпретацию как доля размера общего пространства инноваций, используемая регионом при создании инноваций данного типа. Заметим, что для любого региона имеет место неравенство  $\bar{w} \leq \bar{w}$ .

Функция  $Q_i = \bar{w}^\delta \bar{V}_i^\delta e^{v_i - u_i}$  в логарифмической форме имеет вид

$$\ln Q_i = c + \delta \ln \bar{V}_i + v_i - u_i. \quad (2)$$

Из условия  $\bar{w} \leq 1$  следует, что  $c \leq 0$ . При оцененных параметрах  $c, \delta, \sigma_v^2, \sigma_u^2$  имеем  $\bar{w} = e^{c/\delta}$ . Можно оценить (Battese, Coelli, 1988) математическое ожидание

$$TE_i = E(e^{-u_i} | v_i - u_i) = \frac{\Phi(\tilde{\mu}_i / \sigma_* - \sigma_*)}{\Phi(\tilde{\mu}_i / \sigma_*)} \exp\left\{\frac{1}{2} \sigma_*^2 - \tilde{\mu}_i\right\},$$

$$\text{где } \tilde{\mu}_i = -(v_i - u_i) \sigma_u^2 / \sigma^2, \quad \sigma_*^2 = \sigma_u^2 \sigma_v^2 / \sigma^2, \quad \sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2.$$

Величину  $TE_i$  можно рассматривать как оценку эффективности использования регионом общего пространства инноваций при создании инноваций конкретного типа. В качестве оценки  $\bar{w}_i$  в данной работе используется величина  $(\bar{w}^\delta \times TE_i)^{1/\delta}$ . Тогда  $\bar{V}_i = \bar{w}_i \bar{V}_i$  - оценка размера пространства инноваций конкретного типа. Динамика инновационной активности и числа создаваемых инноваций для всей совокупности регионов зависит от динамики параметра  $\bar{w}$ . Рост параметра  $\bar{w}$  определяет рост стохастической границы  $Q_i = \bar{w}^\delta \bar{V}_i^\delta e^{v_i}$ , то есть увеличение ожидаемого числа инноваций, создаваемых инновационно эффективными регионами. Динамика  $\bar{w}$  определяется соотношением параметров  $c$  и  $\delta$ : так как  $c \leq 0$ , с ростом  $\delta$  величина  $\bar{w}$  растет; с ростом  $c$  величина  $\bar{w}$  также растет. При разнонаправленном изменении  $c$  и  $\delta$  динамика  $\bar{w}$  определяется динамикой отношения  $c/\delta$ . Таким образом, в случае справедливости гипотезы 1 может быть оценена доля размера общего пространства инноваций, используемая регионом при создании инноваций конкретного типа, то есть, размером пространства инноваций конкретного типа. Далее проверка гипотезы 1 и оценка доли размера общего пространства инноваций проводится для регионов РФ на основе данных Росстата о количестве разработанных новых технологий, численности организаций, выполняющих научные исследования и численности инновационно активных предприятий за период с 2008 по 2012гг.

#### Исходные данные.

В таблице 1 приводятся наименования показателей, используемых для проверки гипотезы 1 и оценки размера общего пространства инноваций регионов РФ, обозначения этих показателей и ссылки на официальные источники информации.

Таблица 1.

Используемые показатели и официальные источники информации

Обозначение	Показатель	Источник информации
$teh_i$	число созданных в регионе новых производственных технологий	(Разработанные..., 2013)
$P_i$	число предприятий региона	(Число предприятий..., 2013)

$I_i$	доля инновационно активных предприятий в общем числе предприятий региона	(Число предприятий..., 2013)
$S_i$	число организаций региона, выполняющих научные исследования	(Организации..., 2013)

В принятых обозначениях число инновационно активных предприятий региона определяется величиной  $B_i = P_i \times S_i$ .

Далее используются следующие обозначения:

$teh10_i$  – среднее число технологий, созданных за год в регионе (период с 2008 по 2010гг.)<sup>4</sup>;

$teh11_i$  – среднее число технологий, созданных за год в регионе (период с 2009 по 2011гг.);

$teh12_i$  – среднее число технологий, созданных за год в регионе (период с 2010 по 2012гг.).

### Результаты эмпирического анализа.

На рис.1 показана зависимость в логарифмах числа  $teh12_i$  созданных технологических инноваций от размера  $\bar{V}_i$  общего пространства инноваций для 80 регионов РФ по данным 2010-2012гг. Наблюдаемая зависимость подтверждает целесообразность использования степенной производственной функции для построения стохастической границы производственных возможностей.

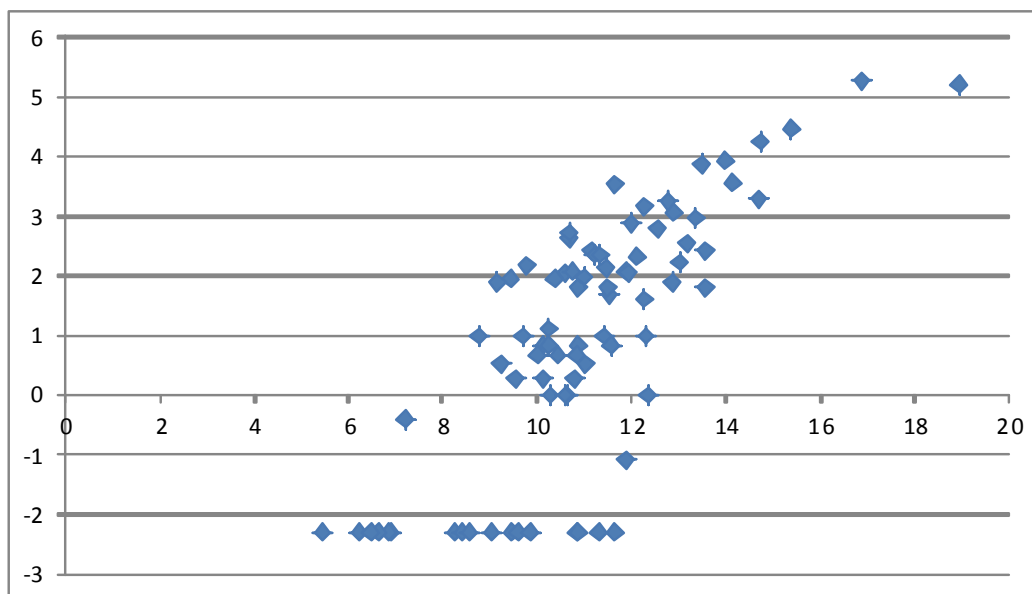


Рис. 1. Зависимость числа созданных технологических инноваций  $teh12_i$  (ось ординат) от размера  $\bar{V}_i$  общего пространства инноваций региона (ось абсцисс) по данным 2010-2012гг. в логарифмах

Для проверки статистической гипотезы  $H_0: \eta^2 = 0$  оценены параметры модели

$$\ln Q_i = c + \delta \ln \bar{V}_i + \eta B_i + v_i - u_i. \quad (3)$$

<sup>4</sup> Усреднение вызвано целесообразностью сглаживания исходных данных.

В третьей, четвертой и пятой строках таблицы 2 приведены оценки  $\delta$ ,  $c$  и  $\eta$  параметров модели (3), вычисленные методом максимального правдоподобия. В шестой строке таблицы 2 – результаты проверки гипотезы  $H_0^2: \sigma_u^2 = 0$  – неэффективность отсутствует (Айвазян, Афанасьев, 2014). В седьмой строке – максимальное значение логарифма функции правдоподобия. В моделях, построенных для 2010, 2011 и 2012 года оценка  $\eta$  незначимо на 10% уровне отличается от нуля. Статистическая гипотеза  $H_0^1$  не отвергается<sup>5</sup>. Принимается гипотеза 1: количество созданных регионом технологических инноваций определяется размером общего пространства инноваций.

Таблица 2

Оценки параметров модели (3)

Оценки	Модель (3) для <i>teh10</i>	Модель (3) для <i>teh11</i>	Модель (3) для <i>teh12</i>
(1)	(2)	(3)	(4)
$\delta$	.7814***	.7140***	.6808***
$c$	-5.7531***	-4.9016***	-4.4133***
$\eta$	-.1993	-.1710	-.1380
$H_0^2: \sigma_u^2 = 0$	отвергается	отвергается	отвергается
Log likely	-116.56	-124.66	-130.83

Во втором, третьем и четвертом столбцах таблицы 3 приведены оценки  $\delta$  и  $c$  параметров модели (2) по данным 2010-2012гг. В седьмой и восьмой строках – вычисленные значения  $c/\delta$  и  $\bar{w}$  соответственно.

Таблица 3

Оценки параметров моделей (2) и (4)

Оценки	Модель (2) для <i>teh10</i>	Модель (2) для <i>teh11</i>	Модель (2) для <i>teh12</i>	Модель (4) для 2010-2012
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$\delta$	.6832***	.6465***	.6170***	.6816***
$c$	-5.2781***	-4.7775***	-4.1406***	-5.2571***
$\delta_0$				-.0355*
$c_0$				.5618*
$H_0^2: \sigma_u^2 = 0$	отвергается	отвергается	отвергается	отвергается
Log likely	-116.72	-125.16	-130.88	-375.62
$c/\delta$	-7.7249	-7.3889	-6.7107	
$\bar{w} = e^{c/\delta}$	4.42E-04	6.18E-04	1.22E-03	
рост $\bar{w}$ в %		39.9	97.1	

<sup>5</sup> Положительная и статистически значимая оценка влияния  $\delta$  в модели (3) может сопровождаться незначимым влиянием  $\eta$  вследствие возможного эффекта мультиколлинеарности. Для дополнительной проверки гипотезы  $H_0^1: \eta^2 = 0$  против альтернативной гипотезы  $H_1^1: \eta^2 > 0$  может быть использована статистика  $Lr = 2(\ln L(H_1^A) - \ln L(H_1))$ , где  $L(H_1^A)$  – значение функции правдоподобия при альтернативной гипотезе,  $L(H_1)$  – значение функции правдоподобия при нулевой гипотезе. В (Айвазян и др., 2012) показано, что если при заданном уровне значимости  $\alpha$  значение тестовой статистики  $Lr$  окажется больше  $\chi_{2\alpha}^2(1)$ -квантиля уровня  $2\alpha$   $\chi^2(1)$ -распределения, то гипотезу  $H_0^1$  следует отвергнуть.

Проведены проверки двух гипотез.

Гипотеза 2: эластичность  $\delta$  числа созданных инноваций по объему общего пространства инноваций постоянна во времени.

Гипотеза 3: константа  $c$  в модели (2) постоянна во времени.

Для проверки гипотез 2 и 3 построена динамическая модель по данным 2010-2012гг.

$$\ln Q_{it} = c + c_0 t + (\delta + \delta_0 t) \ln \bar{V}_{it} + v_{it} - u_{it} \quad (4)$$

В столбце (5) таблицы 3 приведены результаты оценки параметров модели (4). Оценка параметра  $\delta_0$  модели (4) значима на 10% уровне. Гипотеза 2 отвергается в пользу альтернативной гипотезы: эластичность  $\delta$  числа созданных технологических инноваций по размеру общего пространства инноваций убывает во времени. Оценка параметра  $c_0$  модели (4) значима на 10% уровне. Гипотеза 3 отвергается в пользу альтернативной гипотезы: константа  $c$  в модели (2) возрастает во времени. Несмотря на то, что оценка  $\delta$  значимо убывает, отношение  $c/\delta$  растет. Как следствие, наблюдается рост  $\bar{W} = e^{c/\delta}$ . В последней строке таблицы 3 показан рост  $\bar{W}$  в %. Можно сделать вывод, что доля размера общего пространства инноваций, используемая эффективными регионами, увеличивается.

Для каждого из 80 регионов получены оценки эффективности  $TE_i = E(e^{-u_i} / v_i - u_i)$  использования размера общего пространства инноваций при создании технологических инноваций. Оценки эффективности  $TE_i^{2010}$  за 2010,  $TE_i^{2011}$  за 2011 и  $TE_i^{2012}$  за 2012 гг. приведены соответственно в 5, 6 и 7 столбцах таблицы П1 приложения.

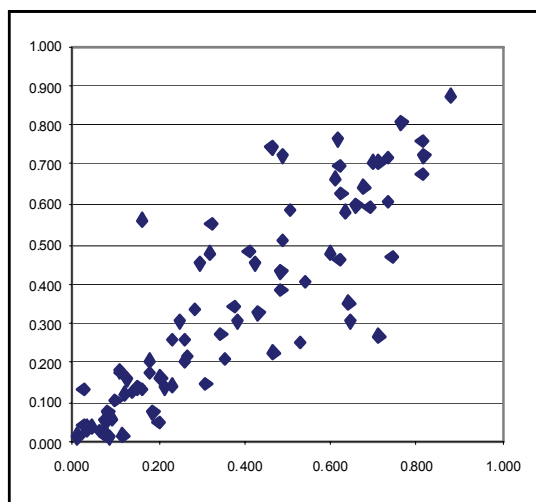


Рис.2а. Каждая точка характеризует регион в пространстве значений оценок эффективности. По оси абсцисс- оценка  $TE_i^{2010}$ , по оси ординат – оценка  $TE_i^{2011}$ .

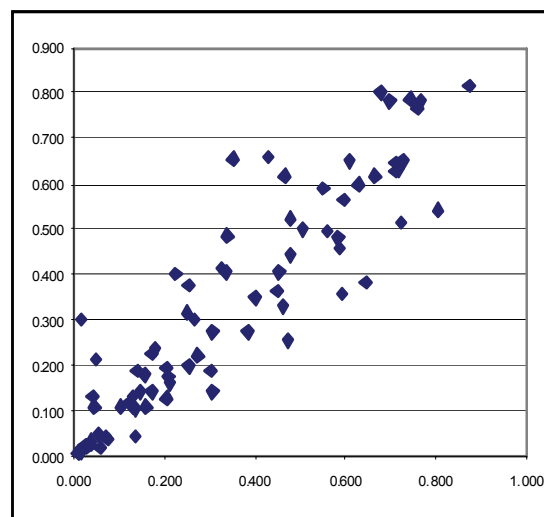


Рис.2б. Каждая точка характеризует регион в пространстве значений оценок эффективности. По оси абсцисс- оценка  $TE_i^{2011}$ , по оси ординат – оценка  $TE_i^{2012}$ .

На рис. 2а. каждая точка характеризует регион в пространстве значений оценок эффективности. По оси абсцисс – оценка региона  $TE_i^{2010}$  для 2010г., по оси ординат – оце-



нка  $TE_i^{2011}$  для 2011г. Коэффициент корреляции этих оценок 0.8876. Оценки эффективности для двух последующих лет сильно зависимы. На рис.2b по оси абсцисс- оценка  $TE_i^{2011}$  для 2011г., по оси ординат – оценка  $TE_i^{2012}$  за 2012г. Коэффициент корреляции этих оценок 0.8959. Здесь также высокая взаимозависимость оценок эффективности, обуславливающая устойчивость во времени ранговых оценок эффективности регионов. Оценки эффективности использования пространства инноваций являются важными характеристиками инновационной активности регионов, дополняющими характеристики их технологической эффективности, представленные в (Макаров и др., 2014). Оценки  $\bar{V}_i = \bar{w}_i \bar{V}_i$  размера пространства инноваций, используемого 80-ю регионами РФ при создании новых технологий по данным 2012г., приведены в столбцах 2-4 таблицы П1 приложения.

### МОДЕЛЬ СОЗДАНИЯ ИННОВАЦИЙ

С целью изучения процессов создания и распространения новых знаний построена агент-ориентированная модель (АОМ) оценки инновационной активности регионов РФ. Результатом имитации является процесс создания технологических инноваций, определяющий возможности интенсивного развития регионов РФ. Создание инновации рассматривается как результат взаимодействия науки и бизнеса в условиях, определяемых государством. В этом – общность используемого подхода с концепцией инновационного развития Г. Ицковица (Ицковиц, 2010), одним из положений которой является укрепление горизонтальных связей между бизнесом и университетской наукой. Динамика и качество их взаимодействия должны обеспечиваться за счет повышения децентрализации процессы принятия решений, превращения их в совместные инициативы.

С учетом специфики организации научных исследований в России, в качестве источника инноваций рассматривается научный коллектив, выполняющий исследования в научной организации. Результатом этих исследований являются интеллектуальные продукты, в том числе научные публикации и патенты. Инновационно активные предприятия региона оценивают возможность внедрения результатов научных исследований в производство. В случае благоприятной оценки предприятие обращается к научной организации с предложением сотрудничества. Результатом взаимодействия научной организации и предприятия является появление экспериментального образца – прототипа технологической инновации. В процессе его создания предприятие проводит маркетинговые исследования и уточняет оценку экономической эффективности реализации инновации. В благоприятных условиях инновация реализуется и приносит экономический эффект.

Интенсивность инноваций на региональном уровне определяется размером используемого пространства инноваций, который зависит от размера общего пространства инноваций региона и его доли, используемой при создании технологических инноваций. Размер общего пространства инноваций для каждого региона определяется данными официальной статистики. В модели три типа агентов: регионы (агенты верхнего уровня), предприятия, научные коллективы. На рис. 3 представлены состояния, в которых может находиться агент scientist (научный коллектив) в процессе взаимодействия с агентом company (предприятие) в процессе создания инновации. Возможные состояния агента scientist: research = проведение исследования; publish = готовность к взаимодействию с предприятием-заказчиком после опубликования результатов исследований; novation = создание экспериментального образца во взаимодействии с предприятием – заказчиком; finslState = внедрение в производство экспериментального образца, появление инновации.

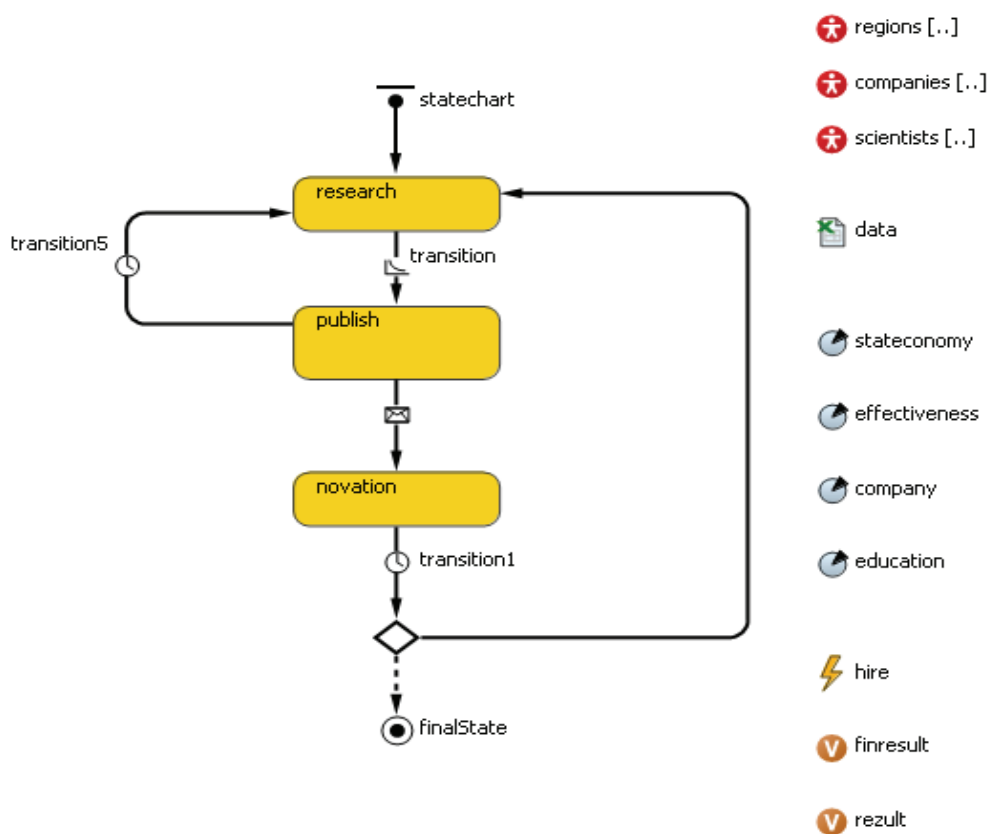


Рис. 3. Спецификация модели в программной среде AnyLogic<sup>6</sup>

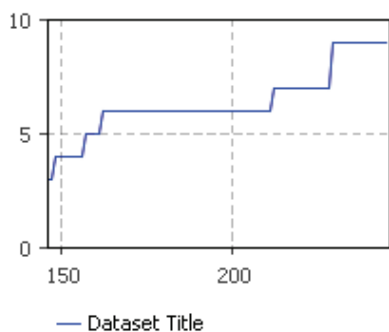
#### Характеристики переходов:

- statechart-research - переход агента scientist в состояние research «проводит исследования», выполняется безусловно в начале процесса имитации;
- transition – переход из состояния research в состояние publish. Время перехода является случайным. Характеристики перехода зависят от эффективности научных исследований и эффективности управления на региональном уровне;
- переход из состояния publish в состояние novation. Происходит по приглашению, которое может поступить от разных предприятий и является случайным событием. Если научный коллектив получает приглашение, он занимается внедрением результатов научных исследований во взаимодействии с предприятием. Характеристики перехода зависят от эффективности инновационно активных предприятий и эффективности регионального управления;
- переход из состояния publish в состояние research. Если научный коллектив не получает приглашения от компании к сотрудничеству, он возвращается в состояние research поисковых научных исследований. Время нахождения научного коллектива в состоянии publish является случайным и определяется, в основном, эффективностью управления на региональном уровне;
- переход из состояния novation в состояние finalState. Успешное внедрение результатов научных исследований завершается созданием инновации. Вероятность перехода определяется эффективностью инновационно активных предприятий и эффективностью управления на региональном уровне;

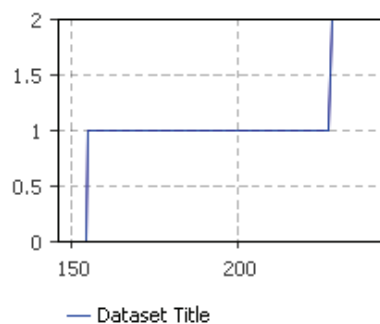
<sup>6</sup> AnyLogic – инструмент имитационного моделирования, который поддерживает все подходы к созданию имитационных моделей: процессно-ориентированный (дискретно-событийный), системно динамический и агентный, а также любую их комбинацию. Более подробно: <http://www.anylogic.ru>.

- переход из состояния *novation* в состояние *research* происходит, если попытка внедрения результатов научных исследований не приводит к успеху и инновация не создается.

Эффективность регионального управления характеризуется оценками технической эффективности регионов РФ полученными на основе модели производственного потенциала, представленной в (Макаров и др., 2014). Инновационная активность регионов характеризуется размером пространства технологических инноваций (см. показатели в столбцах 2-4 таблицы П1 приложения). Размер пространства технологических инноваций определяется размером общего пространства инноваций региона и долей общего размера, используемой при создании технологических инноваций. Динамика размера пространства инноваций определяется для каждого региона на основе прогноза изменения размера общего пространства инноваций и его доли, используемой регионом в создании технологических инноваций. С помощью разработанной модели можно имитировать процесс создания инноваций регионами и оценивать влияние характеристик регионального развития на интенсивность создания инноваций.



*Рис.4а. Интенсивность создания инноваций в регионе с относительно большим объемом инновационного пространства. По оси абсцисс – модельное время, по оси ординат – число созданных инноваций.*



*Рис.4б. Интенсивность создания инноваций в регионе с относительно малым объемом инновационного пространства. По оси абсцисс – модельное время, по оси ординат – число созданных инноваций.*

На рис. 4а (4б) представлен график, характеризующий интенсивность создания технологических инноваций регионом с относительно большим (малым) размером инновационного пространства. Верификация модели ориентирована на разработку методологии государственного управления процессом формирования экономики знаний, взаимоувязанной на макро и мезоуровнях.

## ВЫВОДЫ

1. Используемый в данной работе подход к изучению процесса формирования экономики знаний в регионах РФ фокусирует внимание на важном ресурсе производства инноваций – совокупности потенциальных связей между организациями, выполняющими научные исследования и инновационно активными предприятиями.
2. Показано, что по данным 2010-2012гг. эластичность числа созданных регионами производственных технологий по количеству организаций, занимающихся научными исследованиями, значимо не отличается от эластичности числа созданных производственных технологий по количеству инновационно активных предприятий региона.
3. Фактором числа созданных регионами новых производственных технологий является размер общего пространства инноваций, который определяется числом потенциальных связей между организациями, выполняющими научные исследования и инновационно активными предприятиями региона.

4. Результаты исследований не противоречат гипотезе, что количество новых производственных технологий, создаваемых регионом, зависит от размера общего пространства инноваций и эффективности его использования.
5. В период с 2010 по 2012 г. доля общего объема пространства инноваций, используемая инновационно активными регионами при создании технологических инноваций растет. Для каждого года этого периода получены оценки размера общего пространства инноваций, используемого регионами РФ при создании новых производственных технологий.
6. Полученные результаты указывают на важную роль региональных органов власти в стимулировании взаимодействия между государством, бизнесом и научно-образовательным сообществом для развития региональных инновационных систем. Их влияние может быть направлено как на увеличение размера общего пространства инноваций региона, так и на повышение эффективности его использования при создании инноваций конкретного типа.
7. С целью изучения процессов создания и распространения новых знаний построена агент-ориентированная модель оценки инновационной активности регионов РФ. Моделируемый процесс появления технологических инноваций в результате взаимодействия организаций, выполняющих научные исследования и инновационно активных предприятий, определяется совокупностью характеристик экономики регионов, в числе которых – размер пространства технологических инноваций региона, определяемый размером общего пространства инноваций региона и его долей, используемой в производстве технологических инноваций.

#### Приложение.

##### Таблица П1.

Оценки размера пространства технологических инноваций (столбцы 2-4) и оценки эффективности использования объема общего пространства инноваций (столбцы 5-7).

	$\bar{V}_i^{2010}$	$\bar{V}_i^{2011}$	$\bar{V}_i^{2012}$	$TE_i^{2010}$	$TE_i^{2011}$	$TE_i^{2012}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Белгородская область	18.587	26.421	34.315	0.812	0.76	0.769
Брянская область	9.197	17.81	23.376	0.736	0.718	0.632
Владимирская область	14.898	6.62	19.06	0.53	0.249	0.314
Воронежская область	59.947	78.764	103.936	0.635	0.582	0.482
Ивановская область	1.212	6.724	20.214	0.162	0.559	0.495
Калужская область	30.483	43.397	99.066	0.879	0.873	0.814
Костромская область	2.044	1.181	3.955	0.641	0.353	0.655
Курская область	0.046	0.245	2.167	0.024	0.04	0.131
Липецкая область	0.046	0.671	1.358	0.028	0.131	0.133
Московская область	460.693	956.31	1583.051	0.409	0.48	0.445
Орловская область	5.809	5.159	4.958	0.618	0.46	0.329
Рязанская область	0.683	1.93	3.096	0.113	0.171	0.14
Смоленская область	5.584	2.635	2.108	0.647	0.302	0.19
Тамбовская область	0.681	0.04	0.039	0.12	0.017	0.011
Тверская область	5.778	4.534	6.528	0.352	0.209	0.173
Тульская область	8.757	10.112	34.847	0.375	0.34	0.484
Ярославская область	16.891	19.004	52.712	0.432	0.325	0.413
г. Москва	2304.145	3934.007	6415.534	0.12	0.121	0.118
Республика Карелия	0.253	0.242	5.179	0.079	0.05	0.212
Республика Коми	0.685	1.234	3.998	0.108	0.178	0.237
Архангельская область	22.089	22.884	41.637	0.734	0.607	0.652

## ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

19

Вологодская область	2.508	1.951	4.07	0.231	0.14	0.188
Калининградская область	4.534	5.913	7.257	0.679	0.644	0.381
Ленинградская область	11.66	16.601	26.15	0.611	0.663	0.615
Мурманская область	0.048	0.04	0.039	0.014	0.014	0.011
Новгородская область	3.431	5.23	10.273	0.622	0.697	0.781
Псковская область	3.061	2.578	2.047	0.486	0.383	0.272
г. Санкт-Петербург	1150.927	2743.222	6034.485	0.284	0.336	0.407
Республика Адыгея	0.043	0.037	0.035	0.076	0.055	0.048
Республика Калмыкия	0.041	0.035	0.032	0.267	0.212	0.16
Краснодарский край	24.805	42.081	78.579	0.249	0.304	0.275
Астраханская область	11.609	13.711	14.453	0.615	0.767	0.781
Волгоградская область	2.643	1.314	0.264	0.091	0.058	0.018
Ростовская область	34.521	49.317	67.456	0.232	0.255	0.197
Республика Дагестан	16.186	11.074	26.254	0.763	0.804	0.541
Республика Ингушетия	0.041	0.035	0.033	0.205	0.16	0.108
Кабардино-Балкарская Республика	2.316	4.606	5.662	0.508	0.586	0.456
Карачаево-Черкесская Республика	0.042	0.036	0.033	0.138	0.126	0.112
Республика Северная Осетия - Алания	0.045	0.038	0.036	0.036	0.036	0.031
Чеченская Республика	0.041	0.035	0.033	0.263	0.202	0.129
Ставропольский край	0.048	0.041	0.04	0.013	0.01	0.007
Республика Башкортостан	16.682	20.068	25.166	0.162	0.13	0.107
Республика Марий Эл	0.045	0.038	0.037	0.044	0.036	0.024
Республика Мордовия	6.54	11.903	19.157	0.817	0.725	0.65
Республика Татарстан	47.622	81.455	261.866	0.179	0.173	0.225
Удмуртская Республика	5.887	11.677	35.67	0.262	0.254	0.376
Чувашская Республика	16.388	17.393	22.625	0.69	0.592	0.356
Пермский край	59.635	105.258	150.129	0.295	0.448	0.363
Кировская область	0.694	0.041	0.04	0.086	0.011	0.008
Нижегородская область	356.293	409.947	569.755	0.657	0.596	0.567
Оренбургская область	8.879	3.642	5.336	0.309	0.148	0.141
Пензенская область	16.387	15.005	41.563	0.741	0.467	0.616
Самарская область	102.141	133.777	156.808	0.489	0.507	0.501
Саратовская область	47.392	49.843	94.334	0.712	0.709	0.628
Ульяновская область	6.533	18.636	35.529	0.461	0.741	0.785
Курганская область	0.253	0.04	3.906	0.078	0.018	0.302
Свердловская область	232.885	592.361	1062.763	0.32	0.477	0.522
Тюменская область	44.015	46.814	48.776	0.344	0.275	0.224
Челябинская область	126.056	241.501	432.767	0.701	0.709	0.644
Республика Алтай	0.044	0.039	0.037	0.066	0.024	0.022
Республика Бурятия	7.256	2.658	5.015	0.711	0.265	0.302
Республика Тыва	0.612	0.751	0.561	0.49	0.722	0.513
Республика Хакасия	0.043	0.037	0.035	0.081	0.071	0.045
Алтайский край	5.111	6.852	6.785	0.151	0.136	0.102
Забайкальский край	0.659	0.229	0.035	0.212	0.135	0.041
Красноярский край	33.851	94.745	184.217	0.323	0.55	0.587
Иркутская область	38.744	30.549	130.824	0.486	0.427	0.66
Кемеровская область	18.293	26.684	43.465	0.624	0.629	0.597

Новосибирская область	109.523	261.62	394.804	0.422	0.452	0.405
Омская область	25.345	20.193	33.751	0.54	0.402	0.351
Томская область	10.309	16.298	17.936	0.177	0.206	0.193
Республика Саха (Якутия)	1.825	0.244	1.378	0.199	0.046	0.109
Камчатский край	0.249	0.68	1.376	0.101	0.103	0.11
Приморский край	5.164	13.469	28.742	0.126	0.155	0.18
Хабаровский край	7.001	2.858	1.484	0.187	0.073	0.039
Амурская область	0.045	0.039	0.037	0.036	0.027	0.019
Магаданская область	4.955	9.253	8.047	0.812	0.678	0.801
Сахалинская область	1.119	0.651	2.765	0.467	0.223	0.4
Еврейская автономная область	0.039	0.034	0.032	0.385	0.305	0.14
Чукотский автономный округ	0.035	0.032	0.031	0.597	0.474	0.255

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю. (2014) : Моделирование производственного потенциала на основе концепции стохастической границы. Методология, результаты эмпирического анализа. – М.: Красанд, 2015. – 352 с.
2. Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю. Руденко В.А. (2012): Некоторые вопросы спецификации трехфакторных моделей производственного потенциала компании, учитывающих интеллектуальный капитал. Прикладная эконометрика, №3(27), стр.36-69.
3. Базовый доклад к обзору ОЭСР национальной инновационной системы РФ (2009): Минобрнауки, -192 с.
4. Голиченко О.Г., Балычева Ю.Е.(2012): Типичные модели инновационного поведения предприятий / Инновации № 2, – С.19-28.
5. Горизонты инновационной экономики в России. Право, институты, модели (2010): Ред. В.А.Макарова. – М.: ЛЕНАД, – 240 с.
6. Гурунян Т.В.(2011): Малые инновационные предприятия и бизнес- инкубаторы в вузах: опыт регионов Российской Федерации / Т.В. Гурунян // Философия образования. - № 6. - С. 39 - 46.
7. Ефимова И.Н. (2012): Научно-инновационный кластер как основа модернизации региональной системы образования, политики, экономики и бизнеса / И.Н. Ефимова // Aima mater. № 6. - С. 15-18.
8. Инновационная активность организаций (2013): Регионы России. Социально- экономические показатели - 2013г. [http://www.gks.ru/bgd/regl/b12\\_14p/lssWWW.exe/Stg/d03/22-15.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b12_14p/lssWWW.exe/Stg/d03/22-15.htm) (дата обращения: январь 2015).
9. Ицковиц Г. (2010) Тройная спираль. Университеты–предприятия–государство. Инновации в действии. URL: <http://courier-edu.ru/cour1112/0007.htm>.
10. Лапаев С.П. (2012): Методологические основы инновационного развития региона: монография / С.П. Лапаев. – Оренбург: ООО НПК «Университет». С. 166.
11. Ларина Е.О. (2012): Формы инновационных институциональных структур в регионах России / Е.О. Ларина // Современные исследования социальных проблем. № 1. - С. 283-298.
12. Макаров В.А., Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Бахтизин А.Р., Нанавян А.М. (2014): Оценка эффективности регионов РФ с учетом интеллектуального капитала, характеристик готовности к инновациям, уровня благосостояния и качества жизни населения. Экономика региона, № 4. с. 9-30.
13. Маковеева В.В. (2012): Сетевое взаимодействие - ключевой фактор развития интеграции образования, науки и бизнеса /В.В. Маковеева // Вестник Томского государственного университета. - № 354. - С. 163-166.
14. Организации, выполняющие научные исследования (2013) : Регионы России. Социально-экономические показатели - 2013г. [http://www.gks.ru/bgd/regl/b12\\_14p/lssWWW.exe/Stg/d03/22-15.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b12_14p/lssWWW.exe/Stg/d03/22-15.htm) (дата обращения: июнь 2015).
15. Полтерович В.М. (2010): Стратегия модернизации российской экономики. – М.: Алтейя. – 424 с.

16. Разработанные новые технологии (2013) : Регионы России. Социально- экономические показатели: [http://www.gks.ru/bgd/regl/b14\\_14p/lssWWW.exe/Stg/d03/21-13](http://www.gks.ru/bgd/regl/b14_14p/lssWWW.exe/Stg/d03/21-13) (дата обращения: июнь 2015).
17. Румянцев А.А. (2013): Основные свойства и проблемные поля научно-инновационного пространства региона//Пространственная экономика, № 2-С.103-118.
18. Симачев Ю.В. (2012): Партнерство бизнеса и науки в инновационной сфере / Ю.В. Симачев, И.Г. Дежина // Атомная стратегия XXI века. № 6. - С. 8-10.
19. Число предприятий региона (2013) : Регионы России. Социально- экономические показатели - 2013г.; [http://www.gks.ru/bgd/regl/b14\\_14p/lssWWW.exe/Stg/d02/12-01.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b14_14p/lssWWW.exe/Stg/d02/12-01.htm) (дата обращения: июнь 2015).
20. Щепина И.Н. (2011): Устойчивость инновационного поведения российских регионов / Инновации. – М., № 6 (152). – 78-84.
21. Battese, Coelli (1988): Prediction of Firm-level Technical Efficiencies with a Generalized Frontier Production Function and Panel Data// Journal of Econometrics. Vol. 38. P. 387-399.
22. Kumbhakar S., Lovell K. (2004): Stochastic Frontier Analysis. Cambridge U.P., p.86.