

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНОВ РОССИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ***Валентина Ивановна ПЕРОВА^{а*}, Ксения Владимировна ЗАЙЦЕВА^б**

^а кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического моделирования экономических процессов, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Российская Федерация
perova_vi@mail.ru

^б студентка магистратуры института экономики и предпринимательства, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Российская Федерация
mmer@jee.unn.ru

* Ответственный автор

История статьи:

Принята 17.01.2017

Принята в доработанном виде
15.02.2017

Одобрена 20.04.2017

Доступна онлайн 29.05.2017

УДК 330.322:519.86

JEL: C45, O30, R11

<https://doi.org/10.24891/ea.16.5.887>**Аннотация**

Предмет. Переход на инновационный путь развития – одна из актуальных задач российской экономической системы. Внедрение передовых технологий связано с уровнем инновационного развития регионов Российской Федерации. Особую значимость в статистике инноваций имеют показатели затрат на технологические инновации ввиду их экономической важности.

Цели. Проведение исследования динамики инновационной деятельности регионов Российской Федерации с помощью нейронных сетей. В связи с этим рассмотрены и проанализированы данные Федеральной службы государственной статистики о состоянии регионов России в сфере инноваций.

Методология. Показатели, характеризующие динамику инновационной деятельности регионов Российской Федерации за 2012–2015 гг. – численность используемых передовых производственных технологий, прирост высокопроизводительных рабочих мест, затраты на технологические инновации организаций, объем инновационных товаров, работ, услуг – исследованы с помощью нейросетевого моделирования. Нейросетевое моделирование проведено на основе нейронных сетей, которые обучаются без учителя, – самоорганизующихся карт Кохонена, реализованных в программном пакете Viscovery SOMine.

Результаты. Исследование определило характер динамики инновационных показателей регионов России и продемонстрировало неравномерность их инновационного развития. Регионы распределились на четыре кластера (группы). Во всех кластерах за рассматриваемый период сформировались ядра с неизменным составом регионов. Наибольшее количество регионов вошло в состав ядра кластера со значительно более низкими показателями инновационной деятельности по сравнению со средними значениями по России.

Выводы. Результаты исследования имеют практическую значимость для формирования и реализации инновационной политики регионов России. Анализ динамики инновационной деятельности позволяет сделать вывод о необходимости принятия комплекса мер для стимулирования инновационных процессов в целом по стране, особенно в инновационно слабо развитых регионах.

Ключевые слова: динамика инновационной деятельности, кластерный анализ, нейронные сети, самоорганизующиеся карты Кохонена, Viscovery SOMine

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2017

Введение

Важной задачей реальной экономической политики является обеспечение устойчивого экономического роста регионов и страны в целом. Стратегические ориентиры и главные направления развития экономики Российской Федерации определены распоряжением Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской

Федерации на период до 2020 года». В качестве основной движущей силы экономического роста в процессе модернизации российской социально-экономической системы выступают инновации.

Этой теме посвятили свои работы Г.Б. Клейнер с соавторами [1], В.Л. Макаров [2], Б.З. Мильнер [3], Г.Г. Елецких [4], Е.Ю. Трифонова и Ю.В. Приказчикова [5], М.Ю. Малкина и Р.В. Балакин¹, П.Б. Болдыревский, Л.А. Кистанова

* Статья предоставлена Информационным центром Издательского дома ФИНАНСЫ и КРЕДИТ при Национальном исследовательском Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского.

¹ Малкина М.Ю., Балакин Р.В. Макроэкономический анализ и моделирование поступлений налога на доходы физических лиц для регионов Российской Федерации // *Экономический анализ: теория и практика*. 2014. № 25. С. 33–43.

[6], Л.А. Чалдаева [7], А.Б. Бедный, Б.И. Бедный, А.О. Грудзинский, Ю.О. Плехова [8], А.Д. Шматко [9], Ч.А. Мисбахова [10], М.Л. Горбунова, С.С. Кудрявцева [12], Д.В. Дементьев², С.В. Березнев, М.А. Барышев, М.К. Куманеева³.

Инновационный путь развития является эффективным средством реструктуризации производства, формирования рынка высоких технологий, повышения численности высокопроизводительных рабочих мест.

При внедрении передовых технологий в регионах Российской Федерации особую значимость имеют затраты на технологические инновации ввиду их экономической важности.

Использование современных разработок, последних достижений науки, информационных и ресурсосберегающих технологий способствует повышению конкурентоспособности регионов. Поэтому необходимо исследование динамики инновационной деятельности субъектов Федерации для оценки состояния и поиска путей увеличения их инновационной активности.

Нами проведено исследование динамики инновационной деятельности регионов Российской Федерации с помощью нейронных сетей.

В качестве базы исследования были взяты данные за 2012–2015 гг., размещенные на официальном сайте Федеральной службы государственной статистики, по следующим показателям:

- численность используемых передовых производственных технологий, ед.;
- прирост высокопроизводительных рабочих мест, ед.;
- затраты на технологические инновации организаций, млн руб.;
- объем инновационных товаров, работ, услуг, млн руб.

Нейронные сети относятся к перспективным информационным технологиям исследования многомерных статистических данных.

Этой теме посвятили свои работы многие отечественные и зарубежные исследователи.

² Дементьев Д.В. Бюджетная система Российской Федерации. М.: КноРус, 2016. 332 с.

³ Березнев С.В., Барышев М.А., Куманеева М.К. Инновации: измерение и оценка политики инновационного развития на примере Кемеровской области // Региональная экономика: теория и практика. 2014. № 1. С. 11–17.

Среди них С.В. Аксенов, В.Б. Новосельцев, А.А. Ежов, С.А. Шумский, В.С. Овсянников, М.Т. Джонс, А.В. Шаламов, П.Г. Мазеин, В.И. Ширяев, P.Tavan, H. Grubmüller, H. Kühnel и др.⁴ [13–24].

Среди нейронных сетей отметим два класса: нейронные сети, обучаемые с учителем, и нейронные сети, обучаемые без учителя⁵ [25, 26].

Нейронные сети, обучаемые с учителем, являются средством, выявляющим взаимосвязи между входами и выходами нейросети, которые могут быть переведены в математические уравнения для принятия решений в будущем.

Нейронные сети, обучаемые без учителя, применяются для решения задач кластеризации и наглядного представления данных большой размерности. К этому классу нейронных сетей относятся самоорганизующиеся карты Кохонена⁶ [26].

Особенность таких карт заключается в том, что при их построении в обучающих данных необходимы значения только входных переменных. При этом с помощью самоорганизующихся карт можно решать задачи кластеризации, снижения размерности данных, а также визуализации, то есть нелинейного проецирования многомерного пространства входных данных на топологическую карту, нейроны которой образуют двумерную решетку.

В настоящее время для реализации нейросетевых концепций применяются специализированные программные пакеты, такие как MATLAB, STATISTICA, Deductor, Viscovery SOMine и др. Для проведения нашего исследования были применены самоорганизующиеся карты Кохонена, реализованные в программном приложении Viscovery SOMine.

Некоторые сведения о терминологии

В настоящей работе используется трактовка определений, которая дана Федеральной службой государственной статистики и приведена в

⁴ Кузнецов Ю.А., Перова В.И., Воробьева Е.В. Нейросетевое моделирование финансово-экономической деятельности крупнейших компаний Поволжья // Экономический анализ: теория и практика. 2011. № 35. С. 25–36; Кузнецов Ю.А., Перова В.И., Эйвазова Э.Н. Нейросетевое моделирование динамики инновационного развития регионов Российской Федерации // Региональная экономика: теория и практика. 2014. № 4. С. 18–28.

⁵ Перова В.И. Нейронные сети. Нижний Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2012. Ч. 1. 155 с.; Ч. 2. 111 с.; Перова В.И. Нейронные сети в экономических приложениях. Нижний Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2012. Ч. 1. 130 с.; Ч. 2. 135 с.

⁶ Там же.

информационном справочнике Института проблем развития науки РАН⁷.

Инновационная деятельность – вид деятельности, связанный с трансформацией идей (обычно результатов научных исследований и разработок либо иных научно-технических достижений) в технологически новые или усовершенствованные продукты или услуги, внедренные на рынке, в новые или усовершенствованные технологические процессы или способы производства (передачи) услуг, использованные в практической деятельности.

Под *передовыми производственными технологиями* понимаются технологии и технологические процессы (включая необходимое для их реализации оборудование), управляемые с помощью компьютера или основанные на микроэлектронике и используемые при проектировании, производстве или обработке продукции (товаров и услуг).

Типичные применения включают автоматизированное конструирование и проектирование, гибкие производственные центры, роботы, автоматически управляемые транспортные средства, системы автоматизированного хранения и поиска.

К *высокопроизводительным рабочим местам* относятся все замещенные рабочие места предприятия (организации), на котором среднемесячная заработная плата работников (для индивидуальных предпринимателей – средняя выручка) равна или превышает установленную величину (пороговое значение).

В качестве критерия для отбора организаций, имеющих высокопроизводительные рабочие места, устанавливается пороговое значение среднемесячной заработной платы работников на одно замещенное рабочее место, дифференцированное по типам предприятий и субъектам Российской Федерации.

В качестве критерия для отбора индивидуальных предпринимателей, также имеющих высокопроизводительные рабочие места, устанавливается показатель среднемесячной выручки в расчете на одно замещенное рабочее место.

Технологические инновации представляют собой конечный результат инновационной деятельности,

получивший воплощение в виде нового либо усовершенствованного продукта или услуги, внедренных на рынке, нового либо усовершенствованного процесса или способа производства (передачи) услуг, используемых в практической деятельности. Технологическими инновациями могут быть как те продукты, процессы, услуги и методы, которые организация разрабатывает впервые, так и те, которые перенимаются ею у других организаций.

Затраты на технологические инновации – выраженные в денежной форме фактические расходы, связанные с осуществлением различных видов инновационной деятельности, выполняемой в масштабе организации (отрасли, региона, страны). В составе затрат на технологические инновации учитываются текущие и капитальные затраты.

Инновационные товары, работы, услуги – товары, работы, услуги, новые или подвергавшиеся в течение последних трех лет разной степени технологическим изменениям.

Анализ результатов нейросетевого моделирования динамики инновационной деятельности регионов России

Социально-экономические показатели динамики инновационной деятельности регионов Российской Федерации были проанализированы за 2012–2015 гг. с учетом инфляции⁸:

- X1 – численность используемых передовых производственных технологий, ед.;
- X2 – прирост высокопроизводительных рабочих мест, ед.;
- X3 – затраты на технологические инновации организаций, млн руб.;
- X4 – объем инновационных товаров, работ, услуг, млн руб.

Результатом нейросетевого моделирования с применением программного пакета Viscovery SOMine стало распределение 73 регионов России по четырем кластерам во всем рассматриваемом периоде.

В исследование не включены 12 субъектов Федерации (Ненецкий автономный округ, Архангельская область, Республика Ингушетия, Кабардино-Балкарская Республика, Республика Северная Осетия – Алания, Чеченская Республика,

⁷ Информационный справочник: источники и показатели, характеризующие деятельность научных организаций / составитель Н.И. Пашинцева. М.: Институт проблем развития науки РАН, 2015. 474 с.

⁸ Калькулятор инфляции. URL: <http://planetcalc.ru>

Тюменская область, Республика Алтай, Республика Тыва, Чукотский автономный округ, Республика Крым, Севастополь) в связи с отсутствием данных по показателям $X1-X4$.

Ненецкий автономный округ и Архангельская область рассматриваются отдельно, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа – без Тюменской области.

В кластер № 1 вошли регионы с низкими значениями показателей инновационного потенциала. Кластер № 2 характеризуется средними значениями рассматриваемых показателей, а кластер № 3 – их высокими значениями. Кластер № 4 составил регион с самыми высокими показателями. Это – Москва.

Динамика количества регионов Российской Федерации по кластерам за 2012–2015 гг. представлена на *рис. 1*.

Как видно, наблюдается сильная вариация количества регионов по кластерам. Наибольшее количество регионов составило кластер № 1, а наименьшее – кластер № 4.

В каждом из четырех кластеров в течение рассматриваемого периода есть ядро с неизменным составом определенных регионов [27–30].

Так, ядро кластера № 1 состоит из 39 субъектов Федерации:

- Алтайский край;
- Амурская область;
- Астраханская область;
- Белгородская область;
- Еврейская автономная область;
- Забайкальский край;
- Ивановская область;
- Калининградская область;
- Камчатский край;
- Карачаево-Черкесская Республика;
- Костромская область;
- Краснодарский край;
- Курганская область;

- Курская область;
- Магаданская область;
- Мурманская область;
- Новгородская область;
- Оренбургская область;
- Орловская область;
- Пензенская область;
- Псковская область;
- Республика Адыгея;
- Республика Бурятия;
- Республика Дагестан;
- Республика Калмыкия;
- Республика Карелия;
- Республика Коми;
- Республика Марий Эл;
- Республика Мордовия;
- Республика Саха (Якутия);
- Республика Хакасия;
- Рязанская область;
- Смоленская область;
- Ставропольский край;
- Тамбовская область;
- Томская область;
- Удмуртская Республика;
- Ульяновская область;
- Ямало-Ненецкий автономный округ.

В ядро кластера № 2 входит 1 регион – Сахалинская область.

Ядро кластера № 3 составляют Московская и Нижегородская области.

Кластер № 4 в течение рассматриваемого периода неизменно составляет Москва.

Динамика перехода регионов из кластера в кластер за рассматриваемый период представлена в *табл. 1*.

Статистика средних значений исследуемых показателей российских регионов по кластерам и общих средних показателей по Российской Федерации за 2012–2015 гг. представлена в *табл. 2*.

Наглядное представление о динамике средних значений рассматриваемых показателей за 2012–2015 гг. дают *рис. 2–5*.

Анализ данных, представленных в *табл. 1* и на *рис. 2*, показывает, что значение численности используемых передовых производственных технологий в кластере № 4 превышает значения данного показателя в кластерах № 1–3, а также общее среднее значение по Российской Федерации в 3–7 раз. Значение этого показателя в кластере № 1 ниже общего среднего по России более чем на 30%.

В регионах кластера № 3 за 2012–2014 гг. и регионах кластера № 4 с 2014 по 2015 г. имеет место рост затрат на технологические инновации организаций. Затраты на технологические инновации принимают максимальное значение в регионах кластера № 4 в 2012 г., а минимальное – в регионах кластера № 1 в 2015 г. (*рис. 4*).

Анализ данных, представленных на *рис. 5*, показывает, что в регионах кластеров № 1–3 с 2014 по 2015 г. наблюдается спад объема инновационных товаров, работ, услуг, а в регионах кластера № 4 – значительный рост этого показателя, что находится в соответствии с затратами на технологические инновации организаций (*рис. 4*).

Отметим, что значения показателей затрат на технологические инновации и объема инновационных товаров, работ, услуг в

рассматриваемом периоде в кластере № 4 больше в 9–17 раз, а в кластере № 1 – меньше на 40–75%, чем общие средние значения этих показателей по Российской Федерации.

Заключение

Проведенное исследование позволило определить характер динамики инновационной деятельности регионов Российской Федерации. Полученные результаты показали неравномерный характер развития инновационной деятельности субъектов Федерации.

При этом необходимо отметить некоторые сдерживающие факторы, которые играют в этом заметную роль:

- затраты на технологические инновации связаны с большими рисками;
- недостаточность коммерциализации научных разработок;
- слабое взаимодействие между реальным сектором экономики и научными организациями.

Успешная модернизация экономики России возможна при реализации и ряда комплексных мер, которые будут способствовать повышению затрат на технологические инновации организаций, заинтересованности реального сектора экономики в научных разработках, увеличению численности использования передовых производственных технологий, росту количества высокопроизводительных рабочих мест. Это приведет к стимулированию инновационной деятельности как в инновационно развитых регионах, так и в регионах с наименьшей инновационной активностью.

Таблица 1

Динамика перемещения регионов Российской Федерации по кластерам за 2012–2015 гг.

Table 1

Trends in the movement of Russian regions by cluster for 2012–2015

Субъект Федерации	2012	2013	2014	2015
Алтайский край	1	1	1	1
Амурская область	1	1	1	1
Астраханская область	1	1	1	1
Белгородская область	1	1	1	1
Брянская область	1	1	1	2
Владимирская область	1	1	1	2
Волгоградская область	1	1	2	2
Вологодская область	1	1	1	2
Воронежская область	1	1	1	2
Москва	4	4	4	4
Санкт-Петербург	2	3	3	3
Еврейская автономная область	1	1	1	1
Забайкальский край	1	1	1	1
Ивановская область	1	1	1	1
Иркутская область	1	1	1	2
Калининградская область	1	1	1	1
Калужская область	1	1	1	2
Камчатский край	1	1	1	1
Карачаево-Черкесская Республика	1	1	1	1
Кемеровская область	1	1	1	2
Кировская область	1	1	1	2
Костромская область	1	1	1	1
Краснодарский край	1	1	1	1
Красноярский край	1	2	2	2
Курганская область	1	1	1	1
Курская область	1	1	1	1
Ленинградская область	1	2	1	1
Липецкая область	1	1	1	2
Магаданская область	1	1	1	1
Московская область	3	3	3	3
Мурманская область	1	1	1	1
Нижегородская область	3	3	3	3
Новгородская область	1	1	1	1
Новосибирская область	1	1	1	2
Омская область	1	1	1	2
Оренбургская область	1	1	1	1
Орловская область	1	1	1	1
Пензенская область	1	1	1	1
Пермский край	1	2	2	2
Приморский край	1	1	1	2
Псковская область	1	1	1	1
Республика Адыгея	1	1	1	1
Республика Башкортостан	1	2	2	3
Республика Бурятия	1	1	1	1
Республика Дагестан	1	1	1	1
Республика Калмыкия	1	1	1	1
Республика Карелия	1	1	1	1
Республика Коми	1	1	1	1
Республика Марий Эл	1	1	1	1
Республика Мордовия	1	1	1	1
Республика Саха (Якутия)	1	1	1	1
Республика Татарстан	2	3	3	3
Республика Хакасия	1	1	1	1
Ростовская область	1	1	1	2
Рязанская область	1	1	1	1
Самарская область	2	3	2	3
Саратовская область	1	1	1	2
Сахалинская область	2	2	2	2
Свердловская область	3	3	2	3

Смоленская область	1	1	1	1
Ставропольский край	1	1	1	1
Тамбовская область	1	1	1	1
Тверская область	1	1	1	2
Томская область	1	1	1	1
Тульская область	1	1	1	2
Удмуртская Республика	1	1	1	1
Ульяновская область	1	1	1	1
Хабаровский край	1	1	1	2
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра	1	2	2	2
Челябинская область	1	2	2	2
Чувашская Республика	1	1	1	2
Ямало-Ненецкий автономный округ	1	1	1	1
Ярославская область	1	1	1	2

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2

Статистика средних значений исследуемых показателей российских регионов по кластерам и общих средних показателей по Российской Федерации за 2012–2015 гг.

Table 2

Statistics of average values of reviewed indicators of Russian regions by cluster and total average indicator of the Russian Federation for 2012–2015

Номер кластера	X1, ед.	X2, ед.	X3, млн руб.	X4, млн руб.
2012				
1	1 769	16 943	8 445	19 585
2	4 714	36 725	6 4728	374 700
3	12 035	81 533	6 8487	185 930
4	17 948	304 100	250 600	701 100
Среднее по РФ	2 574	24 615	17 314	55 216
2013				
1	1 645	6 334	6 219	14 973
2	3 311	13 929	5 8986	139 358
3	9 199	50 483	83 573	284 233
4	14 830	330 000	179 000	913 200
Среднее по РФ	2 607	15 125	20 005	61 336
2014				
1	1 708	7 103	5 808	18 567
2	4 589	8 733	58 958	153 105
3	10 637	83 225	100 570	318 950
4	9 199	50 483	83 573	284 233
Среднее по РФ	2 744	10 686	20 509	60 801
2015				
1	1 356	–8 968	2 780	9 151
2	2 857	–28 264	18 232	41 629
3	9 832	–52 229	62 481	219 771
4	18 838	–149 300	190 300	851 600
Среднее по РФ	2 923	–21 647	16 366	52 009

Источник: авторская разработка

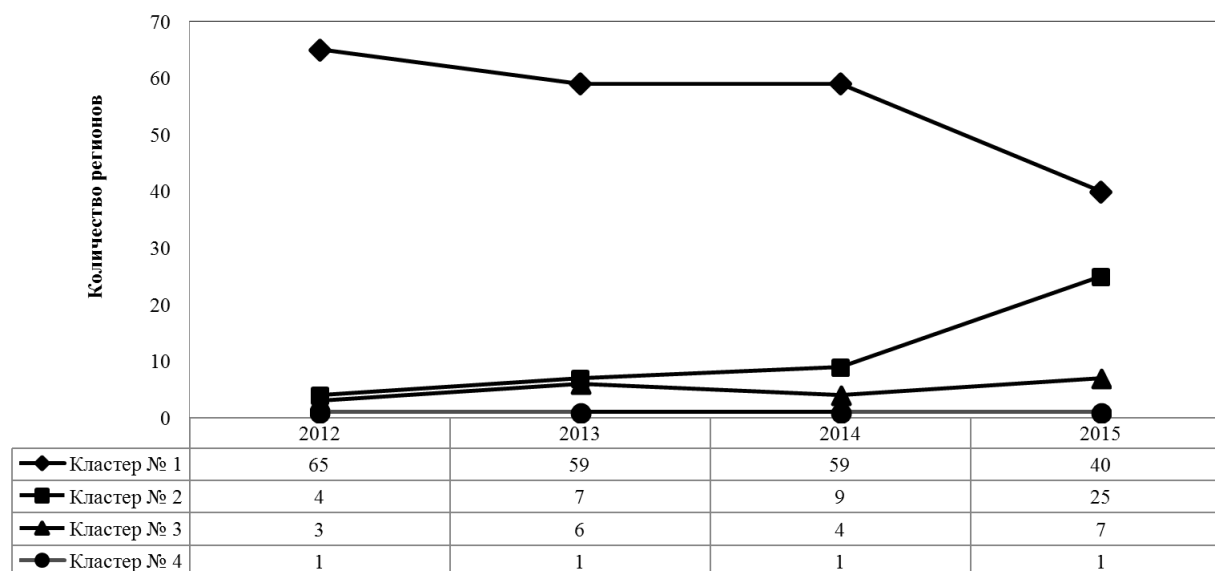
Source: Authoring

Рисунок 1

Динамика количества регионов Российской Федерации по кластерам за 2012–2015 гг.

Figure 1

Trends in the number of Russian regions by cluster for 2012–2015



Источник: авторская разработка

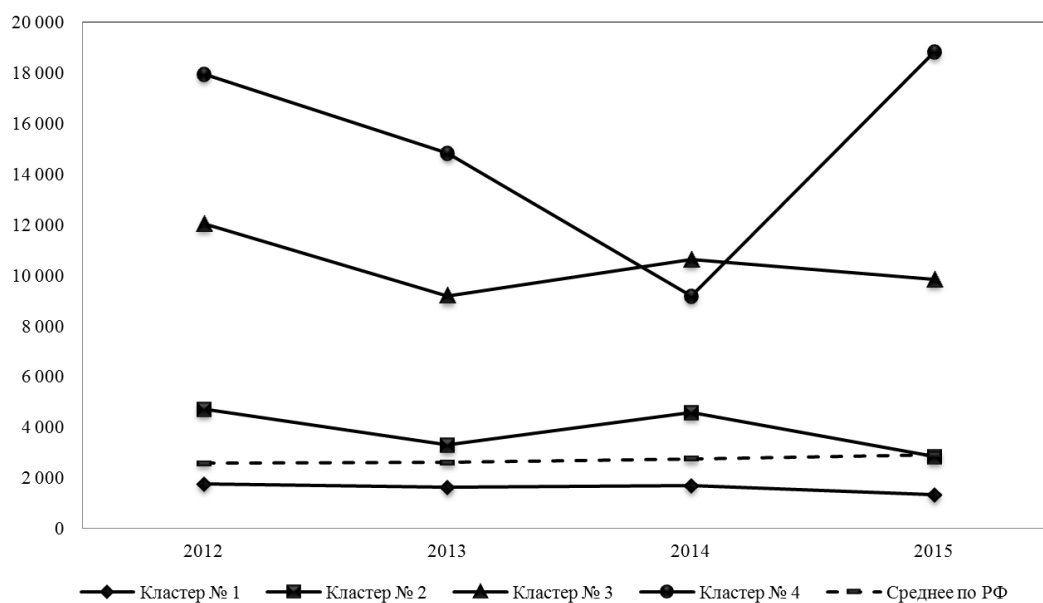
Source: Authoring

Рисунок 2

Динамика средних значений показателя численности используемых передовых производственных технологий за 2012–2015 гг., ед.

Figure 2

Trends in average values of the number of used advanced manufacturing technologies for 2012–2015, unit



Источник: авторская разработка

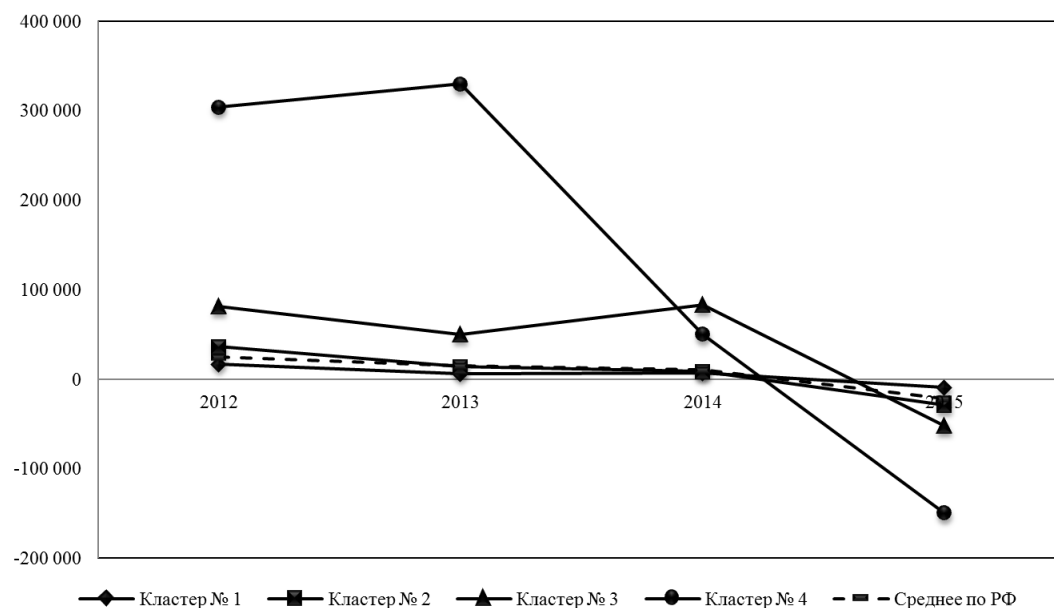
Source: Authoring

Рисунок 3

Динамика средних значений показателя прироста высокопроизводительных рабочих мест за 2012–2015 гг., ед.

Figure 3

Trends in average values of the increase in highly-productive working places for 2012–2015, unit



Источник: авторская разработка

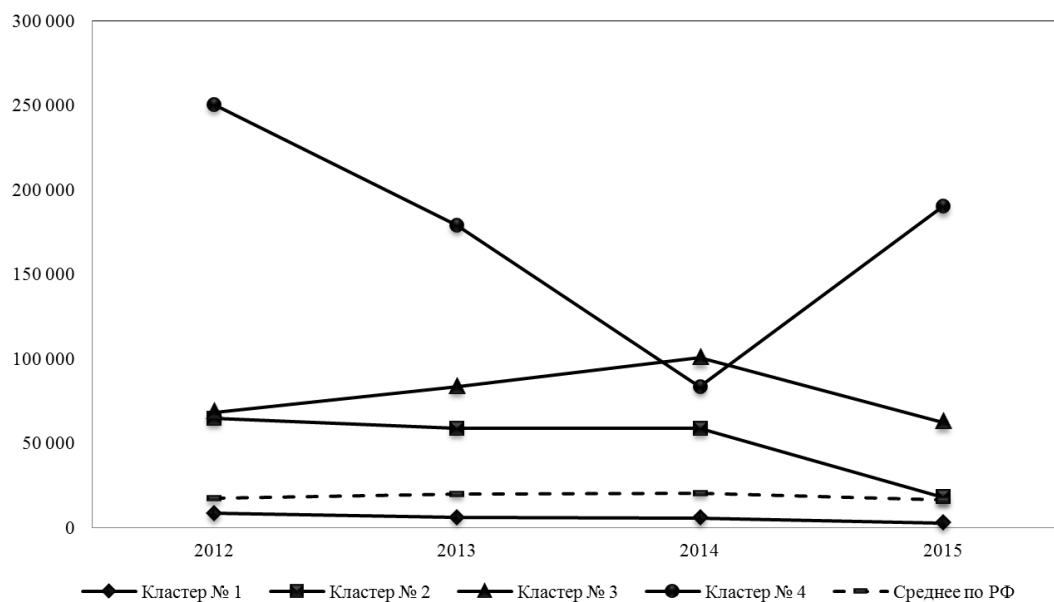
Source: Authoring

Рисунок 4

Динамика средних значений показателя затрат на технологические инновации организаций за 2012–2015 гг., млн руб.

Figure 4

Trends in average values of the cost of technological innovation of organizations for 2012–2015, million RUB



Источник: авторская разработка

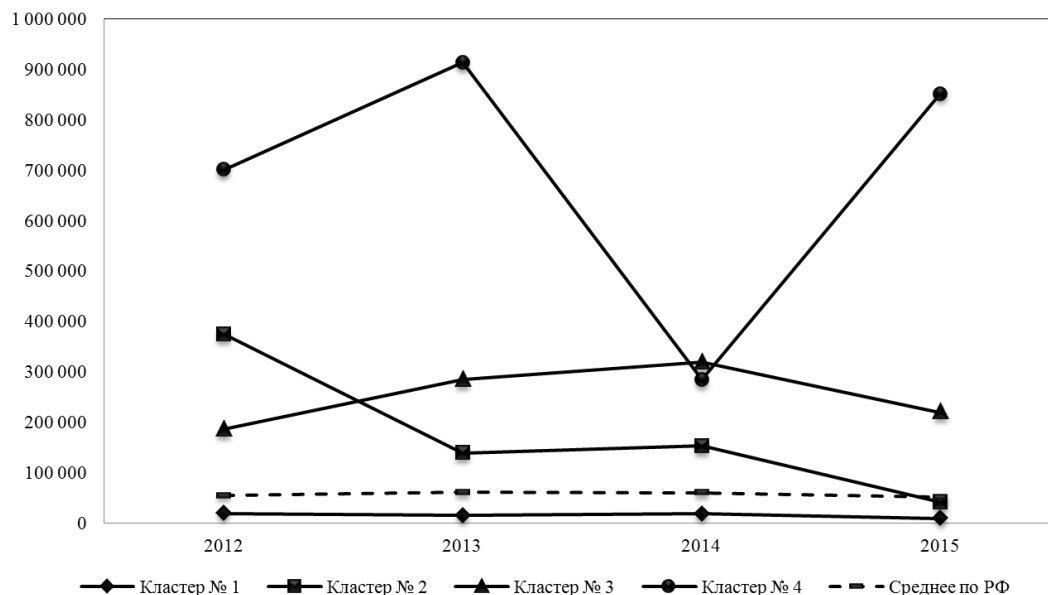
Source: Authoring

Рисунок 5

Динамика средних значений показателя объема инновационных товаров, работ, услуг за 2012–2015 гг., млн руб.

Figure 5

Trends in average values of the volume of innovative products, works and services for 2012–2015, million RUB



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Клейнер Г.Б., Мишуков С.С., Ерзкян Б.А. и др. Инновационное развитие региона: потенциал, институты, механизмы: монография. Иваново: Ивановский государственный университет, 2011. 198 с.
2. Макаров В.Л. Обзор математических моделей экономики с инновациями // Экономика и математические методы. 2009. Т. 45. № 1. С. 3–14.
3. Инновационное развитие: экономика, интеллектуальные ресурсы, управление знаниями / под общ. ред. Б.З. Мильнера. М.: ИНФРА-М, 2013. 624 с.
4. Елецких Г.Г. Технологические инновации как фактор повышения конкурентоспособности фирмы и основа развития современного предпринимательства в России // Вопросы инновационной экономики. 2012. № 1. С. 3–10.
5. Трифонова Е.Ю., Приказчикова Ю.В. Оценка уровня инновационного развития экономики России // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2011. № 5. Ч. 2. С. 215–221.
6. Болдыревский П.Б., Кистанова Л.А. Оценка эффективности инновационной деятельности промышленных предприятий // Актуальные вопросы науки. 2014. № 12. С. 65–69.
7. Чалдаева Л.А. Финансово-экономические стимулы инновационной экономики // Вестник МГТА. 2009. № 3-4. С. 120–132.
8. Бедный А.Б., Бедный Б.И., Грудзинский А.О., Плехова Ю.О. Роль и структура инновационного предпринимательского образования в исследовательском университете // Университетское управление: практика и анализ. 2012. № 3. С. 56–63.

9. Ситникова И.С., Романова М.С., Шматко А.Д. Развитие малых инновационных предприятий в академических институтах в условиях формирования технологических платформ // Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность. 2014. № 8. С. 35–42.
10. Мисбахова Ч.А. Эконометрическое моделирование институтов развития инноваций на мезоуровне // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Сер.: Социальные науки. 2016. № 3. С. 48–56.
11. Горбунова М.Л., Елизарова Н.К. Анализ результатов функционирования региональной инновационной системы Нижегородской области // Вестник Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского. 2012. № 2. Ч. 2. С. 42–46.
12. Кудрявцева С.С. Сравнительный анализ инновационного развития стран Евросоюза и России (по методологии европейского инновационного табло) – проблемы стран сырьевой экономики // Вестник Казанского технологического университета. 2012. № 19. С. 204–208.
13. Аксенов С.В., Новосельцев В.Б. Организация и использование нейронных сетей (методы и технологии) / под ред. В.Б. Новосельцева. Томск: НТЛ, 2006. 128 с.
14. Sinha S., Singh T.N., Singh V.K., Verma A.K. Epoch Determination for Neural Network by Self-Organized Map (SOM). *Computational Geosciences*, 2010, vol. 14, iss. 1, pp. 199–206. doi: 10.1007/s10596-009-9143-0
15. Peng Lifang, Lai Lingling. A Service Innovation Evaluation Framework for Tourism E-Commerce in China Based on BP Neural Network. *Electronic Markets*, 2014, vol. 24, iss. 1, pp. 37–46. doi: 10.1007/s12525-013-0148-0
16. Ежов А.А., Шумский С.А. Нейрокомпьютинг и его применение в экономике и бизнесе. М.: МИФИ, 1998. 224 с.
17. Овсянников В.С. К вопросу управления инновационными проектами с использованием нейронных сетей // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2013. № 3. С. 86–87.
18. Джонс М.Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях. М.: ДМК Пресс, 2011. 312 с.
19. Шаламов А.В., Мазеин П.Г. Нейронные сети как новый подход к управлению технологическим оборудованием // Известия Челябинского научного центра Уральского отделения Российской академии наук. 2003. Вып. 1. С. 60–64.
20. Schmidhuber J. Deep Learning in Neural Networks: An Overview. *Neural Networks*, 2015, vol. 61, pp. 85–117. doi: 10.1016/j.neunet.2014.09.003
21. Лазарев В.М., Свиридов А.П. Нейросети и нейрокомпьютеры: монография. М.: Академия, 2011. 131 с.
22. Илларионов М.Г., Кирпичников А.П., Латыпова Р.Р. Прогнозирование на основе аппарата нейронных сетей // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 1. С. 163–164.
23. Ширяев В.И. Финансовые рынки: Нейронные сети, хаос и нелинейная динамика. М.: ЛИБРОКОМ, 2016. 232 с.
24. Tavan P., Grubmüller H., Kühnel H. Self-Organization of Associative Memory and Pattern Classification: Recurrent Signal Processing on Topological Feature Maps. *Biological Cybernetics*, 1990, vol. 64, iss. 2, pp. 95–105. doi: 10.1007/BF02331338
25. Калан Р. Основные концепции нейронных сетей. М.: Вильямс, 2001. 287 с.
26. Дебок Г., Кохонен Т. Анализ финансовых данных с помощью самоорганизующихся карт. М.: Альпина, 2001. 317 с.

27. Образовательная геодемография России: монография / под ред. М.П. Карпенко. М.: Современный гуманитарный университет, 2011. 224 с.
28. Матраева Л.В. Распределение прямых иностранных инвестиций в регионы Российской Федерации: монография. М.: Дашков и К, 2013. 192 с.
29. Матраева Л.В. Методология статистического анализа инвестиционной привлекательности регионов РФ для иностранных инвесторов: монография. М.: Дашков и К, 2013. 312 с.
30. Ильишев А.М., Багирова А.П. Введение в репродуктивистику: становление науки о воспроизводстве человека: монография. М.: Финансы и статистика, 2014. 304 с.

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

RESEARCHING THE TRENDS IN INNOVATION ACTIVITY OF RUSSIAN REGIONS
USING THE NEURAL SIMULATIONValentina I. PEROVA^{a,*}, Kseniya V. ZAITSEVA^b^a National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod,
Nizhny Novgorod, Russian Federation
perova_vi@mail.ru^b National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod,
Nizhny Novgorod, Russian Federation
mmep@iee.unn.ru

* Corresponding author

Article history:

Received 17 January 2017

Received in revised form

15 February 2017

Accepted 20 April 2017

Available online 29 May 2017

JEL classification: C45, O30, R1
<https://doi.org/10.24891/ea.16.5.887>**Keywords:** innovation activity,
cluster analysis, neural networks,
Kohonen self-organizing map,
Viscovery SOMine**Abstract****Importance** The introduction of advanced technologies is associated with the level of innovative development of regions of the Russian Federation. Expenditures in technological innovation are of particular importance in the statistics of innovation in view of economic importance of the latter.**Objectives** The paper aims to study trends in innovation activity of Russian regions using neural networks.**Methods** We apply neural simulation on the basis of neural networks that are trained without a teacher, namely, Kohonen self-organizing maps realized in the Viscovery SOMine software package.**Results** The research identified the nature of changes in innovative indicators of Russian regions and showed their innovative development disparity. The regions were distributed in four clusters (groups) by the level of this activity. Cores with invariable composition of regions were formed in all clusters during the period under investigation. Most of the regions are included in the core of cluster with significantly lower rates of innovation activity as compared to the average values across Russia.**Conclusions and Relevance** The results of the research have practical importance for formation and implementation of innovation policy of Russian regions. The analysis of trends in innovation activity leads to conclusion that it is necessary to adopt a set of measures to boost innovative processes countrywide, especially in regions with underdeveloped innovation.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2017

Acknowledgments

The article was supported by the Publishing house FINANCE and CREDIT's Information center at the National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod.

References

1. Kleiner G.B., Mishurov S.S., Erznkyan B.A. et al. *Innovatsionnoe razvitie regiona: potentsial, instituty, mekhanizmy: monografiya* [Innovative development of the region: Capacity, institutions, mechanisms: a monograph]. Ivanovo, ISU Publ., 2011, 198 p.
2. Makarov V.L. [Overview of mathematical models of innovation economy]. *Ekonomika i matematicheskie metody = Economics and Mathematical Methods*, 2009, vol. 45, no. 1, pp. 3–14. (In Russ.)
3. *Innovatsionnoe razvitie: ekonomika, intellektual'nye resursy, upravlenie znaniyami* [Innovative development: economy, intellectual resources, knowledge management]. Moscow, INFRA-M Publ., 2013, 624 p.
4. Eletsikh G.G. [Technological innovation as a factor in increasing the competitiveness of firms and a foundation of modern business development in Russia]. *Voprosy innovatsionnoi ekonomiki = Russian Journal of Innovation Economics*, 2012, no. 1, pp. 3–10. (In Russ.)
5. Trifonova E.Yu., Prikazchikova Yu.V. [Evaluation of innovative development of Russian economy]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo = Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod*, 2011, no. 5, part 2, pp. 215–221. (In Russ.)
6. Boldyrevskii P.B., Kistanova L.A. [Evaluating the effectiveness of innovative activity of industrial enterprises]. *Aktual'nye voprosy nauki = Topical Issues of Science*, 2014, no. 12, pp. 65–69. (In Russ.)

7. Chaldaeva L.A. [Financial and economic incentives for innovation-driven economy]. *Vestnik MGTA = Bulletin of Moscow Academy of Humanities and Technology*, 2009, no. 3-4, pp. 120–132. (In Russ.)
8. Bednyi A.B., Bednyi B.I., Grudzinskii A.O., Plekhova Yu.O. [The role and structure of innovative entrepreneurial education in research university]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz = University Management: Practice and Analysis*, 2012, no. 3, pp. 56–63. (In Russ.)
9. Sitnikova I.S., Romanova M.S., Shmatko A.D. [Development of small innovative enterprises in academic institutions in conditions of technological platforms formation]. *Intellektual'naya sobstvennost'. Promyshlennaya sobstvennost' = Intellectual Property. Industrial Property*, 2014, no. 8, pp. 35–42. (In Russ.)
10. Misbakhova Ch.A. [Econometric modeling of institutions for innovation development at mesolevel]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. Ser.: Sotsial'nye nauki = Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod. Social Sciences*, 2016, no. 3, pp. 48–56. (In Russ.)
11. Gorbunova M.L., Elizarova N.K. [Analysis of results of regional innovation system functioning in the Nizhny Novgorod oblast]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo = Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod*, 2012, no. 2, part 2, pp. 42–46. (In Russ.)
12. Kudryavtseva S.S. [A comparative analysis of innovative development of European Union countries and Russia (under the European innovation scoreboard methodology) – problems of raw economies]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta = Herald of Kazan Technological University*, 2012, no. 19, pp. 204–208. (In Russ.)
13. Aksenov S.V., Novosel'tsev V.B. *Organizatsiya i ispol'zovanie neironnykh setei (metody i tekhnologii)* [Organization and use of neural networks (methods and technologies)]. Tomsk, NTL Publ., 2006, 128 p.
14. Sinha S., Singh T.N., Singh V.K., Verma A.K. Epoch Determination for Neural Network by Self-Organized Map (SOM). *Computational Geosciences*, 2010, vol. 14, iss. 1, pp. 199–206. doi: 10.1007/s10596-009-9143-0
15. Peng Lifang, Lai Lingling. A Service Innovation Evaluation Framework for Tourism E-Commerce in China Based on BP Neural Network. *Electronic Markets*, 2014, vol. 24, iss. 1, pp. 37–46. doi: 10.1007/s12525-013-0148-0
16. Ezhov A.A., Shumskii S.A. *Neirokomp'yuting i ego primeneniye v ekonomike i biznese* [Neurocomputing and its application in economics and business]. Moscow, MEPhI Publ., 1998, 224 p.
17. Ovsyannikov V.S. [On management of innovative projects using neural networks]. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Vestnik of Kuzbass State Technical University*, 2013, no. 3, pp. 86–87. (In Russ.)
18. Jones M.T. *Programmirovaniye iskusstvennogo intellekta v prilozheniyakh* [AI Application Programming]. Moscow, DMK Press Publ., 2011, 312 p.
19. Shalamov A.V., Mazein P.G. [Neural networks as a new approach to technological equipment management]. *Izvestiya Chelyabinskogo nauchnogo tsentra Ural'skogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk = Proceedings of Chelyabinsk Scientific Center of Ural Branch of RAS*, 2003, vol. 1, pp. 60–64. (In Russ.)
20. Schmidhuber J. Deep Learning in Neural Networks: An Overview. *Neural Networks*, 2015, vol. 61, pp. 85–117. doi: 10.1016/j.neunet.2014.09.003
21. Lazarev V.M., Sviridov A.P. *Neiroseti i neirokomp'yutery: monografiya* [Neural networks and neurocomputers: a monograph]. Moscow, Akademiya Publ., 2011, 131 p.
22. Illarionov M.G., Kirpichnikov A.P., Latypova R.R. [Forecasting based on neural networks]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta = Herald of Kazan Technological University*, 2012, vol. 15, no. 1, pp. 163–164. (In Russ.)

23. Shiryaev V.I. *Finansovye rynki: Neironnye seti, khaos i nelineinaya dinamika* [Financial markets: Neural networks, chaos and nonlinear dynamics]. Moscow, Librokom Publ., 2016, 232 p.
24. Tavan P., Grubmüller H., Kühnel H. Self-organization of associative memory and pattern classification: Recurrent signal processing on topological feature maps. *Biological Cybernetics*, 1990, vol. 64, iss. 2, pp. 95–105. doi: 10.1007/BF02331338
25. Callan R. *Osnovnye kontseptsii neironnykh setei* [The Essence of Neural Networks]. Moscow, Vil'yams Publ., 2001, 287 p.
26. Debok G., Kohonen T. *Analiz finansovykh dannykh s pomoshch'yu samoorganizuyushchikhsya kart* [The Analysis of Financial Data Using Self-Organizing Maps]. Moscow, Al'pina Publ., 2001, 317 p.
27. *Obrazovatel'naya geodemografiya Rossii: monografiya* [Educational geodemography of Russia: a monograph]. Moscow, Modern University for Humanities Publ., 2011, 224 p.
28. Matraeva L.V. *Raspredelenie pryamykh inostrannykh investitsii v regiony Rossiiskoi Federatsii: monografiya* [Distribution of foreign direct investments to regions of the Russian Federation: a monograph]. Moscow, Dashkov i K Publ., 2013, 192 p.
29. Matraeva L.V. *Metodologiya statisticheskogo analiza investitsionnoi privlekatel'nosti regionov RF dlya inostrannykh investorov: monografiya* [A methodology for statistical analysis of investment attractiveness of Russian regions for foreign investors: a monograph]. Moscow, Dashkov i K Publ., 2013, 312 p.
30. Ilyshev A.M., Bagirova A.P. *Vvedenie v reproduktivistiku: stanovlenie nauki o vosproizvodstve cheloveka: monografiya* [Introduction to the study of reproduction: Formation of the science of human reproduction: a monograph]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2014, 304 p.

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.