ISSN 2311-8768 (Online)
ISSN 2073-4484 (Print)

Инновации и инвестиции

НЕЙРОСЕТЕВОЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ*

Валентина Ивановна ПЕРОВА[a,*], Дарья Геннадьевна ГОНЧАРОВА[b]

[a] кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического моделирования экономических процессов Института экономики и предпринимательства, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Российская Федерация
perova_vi@mail.ru

[b] студентка механико-математического факультета, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Российская Федерация
mmes@mm.unn.ru

[*] Ответственный автор

История статьи:
Принята 01.06.2015
Одобрена 16.06.2015

УДК 330.3: 519.86

Ключевые слова:
инновационный, регион, нейросетевой анализ, самоорганизующаяся карта Кохонена, система MATLAB

Аннотация

Тема. Актуальной задачей российской экономики является ее переход от экспортно-сырьевого типа развития к инновационному. Достижения науки и технологий призваны обеспечить высокий уровень благосостояния населения и конкурентоспособность страны и ее регионов.

Цель. Проведение анализа динамики инновационной активности регионов Российской Федерации. Для этого были изучены данные Федеральной службы государственной статистики об экономическом и социальном развитии регионов России.

Методология. Динамика активности регионов в области инноваций за 2009–2013 гг. исследована с помощью нейросетевого моделирования на основе следующих показателей, характеризующих инновационную деятельность: численность персонала, занятого научными исследованиями (исследователи); численность персонала, занятого разработками (техники); число поданных патентных заявок на изобретения, на полезные модели; количество выданных патентов на изобретения, на полезные модели; внутренние текущие затраты на фундаментальные, прикладные исследования и разработки. Рабочим инструментом в работе являются реализованные в системе MATLAB самоорганизующиеся карты Кохонена – нейронные сети, обучаемые без учителя.

Результаты. Проведенное исследование позволило выявить особенности динамики инновационной деятельности регионов России и определить центры инновационного развития. По уровню этой деятельности регионы распределились на пять групп (кластеров). За рассматриваемый период во всех кластерах сформировались ядра с постоянным составом. Самым многочисленным является ядро кластера, в который вошли регионы со значительно более низкими показателями инновационной активности, чем в среднем по России.

Выводы. Полученные результаты свидетельствуют о неравномерном характере инновационной деятельности в регионах страны. Для успешной модернизации экономики России необходимо принятие комплекса мер, способствующих стимулированию инновационной активности во всех регионах, а не только в наиболее развитых.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2015

Введение

Реформы, проводимые в Российской Федерации, ставят перед собой цели долгосрочного развития, заключающиеся в переходе российской экономики от экспортно-сырьевого типа экономического развития к инновационному, социально ориентированному и, как следствие, в обеспечении высокого уровня благосостояния населения[1].

Инновационный тип экономического развития России базируется на достижениях науки и

[*] Статья предоставлена Информационным центром Издательского дома «ФИНАНСЫ и КРЕДИТ» при Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского.

[1] См.: Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года: утв. распоряжением Правительства РФ от 08.12.2011 № 2227-р; Выход из кризиса: отказ от сырьевой модели, новая индустриализация. URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c4/Выход_из_кризиса_отказ_от_сырьевой_модели._Новая_индустриализация.pdf.

технологий, модернизации нефтегазового, сырьевого, аграрного и транспортного секторов экономики, а также на повышении производительности труда в секторах, которые определяют национальную конкурентоспособность[2]. При этом предполагается разработка региональных стратегий инновационного развития с учетом особенностей территорий и их реализация в соответствии со Стратегией инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года.

Формирование новых центров роста в районах освоения сырьевых ресурсов и концентрация в традиционных регионах инновационного, промышленного, аграрного потенциала Российской Федерации способствуют снижению масштабов регионального неравенства, обеспечению высокого уровня интеграции и территориальной мобильности населения. В связи с этим значительный интерес вызывает анализ динамики инновационного развития регионов и их дифференциации по уровню инновационной активности.

При современных тенденциях развития экономических процессов для анализа необходимо использовать перспективные информационные технологии, позволяющие выявить и учесть закономерности инновационной деятельности регионов. К числу таких новшеств относятся методы нейросетевого моделирования.

Нейронные сети представляют собой эффективное средство анализа больших объемов разнородных статистических данных при наличии и линейных, и нелинейных зависимостей.

Существует множество искусственных нейронных сетей разных типов, различающихся способами объединения нейронов между собой и организацией их взаимодействия [1].

Использование нейронных сетей в анализе и моделировании инновационного развития фирм, предприятий, регионов и стран отражено в работах [2–8]. В качестве важнейших выделяют нейронные сети, обучаемые без учителя, к числу которых относятся самоорганизующиеся карты (СОК) Кохонена [9–15].

Они позволяют отобразить многомерное пространство исходных данных в элементы карты, называемые нейронами или узлами, с сохранением топологии. Это означает, что СОК распределяет исходные векторы входных данных по нейронам таким образом, что точки многомерного пространства, расположенные близко друг к другу, отображаются как близкорасположенные элементы карты. Поэтому они служат эффективным средством кластеризации и визуального представления данных большой размерности.

Нейросетевое моделирование с помощью СОК в предлагаемой работе позволило определить динамику инновационной активности регионов России. Исследование основано на использовании следующих статистических показателей за 2009–2013 гг. [16–18]:

- X1 – численность персонала, занятого научными исследованиями (исследователи), чел. на 100 тыс. населения;
- X2 – численность персонала, занятого разработками (техники), чел. на 100 тыс. населения;
- X3 – число поданных патентных заявок на изобретения, шт.;
- X4 – число поданных патентных заявок на полезные модели, шт.;
- X5 – число выданных патентов на изобретения, шт.;
- X6 – число выданных патентов на полезные модели, шт.;
- X7 – внутренние текущие затраты на фундаментальные исследования, млн руб.;
- X8 – внутренние текущие затраты на прикладные исследования, млн руб.;
- X9 – внутренние текущие затраты на разработки, млн руб.

Некоторые замечания о терминологии

В данной работе используется трактовка понятий, принятая Федеральной службой государственной статистики Российской Федерации [16–18].

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. Инновационная деятельность предполагает целый комплекс научных, технологических, организационных, финансовых и коммерческих

[2] Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года: утверждена распоряжением Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р.

мероприятий, и именно в совокупности они приводят к инновациям.

Персонал, занятый исследованиями и разработками, – совокупность лиц, чья творческая деятельность, осуществляемая на систематической основе, направлена на увеличение суммы научных знаний и поиск новых областей применения этих знаний, а также занятых оказанием прямых услуг, связанных с выполнением исследований и разработок.

В статистике персонал, занятый исследованиями и разработками, учитывается как списочный состав работников организаций (соответствующих подразделений образовательных учреждений высшего профессионального образования, промышленных организаций и др.), выполняющих исследования и разработки, по состоянию на конец года. В составе персонала, занятого научными исследованиями и разработками, выделяются категории: исследователи, техники, вспомогательный и прочий персонал.

Исследователи – работники, профессионально занимающиеся исследованиями и разработками и непосредственно создающие новые знания, продукты, методы и системы, а также управляющие указанными видами деятельности. Исследователи обычно имеют высшее профессиональное образование.

Техники – работники, участвующие в исследованиях и разработках и выполняющие технические функции, как правило под руководством исследователей (эксплуатацию и обслуживание научных приборов, лабораторного оборудования, вычислительной техники, подготовку материалов, чертежей, проведение экспериментов, опытов и анализов и т.п.). В эту категорию обычно включаются лица, имеющие среднее профессиональное образование и (или) необходимые профессиональный опыт и знания.

Основным источником информации о подаче патентных заявок и выдаче охранных документов на изобретения, полезные модели и промышленные образцы в России является Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент).

Патент – охранный документ, выдаваемый на объект интеллектуальной собственности и удостоверяющий приоритет, авторство и исключительное право на использование указанных объектов в течение срока действия охранного документа.

Изобретение – техническое решение в любой области, относящееся к продукту (в частности, устройству, веществу, штамму микроорганизма, культуре клеток растений или животных) или способу (процессу осуществления действий над материальным объектом с помощью материальных средств). Изобретению предоставляется правовая охрана, если оно является новым, промышленно применимым и имеет изобретательский уровень.

Полезная модель – техническое решение, относящееся к устройству. К полезным моделям относятся конструктивное выполнение средств производства и предметов потребления, а также их составных частей. Полезной модели предоставляется правовая охрана (патент), если она является новой и промышленно применимой.

Создание и патентование изобретений и полезных моделей является важнейшим результатом научных исследований и разработок.

Патент на изобретение или полезную модель – охранный документ, удостоверяющий приоритет, авторство и исключительное право использования интеллектуальной собственности в течение срока действия патента.

Внутренние текущие затраты на исследования и разработки группируются по видам работ: фундаментальные исследования, прикладные исследования, разработки.

Фундаментальные исследования – экспериментальные или теоретические исследования, направленные на получение новых знаний без какой-либо конкретной цели, связанной с использованием этих знаний. Их результат – гипотезы, теории, методы и т.п. Фундаментальные исследования могут завершаться рекомендациями о проведении прикладных исследований для выявления возможностей практического использования полученных научных результатов, научными публикациями и т.п.

Прикладные исследования представляют собой оригинальные работы, направленные на получение новых знаний для решения конкретных практических задач. Прикладные исследования определяют возможные пути использования результатов фундаментальных исследований, новые методы решения ранее сформулированных проблем.

Разработки – систематические работы, которые основаны на существующих знаниях, полученных в результате исследований и (или) практического опыта, и направлены на создание новых материалов, продуктов, процессов, устройств, услуг, систем или методов. Эти работы могут также предполагать значительное усовершенствование уже имеющихся объектов.

Анализ динамики инновационной активности регионов Российской Федерации

Динамика инновационной активности регионов Российской Федерации рассматривалась с 2009 по 2013 г. В данной работе с помощью самоорганизующихся карт Кохонена, реализованных в системе MATLAB, осуществлено распределение 80 регионов РФ на пять кластеров.

В исследование не включены Республика Крым и город федерального значения Севастополь в связи с отсутствием данных по показателям X1 – X9; Ненецкий автономный округ рассматривается в составе Архангельской области, а Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа – в составе Тюменской области.

В кластер № 1 вошли регионы с очень высокими значениями всех показателей. Кластер № 2 образовали регионы с высокими значениями всех показателей, кластер № 3 – со средними, кластер № 4 – с низкими, а кластер № 5 – с очень низкими значениями всех показателей инновационной активности.

Динамика численности регионов РФ в кластерах представлена в табл. 1.

Таблица 1

Изменение численности регионов РФ в кластерах в 2009–2013 гг.

Номер кластера	Количество регионов по годам				
	2009	2010	2011	2012	2013
1	3	3	3	3	3
2	12	12	13	15	6
3	18	15	15	13	12
4	8	7	8	9	19
5	39	43	41	40	40

Количество регионов в кластерах на протяжении всего рассматриваемого периода практически не изменялось, за исключением 2013 г., когда их численность сократилась с 15 до 6 в кластере с высокими значениями (кластер № 2), и увеличилась с 9 до 19 в кластере с низкими значениями (кластер № 4). Практически половина регионов Российской Федерации характеризуется очень низкой инновационной активностью (кластер № 5).

Подробные сведения о принадлежности регионов Российской Федерации к тому или иному кластеру приведены в табл. 2.

Из анализа данных табл. 2 следует, что на протяжении 2009–2013 гг. некоторые регионы РФ неизменно

Таблица 2

Динамика распределения регионов РФ по кластерам в 2009–2013 гг.

Регион	Номер кластера				
	2009	2010	2011	2012	2013
Алтайский край	5	5	4	4	4
Амурская область	5	5	5	5	5
Архангельская область	4	5	5	5	5
Астраханская область	5	5	5	5	5
Белгородская область	5	5	5	4	4
Брянская область	5	5	5	5	5
Владимирская область	3	3	3	3	4
Волгоградская область	3	3	3	3	3
Вологодская область	5	5	5	5	5
Воронежская область	2	2	3	2	3
Москва	1	1	1	1	1
Санкт-Петербург	1	1	1	1	1
Еврейская автономная область	5	5	5	5	5
Забайкальский край	5	5	5	5	5
Ивановская область	5	5	5	5	5
Иркутская область	3	3	3	3	4
Кабардино-Балкарская Республика	5	5	5	5	5
Калининградская область	4	4	4	5	5
Калужская область	2	2	2	2	3
Камчатский край	4	4	5	5	5
Карачаево-Черкесская Республика	5	5	5	5	5
Кемеровская область	5	5	5	5	5
Кировская область	4	5	4	4	5
Костромская область	5	5	5	5	5
Краснодарский край	3	3	3	3	4

Окончание табл. 2

Регион	Номер кластера				
	2009	2010	2011	2012	2013
Красноярский край	2	2	2	2	2
Курганская область	5	5	5	5	5
Курская область	3	3	3	3	4
Ленинградская область	3	3	3	3	3
Липецкая область	5	5	5	5	5
Магаданская область	5	5	5	5	5
Московская область	1	1	1	1	1
Мурманская область	3	4	5	4	4
Нижегородская область	2	2	2	2	2
Новгородская область	5	5	5	4	4
Новосибирская область	3	3	2	2	4
Омская область	3	3	3	3	4
Оренбургская область	5	5	5	5	5
Орловская область	5	5	5	5	5
Пензенская область	3	3	3	3	3
Пермский край	2	2	2	2	2
Приморский край	3	4	3	3	4
Псковская область	5	5	5	5	5
Республика Адыгея	5	5	5	5	5
Республика Алтай	5	5	5	5	5
Республика Башкортостан	3	3	3	2	3
Республика Бурятия	5	5	5	5	5
Республика Дагестан	4	5	5	5	5
Республика Ингушетия	5	5	5	5	5
Республика Калмыкия	5	5	5	5	5
Республика Карелия	5	5	5	5	5
Республика Коми	4	4	4	4	4
Республика Марий Эл	5	5	5	5	5
Республика Мордовия	5	5	5	5	5
Республика Саха (Якутия)	3	4	5	4	4
Республика Северная Осетия – Алания	5	5	5	5	5
Республика Татарстан	2	2	2	2	3
Республика Тыва	5	5	5	5	5
Республика Хакасия	5	5	5	5	5
Ростовская область	2	2	2	2	3
Рязанская область	3	3	4	4	4
Самарская область	2	2	2	2	2
Саратовская область	4	4	3	3	4
Сахалинская область	5	5	5	5	5
Свердловская область	2	2	2	2	2
Смоленская область	4	5	5	5	5
Ставропольский край	5	5	4	5	5
Тамбовская область	5	5	4	5	4
Тверская область	3	3	3	3	3
Томская область	3	3	2	2	4
Тульская область	3	3	3	3	4
Тюменская область	2	2	2	2	2
Удмуртская Республика	5	5	5	5	5
Ульяновская область	2	2	2	2	3
Хабаровский край	5	5	5	5	5
Челябинская область	2	2	2	2	3
Чеченская Республика	5	5	5	5	5
Чувашская Республика	5	5	4	4	4
Чукотский автономный округ	5	5	5	5	5
Ярославская область	3	3	3	3	3

оставались в одном и том же кластере. Во всех кластерах сформировались ядра с постоянным составом.

В ядро кластера № 1 вошли города Москва, Санкт-Петербург и Московская область.

Ядро кластера № 2 составили Красноярский и Пермский края, Нижегородская, Самарская, Свердловская и Тюменская области.

Ядро кластера № 3 образовали Республика Башкортостан, Воронежская, Ленинградская, Тверская, Пензенская и Ярославская области.

В ядро кластера № 4 вошла только Республика Коми.

Ядро кластера № 5 (кластера с очень низкими значениями показателей инновационной активности) оказалось самым многочисленным. В него вошли: 14 областей – Амурская, Астраханская, Брянская, Вологодская, Ивановская, Кемеровская, Костромская, Курганская, Липецкая, Магаданская, Оренбургская, Орловская, Псковская, Сахалинская; 15 республик – Адыгея, Алтай, Бурятия, Ингушетия, Калмыкия, Карелия, Марий Эл, Мордовия, Северная Осетия – Алания, Тыва, Хакасия, Кабардино-Балкарская, Карачаево-Черкесская, Удмуртская, Чеченская; Чукотский автономный округ, Еврейская автономная область, Забайкальский и Хабаровский края.

Одиннадцать регионов ухудшили свои позиции в 2013 г, перейдя в кластеры, характеризующиеся более низкими показателями инновационной активности, чем в предыдущие годы.

Можно выделить группу регионов, тяготеющих к ядру кластера № 2, но не вошедших в него только в 2013 г.: это Республика Татарстан и четыре области – Калужская, Ростовская, Ульяновская и Челябинская.

К регионам, тяготевшим к ядру кластера № 3 на протяжении 2009–2013 гг., относятся Владимирская, Иркутская, Курская, Омская, Тульская области и Краснодарский край.

Средние значения показателей инновационной активности регионов и общих по РФ за 2009–2013 гг. приведены в табл. 3.

В результате анализа данных табл. 3 выявлено, что по сравнению с 2009 г. среднее общее значение

Таблица 3

Статистика средних значений показателей инновационной деятельности в кластерах и во всех регионах РФ в 2009–2013 гг.

Год	Номер кластера, M_Y^*	Среднее значение								
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
2009	1	926,34	142,47	3 785	1 489	4 047	1 484	26 930,39	31 191,90	77 859,10
	2	233,27	39,26	423	237	447	234	1 080,85	1 338,92	8 889,70
	3	164,32	27,80	242	110	239	106	1 672,16	833,41	1 941,93
	4	83,21	20,52	158	44	133	39	605,14	282,86	678,21
	5	45,60	9,51	90	28	88	27	226,30	118,24	136,20
	M_{2009}	**290,55**	**47,91**	**940**	**381**	**991**	**378**	**6 102,97**	**6 753,07**	**17 901,03**
2010	1	861,52	132,81	4 428	1 586	3 342	1 391	24 163,96	26 663,27	78 405,71
	2	235,11	37,18	438	246	378	220	1 031,21	1 462,45	9 422,62
	3	165,97	25,12	288	140	230	118	1 391,60	853,64	2 305,81
	4	117,60	35,51	105	50	84	44	1 445,17	635,74	440,01
	5	45,23	9,43	120	37	70	30	217,78	126,91	181,29
	M_{2010}	**285,09**	**48,01**	**1 076**	**412**	**821**	**361**	**5 649,94**	**5 948,40**	**18 151,09**
2011	1	859,14	127,49	3 752	1 765	3 363	1 440	24 550,59	30 240,91	83 465,36
	2	262,53	55,37	451	271	323	230	1 897,05	1 830,85	9 504,35
	3	141,24	23,45	293	134	196	117	948,05	819,96	2 312,29
	4	75,84	14,02	134	60	92	57	344,18	332,73	738,16
	5	56,39	13,98	95	31	58	26	329,97	168,35	123,61
	M_{2011}	**279,03**	**46,86**	**945**	**452**	**806**	**374**	**5 613,97**	**6 678,56**	**19 228,75**
2012	1	843,55	117,32	4 328	1 863	3 399	1 538	23 039,43	32 873,27	91 992,93
	2	249,44	52,22	496	290	401	243	1 755,71	1 742,93	10 357,48
	3	133,07	20,98	230	127	190	107	899,26	915,87	2 383,86
	4	92,34	20,97	97	63	87	50	587,36	355,36	730,53
	5	55,44	11,83	110	33	76	26	259,46	172,95	129,78
	M_{2012}	**274,77**	**44,66**	**1 052**	**475**	**830**	**393**	**5 308,24**	**7 212,08**	**21 118,92**

Окончание табл. 3

Год	Номер кластера, M_Y*	Среднее значение								
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
2013	1	823,01	122,28	4 453	1 893	3 252	1 693	21 878,44	29 772,59	89 444,72
	2	242,28	39,10	406	290	353	266	1 265,69	1 691,11	14 607,06
	3	189,66	42,61	376	209	287	183	565,05	1 179,43	5 052,23
	4	131,18	28,20	209	112	168	102	1 305,02	739,85	1 513,27
	5	54,16	11,60	110	37	70	33	251,14	153,91	150,45
	M_{2013}	**288,06**	**48,76**	**1 111**	**508**	**826**	**455**	**5 053,07**	**6 707,38**	**22 153,55**

* M_Y – среднее общее значение по всем регионам в Y-м году.

по всем регионам в 2013 г. увеличилось для ряда показателей: «Численность персонала, занятого разработками», «Число поданных патентных заявок на изобретения», «Число поданных патентных заявок на полезные модели», «Число выданных патентов на полезные модели» и «Внутренние текущие затраты на разработки», но уменьшилось для показателей: «Численность персонала, занятого научными исследованиями», «Число выданных патентов на изобретения», «Внутренние текущие затраты на фундаментальные исследования» и «Внутренние текущие затраты на прикладные исследования».

Наглядное представление о динамике средних значений некоторых показателей регионов Российской Федерации по кластерам за 2009– 2013 гг. и соответствующих средних значений показателей по всем регионам РФ дают графики (рис. 1–4).

Из рассмотрения данных табл. 3 и рис. 1, 2 следует, что показатели численности персонала, занятого научными исследованиями и разработками, в

Рисунок 1

Динамика численности персонала, занятого научными исследованиями в 2009–2013 гг., чел. на 100 тыс. населения

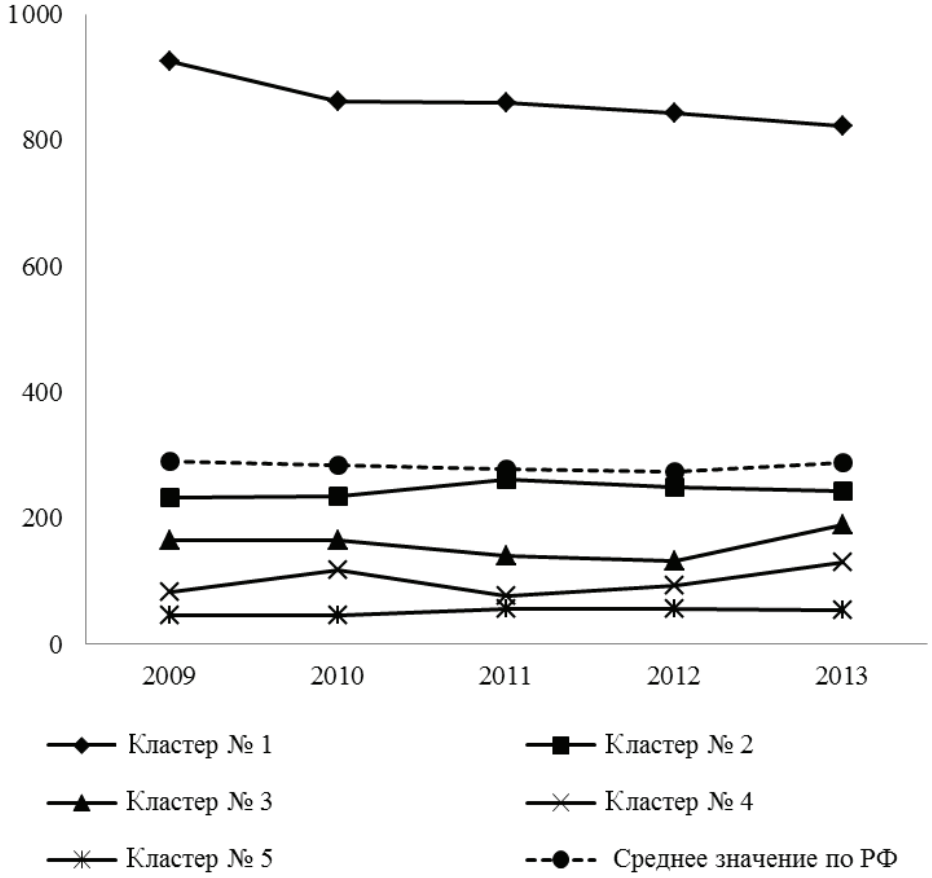
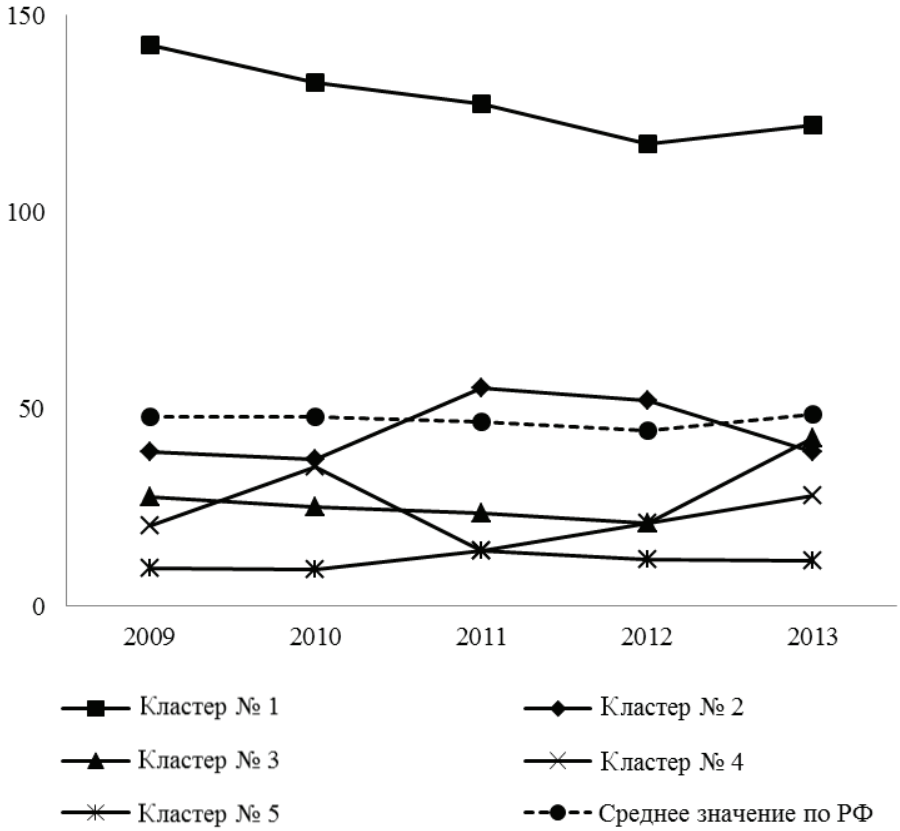


Рисунок 2

Динамика численности персонала, занятого разработками в 2009–2013 гг., чел. на 100 тыс. населения



регионах кластера № 1 характеризуются значениями, которые значительно превышают средний уровень по стране. В то же время для кластеров № 2–5 с 2009 по 2013 гг. значения данных показателей были ниже среднего уровня по России, за исключением 2011 и 2012 гг., когда кластер № 2 по численности работников, занятых разработками, превысил среднее по стране.

В 2013 г. наблюдалась положительная динамика численности исследователей и техников среди работников в регионах кластеров № 3, 4, а в кластерах № 2, 5 имелась тенденция к дальнейшему снижению этих показателей.

Кластер № 1 на последнем этапе улучшил свои показатели по численности персонала, занятого разработками, однако ухудшил – по численности занятых научными исследованиями.

Следует отметить, что патентная деятельность регионов может быть охарактеризована некоторым относительным показателем *эффективности патентной деятельности* (отношением числа патентов, выданных в году Y, к числу патентных заявок, поступивших в том же году). На рис. 3, 4 представлена динамика эффективности патентной деятельности по кластерам и среднего значения по стране на 2009–2013 гг.

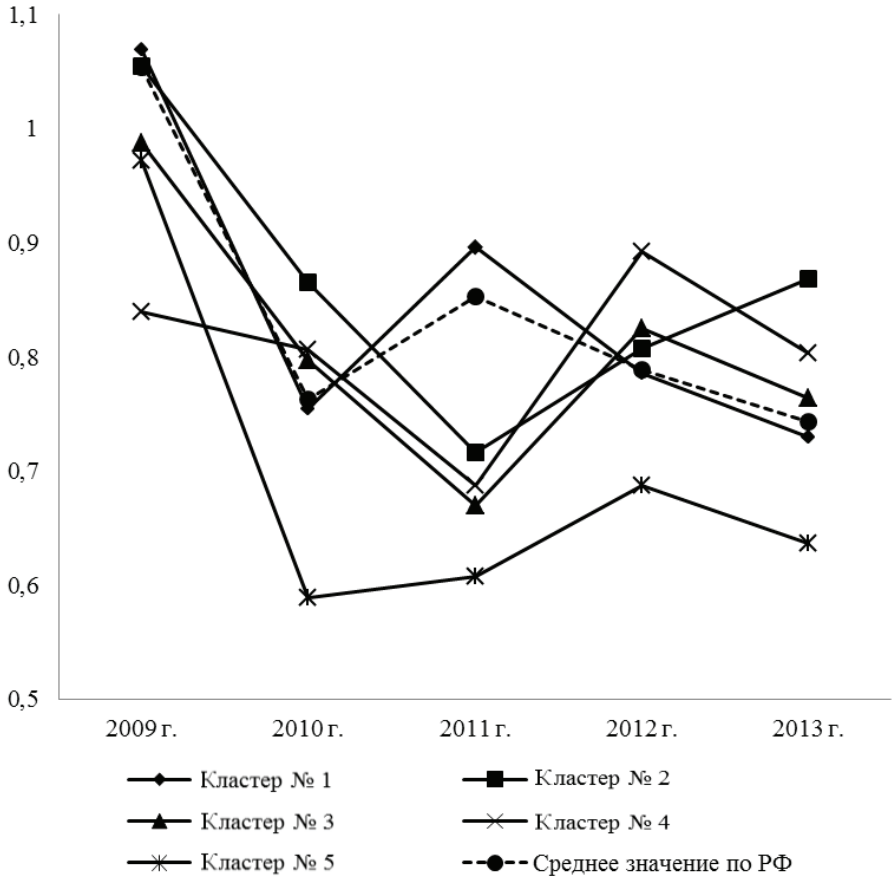
Эффективность патентной деятельности регионов из кластера № 5 в сфере изобретений на протяжении 2009–2013 гг. была значительно ниже среднего уровня по стране. Остальные кластеры в течение всего рассматриваемого периода характеризуются нелинейным, скачкообразным характером развития. Причем повсеместно, кроме кластера № 2, начиная с 2012 г. проявляется тенденция к снижению данного показателя эффективности.

В результате анализа данных табл. 3 и рис. 4 выявлено, что эффективность патентной деятельности в отношении полезных моделей, как и в случае изобретений (см. рис. 3), в регионах, вошедших в кластер № 5, с 2009 по 2013 г. была ниже среднего уровня по Российской Федерации. Однако во всех кластерах к 2013 г. сформировалась тенденция к повышению данного показателя.

В соответствии с данными табл. 3 неизменным лидером по затратам на фундаментальные, прикладные исследования и разработки являлся

Рисунок 3

Динамика отношения числа выданных патентов к числу поданных патентных заявок на изобретения в 2009–2013 гг., шт.



кластер № 1. Его значения с 2009 по 2013 г. превышали средний уровень по стране как минимум в четыре раза.

Значения показателей X7–X9 в кластерах № 2–5 на протяжении всего рассматриваемого периода были ниже среднего по Российской Федерации.

Заметим, что в 2013 г. в большинстве случаев показатели кластеров по затратам на фундаментальные и прикладные исследования демонстрировали снижение. При этом внутренние текущие затраты на разработки с 2009 по 2013 г. ежегодно росли, за исключением кластеров № 4, 5, которые характеризуются непостоянным развитием. Однако в 2013 г. у кластеров № 2–5 наблюдалась тенденция к повышению показателя X9.

Внутренние текущие затраты на разработки кластера № 1 в 2013 г. немного уменьшились. Это обусловлено скорее статистической причиной – значительным ростом численности населения городов Москвы, Санкт-Петербурга и Московской области (по данным переписи населения).

Заключение

Применение методов нейросетевого моделирования в задаче анализа динамики инновационной активности регионов Российской Федерации позволило выявить неравномерный характер инновационного развития регионов и установить присутствие заметных различий в численности территорий в кластерах.

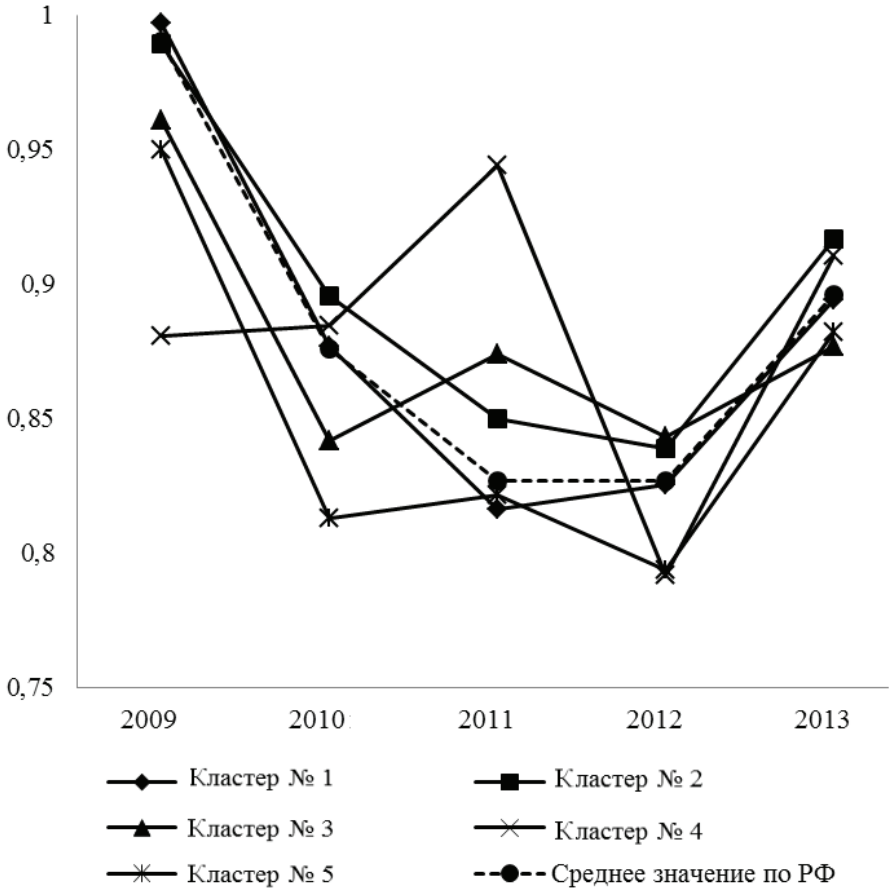
Около 40 регионов, почти половина от общего числа, вошли в состав кластера с очень низкими значениями показателей инновационной активности. При этом 29 неизменно оставались в составе этого формирования на протяжении 2009–2013 гг., что говорит об отсутствии тенденций к росту.

Ядро кластера с очень высокими показателями инновационной активности составили города Москва, Санкт-Петербург и Московская область. По численности лидирующая группа меньше отстающей более чем в 13 раз.

Заметим, что Нижегородская область, входящая в состав Приволжского федерального округа, на протяжении всего рассматриваемого периода

Рисунок 4

Динамика отношения числа выданных патентов к числу поданных патентных заявок на полезные модели в 2009–2013 гг., шт.



входила в состав кластера с высокими значениями показателей инновационной активности. Тем не менее для экономики этого округа и для ряда других макрорегионов РФ в настоящее время приоритетными являются отрасли: нефтяная и газовая промышленность, электроэнергетика, машиностроение, черная и цветная металлургия, химическая промышленность, т.е. в основном отрасли сырьевого сектора.

Как показали проведенные исследования, динамика использования научно-исследовательского потенциала в инновационной деятельности для большинства регионов РФ не демонстрирует стабильного роста.

С точки зрения перспектив дальнейшего развития экономики России практически единственным способом обеспечения ее конкурентоспособности является скорейший переход к инновационному пути развития. Для этого необходимо принятие комплекса мер, среди которых отметим следующие:

- финансовое обеспечение региональных инвестиционных проектов в инновационном секторе экономики со стороны государства и крупных российских финансовых организаций;
- содействие в реализации муниципальных программ повышения инвестиционной привлекательности территорий, развития малого и среднего предпринимательства;
- снижение административных барьеров в регионах;
- использование передового опыта инновационной деятельности лидирующего кластера.

Важность перехода российской экономической системы к инновационной траектории развития находит свое отражение в постановлениях Правительства РФ и Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года.

Список литературы

1. *Хайкин С.* Нейронные сети: полный курс. М.: Вильямс, 2006. 1104 с.
2. *Wong T.C., Wong S.Y., Chin K.S.* A neural network-based approach of quantifying relative importance among various determinants toward organizational innovation // Expert Systems with Applications. 2011. Vol. 38. № 10. P. 13064–13072. URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417411006403.
3. *Harish Naira, Anand Kumar, Osman Ahmed*. Neural Network Modelling, Simulation and Prediction of Innovation Growth in United Arab Emirates (UAE) // Procedia Computer Science. 2014. Vol. 36. P. 269–275. URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050914013416.
4. *Wang Tai-Yue, Shih-Chien Chien.* Forecasting innovation performance via neural networks – a case of Taiwanese manufacturing industry // Technovation. 2006. Vol. 26. № 5-6. P. 635–643. URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497204002135.
5. *Giacomo di Tollo, Stoyan Tanev, De March Davide, Zheng Ma*. Neural Networks to model the innovativeness perception of co-creative firms // Expert Systems with Applications. 2012. Vol. 39. № 16. P. 12719–12726. URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417412007208.
6. *Giacomo di Tollo, Stoyan Tanev, Kassis Mohamed Slim, Davide De March*. Determining the Relationship Between Co-creation and Innovation by Neural Networks // Complexity in Economics: Cutting Edge Research. 2014. P. 49–62. URL: http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-05185-7_3.
7. Regional Innovation Scoreboard 2014 // European Commission. 2014. 79 p. URL: http://ec.europa.eu/news/pdf/2014_regional_union_scoreboard_en.pdf.
8. *Hajeka P., Henriquesb R., Hajkovac V*. Visualising components of regional innovation systems using self-organizing maps – Evidence from European regions // Technological Forecasting and Social Change. 2014. Vol. 84. P. 197–214. URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162513001650.
9. *Перова В.И.* Нейронные сети. Ч. 2: учеб. пособие. Нижний Новгород: изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. 111 с.
10. *Перова В.И.* Нейронные сети в экономических приложениях. Ч. 2. Нейронные сети, обучаемые без учителя: учеб. пособие. Нижний Новгород: изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. 135 с.
11. *Кузнецов Ю.А., Перова В.И.* Использование нейросетевого моделирования в анализе деятельности крупнейших компаний Российской Федерации // Экономический анализ: теория и практика. 2010. № 31. С. 32–34.
12. *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.
13. *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.
14. *Ballabioa D., Vasighib M.* A MATLAB toolbox for Self Organizing Maps and supervised neural network learning strategies // Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems. 2012. Vol. 118. P. 24–32. URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169743912001499.
15. *Ghaseminezhad M.H., Karami A*. A novel self-organizing map (SOM) neural network for discrete groups of data clustering // Applied Soft Computing. 2011. Vol. 11. № 4. P. 3771–3778. URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S156849461100069X.
16. Численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками (по субъектам Российской Федерации). URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/mnayka4.htm.
17. Поступление патентных заявок и выдача охранных документов в России (по субъектам Российской Федерации). URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/minnov7.mht.
18. Внутренние текущие затраты на научные исследования и разработки по видам работ (по субъектам Российской Федерации). URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/mnayka9.htm.

ISSN 2311-8768 (Online)
ISSN 2073-4484 (Print)

Innovation and Investment

THE NEURAL NETWORK ANALYSIS OF TRENDS IN INNOVATIVE ACTIVITY OF THE REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Valentina I. PEROVA[a,*], Dar'ya G. GONCHAROVA[b]

[a] Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation
perova_vi@mail.ru

[b] Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation
mmes@mm.unn.ru

[*]Corresponding author

Article history:
Received 1 June 2015
Accepted 16 June 2015

Keywords: innovative, region, neural network analysis, self-organizing map, Kohonen, MATLAB

Abstract

Importance The Russian economy undergoes the transition from its export and raw materials focus to innovation. Scientific and technological achievements should contribute to a higher standard of living of population and competitiveness of the country and its regions.

Objectives The article aims at analyzing trends in innovative activity of the Russian regions. For this, we examined data of the Federal State Statistics Service on economic and social development of the Russian regions.

Methods We examined the trends in innovative activities of the regions within the period of 2009 to 2013 using the neural network modeling and such innovation indicators as headcount of staff who deal with developments (technologies), the number of patent applications concerning inventions, useful models; the number of patents issued for inventions, useful models; current internal costs for fundamental, applied research and development. The research uses the Kohonen self-organizing maps via MATLAB, i.e. self-trained neural networks.

Results The research allows identifying the specifics of trends in innovative activities in the Russian regions and determining innovative development centers. The regions get split into five groups (clusters) in terms of their innovative activity. During the period, each cluster formed a nucleus with the constant content. The highest figures are seen in the nucleus of the cluster, which includes the regions with significantly lower indicators of innovative activity as compared with the average indicators throughout Russia.

Conclusions and Relevance The results of the research indicate the uneven nature of innovative activity in the Russian regions. To modernize the Russian economy successfully, it is necessary to undertake a set of measures stimulating innovative activity in every region, rather than in the most developed ones.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2015

Acknowledgments

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

References

1. Khaikin S. *Neironnye seti: polnyi kurs* [Neural networks: a complete course]. Moscow, Vil'yams Publ., 2006, 1104 p.
2. Wong T.C., Wong S.Y., Chin K.S. A Neural Network-Based Approach of Quantifying Relative Importance Among Various Determinants Toward Organizational Innovation. *Expert Systems with Applications*, 2011, vol. 38, no. 10, pp. 13064–13072. Available at: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417411006403.
3. Harish Naira, Anand Kumar, Osman Ahmed. Neural Network Modelling, Simulation and Prediction of Innovation Growth in United Arab Emirates (UAE). *Procedia Computer Science*, 2014, vol. 36, pp. 269–275. Available at: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050914013416.
4. Wang Tai-Yue, Shih-Chien Chien. Forecasting Innovation Performance via Neural Networks – a Case of

Taiwanese Manufacturing Industry. *Technovation*, 2006, vol. 26, iss. 5-6, pp. 635–643. Available at: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497204002135.

5. Giacomo di Tollo, Stoyan Tanev, De March Davide, Zheng Ma. Neural Networks to Model the Innovativeness Perception of Co-Creative Firms. *Expert Systems with Applications*, 2012, vol. 39, iss. 16, pp. 12719–12726. Available at: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417412007208.
6. Giacomo di Tollo, Stoyan Tanev, Kassis Mohamed Slim, Davide De March. Determining the Relationship between Co-Creation and Innovation by Neural Networks. *Complexity in Economics: Cutting Edge Research*, 2014, pp. 49–62. Available at: http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-05185-7_3.
7. Regional Innovation Scoreboard 2014. *European Commission*, 2014, 79 p. Available at: http://ec.europa.eu/news/pdf/2014_regional_union_scoreboard_en.pdf.
8. Hajeka P., Henriquesb R., Hajkovac V. Visualising Components of Regional Innovation Systems Using Self-Organizing Maps – Evidence from European Regions. *Technological Forecasting and Social Change*, 2014, vol. 84, pp. 197–214. Available at: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162513001650.
9. Perova V.I. *Neironnye seti. Chast'2* [Neural networks. Part 2]. Nizhny Novgorod, State University of Nizhny Novgorod Publ., 2012, 111 p.
10. Perova V.I. *Neironnye seti v ekonomicheskikh prilozheniyakh. V kn.: Ch. 2. Neironnye seti, obuchaemye bez uchitelya* [Neural networks in economic applications. In: Part 2. Self-trained neural networks]. Nizhny Novgorod, State University of Nizhny Novgorod Publ., 2012, 135 p.
11. Kuznetsov Yu.A., Perova V.I. Ispol'zovanie neirosetevogo modelirovaniya v analize deyatel'nosti krupneishikh kompanii Rossiiskoi Federatsii [Using a neural network model in analyzing the activity of the largest companies of the Russian Federation]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2010, no. 31, pp. 32–34.
12. Kuznetsov Yu.A., Perova V.I., Vorob'eva E.V. Neirosetevoe modelirovanie finansovo-ekonomicheskoi deyatel'nosti krupneishikh kompanii Povolzh'ya [Neural network modeling of financial and economic activity of the largest companies of the Volga region]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2011, no. 35, pp. 25–36.
13. Kuznetsov Yu.A., Perova V.I., Eivazova E.N. Neirosetevoe modelirovanie dinamiki innovatsionnogo razvitiya regionov Rossiiskoi Federatsii [Neural network modeling of innovative development dynamics in the regions of the Russian Federation]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika = Regional Economics: Theory and Practice*, 2014, no. 4, pp. 18–28.
14. Ballabio D., Vasighi M. A MATLAB Toolbox for Self Organizing Maps and Supervised Neural Network Learning Strategies. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 2012, vol. 118, pp. 24–32. Available at: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169743912001499.
15. Ghaseminezhad M.H., Karami A. A Novel Self-Organizing Map (SOM) Neural Network for Discrete Groups of Data Clustering. *Applied Soft Computing*, 2011, vol. 11, no. 4, pp. 3771–3778. Available at: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S156849461100069X.
16. *Chislennost' personala, zanyatogo nauchnymi issledovaniyami i razrabotkami (po sub"ektam Rossiiskoi Federatsii)* [The number of personnel charged with scientific researches and development (per region of the Russian Federation)]. Available at: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/mnayka4.htm. (In Russ.)
17. *Postuplenie patentnykh zayavok i vydacha okhrannykh dokumentov v Rossii (po sub"ektam Rossiiskoi Federatsii)* [Receipt of patent applications and issue of protection documents in Russia (per region of the Russian Federation)]. Available at: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/minnov7.mht. (In Russ.)
18. *Vnutrennie tekushchie zatraty na nauchnye issledovaniya i razrabotki po vidam rabot (po sub"ektam Rossiiskoi Federatsii)* [Internal current costs for scientific researches and development by type of work (per region of the Russian Federation)]. Available at: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/mnayka9.htm. (In Russ.)