

**Е.Л. Летягина, В.И. Перова, А.М. Подольская**  
**ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ**  
**ЭКОНОМИКИ РОССИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ**  
**МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского  
*Нижний Новгород, Россия*

Проведено исследование развития цифровой экономики в регионах Российской Федерации, отвечающей современным требованиям инновационных стратегий и экономической безопасности страны. Актуальность данного исследования связана с принятием государственной программы перехода к цифровой (электронной) экономике. Решение сложно формализуемой задачи анализа, диагностики и прогнозирования региональной инновационной экономики, направленной на цифровизацию промышленности и сферы услуг, выполнено с использованием инструментария искусственных нейронных сетей, являющихся одним из разделов искусственного интеллекта, на основе совокупности данных Федеральной службы государственной статистики РФ. Новый перспективный подход – нейросетевое моделирование на базе самоорганизующейся нейронной сети Кохонена – позволил провести кластеризацию данных, результатом которой является распределение регионов Российской Федерации по пяти кластерам. Выявлена дифференциация регионов по рассматриваемым показателям их инновационного развития в условиях цифровой экономики. Полученные в работе результаты показали, что для обеспечения прорывного инновационного и цифрового развития российской экономики и обеспечения национальной безопасности необходим фундаментально новый организационно-управленческий подход в сфере цифровизации регионов, который адекватен новым задачам и вызовам внешних условий.

**Ключевые слова:** цифровая экономика, информационные и коммуникационные технологии, цифровизация, инновации, инновационная экономика, регионы Российской Федерации, методы искусственного интеллекта, кластерный анализ, нейронные сети, самоорганизующиеся карты Кохонена, Deductor.

В настоящее время одной из приоритетных задач, стоящих перед Российской Федерацией, является повышение эффективности экономики, вектор которой направлен на инновационный путь развития. В целях достижения высокого уровня благосостояния населения одним из значимых факторов развития инновационной экономики является цифровизация. Цифровая экономика обеспечивает создание новых бизнес-моделей, функционирование новых процессов приумножения капитала и разработки инновационных

видов продукции, востребованной рынком, способствует повышению конкурентоспособности предприятий [1]. Рост цифровой экономики оказывает значительное влияние на всю хозяйственную систему. Доля цифрового сегмента экономики составляет более 25 % глобального ВВП. Цифровая экономика касается и образования, и здравоохранения, и интернет-банкинга, обеспечивая граждан скоростными цифровыми коммуникациями.

В Российской Федерации сформирован единый системный подход к развитию цифровой экономики на основе ряда программных документов. К числу программных документов относятся, в первую очередь, «Стратегия развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014-2020 годы и на перспективу до 2025 года», Указ Президента Российской Федерации «Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы», «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы» и программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [2-5]. Генерирование такого подхода и реализация намеченных планов будут способствовать снижению зависимости экономики РФ от сырьевого экспорта за счет роста экспорта продукции вида экономической деятельности – информационных технологий [6-16]. Это приведет к улучшению инвестиционного климата в стране и тесно связано с виртуализацией социальных и производственных отношений. Принятая программа развития цифровой экономики относит вопросы развития и использования информационно-коммуникационных систем органов государственной власти России и организаций к приоритетному направлению государственной политики Российской Федерации.

В настоящей работе проведено исследование развития цифровой экономики в регионах Российской Федерации на основе совокупности одиннадцати показателей за 2019 г. Исследование основано на применении одного из разделов искусственного интеллекта – нейронных сетей. Среди различных типов нейронных сетей были выбраны нейронные сети – самоорганизующиеся карты (СОК) Кохонена (Kohonen self organizing map, Self Organizing Feature Map, SOFM) [17-20]. Самоорганизующиеся карты представляют собой мощный аналитический инструмент, который содержит две основные парадигмы анализа – кластеризацию и проецирование многомерных данных с учетом топологического подобию в двумерное пространство. Это позволяет визуализировать многомерные данные на плоскости. Нейросетевое моделирование выполнено с применением информационных технологий – пакета Deductor [21], в котором реализованы СОК Кохонена. При проведении нейросетевого моделирования развития цифровой экономики Российской Федерации были использованы данные по 85 регионам РФ за 2019 г., представленные на сайте Федеральной службы государственной статистики [22]:

- X1 – доля организаций, использовавших Интернет (в общем числе обследованных организаций; %);
- X2 – доля организаций, имевших веб-сайт (% от общего числа обследованных организаций соответствующего субъекта РФ);
- X3 – число персональных компьютеров в расчете на 100 работников организаций (ед.);
- X4 – удельный вес занятых в секторе ИКТ в общей численности занятого населения (%);
- X5 – доля организаций, использовавших системы электронного документооборота (% от общего числа обследованных организаций соответствующего субъекта Российской Федерации);
- X6 – доля организаций, использующих широкополосный доступ к сети Интернет (% от общего числа обследованных организаций);
- X7 – уровень инновационной активности организаций (%);
- X8 – затраты на инновационную деятельность организаций (млн руб.);
- X9 – разработанные передовые производственные технологии (ед.);
- X10 – удельный вес населения, использующего Интернет, для заказа товаров, услуг, в общей численности населения в возрасте 15-74 лет, %;
- X11 – удельный вес населения, использующего Интернет, для получения государственных и муниципальных услуг в электронной форме, в численности населения в возрасте 15-72 лет, получавшего государственные и муниципальные услуги, %.

В табл. 1 показана дескриптивная статистика рассматриваемых показателей, важная функция которой – выявление закона их распределений.

Меры центральной тенденции, вариации и формы распределения показателей, представленные в табл. 1, констатируют отсутствие симметрии в их распределениях. Данный факт свидетельствует о том, что распределения показателей не подчиняются нормальному закону распределения (закону Гаусса). Это обусловило выбор метода исследования, свободного от модельных ограничений: кластерного анализа на основе нейросетевого моделирования.

Кластеризация данных – это разбиение множества объектов (в нашем случае объектами являются регионы РФ) на несколько компактных групп (кластеров) [23]. Разделение исходного набора объектов на кластеры называется кластерным решением. Путем кластеризации неоднородные данные представляются в более наглядном виде, что позволяет применять далее для исследования каждого кластера различные методы.

Таблица 1.

## Дескриптивная статистика

Показатели	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
Меры центральной тенденции											
Среднее значение	90,9	51,2	48,5	1,4	70,3	86,3	8,4	22989,8	17,5	33,2	72,5
Медиана	92,0	50,7	48,0	1,3	71,5	87,0	8,1	5177,1	5,0	33,4	74,4
Мода	94,8	50,2	50	1,3	72,5	85,6	5,4	-	0	35,6	77,5
Интерквартильный размах (IQR)	4,5	7,9	6	0,7	6,4	5,4	6,4	21330,1	17	11,7	17,6
Меры вариации											
Дисперсия	30,9	46,9	46,2	0,4	45,1	37,0	18,6	3,8E+09	1360,5	122,1	144,3
Стандартное отклонение	5,6	6,8	6,8	0,6	6,7	6,1	4,3	61750,0	36,9	11,0	12,0
Стандартная ошибка среднего	0,6	0,7	0,7	0,1	0,7	0,7	0,5	6697,7	4,0	1,2	1,3
Коэффициент вариации	6,1	13,4	14,0	42,4	9,6	7,0	51,1	268,6	210,3	33,3	16,6
Минимум	61,1	32,7	33,0	0,5	37,8	58,5	0,2	1,9	0,0	10,4	38,7
Максимум	100,0	75,5	79,0	3,2	84,7	95,6	21,2	515945,9	233,0	77,0	91,3
Размах вариации	38,9	42,8	46,0	2,7	46,9	37,1	21,0	515944,0	233,0	66,6	52,6
Меры формы распределения											
Асимметрия	-2,8	0,5	0,9	0,8	-2,3	-1,8	0,4	6,5	3,8	0,8	-2,8
Экспесс	11,7	1,6	4,1	0,4	9,0	5,3	-0,2	49,4	16,8	2,3	11,7

Разбивка объектов на кластеры должна удовлетворять трем требованиям:

- каждый объект входит только в одну из групп;
- объекты внутри одного кластера близки друг другу по своим характеристикам;
- объекты из разных групп заметно различаются.

В ходе исследования посредством нейросетевого моделирования 11-мерное пространство исходных данных по регионам РФ за 2019 г. было проецировано с учетом топологии на плоскость. Все регионы России распределились на 5 кластеров. Визуализация результатов представлена на рис. 1.

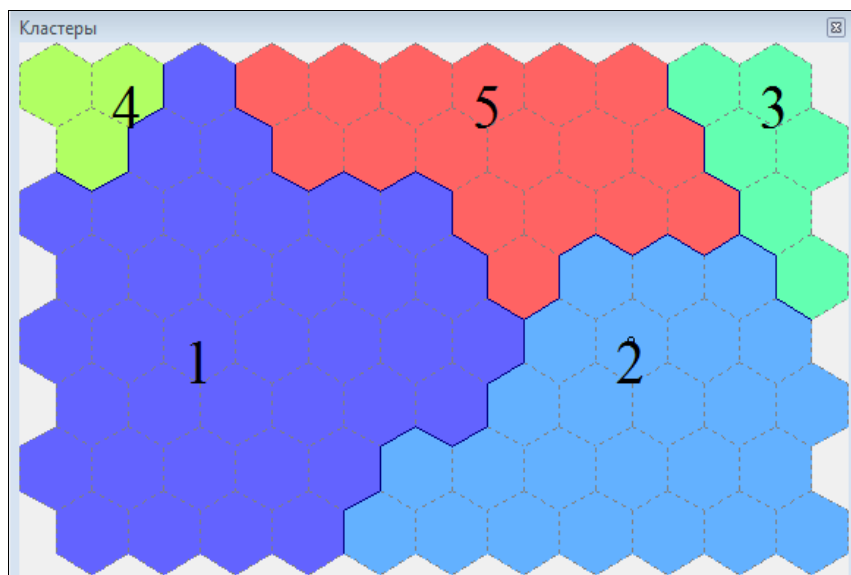
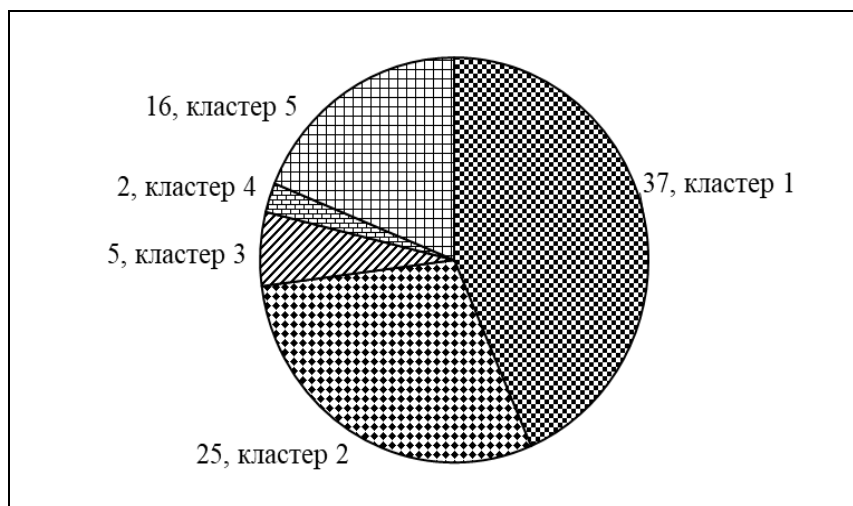


Рис. 1. Самоорганизующаяся карта за 2019 г.

Следует отметить, что, поскольку априори неизвестно разделение регионов РФ на кластеры и количество кластеров, объективная оценка качества полученного кластерного решения с применением индекса силуэта [24] показала отсутствие перекрытия кластеров. Это подтверждает обоснованность полученных результатов кластеризации.

Распределение количества регионов по 5 кластерам приведено на рис. 2.



**Рис. 2. Количественный состав региональных инновационных кластеров цифрового развития Российской Федерации в 2019 г.**

Из данных рис. 1 и рис. 2 следует, что имеет место сильная дифференциация регионов по инновационным кластерам цифрового развития. При этом вхождение регионов в кластеры не зависит от их принадлежности к федеральным округам Российской Федерации. Наибольшее число регионов входит в состав кластера № 1. Наименьшее количество регионов наблюдается в кластере № 4.

Табл. 2 иллюстрирует содержимое конкретных регионов в каждом инновационном кластере цифрового развития.

Из данных табл. 2 имеем, что в разрезе федеральных округов регионы Приволжского федерального округа (ПФО) распределились в кластеры № 1, № 2 и № 5. Кластер № 1 включает в себя следующие регионы: Республика Марий Эл, Республика Мордовия, Республика Татарстан, Удмуртская Республика, Чувашская Республика, Кировская область, Нижегородская область, Пензенская область, Самарская область, Ульяновская область. Кластер № 2 содержит такие регионы, как Республика Башкортостан, Оренбургская область, Саратовская область. В кластер № 5 вошел Пермский край.

Таблица 2.

**Регионы РФ, составившие инновационные кластеры  
цифрового развития в 2019 г.**

Номер кластера	Структура кластера
1	Белгородская область, Брянская область, Владимирская область, Воронежская область, Ивановская область, Калужская область, Липецкая область, Московская область, Рязанская область, Смоленская область, Тамбовская область, Тульская область, Ярославская область, Вологодская область, Калининградская область, Ленинградская область, Мурманская область, Новгородская область, Ростовская область, г. Севастополь, Республика Марий Эл, Республика Мордовия, Республика Татарстан, Удмуртская Республика, Чувашская Республика, Кировская область, Нижегородская область, Пензенская область, Самарская область, Ульяновская область, Свердловская область, Тюменская область, Челябинская область, Алтайский край, Новосибирская область, Томская область, Камчатский край
2	Курская область, Ненецкий автономный округ, Архангельская область, Республика Адыгея, Краснодарский край, Астраханская область, Волгоградская область, Республика Ингушетия, Кабардино-Балкарская Республика, Карачаево-Черкесская Республика, Ставропольский край, Республика Башкортостан, Оренбургская область, Саратовская область, Курганская область, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Ямало-Ненецкий автономный округ, Республика Бурятия, Республика Тыва, Республика Хакасия, Красноярский край, Омская область, Приморский край, Амурская область, Сахалинская область
3	Республика Дагестан, Республика Северная Осетия- Алания, Чеченская Республика, Иркутская область, Республика Саха (Якутия)
4	г. Москва, г. Санкт-Петербург
5	Костромская область, Орловская область, Тверская область, Республика Карелия, Республика Коми, Псковская область, Республика Калмыкия, Республика Крым, Пермский край, Республика Алтай, Забайкальский край, Кемеровская область, Хабаровский край, Магаданская область, Еврейская автономная область, Чукотский автономный округ

В табл. 3 приведена статистика средних значений анализируемых показателей, а также средние значения показателей по России. Данные табл. 3 показывают, что значения показателей: «Доля организаций, использовавших Интернет» (X1), «Доля организаций, имевших веб-сайт» (X2), «Число персональных компьютеров в расчете на 100 работников организаций»

(X3), «Удельный вес занятых в секторе ИКТ в общей численности занятого населения» (X4), «Доля организаций, использующих широкополосный доступ к сети Интернет» (X6), «Уровень инновационной активности организаций» (X7), «Затраты на инновационную деятельность организаций» (X8), «Разработанные передовые производственные технологии» (X9), «Удельный вес населения, использующего интернет для заказа товаров, услуг, в общей численности населения в возрасте 15-74 лет» (X10), «Удельный вес населения, использующего интернет для получения государственных и муниципальных услуг в электронной форме, в численности населения в возрасте 15-72 лет, получавшего государственные и муниципальные услуги» (X11) наибольшие в кластере № 4. В кластере № 1 значение показателя «Доля организаций, использовавших системы электронного документооборота» (X5) является наибольшим среди всех кластеров, остальные показатели принимают значения выше среднего по России. Показатели X2-X10 кластера № 2 принимают близкие к средним по РФ значения, а значения показателей X1 и X11 превосходят среднее по России. Регионы, вошедшие в кластер № 3, демонстрируют наименьшие значения среди всех кластеров и, соответственно, ниже общероссийских значений. В кластере № 5 большинство показателей близки или выше средних значений по РФ, за исключением X8, X9, X11.

Полученные данные свидетельствуют о том, что развитие цифровой экономики по совокупности исследуемых показателей в регионах, вошедших в кластер № 1 и кластер № 4, находится на более высоком уровне, чем в регионах, вошедших в кластеры № 2, № 3 и № 5. Более того, в соответствии с исследуемыми показателями регионы, вошедшие в кластер № 3, имеют самый низкий уровень в развитии цифровой экономики.

Результаты исследования демонстрируют, что цифровая экономика наиболее эффективно развивается в г. Москва и г. Санкт-Петербург, которые составили кластер № 4. Результаты проведенного исследования также показали, что в регионах кластера № 3: Республика Дагестан, Республика Северная Осетия – Алания, Чеченская Республика, Иркутская область и Республика Саха (Якутия) необходимы принятие комплекса мер и корректировка управленческих решений в целях увеличения уровня их цифрового развития.

Таким образом, предложенный в работе метод кластерного анализа многомерных статистических данных на базе нейросетевого моделирования является эффективным методом исследования, который свободен от модельных ограничений. Результатом работы является выявление дифференциации регионов Российской Федерации по рассматриваемым показателям в контексте развития цифровой экономики.



Таблица 3.

Средние значения показателей, характеризующих цифровую экономику России, по кластерам и общие средние значения показателей по РФ за 2019 г.

Показатели	Кластер № 1	Кластер № 2	Кластер № 3	Кластер № 4	Кластер № 5	Среднее по РФ
X1	92.97	90.24	75.62	95.75	91.37	90.91
X2	53.65	49.84	43.06	64.15	48.46	51.18
X3	49.32	45.64	43.6	68.5	50.19	48.52
X4	1.66	1.04	1	3.1	1.44	1.43
X5	72.57	69.16	52.52	70.55	72.25	70.28
X6	88.67	85.49	69.88	91.6	86.7	86.33
X7	11.71	5.41	2.32	13.75	6.81	8.43
X8	23392.93	12498.96	9082.64	320242.5	5638.93	22989.81
X9	22.27	8.12	3	195	3.69	17.54
X10	34.77	33.12	25.38	50.55	29.77	33.16
X11	75.96	80.19	57.86	82.55	55.96	72.53

Проведенные исследования позволили выявить региональные кластеры № 1 и № 4 с высоким уровнем цифрового развития; кластеры № 2 и № 5 – со средним уровнем цифрового развития; кластер № 3 – с низким уровнем цифрового развития. Для полученных пяти инновационных кластеров цифрового развития необходимы разные цифровые стратегии роста для регионов, а также активы и возможности, необходимые для успешной цифровой трансформации. Таким образом, результаты позволили установить присутствие заметных различий в размерах кластеров и в тенденциях их изменения.

Одним из главных условий развития цифровой экономики является повышение эффективности инновационной деятельности в сфере информационных и коммуникационных технологий. В современных условиях в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» [25] цифровое развитие регионов России обеспечивает независимость, конкурентоспособность и экономическую безопасность страны [26], используя потенциал региональных инновационных кластеров.

© Летягина Е.Л., Перова В.И., Подольская А.М., 2021

### **Библиографический список**

- [1] Летягина Е.Н. Управление цифровой трансформацией отраслей, комплексов, предприятий: монография. – Нижний Новгород: Нижегородского госуниверситета им. Н.И. Лобачевского, 2021. – 240 с.
- [2] Стратегия развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года (Утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 1 ноября 2013 г. № 2036-р, г. Москва). URL: <https://rg.ru/2013/11/08/tehnologii-site-dok.html>.
- [3] Указ Президента Российской Федерации «Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» от 9 мая 2017 г. № 203. URL: <http://kremlin.ru/acts/news/54477>.
- [4] Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы (Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203). URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=102431687>
- [5] Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (Утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р). URL: <http://government.ru/docs/28653>.
- [6] Добрынин А.П. и др. Цифровая экономика – различные пути к эффективному применению технологий (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA и другие) // International Journal of Open Information Technologies. 2016. Vol. 4. № 1. P. 4-11.

- 
- [7] Розанова Н.М. Экономический анализ отрасли информационных технологий: мировой опыт и реальность России // *Terra Economicus*. 2009. Т. 7. № 3. С. 42-57.
- [8] Кузнецов Ю.А., Маркова С.Е. Анализ качественных особенностей динамики развития российского рынка ИКТ. Структурный подход // *Труды НГТУ им. П.Е. Алексеева*. 2013. № 3 (100). С. 242-252.
- [9] Трифонов Ю.В., Визгунов А.Н. Проблемы цифровизации Российской промышленности // *Актуальные вопросы экономики, менеджмента и инноваций: материалы международной научно-практической конференции*. Нижний Новгород: НГТУ, 2020. С. 117-119.
- [10] Letiagina E.N., Trifonov Y.V., Trifonova E.Y., Vizgunov A.N., Grinevich J.A. Methodological Approach to Analysis of Management Systems Using the Graph Theory in the Digital Economy // *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2020. Vol. 91. P. 134-141.
- [11] Potashnik Y.S., Artemyeva M.V., Kuznetsova S.N., Garin A.P., Letyagina E.N. The Status and Trends in Innovative Activity of Industrial Enterprises of Nizhny Novgorod Region. // *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2020. Vol. 73. P. 525–534. DOI: 10.1007 / 978-3-030-32015-7\_16.
- [12] Морозова Г.А., Лапаев Д.Н. Современная цифровизация и обеспечение безопасности // *Развитие и безопасность*. 2019. № 1. С. 70-81.
- [13] Максимов Ю.М., Митяков С.Н., Митякова О.И. Инновационное преобразование как императив экономической безопасности региона: проблемы инновационного развития // *Инновации*. 2011. № 3. С. 38-43.
- [14] Клейнер Г.Б., Мишуров С.С., Ерзкян Б.А. и др. Инновационное развитие региона: потенциал, институты, механизмы: монография. Иваново: ИВГУ, 2011. 198 с.
- [15] Ленчук Е.Б. Роль «новой индустриализации» в формировании инновационной экономики России // *Институциональная среда «новой индустриализации» экономики России: Сборник / Под ред. Е.Б. Ленчук*. М.: Институт экономики РАН. 2014. С. 12-43.
- [16] Макаров В.Л. Формирование экономики знаний: концепции и проблемы // *Инновационное развитие: экономика, интеллектуальные ресурсы, управление знаниями / под ред. Б.З. Мильнера*. М.: ИНФРА-М, 2009. С. 11-26.
- [17] Kohonen T. The Self-Organizing Map // *Proceedings of the Institute of Electrical and Electronics Engineers*. 1990. Vol. 78. Iss. 9. P. 1464-1480.
- [18] Перова В. И. Нейронные сети в экономических приложениях. Часть 2. Нейронные сети, обучаемые без учителя: учебное пособие. Нижний Новгород: ННГУ, 2012. 135 с.
- [19] Кузнецов Ю.А., Перова В.И., Эйвазова Э.Н. Нейросетевое моделирование динамики инновационного развития регионов Российской Федерации // *Региональная экономика: теория и практика*. 2014. Т. 12. Вып. 4. С. 18-28.
- [20] Перова В.И., Зайцева К.В. Исследование динамики инновационной деятельности регионов России с применением нейросетевого моделирования // *Экономический анализ: теория и практика*. 2017. Т. 16. Вып. 5. С. 887-901.
- [21] Аналитическая платформа Deductor. URL: <https://basegroup.ru>.
- [22] Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://gks.ru>.

- [23] Балабанов А.С., Стронгина Н.Р. Анализ данных в экономических приложениях: Учебное пособие. Нижний Новгород: ННГУ, 2004. 135 с.
- [24] Kraufman L., Rousseeuw P. Finding groups in Data. An Introduction to Cluster Analysis. Wiley, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/9780470316801.ch1>.
- [25] Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41449>.
- [26] Митяков С.Н., Федосеева Т.А., Митяков Е.С. Система индикаторов экономической безопасности муниципалитета как составной элемент многоуровневой системы экономической безопасности // Мир новой экономики. 2020. № 14(4). С. 67-80. <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2020-14-4-67-80>.

**E.N. Letiagina V.I. Perova, A.M. Podolskaya**

**THE RESEARCH OF THE DEVELOPMENT  
OF THE DIGITAL ECONOMY OF RUSSIA USING  
ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS**

National Research Nizhny Novgorod State University n.a. N.I. Lobachevsky  
*Nizhny Novgorod, Russia*

**Abstract.** The research of the development of the digital economy in the regions of the Russian Federation that meets the modern requirements of the innovative national economy is conducted. The relevance of this study at the current stage of the country's development is due to the adoption of the state program for the transition to the digital (electronic) economy. The solution of the complex formalized problem of analysis, diagnostics and forecasting of the regional innovation economy is carried out using the tools of artificial neural networks, which are one of the sections of artificial intelligence, based on the aggregate data of the Federal State Statistics Service of the Russian Federation. A new promising approach is neural network modeling based on the Kohonen self-organizing neural network. This approach allowed to conduct data clustering which results in the distribution of the regions of the Russian Federation into five clusters. The differentiation of regions according to the considered indicators of their innovative development is revealed. The results obtained in the work showed that in order to ensure the breakthrough innovative development of the Russian economy and ensure national security, a fundamentally new organizational and managerial approach in the field of digitalization of regions is necessary which is adequate to the new tasks and challenges of the external environment.

**Keywords:** digital economy; information and communication technologies; innovations; Regions of the Russian Federation; artificial intelligence methods; cluster analysis; neural networks; self-organizing Kohonen maps; Deductor.

## References

- [1] Letyagina, E.N. (2021). *Upravlenie cifrovoj transformaciej otraslej, kompleksov, predpriyatij: monografija* [Managing the digital transformation of industries, complexes, enterprises: a monograph]. Nizhny Novgorod: UNN. 240 p. (In Russ).
- [2] Strategy for the Development of the Information Technology Industry in the Russian Federation for 2014-2020 and until 2025 (Approved by Order of the Government of the Russian Federation No. 2036-r, 1 November 2013, Moscow) [Electronic resource]. Available at: <https://rg.ru/2013/11/08/tehnologii-site-dok.html>
- [3] Decree of the President of the Russian Federation "Strategy for the Development of Information Society in the Russian Federation for 2017 - 2030", dated 9 May 2017, No. 203 [Electronic resource]. Available at: URL: <http://kremlin.ru/acts/news/54477>
- [4] Strategy for the Development of Information Society in the Russian Federation for 2017-2030 (Approved by Presidential Decree No. 203 of 9 May 2017) [Electronic resource]. Available at: URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=102431687>
- [5] The Russian Federation digital economy programme (Approved by Decree No. 1632-r of the Government of the Russian Federation of 28 July 2017) [Electronic resource]. Available at: URL: <http://government.ru/docs/28653/>
- [6] Dobrynin, A.P. (2016). [The digital economy - different pathways to effective use of technology (BIM, PLM, CAD, UT, Smart City, BIG DATA and others)]. [International Journal of Open Information Technologies]. Vol. 4. pp. 4-11. (In Russ).
- [7] Rozanova, N.M. (2009). [Economic analysis of the IT industry: global experience and Russian reality]. *Terra Economicus* [Terra Economicus]. Vol. 7. pp. 42-57. (In Russ).
- [8] Kuznetsov, Yu.A., Markova, S.E. (2013). [Analysis of qualitative features of Russian ITC market development dynamics. Structural approach]. *NNSTU* [NNSTU]. no. 3 (100), pp. 242-252. (In Russ).
- [9] Trifonov, Yu.V., Vizgunov, A.N. (2020). [The problems of digitalisation of Russian industry]. *Nizhny Novgorod* [Nizhny Novgorod]. pp. 117-119. (In Russ).
- [10] Letiagina, E.N., Trifonov, Y.V., Trifonova, E.Y., Vizgunov, A.N., Grinevich, J.A. (2020). *Methodological Approach to Analysis of Management Systems Using the Graph Theory in the Digital Economy*. Lecture Notes in Networks and Systems. pp. 134-141.
- [11] Potashnik, Y.S., Artemyeva, M.V., Kuznetsova, S.N., Garin, A.P., Letyagina, E.N. (2020). *The Status and Trends in Innovative Activity of Industrial Enterprises of Nizhny Novgorod Region*. Lecture Notes in Networks and Systems. pp. 525-534. DOI: 10.1007 / 978-3-030-32015-7\_16
- [12] Morozova, G.A., Lapaev, D.N. (2019). [The modern digitalisation and security]. *Razvitie i bezopasnost'* [Development and security]. pp. 70-81. (In Russ).
- [13] Maksimov, Yu.M., Mityakov, S.N., Mityakova, O.I. (2011). [Innovative Transformation as an Imperative for Regional Economic Security: Problems of Innovative Development]. *Innovatsii* [The Innovations]. pp. 38-43. (In Russ).
- [14] Kleiner, G.B., Mishurov, S.S., Erznkyan, B.A. (2011). *Innovacionnoe razvitie regiona: potencial, instituty, mehanizmy: monografija* [Innovative development of the region: potential, institutions, mechanisms: monograph]. Ivanovo: Ivanovo State University. 198 p. (In Russ).

- [15] Lenchuk, E.B. (2014). [The role of the 'new industrialisation' in shaping Russia's innovation economy. Institutional environment of the "new industrialization" of Russia's economy.] *Institut jekonomiki RAN* [M.: Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences] pp. 12-43. (In Russ).
- [16] Makarov, V.L. (2009). [Forming the Knowledge Economy: Concepts and Challenges]. *INFRA-M* [INFRA-M]. pp. 11-26. (In Russ).
- [17] Kohonen, T. (1990). *The Self-Organizing Map*. Proceedings of the Institute of Electrical and Electronics Engineers. pp. 1464-1480.
- [18] Perova, V.I. (2012). [Neural networks in economic applications]. *Nizhny Novgorod: UNN* [Nizhny Novgorod: UNN]. 135 p. (In Russ).
- [19] Kuznetsov, Yu.A., Perova, V.I., Ehivazova, Eh.N. (2014). [Neural network modeling of the dynamics of innovation development of the regions of the Russian Federation]. *Regional'naya ehkonomika: teoriya i praktika* [Regional economy: theory and practice]. pp. 18–28. (In Russ).
- [20] Perova, V.I., Zaitseva, K.V. (2017). [Exploring the dynamics of innovation activity in Russian regions using neural network modelling]. *Ehkonomicheskii analiz: teoriya i praktika* [Economic analysis: theory and practice]. pp. 887-901. (In Russ).
- [21] Technologies for data analysis [Electronic resource] Available at: <https://ba-segroup.ru>
- [22] Federal State Statistics Service [Electronic resource]. Available at: <https://gks.ru>
- [23] Balabanov, A.S., Strongina, N.R. (2004). [Data analysis in economic applications: A study textbook]. *Nizhny Novgorod: UNN* [Nizhny Novgorod: UNN], 135 p. (In Russ).
- [24] Kraufman, L., Rousseeuw, P. (2005). Finding groups in Data. An Introduction to Cluster Analysis. Wiley. DOI: <http://dx.doi.jrg/10.1002/9780470316801.ch1>.
- [25] Decree of the President of the Russian Federation of 01.12.2016 N 642 "The Strategy for Scientific and Technological Development of the Russian Federation" [Electronic resource]. Available at: <http://kremlin.ru/acts/bank/41449>
- [26] Mityakov, S.N., Fedoseeva, T.A., Mityakov, E.S. (2020). [The system of indicators of economic security of the municipality as a component of the multilevel system of economic security]. *Mir novoi ehkonomiki* [The New Economy World]. pp. 67-80. <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2020-14-4-67-80>. (In Russ).