

Одним из новых и приоритетных направлений социально-экономического развития Российской Федерации является инновационный вектор развития, устремленный на цифровую трансформацию. Цифровая трансформация социально-экономической сферы стимулирует разработку востребованных инновационных продуктов, создание инновационных бизнес-моделей, усиливая инвестиционную деятельность и конкурентоспособность регионов России. Цифровая трансформация распространяется на образование, здравоохранение, промышленность, интернет-банкинг, логистику и другие критически важные сферы деятельности. Существенное влияние на процесс цифровой трансформации оказывают успехи в секторе микроэлектроники, а также в секторах телекоммуникаций и информационных технологий.

В Российской Федерации устремленность развития цифровой трансформации экономики с применением информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) базируется на документах, среди которых Указ Президента Российской Федерации «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» [1], Указ Президента Российской Федерации «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» [2], Указ Президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» [3]. Реализация этих документов способствует снижению зависимости от импорта цифровых технологий, укреплению технологического суверенитета и усилению технологического лидерства России [4–8].

Отметим, что в настоящее время цифровые технологии используются не только в предпринимательском секторе экономики, но и населением.

На рисунке 1 приведено возрастающее изменение доли внутренних затрат на исследования и разработки в области цифровых технологий в общем объеме внутренних затрат на исследования и разработки в 2020–2022 гг.

Результаты на рисунке 1 показывают возрастание устойчивого функцио-

нирования предприятий и организаций Российской Федерации, поддерживая их конкурентоспособность. Отметим, что конкуренция в экономике РФ отличается региональной спецификой в связи с географическими различиями, дифференциацией народнохозяйственной деятельности и разным уровнем экономического развития субъектов. Значимое влияние на конкуренцию оказывает целый ряд факторов, среди которых обеспеченность инфраструктурой, структура производства, степень цифровизации [5–8], инвестиционный климат [10–12], что отражается на качестве жизни людей, представляющих собой первоисточник инновационного устойчивого экономического развития страны [13]. Поэтому авторское исследование акцентируется на региональном аспекте оценки цифровой трансформации социально-экономических процессов.

Рисунок 2 иллюстрирует использование цифровых технологий, где представлена динамика доли продаж через Интернет в общем объеме оборота розничной торговли в масштабе федеральных округов Российской Федерации.

Из данных на рисунке 2 следует, что во всех федеральных округах РФ наблюдается рост доли продаж через Интернет в общем объеме розничной торговли. При этом наибольшую активность проявляют регионы Северо-Западного федерального округа, а наименьшую – регионы Северо-Кавказского федерального округа.

Цель исследования

Цель исследования – проведение кластерного анализа цифровой трансформации экономики России с применением инновационного метода исследования – искусственных нейронных сетей.

Материал и методы исследования

В контексте национальной цели «Цифровая трансформация государственного и муниципального управления, экономики и социальной сферы» [3] настоящая статья посвящена исследованию актуальной задачи определения на основе имеющихся статистических данных групп (кластеров) субъектов, которые незначительно отличаются по уровню цифровизации, и выявлению

кластеров с наиболее и наименее развитой цифровой экономикой. Это позволит применять результаты исследования для совершенствования качества решений в сфере цифровизации с целью увеличения инновационного потенциала России.

Исследование сфокусировано на применении инновационного метода кластеризации регионов России на базе самоорганизующихся искусственных нейронных сетей (ИНС) [14–16], не коррелирующего с модельными ограничительными условиями.

Объектами исследования являлись субъекты Российской Федерации. Для проведения нейросетевого кластерного анализа использованы данные с официального сайта Федеральной службы государственной статистики (Росстата) [9] за 2022 г. по 85 из 89 субъектов России. В качестве признаков, описывающих субъекты, согласно авторскому предпочтению, были взяты следующие индикаторы за 2022 г. [9]:

а) факторы, квалифицирующие цифровую трансформацию организаций: П1 – доля организаций, имевших веб-сайт (% от общего числа обследованных организаций соответствующего субъекта РФ); П2 – доля организаций, использующих широкополосный доступ к сети Интернет (% от общего числа обследованных организаций); П3 – использование цифровых технологий (облачные сервисы) в организациях (% от общего числа обследованных организаций); П4 – использование в организациях специальных программных средств

для предоставления доступа к базам данных через глобальные информационные сети, включая Интернет (% от общего числа обследованных организаций); П5 – использование организациями технологий искусственного интеллекта (% от общего числа обследованных организаций);

б) факторы, отражающие развитие цифровой экономики среди населения: П6 – удельный вес занятых в секторе ИКТ в общей численности занятого населения (%); П7 – доля домохозяйств, имеющих широкополосный доступ к информационно-телекоммуникационной сети Интернет (% от общего числа домашних хозяйств); П8 – удельный вес населения, использующего Интернет для заказа товаров, услуг, в общей численности населения в возрасте 15–74 лет (%); П9 – 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 (%).

Инструментом при выполнении исследования с применением нейронных сетей являются самоорганизующиеся сети Кохонена [17, 18], материализованные на российской аналитической платформе Deductor. Алгоритм обучения этих нейронных сетей функционирует как мощный самообучающийся механизм кластеризации и проецирования гетерогенного пространства входных данных в двумерное выходное пространство путем топологического подобию.

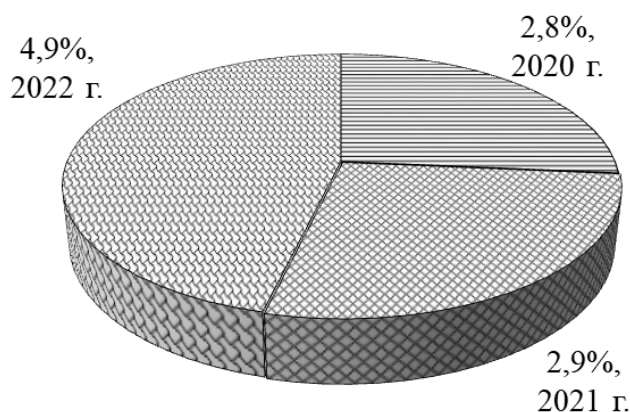


Рис. 1. Изменение доли внутренних затрат на исследования и разработки в области цифровых технологий в общем объеме внутренних затрат на исследования и разработки, %

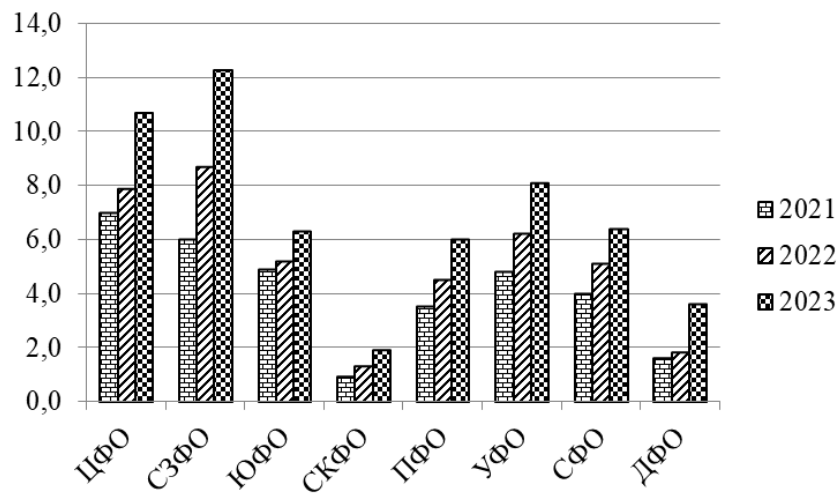


Рис. 2. Динамика доли продаж через Интернет в общем объеме розничной торговли по федеральным округам РФ (без учета статистической информации по Донецкой Народной Республике (ДНР), Луганской Народной Республике (ЛНР), Запорожской области и Херсонской области в 2022 и 2023 гг.), в фактически действовавших ценах, в %

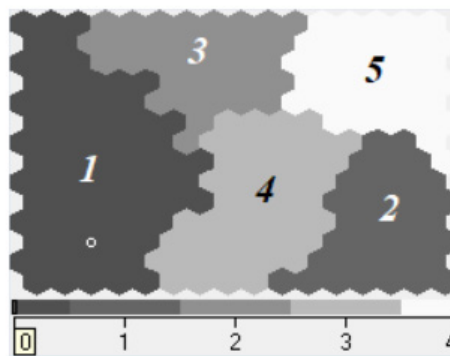


Рис. 3. Самоорганизующаяся карта разграничения субъектов РФ по кластерам

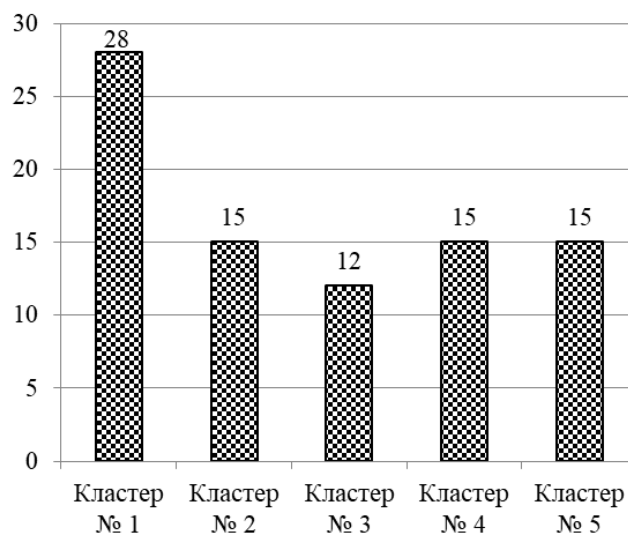


Рис. 4. Количество субъектов России в кластерах в 2022 г.

Таблица 1

Средние значения комплекса исследуемых индикаторов по кластерам
и по Российской Федерации за 2022 г.

Индикатор	Кластер № 1	Кластер № 2	Кластер № 3	Кластер № 4	Кластер № 5	Среднее по РФ
П1	42,61	50,25	43,26	44,78	47,42	45,28
П2	72,02	79,36	73,87	74,65	75,95	74,73
П3	24,55	32,57	26,17	28,52	30,41	27,93
П4	25,86	31,29	26,17	30,55	28,77	28,21
П5	5,16	8,29	5,74	5,89	8,27	6,47
П6	1,14	1,22	1,27	1,13	2,49	1,41
П7	80,89	80,93	90,77	87,23	84,12	83,98
П8	44,55	48,13	67,70	45,77	52,13	50,00
П9	76,39	84,73	88,09	86,49	85,35	82,88

Результаты исследования и их обсуждение

Результатом нейросетевого моделирования стало разграничение 85 субъектов РФ на 5 кластерных формаций (см. рис. 3).

В первый кластер входят Амурская, Брянская, Костромская, Магаданская, Орловская, Смоленская, Пензенская и Тверская области, Республики Башкортостан, Дагестан, Карелия, Ингушетия, Крым, Мордовия, Тыва и Хакасия, Красноярский, Забайкальский, Камчатский, Хабаровский края и Чукотский автономный округ.

Второй кластер включает Белгородскую, Ивановскую, Липецкую, Вологодскую, Новгородскую, Нижегородскую, Кемеровскую и Томскую области, Чеченскую и Чувашскую Республики, Республики Адыгея и Марий Эл, Ставропольский и Пермский края.

Кластер под номером три объединяет Астраханскую, Мурманскую, Ростовскую, Оренбургскую, Саратовскую, Омскую области, г. Севастополь, Республики Бурятия, Калмыкия и Татарстан, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа.

В четвертый кластер входят Калининградская, Курская, Волгоградская, Курганская, Тюменская, Челябинская, Иркутская и Сахалинская области, Республики Алтай, Саха (Якутия), Северная Осетия, Приморский край.

Пятый кластер включает города федерального значения Москва и Санкт-

Петербург, Владимирскую, Калужскую, Рязанскую, Самарскую, Воронежскую, Московскую, Ульяновскую, Новосибирскую и Ленинградскую области, Удмуртскую Республику.

Число субъектов в кластерах показано на рисунке 4.

Результаты на рисунке 4 констатируют, что наибольшее число субъектов составили кластер № 1, а наименьшее – кластер № 3.

Важная особенность распределения субъектов по кластерным образованиям состоит в том, что структура кластеров с точки зрения принадлежности субъектов РФ к федеральным округам различна. К примеру, 14 регионов Приволжского федерального округа вошли в состав четырех кластеров.

Средние значения совокупности индикаторов цифровой трансформации инновационной экономики в кластерных формациях и в целом по России показывает таблица 1.

Анализ средних значений показателей по кластерам и их сравнение со среднероссийскими индикаторами позволяет сделать следующие выводы для кластерных формаций.

Субъекты, образовавшие кластер № 1, имеют самые низкие значения всех показателей, кроме индикатора удельного веса занятых в секторе ИКТ в общей численности занятого населения (П6), наименьшее значение которого наблюдается в субъектах кластера № 4, а наибольшее значение – в субъектах кластера № 5.

Субъекты, сформировавшие кластер № 2, демонстрируют максимальные показатели цифровой трансформации в организациях по сравнению с показателями субъектов других кластеров и со средними индикаторами по России. Значения индикаторов цифровой трансформации организаций в субъектах кластеров № 3, № 4 и № 5 сравнимы со средними по России индикаторами.

Максимальные значения факторов П7–П9, отражающих развитие цифровой экономики среди населения, наблюдаются в субъектах кластера № 3. Средние значения этих показателей в субъектах, образовавших кластеры № 2, № 4 и № 5, практически находятся на уровне среднероссийских индикаторов.

В условиях современных геополитических реалий, характеризующихся вызовами для экономической деятельности в субъектах Российской Федерации по приумножению технологического суверенитета, на рост экономики напрямую воздействует разработка инновационных технологий, среди которых значительную часть занимают ИИС, а также цифровая трансформация и их внедрение в реальный сектор экономики. Это требует, во-первых, наличия достаточного количества квалифицированных кадров, и во-вторых, финансовых вложений в инновационные разработки. Решению этих задач способствует возрастающий тренд подготовки специалистов по направлениям подготовки в области информационных технологий и создание передовых инженерных школ. На финансовую составляющую во многом оказывает влияние взаимодействие траекторий развития государства и бизнес-стратегий [19, 20].

В рамках данного исследования с применением ИИС отметим своеобраз-

ность группирования субъектов России по кластерам (табл. 1), выражающуюся в том, что кластер № 1 с наиболее низкими значениями средних показателей образовали 28 субъектов; в кластер № 2 вошли 15 субъектов с максимальными значениями индикаторов, аттестующих цифровую трансформацию организаций; кластер № 3, составили 12 субъектов с наибольшими значениями показателей, описывающих развитие цифровой экономики среди населения.

Метод кластеризации многомерных исходных данных на базе нейронных сетей, предложенный в работе, обозначил важность дифференцированного подхода к стратегическому социально-экономическому развитию субъектов России. При этом с перспективы технологического суверенитета и технологического лидерства Российской Федерации необходимо направление действий на усиление инновационной деятельности и цифровой трансформации во всех субъектах и, особенно, в субъектах кластера № 1. Исполнение этих задач с опорой на практики субъектов-лидеров и на эффективное стратегическое управление будет наращивать технологический суверенитет, технологическое лидерство и, тем самым, национальную безопасность Российской Федерации.

Выводы

Результаты работы могут оказать помощь при выстраивании инновационных стратегических направлений, устремленных на цифровую трансформацию в экономике субъектов России в фокусе стимулирования сбалансированности развития региональной экономики и умножения технологического суверенитета и технологического лидерства Российской Федерации.

Библиографический список

1. Указ Президента Российской Федерации «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» от 9 мая 2017 г. № 203. [Электронный ресурс]. URL: <http://kremlin.ru/acts/news/54477> (дата обращения: 04.06.2024).
2. Указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358> (дата обращения: 04.06.2024).
3. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 года № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/hotlaw/federal/1717715/> (дата обращения: 04.06.2024).

4. Летягина Е.Н. Особенности оценки экономической эффективности внедрения инноваций в энергетику // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2010. № 3-2. С. 520-522.
5. Сулимова Е.А. Цифровой инструментарий управления предприятиями: CRM, ERP, ECM, BI // Инновации и инвестиции. 2023. № 5. С. 158-160.
6. Кузнецов Ю.А., Маркова С.Е. Анализ качественных особенностей динамики развития российского рынка ИКТ. Структурный подход // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2013. № 3 (100). С. 242-252.
7. Яшин С.Н., Борисов С.А., Кулагова И.А. Региональные особенности реализации процесса цифровизации экономики в Российской Федерации // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2021. № 2. С. 106-115.
8. Абдрахманова Г.И., Васильковский С.А., Вишневский К.О. и др. Цифровая экономика: 2023: Краткий статистический сборник. М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2023. 120 с.
9. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: <https://gks.ru> (дата обращения: 04.06.2024).
10. Фролов В.Г., Перова В.И. Анализ инновационно-инвестиционной сбалансированности промышленной политики России в условиях цифровой трансформации с применением методов искусственного интеллекта // Вопросы инновационной экономики. 2023. № 1. Т. 13. С. 127-148. DOI: 10.18334/vines.13.1.117247.
11. Никитин Г.С., Скобелев Д.О. Эффективность государственных и корпоративных инвестиций в развитие реального сектора экономики // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2022. № 4 (68). С. 32-41. DOI:10.52452/18115942_2022_4_32.
12. Трофимов О.В., Саакян А.Г. Политика импортозамещения на предприятиях оборонно-промышленного комплекса России // Вестник Нижегородского госуниверситета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2022. № 3 (67). С. 44-49.
13. Кузнецов В.П., Летягина Е.Н., Перова В.И. Искусственный интеллект в анализе человеческого капитала как основы экономической безопасности регионов Российской Федерации // На страже экономики. 2023. № 3 (26). С. 37-47. DOI: 10.36511/2588-0071-2023-3-37-47.
14. Иванова Т.А. Методы анализа больших данных: искусственные нейронные сети // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России. 2022. № 1. С. 727-731.
15. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. М.: Вильямс, 2006. 1408 с.
16. Летягина Е.Н., Перова В.И. Искусственный интеллект в анализе региональных инновационных экосистем Российской Федерации в условиях импортозамещения // Экономический анализ: теория и практика. 2024. Т. 23. № 5. С. 834-856. DOI: 10.24891/ea.23.5.834.
17. Kohonen T. Self-organized formation of topologically correct feature maps // Biological Cybernetics. 1982. V. 43. P. 59-69.
18. Kohonen T. The self-organizing map // Proceedings of the Institute of Electrical and Electronics Engineers. 1990. V. 78. No. 9. P. 1464-1480.
19. Плехова Ю.О., Коляда А.А. Методика разработки бизнес-модели организации и прогнозирования её экономической эффективности // Теория и практика общественного развития. № 8. 2023. С. 101-112.
20. Малов Д.Н., Летягина Е.Н. Разработка нейросетевой модели кластеризации экономики для анализа инвестиционной привлекательности предприятий // Креативная экономика. 2019. Т. 13. № 8. С. 1529-1536.