

<https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-3-7>

УДК 332.1

JEL R1, O180

Т. В. Миролюбова  , М. В. Радионова 

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Российская Федерация

Цифровая трансформация и ее влияние на социально-экономическое развитие российских регионов¹

Аннотация. В современной мировой экономике активно происходит процесс перехода к экономике нового типа – цифровой экономике. Цифровая трансформация, представляющая собой один из главных двигателей социально-экономического и технологического развития стран и регионов, как показывает опыт развитых стран, способствует созданию новых возможностей для бизнеса, появлению новых рынков и рыночных ниш и, как следствие, оказывает влияние на уровень социально-экономического развития регионов. При этом процесс цифровой трансформации не происходит равномерно внутри стран, возникают существенные различия между регионами. Кроме того, цифровая трансформация и устойчивое развитие регионов связаны между собой. В работе отражен авторский взгляд на сущность понятия «цифровая трансформация», осуществлен анализ влияния показателей цифровой трансформации на уровень социально-экономического развития регионов России с учетом параметров устойчивого развития. Методология проведения исследования состоит в построении и верификации многоуровневой модели множественной регрессии, отражающей показатели цифровой трансформации региона, сведенные в единый интегральный показатель, и их влияние на устойчивое развитие региона. В статье предложены интегральный показатель цифровой трансформации и интегральный показатель устойчивого развития. Выявлена связь между интегральным показателем цифровой трансформации и интегральным показателем устойчивого развития регионов России. Проведена кластеризация регионов России по этим показателям за 2020 г. Также в разных кластерах построены эконометрические модели на панельных данных, что позволило установить сильное влияние таких факторов цифровой трансформации, как цифровой труд и цифровой капитал, на показатели социально-экономического развития регионов России. Установлено, что чем выше доля промышленного производства в валовом региональном продукте, тем выше уровень цифровой трансформации регионов. На основе расчета интегральных показателей для всех регионов России выявлено, что существует значительная пространственная неравномерность российских регионов по уровню устойчивого развития и по уровню цифровой трансформации. При этом увеличение доли промышленного производства в валовом региональном продукте снижает уровень устойчивого развития регионов.

Ключевые слова: цифровая экономика, устойчивое развитие, цифровая трансформация, регион, информационно-коммуникационные технологии, интегральный показатель цифровой трансформации, интегральный показатель устойчивого развития

Для цитирования: Миролюбова, Т. В., Радионова, М. В. (2023). Цифровая трансформация и ее влияние на социально-экономическое развитие российских регионов. *Экономика региона*, 19(3), 697-710. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-3-7>

¹ © Миролюбова Т. В., Радионова М. В. Текст. 2023.

Tatyana V. Mirolyubova  , Marina V. Radionova 
Perm State University, Perm, Russian Federation

Digital Transformation and its Impact on the Socio-Economic Development of Russian Regions

Abstract. The modern world economy is transforming into the digital economy. Digital transformation can be a driver of socio-economic and technological development of various states and regions. As shown by the experience of developed countries, digital transformation contributes to the creation of new business opportunities, emergence of new markets and niches, and consequently affects regional socio-economic development. However, this process is uneven across countries, leading to significant differences between regions. Additionally, the connection between digital transformation and regional sustainable development should be considered. The paper presents the authors' perspective on digital transformation and analyses the impact of digital transformation on the socio-economic development of Russian regions in terms of sustainable development priorities. The research aims to develop and verify a multilevel multiple regression model, which illustrates regional digital transformation through integral indicators and describes its impact on regional sustainable development. In particular, the study examined the integral indicator of digital transformation and integral indicator of sustainable development, revealing a correlation between them for Russian regions. The regions were clustered according to these indicators. Panel data econometric models for different clusters showed that such factors as digital labour and digital capital greatly influence socio-economic indicators of Russian regions. The direct correlation between the share of manufacturing in gross regional product and regional digital transformation was established. The calculation of integral indicators for all Russian regions identified significant spatial heterogeneity of Russian regions in terms of their sustainable development and digital transformation. At the same time, an increase in the share of manufacturing share in gross regional product causes a decrease in regional sustainable development.

Keywords: digital economy, sustainable development, digital transformation, region, information and communication technology, integral indicator of digital transformation, integral indicator of sustainable development

For citation: Mirolyubova, T. V. & Radionova, M. V. (2023). Digital Transformation and its Impact on the Socio-Economic Development of Russian Regions. *Ekonomika regiona / Economy of regions*, 19(3), 697-710. DOI: <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-3-7>

Введение

Современное мировое развитие характеризуется множественными преобразованиями, одним из важнейших среди которых является цифровая трансформация. Цифровая трансформация касается всех сфер жизни общества и оказывает значительное влияние на социально-экономическое развитие стран и территорий. Несмотря на значительное распространение этого термина, в настоящее время не существует его общепринятого понимания.

Настоящая статья является продолжением исследований авторов по цифровой экономике региона, результаты которых опубликованы в 2020–2022 гг. (Миролюбова и др., 2020; Миролюбова & Радионова, 2021; Mirolyubova & Voroncikhina, 2022). Под цифровой трансформацией авторы данной статьи понимают «процесс интеграции информационно-коммуникационных технологий во все экономические процессы, требующий внесения принципиальных изменений как в производство су-

ществующих, так и создание новых продуктов и услуг, их распределение, обмен и потребление, изменяющий качественные характеристики экономической системы» (Миролюбова & Радионова, 2020).

Цель нашей работы — провести анализ влияния цифровой трансформации на уровень социально-экономического развития регионов России с учетом приоритетов устойчивого развития.

Гипотеза исследования состоит в том, что процессы цифровой трансформации в регионах России, выражаемые через показатели, характеризующие развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), влияют на ключевые показатели устойчивого развития регионов: экономическую составляющую устойчивого развития, социальную составляющую устойчивого развития и экологическую составляющую устойчивого развития. Мы полагаем также, что цифровую трансформацию можно оценить через интегральный показа-

тель цифровой трансформации, а устойчивое развитие — через интегральный показатель устойчивого развития. При этом указанные интегральные показатели устойчивого развития регионов России будут связаны между собой. Применение интегральных показателей позволит нам получить комплексное представление об исследуемых процессах. Кроме того, одной из гипотез статьи является предположение о возможном наличии зависимости между уровнем цифровой трансформации регионов и долей промышленного производства в ВРП. Также выдвигается гипотеза о взаимосвязи уровня промышленного производства, уровня устойчивого развития и цифровой трансформации регионов.

Обзор литературы

Вопросы измерения цифровой трансформации и ее влияния на социально-экономическое развитие были исследованы многими авторами.

Дж. Халтивангер и Р.С. Джармин (Haltiwanger & Jarmin, 2000), Т. Мезенберг (Mesenbourg, 2001), К. Бэрфут с соавторами (Barefoot et al., 2018) изучали, прежде всего, вопросы измерения цифровой экономики.

В.И. Салыгин и А.С. Маркин (Салыгин & Маркин, 2020) сформулировали принципы цифровой трансформации экономики и промышленности.

Изучение категории «цифровая трансформация» проводили многие исследователи: А.К. Сапор (Сапор, 2018), З.В. Басаев (Басаев, 2018), С.А. Иноземцева (Иноземцева, 2018), Ю.В. Келеш и Е.А. Бессонова (Келеш & Бессонова, 2021), Д.Е. Бекбергенева (Бекбергенева, 2020), Т. Мейор¹, И. Мергела с соавторами (Mergela et al., 2019), С. Надкарни и Р. Прюгль (Nadkarni & Prüggl, 2021) и др.

М.Р. Сафиуллин и соавторы (Сафиуллин и др., 2019) выявили наличие дифференцированного уровня цифровизации региональных экономических систем в России.

Новикова и Строгонова (Novikova & Strogonova, 2020) предложили методику для расчета интегрального показателя цифровизации экономики регионов и доказали наличие взаимосвязи между экономическим ростом регионов и уровнем цифровизации экономики.

В статье Е.В. Попова и соавторов (Попов и др., 2016) рассмотрены различные модели с использованием интегрального показателя уровня информатизации регионов и показано, что цифровая трансформация достаточно сильно влияет на объем инновационной продукции, ВРП на душу населения и инновационную активность предприятий регионов.

Многие авторы рассматривали цифровую трансформацию компаний как основу общих процессов цифровой трансформации (Ценжарик и др., 2020; Кочетков и др., 2021; Гарифуллин & Зябриков, 2018; Линц и др. 2019; Lietai, 2018; Libertetal., 2016; Verhoefetal., 2016 и др.).

В целом анализ литературы показал, что чаще всего упоминается термин «цифровизация», в то время как термин «цифровая трансформация» используется реже либо отождествляется с термином «цифровизация». При этом встречаются попытки дать определение цифровой трансформации бизнеса, но практически отсутствуют определения термина «цифровая трансформация» в отношении экономики страны или региона как системы. В связи с этим приведенная выше авторская трактовка термина «цифровая трансформация» в отношении экономики как системы является актуальной.

Кроме того, в найденных нами литературных источниках так или иначе для исследования процессов цифровой трансформации используются показатели развития ИКТ.

Исходя из авторского определения цифровой трансформации, мы будем измерять цифровую трансформацию российских регионов через показатели, характеризующие ИКТ.

Изучение научной литературы позволило выдвинуть несколько дополнительных гипотез:

- доля промышленного производства в ВРП влияет на уровень устойчивого развития регионов и уровень их цифровой трансформации;

- существует пространственная неравномерность регионов РФ по уровню устойчивого развития;

- существует пространственная неравномерность регионов РФ по уровню цифровой трансформации.

Данные и методы

Сформируем набор факторов цифровой трансформации. В качестве основы для отбора факторов используем индекс развития ИКТ

¹ Mayor, T. (2019). 5 building blocks of digital transformation. MIT Sloan School of Management <https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/5-building-blocks-digital-transformation> (date of access: 19.09.2022).

Факторы цифровой трансформации регионов России

Table 1

Factors of digital transformation of Russian regions

Показатель	Обозначение
ИКТ-доступ	
Число подключенных абонентских устройств мобильной связи на 1000 человек населения, на конец года, шт.	X_1
Удельный вес домохозяйств, имевших персональный компьютер, %	X_2
Персональных компьютеров на 100 домохозяйств, шт.	X_3
Удельный вес домохозяйств, имевших доступ в интернет, %	X_4
Число персональных компьютеров на 100 работников, шт., в том числе	X_5
с доступом в интернет, шт.	X_6
Доля органов государственной власти, органов местного самоуправления и государственных внебюджетных фондов, подключенных к интернету, %	X_7
Использование ИКТ	
Население, использовавшее интернет, % от общей численности населения в возрасте 15–72 года, за последние 12 мес. (с 2017 г. — в возрасте 15–74 лет)	X_8
Число активных абонентов фиксированного широкополосного доступа к интернету на 100 чел. населения на конец года, ед.	X_9
Число активных абонентов мобильного широкополосного доступа к интернету на 100 чел. населения на конец года, ед.	X_{10}
Объем информации, переданной от абонентов (к абонентам) при доступе в интернет (кроме сетей подвижной связи), Гб	X_{11}
Объем информации, переданной от абонентов (к абонентам) сетей подвижной связи при доступе в интернет, Гб	X_{12}
Число активных абонентов фиксированного доступа в интернет на конец отчетного периода, всего, ед.	X_{13}
Организации, использовавшие персональные компьютеры, %	X_{14}
Организации, использовавшие локальные вычислительные сети, %	X_{15}
Организации, использовавшие интернет, %, из них	X_{16}
широкополосный доступ, %	X_{17}
Организации, имевшие сайт, % от общего числа обследованных	X_{18}
Организации, использовавшие электронный обмен данными между своими и внешними информационными системами, %	X_{19}
Число персональных компьютеров, используемых в учебных целях, в государственных и муниципальных организациях (общеобразовательные организации) на 1000 обучающихся	X_{20}
Число персональных компьютеров, используемых в учебных целях, имеющих доступ к интернету, в расчете на 100 студентов (обучающихся) по образовательным учреждениям, по среднему профессиональному образованию	X_{21}
Число персональных компьютеров, используемых в учебных целях, имеющих доступ к интернету, в расчете на 100 студентов (обучающихся) по образовательным учреждениям, по высшему профессиональному образованию	X_{22}
Доля учреждений здравоохранения, использовавших интернет, в общем числе учреждений здравоохранения	X_{23}
Доля организаций, использовавших средства защиты информации, передаваемой по глобальным сетям, в общем числе обследованных организаций, средства электронной подписи	X_{24}
Доля организаций, использовавших средства защиты информации, передаваемой по глобальным сетям, в общем числе обследованных организаций, средства шифрования	X_{25}
ИКТ-навыки	
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, %	X_{26}

Окончание табл. 1 на след. стр.

Окончание табл. 1

Показатель	Обозначение
Удельный вес ИКТ-специалистов высшего уровня квалификации в общей численности занятых, %	X_{27}
Удельный вес населения, использующего интернет для заказа товаров, услуг, в общей численности населения в возрасте 15–74 лет, %	X_{28}

Источник: составлено авторами.

(*ICT Development Index — IDI*)¹. Индекс IDI базируется на трех подиндексах: доступа, использования и навыков. Применим данный подход и сформируем три группы факторов цифровой трансформации, основываясь на показателях, учитываемых Росстатом (табл. 1).

В данной работе для оценки уровня цифровой трансформации сформируем интегральный показатель цифровой трансформации (*Integral Indicator of Digital Transformation — IDT*), основываясь на трех составляющих показателей ИКТ: доступа, использования, навыков. Для построения интегральных показателей необходимы будут нормирование, агрегирование и взвешивание имеющихся данных.

Для нормализации будем использовать такой показатель, как отношение разницы текущего значения показателя для региона РФ и минимального по региону к разности максимально возможного и минимально возможного значения по данному показателю по формуле (1) (Сафиуллин, 2019):

$$S_{ji} = \frac{X_{ji} - X_{j\min}}{X_{j\max} - X_{j\min}}, \quad (1)$$

где X_i — текущее значение показателя; X_{\min} и X_{\max} — минимальное и максимальное значения по показателю за год.

На этапе агрегирования подсчет интегрального показателя для каждого субиндекса происходит по формуле (2):

$$I_j = \frac{\sum S_i}{n}, \quad (2)$$

где I_j — значение субиндекса; $\sum S_i$ — сумма значений нормированных показателей, входящих в группу, определяющую субиндекс; n — число нормированных показателей, входящих в группу, определяющую субиндекс.

Субиндекс рассчитывается по формуле (2) для каждой группы показателей. Итоговая оценка интегрального показателя ИКТ получена как сумма трех субиндексов.

Далее сформируем и рассчитаем интегральный показатель устойчивого развития. Для этого подберем необходимые показатели, которые характеризуют устойчивое развитие.

Устойчивое развитие можно количественно выразить через три группы показателей, характеризующих состояние экономической, социальной и экологической сфер.

Для характеристики экономики регионов будем использовать показатель валового регионального продукта. Именно он позволяет измерять величину региональной экономики и строить релевантные экономико-математические модели.

Вторая составляющая устойчивого развития — социальная. Для измерения социальной составляющей будем использовать показатели «среднедушевые денежные доходы населения» и «среднедушевые денежные расходы».

Третья составляющая устойчивого развития — экологическая. Для количественной оценки экологических параметров устойчивого развития будем использовать показатели «выбросы в атмосферу загрязняющих веществ», «сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты», «потребление электроэнергии».

Сформируем интегральный показатель устойчивого развития (*Integral Indicator of Sustainable Development — ISD*) на основе указанных групп показателей устойчивого развития, используя тот же подход, что и при построении интегрального показателя цифровой трансформации.

Модели и результаты

На основе данных 86 регионов Российской Федерации за 2020 г. были рассчитаны интегральные показатели цифровой трансформации (*IDT*) и устойчивого развития (*ISD*). Результаты классификации регионов представлены в таблице 2.

На рисунке 1 наглядно представлены результаты расчета интегрального показателя устойчивого развития (*ISD*) регионов РФ за 2020 г.

На рисунке 1 видно, что существует значительная пространственная неравномерность регионов РФ по уровню устойчивого развития

¹ The ICT Development Index (IDI): Conceptual framework and methodology. International Telecommunication Union (ITU). <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/mis2016/methodology.aspx> (date of access: 20.09.2022).

Кластеры распределения регионов по значениям интегральных показателей за 2020 г.

Clusters of regions according to the values of integral indicators for 2020

Уровень интегрального показателя	Уровень устойчивого развития (ISD)		
	низкий	средний	высокий
Цифровой трансформации (IDT)			
Низкий	<p><u>13 регионов</u> <i>Области (2):</i> Тверская, Кировская <i>Республики (9):</i> Адыгея, Калмыкия, Крым, Дагестан, Ингушетия, Северная Осетия — Алания, Марий Эл, Алтай, Чеченская <i>Край (1):</i> Забайкальский <i>Автономная область (1):</i> Еврейская</p>	<p><u>3 региона</u> <i>Области (3):</i> Иркутская, Амурская, Магаданская</p>	—
Средний	<p><u>25 регионов</u> <i>Области (17):</i> Брянская, Владимирская, Ивановская, Костромская, Курская, Рязанская, Смоленская, Тамбовская, Новгородская, Псковская, Астраханская, Волгоградская, Пензенская, Саратовская, Курганская, Оренбургская, Омская <i>Республики (6):</i> Кабардино-Балкарская, Карачаево-Черкесская, Чувашская (Чувашия), Тыва, Хакасия, Бурятия <i>Края (2):</i> Ставропольский, Алтайский</p>	<p><u>17 регионов</u> <i>Области (7):</i> Белгородская, Липецкая, Архангельская, Ленинградская, Свердловская, Тюменская, Кемеровская — Кузбасс <i>Республики (4):</i> Карелия, Коми, Башкортостан, Саха (Якутия) <i>Края (6):</i> Краснодарский, Пермский, Красноярский, Камчатский, Приморский, Хабаровский</p>	<p><u>3 региона</u> <i>Автономные округа (2):</i> Ненецкий, Ханты-Мансийский — Югра <i>Область (1):</i> Тюменская</p>
Высокий	<p><u>6 регионов</u> <i>Области (3):</i> Орловская, Калининградская, Ульяновская <i>Республики (2):</i> Мордовия, Удмуртская <i>Город (1):</i> Севастополь</p>	<p><u>13 регионов</u> <i>Области (12):</i> Воронежская, Калужская, Тульская, Ярославская, Вологодская, Мурманская, Ростовская, Нижегородская, Самарская, Челябинская, Новосибирская, Томская <i>Республика (1):</i> Татарстан</p>	<p><u>6 регионов</u> <i>Области (2):</i> Московская, Сахалинская <i>Автономные округа (2):</i> Ямало-Ненецкий, Чукотский <i>Города (2):</i> Москва, Санкт-Петербург</p>

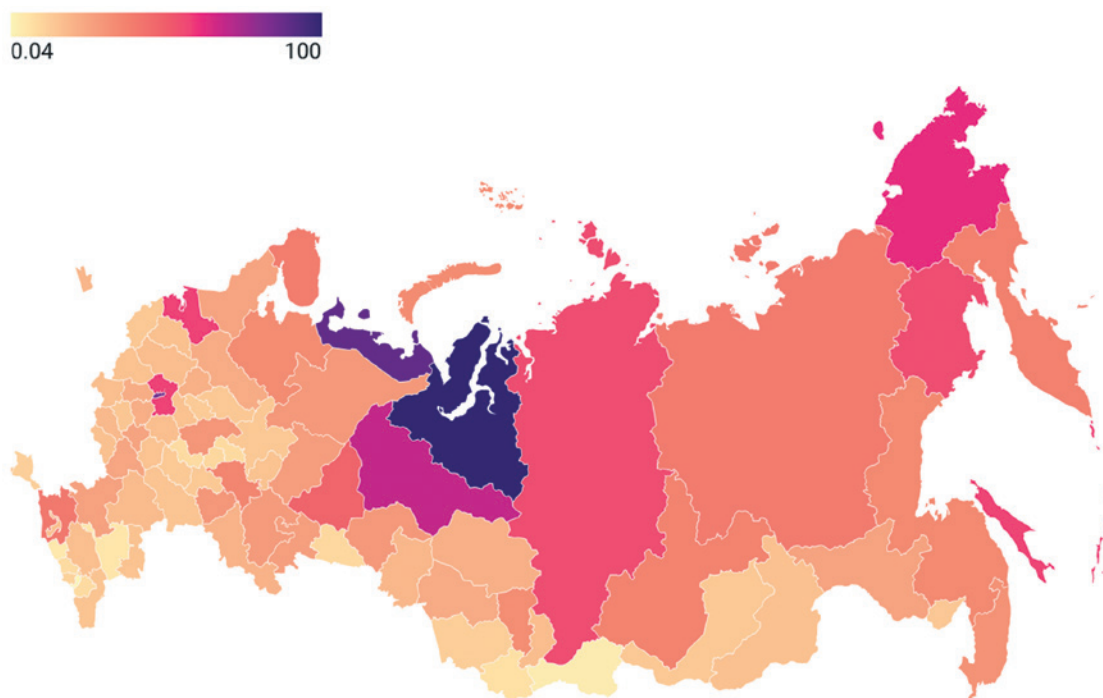
Источник: составлено авторами.

(ISD). Максимальный уровень отмечен у Ямало-Ненецкого автономного округа. Значения ISD остальных регионов указаны в долях по отношению к максимальному значению Ямало-Ненецкого автономного округа. Видно, что только 2 региона — Ненецкий автономный округ и г. Москва — имеют близкие к Ямало-Ненецкому автономному округу уровни устойчивого развития, 3 региона (Тюменская область, Ханты-Мансийский и Чукотский автономные округа) имеют уровень интеграль-

ного показателя от 60 % до 80 % от показателя Ямало-Ненецкого автономного округа.

На рисунке 2 наглядно представлены результаты расчета интегрального показателя цифровой трансформации (IDT) по регионам РФ за 2020 г.

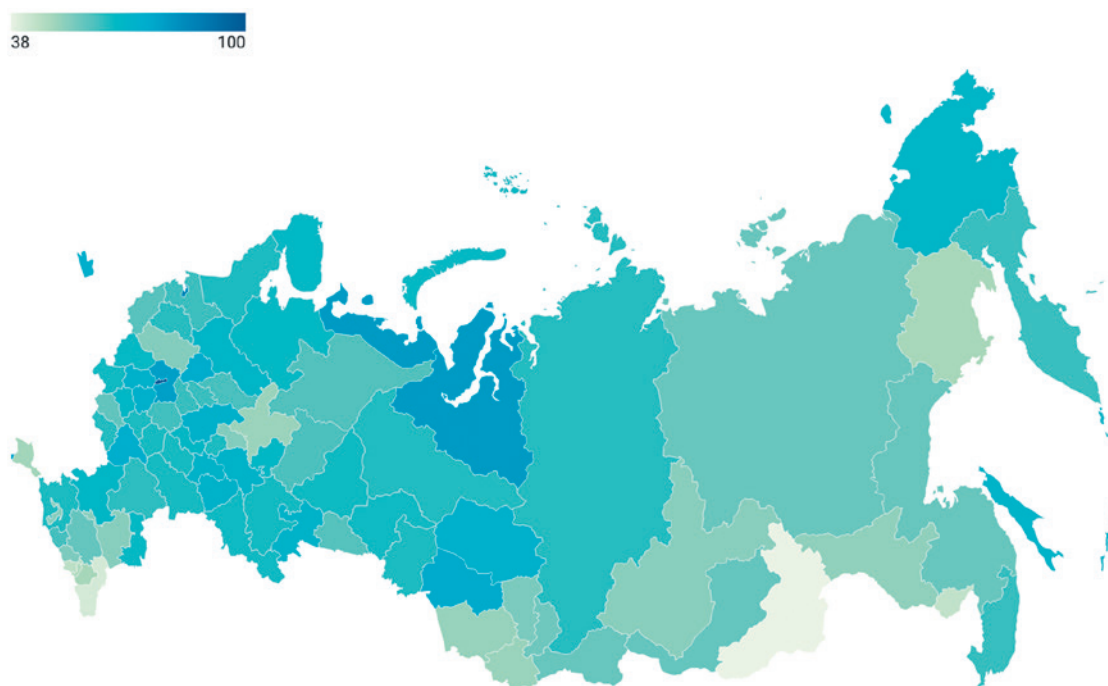
Регионы РФ на рисунке 2 также распределены по отношению к максимальному значению показателя. В данном случае наибольший показатель IDT оказался у центрального региона — г. Москвы. На рисунке 2 по-



Created with Datawrapper

Рис. 1. Интегральный показатель устойчивого развития регионов РФ в 2020 г., % (источник: составлено авторами по данным Федеральной службы государственной статистики (<https://rosstat.gov.ru>))

Fig. 1. Integral indicator of sustainable development (ISD) of Russian regions in 2020, %



Created with Datawrapper

Рис. 2. Интегральный показатель цифровой трансформации регионов РФ за 2020 г., % (источник: составлено авторами по данным Федеральной службы государственной статистики (<https://rosstat.gov.ru>))

Fig. 2. Integral indicator of digital transformation (IDT) of Russian regions in 2020, %

казано, что также существует значительная дифференциация регионов по уровню цифровой трансформации (IDT). Только два региона (г. Санкт-Петербург и Ямало-Ненецкий автономный округ) имеют близкие к максимальному значению уровни цифровой трансформации регионов. Несколько регионов (г. Севастополь, Московская, Новосибирская, Ярославская, Воронежская, Калининградская, Тульская, Нижегородская, Томская, Калужская и Самарская области) имеют уровень интегрального показателя цифровой трансформации от 70 % до 85 % от максимального.

Далее рассчитаем по каждому региону долю промышленного производства в ВРП (*Industrial Production in GRP – ID*). В каждом кластере регионов (табл. 2) рассчитаем также коэффициенты корреляции Пирсона между интегральным показателем устойчивого развития (*ISD*), интегральным показателем цифровой трансформации (*IDT*) и долей промышленного производства в ВРП. Результаты представлены в таблице 3.

Результаты анализа данных из таблицы 3 показали, что увеличение доли промышленного производства в ВРП снижает уровень устойчивого развития регионов: об этом говорят отрицательные значения коэффициентов корреляции между показателями. Чем выше доля промышленного производства в ВРП, тем ниже уровень устойчивого развития региона. Чем выше уровень устойчивого развития, тем сильнее обратная взаимосвязь.

Наблюдается также значимая устойчивая положительная связь между уровнем цифровой трансформации регионов и долей промышленного производства в ВРП: чем выше доля промышленного производства в ВРП, тем выше уровень цифровой трансформации регионов.

Для количественной оценки влияния показателей сектора ИКТ и цифровой трансформации региона на экономическое развитие регионов России были рассмотрены панельные данные по 86 регионам в период с 2016 г. по 2020 г.

Рассмотрим в качестве эндогенной переменной показатель ВРП (млн руб.). В качестве экзогенных (объясняющих) переменных возьмем стоимость основных фондов по регионам, численность занятых в регионах, затраты на ИКТ и численность занятых в секторе ИКТ. В таблице 4 приведены переменные, которые мы будем использовать при моделировании.

Для анализа влияния отобранных показателей на экономическое развитие региона авто-

Таблица 3

Коэффициенты корреляции Пирсона между показателями за 2020 г.

Table 3

Pearson correlation coefficients between indicators for 2020

Уровень интегрального показателя устойчивого развития (<i>ISD</i>)	Коэффициент корреляции между <i>ID</i> и <i>ISD</i>	Коэффициент корреляции между <i>ID</i> и <i>IDT</i>
Низкий	0,0761	0,5874**
Средний	-0,1621*	0,6383**
Высокий	-0,4723**	0,6594***

Источник: составлено авторами.

Примечание: * значимость на 10-процентном уровне, ** значимость на 5-процентном уровне, *** значимость на 1-процентном уровне.

Таблица 4

Обозначение переменных

Table 4

Variables description

Показатель	Обозначение	Ед. изм.
<i>Зависимая переменная</i>		
ВРП	<i>GDP</i>	млн руб.
<i>Объясняющая переменная</i>		
Количество занятых в регионах	<i>Empl</i>	тыс. чел.
Стоимость основных фондов	<i>CostFunds</i>	млн руб.
Численность занятых в сфере информационно-коммуникационных технологий	<i>EmplICT</i>	тыс. чел.
Общие затраты на информационно-коммуникационные технологии	<i>CostsICT</i>	млн руб.

Источник: составлено авторами.

рами использована следующая эконометрическая модель в виде модифицированной функции Кобба – Дугласа:

$$\begin{aligned}
 GDPPC &= \\
 &= A \cdot Empl^{\beta_1} \cdot CostFund^{\beta_2} \cdot EmplICT^{\beta_3} \times \\
 &\quad \times CostICT^{\beta_4} \cdot \varepsilon,
 \end{aligned}$$

где ε – ошибка модели.

В модель нами введены два показателя – цифровые факторы экономического роста: цифровой труд и цифровой капитал. Под цифровым трудом авторы понимают численность занятых в секторе ИКТ, под цифровым капиталом – затраты на ИКТ (Миролюбова & Радионова, 2021). Расчет показателя «цифровой труд» только по численности занятых в секторе ИКТ связан с доступностью данных Федеральной службы государственной статистики по 87 регионам России в период с 2010

Таблица 5

Описательные статистики за 2016–2020 гг.

Table 5

Summary statistics of the dataset 2016–2020

Переменная	Среднее значение	Медиана	Стандартное отклонение	Минимум	Максимум
$\ln(GDPPC)$	13,2	13,2	1,11	10,8	16,8
$\ln(EMPL)$	4,72	5,18	1,29	0,000	5,97
$\ln(CostFund)$	4,62	4,92	1,07	0,000	5,86
$\ln(EmplICT)$	2,01	2,07	1,14	-1,60	5,43
$\ln(CostICT)$	7,20	8,04	2,85	0,000	14,2

Источник: составлено авторами.

г. по 2018 г. Авторы считают, что для выявления зависимостей и проверки авторских гипотез этот подход является допустимым.

Для оценки параметров нелинейной модели необходимо привести линейаризовать данную модель, а именно, свести модель к логарифмическому виду:

$$\ln(GDPPC) = \ln(A) + \beta_1 \cdot \ln(Empl) + \beta_2 \cdot \ln(CostFund) + \beta_3 \cdot \ln(EmplICT) + \beta_4 \cdot \ln(CostICT) + \varepsilon,$$

где β_1 — параметр, характеризующий эластичность показателя труд; β_2 — параметр, характеризующий эластичность показателя капитал; β_3 — параметр, характеризующий эластичность цифрового труда; β_4 — параметр, характеризующий эластичность цифрового капитала.

В таблице 5 представлены основные статистики логарифмических показателей.

Поскольку у нас имеются данные по 86 регионов Российской Федерации с 2016 г. по 2020 г., такие данные имеют панельную структуру (Arellano, 2003; Deaton, 1985):

$$\ln(GDPPC_{it}) = \ln(A) + \beta_1 \cdot \ln(Empl_{it}) + \beta_2 \cdot \ln(CostFund_{it}) + \beta_3 \cdot \ln(EmplICT_{it}) + \beta_4 \cdot \ln(CostICT_{it}) + \varepsilon_{it},$$

где i — индекс региона; t — индекс момента времени; $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ — неизвестные параметры модели.

Такие модели можно рассмотреть как модели с фиксированными, а также со случайными эффектами (Baltagi, 1995). Для моделей с фиксированными эффектами (*fixed effects*) характерно то, что погрешность может быть представлена в виде $\varepsilon_{it} = \mu_i + \lambda_t + u_{it}$, причем μ_i — это ненаблюдаемые индивидуальные эффекты, λ_t — ненаблюдаемые временные эффекты, u_{it} рассматривается как фиксированные эффекты (временные или пространственные). В моделях со случайными эффектами

(*random effects*) погрешность u_{it} рассматривается как случайные эффекты (временные или пространственные).

В нашем исследовании также были рассмотрены модели со случайными и фиксированными эффектами, в которые были включены временные эффекты в виде дамми-переменных (*dummy variable*). Для оценки значимости таких эффектов был применен критерий Вальда, а выбор между моделями с фиксированными и случайными эффектами осуществлялся с помощью критерия Хаусмана (Baltagi, 1995).

Результаты построения моделей со случайными и фиксированными эффектами, в которые были включены временные дамми-переменные, представлены в таблицах 6–8. Так, в таблице 6 представлены результаты моделирования для регионов с низким уровнем интегрального показателя устойчивого развития, в таблице 7 — для регионов со средним уровнем интегрального показателя устойчивого развития, в таблице 8 — для регионов с высоким уровнем интегрального показателя устойчивого развития.

Были построены также модели для разного уровня показателей устойчивого развития и цифровой трансформации регионов.

Рассмотрим результаты моделирования для регионов с низким уровнем интегрального показателя устойчивого развития (табл. 6). Из таблицы 6 видно, что для каждого кластера цифровой трансформации (*IDT*) наилучшей является модель с фиксированными эффектами, причем этот вывод еще основан и на том, что мы имеем дело с региональными данными и каждый регион обладает индивидуальными особенностями, отличающими его от других субъектов РФ. Также в модели включены временные эффекты в виде дамми-переменных, и это говорит о ежегодном увеличении ВРП. У всех этих моделей оказался наименьшим информационный критерий Шварца

Результаты эконометрического моделирования для регионов с низким уровнем интегрального показателя устойчивого развития

Table 6

Results of econometric modelling for regions characterised by low values of the integral indicator of sustainable development

Показатель	Низкий IDT		Средний IDT		Высокий IDT	
	фикс. эффект	случайный эффект	фикс. эффект	случайный эффект	фикс. эффект	случайный эффект
<i>const</i>	11,60*** (0,06620)	11,56*** (0,1686)	12,53*** (0,07271)	12,34*** (0,1250)	12,40*** (0,2215)	11,78*** (0,3729)
<i>l_Empl</i>	0,09180*** (0,01600)	0,09484*** (0,02632)	0,05010*** (0,01003)	0,05164*** (0,01396)	0,09366*** (0,01898)	0,1023*** (0,03292)
<i>l_CostFunds</i>	0,01288* (0,01605)	0,01181* (0,02638)	0,01030* (0,01053)	0,01067* (0,01466)	0,01881* (0,01748)	0,02671* (0,03034)
<i>l_EmplICT</i>	0,01257* (0,02282)	0,04244* (0,03650)	0,02056* (0,02906)	0,07906** (0,03824)	0,008284* (0,07576)	0,2285* (0,1177)
<i>l_CostsICT</i>	0,006349* (0,003229)	0,005394* (0,005313)	0,007316** (0,002806)	0,006983* (0,003919)	0,005930* (0,005967)	0,004049* (0,01039)
<i>n</i>	65	65	125	125	30	30
Adj. R ²	0,7987	—	0,6995	—	0,6960	—
<i>BIC</i>	-147,8036	171,9181	-213,0083	263,5573	-56,45767	46,42936
Тест Вальда	385,074	118,401	146,229	130,925	30,132	4,7123
<i>p</i> -value (тест Вальда)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Тест Хаусмана	120,844		127,301		75,1438	
<i>p</i> -value (тест Хаусмана)	0,0000		0,0000		0,0000	

Источник: составлено авторами.

Примечания: 1) * значимость на 10-процентном уровне, ** значимость на 5-процентном уровне, *** значимость на 1-процентном уровне; 2) в скобках приведены стандартные ошибки.

Таблица 7

Результаты эконометрического моделирования для регионов со средним уровнем интегрального показателя устойчивого развития

Table 7

Results of econometric modelling for regions characterised by average values of the integral indicator of sustainable development

Показатель	Низкий IDT		Средний IDT		Высокий IDT	
	фикс. эффект	случайный эффект	фикс. эффект	случайный эффект	фикс. эффект	случайный эффект
<i>const</i>	12,93*** (0,6230)	12,89*** (1,070)	13,76*** (0,1937)	12,57*** (0,2418)	13,74*** (0,2437)	12,83*** (0,2828)
<i>l_Empl</i>	0,09419* (0,07565)	0,09474* (0,07191)	0,04057** (0,01544)	0,04198* (0,02336)	0,02127* (0,01220)	0,009844 (0,01624)
<i>l_CostFunds</i>	0,008312* (0,05879)	0,007370* (0,05588)	0,02435* (0,01639)	0,04423* (0,02480)	0,04681*** (0,01292)	0,05431*** (0,01753)
<i>l_EmplICT</i>	0,1357* (0,1689)	0,1093* (0,1586)	0,09271* (0,07147)	0,3735*** (0,07837)	0,09555* (0,08067)	0,2344*** (0,08565)
<i>l_CostsICT</i>	0,02424** (0,02151)	0,02544* (0,02042)	0,003292* (0,004098)	0,004317* (0,006345)	0,0005468* (0,005202)	0,002001* (0,007094)
<i>n</i>	15	15	85	85	65	65
Adj. R ²	0,6328	—	0,4140	—	0,5285	—
<i>BIC</i>	-26,1281	54,5866	-110,3033	178,5252	-91,7701	92,5202
Тест Вальда	10,2058	1,9191	131,621	128,421	71,0233	59,235
<i>p</i> -value (тест Вальда)	0,0371	0,3829	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Тест Хаусмана	11,9482		141,678		66,0351	
<i>p</i> -value (тест Хаусмана)	0,0377		0,0000		0,0000	

Источник: составлено авторами.

Примечания: 1) * значимость на 10-процентном уровне, ** значимость на 5-процентном уровне, *** значимость на 1-процентном уровне; 2) в скобках приведены стандартные ошибки.

Таблица 8

Результаты эконометрического моделирования для регионов с высоким уровнем интегрального показателя устойчивого развития

Table 8

Results of econometric modelling for regions characterised by high values of the integral indicator of sustainable development

Показатель	Средний <i>IDT</i>		Высокий <i>IDT</i>	
	фикс. эффект	случайный эффект	фикс. эффект	случайный эффект
<i>const</i>	13,24*** (0,3133)	13,22*** (3,202)	13,65*** (0,2546)	13,22*** (0,4861)
<i>l_Empl</i>	4,230° (2,098)	4,143° (1,963)	0,07122° (0,04146)	0,06050° (0,05791)
<i>l_CostFunds</i>	4,425° (2,128)	4,339° (1,991)	0,06963° (0,03531)	0,05792° (0,04959)
<i>l_EmplICT</i>	0,5557° (0,2188)	0,5407** (0,2040)	0,05825 (0,07436)	0,2552*** (0,08758)
<i>l_CostsICT</i>	0,04284** (0,01134)	0,04308*** (0,01063)	0,01014° (0,008426)	0,009994° (0,01186)
<i>n</i>	15	15	30	30
Adj. <i>R</i> ²	0,9120	—	0,5750	—
<i>BIC</i>	-20,6877	54,9727	-21,12131	112,6081
Тест Вальда	9,1241	1,2412	22,4911	64,824
<i>p</i> -value (тест Вальда)	0,0215	0,2632	0,0001	0,0000
Тест Хаусмана	9,1881		40,9313	
<i>p</i> -value (тест Хаусмана)	0,0379		0,0000	

Источник: составлено авторами.

Примечания: 1) ° значимость на 10-процентном уровне, ** значимость на 5-процентном уровне, *** значимость на 1-процентном уровне; 2) в скобках приведены стандартные ошибки.

(*BIC*). Данные таблицы 6 демонстрируют положительное значимое влияние факторов цифровой трансформации на ВРП регионов с разным уровнем *IDT*, поскольку все коэффициенты при «цифровых» факторах являются положительными.

Так же, как и для регионов с низким уровнем интегрального показателя устойчивого развития, были построены эконометрические модели на панельных данных для уровня ВРП для других кластеров: со средним и высоким низким уровнем интегрального показателя устойчивого развития и с разными уровнями цифровой трансформации (*IDT*). Анализ построенных моделей показал, что во всех случаях было выявлено положительное значимое влияние факторов цифровой трансформации на ВРП регионов, поскольку все коэффициенты при «цифровых» переменных являются положительными и значимыми.

Результаты показали, что при всех уровнях устойчивого развития регионов наблюдается одинаковая тенденция, и наилучшей моделью является модель с фиксированными эффектами, которые характеризуют индивидуальные особенности, отличающие регионы друг от друга, и с включенными временными дамми-переменными.

Выводы

В настоящем исследовании были использованы методы расчета интегральных показателей, кластерный анализ и эконометрического моделирования на панельных данных Росстата по регионам России.

Авторами рассчитаны интегральные показатели цифровой трансформации (*IDT*) и устойчивого развития (*ISD*), классифицированы регионы России по этим показателям, в каждом кластере рассмотрена взаимосвязь уровня промышленного производства и уровня устойчивого развития и цифровой трансформации регионов, выявлена отрицательная значимая взаимосвязь между уровнем промышленного производства и уровнем устойчивого развития.

Кластерный анализ регионов и построение моделей на панельных данных, характеризующее влияние факторов цифровой трансформации и экономического роста на развитие экономики регионов Российской Федерации, выявило следующие зависимости:

- цифровой капитал и цифровой труд являются важнейшими показателями роста экономики регионов;
- положительное сильное влияние не только общих факторов экономического роста

(таких как стоимость основных фондов и численность занятых), но также цифровых факторов экономического роста (таких как цифровой труд (численность занятых в секторе ИКТ) и цифровой капитал (затраты на ИКТ)), на уровень ВРП;

— модель с фиксированными эффектами оказалась наилучшей для анализа региональных данных с 2016 г. по 2020 г.;

— во всех кластерах установлено высокозначимое положительное влияние временных годовых эффектов на ВРП;

— увеличение доли промышленного производства в ВРП снижает уровень устойчивого развития регионов, об этом говорят отрицательные значения коэффициентов корреляции между показателями. Чем выше доля промыш-

ленного производства в ВРП, тем ниже уровень устойчивого развития региона. Чем выше уровень устойчивого развития, тем сильнее обратная взаимосвязь;

— наблюдается значимая устойчивая положительная связь между уровнем цифровой трансформации регионов и долей промышленного производства в ВРП — чем выше доля промышленного производства в ВРП, тем выше уровень цифровой трансформации регионов;

— существует значительная пространственная неравномерность регионов РФ по уровню устойчивого развития;

— существует значительная пространственная неравномерность регионов РФ по уровню цифровой трансформации.

Список источников

- Басаев, З. В. (2018). Цифровизация экономики: Россия в контексте глобальной трансформации. *Мир новой экономики*, 12(4), 32–38. DOI: <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2018-12-4-32-38>
- Бекбергенева, Д. Е. (2020). Модель процесса цифровизации региональной экономики. *Вестник Самарского муниципального института управления*, 4, 17–22.
- Гарифуллин, Б. М., Зябриков, В. В. (2018). Цифровая трансформация бизнеса: модели и алгоритмы. *Креативная экономика*, 12(9), 1345–1358. DOI: <https://doi.org/10.18334/ce.12.9.39332>
- Иноземцева, С. А. (2018). Технологии цифровой трансформации в России. *Актуальные проблемы экономики, социологии и права*, 1, 44–47.
- Келеш, Ю. В., Бессонова, Е. А. (2021). Реализация стратегических приоритетов цифровой трансформации региональной экономики. *Вестник НГИЭИ*, 5(120), 111–125. DOI: <https://doi.org/10.24412/2227-9407-2021-5-111-125>
- Кочетков, Е. П., Забавина, А. А., Гафаров, М. Г. (2021). Цифровая трансформация компаний как инструмент антикризисного управления: эмпирическая оценка влияния на эффективность. *Стратегические решения и риск-менеджмент*, 12(1), 68–81. DOI: <https://doi.org/10.17747/2618-947x-2021-1-68-81>
- Линц, Г., Мюллер-Стивенс, Г., Циммерман, А. (2019). *Радикальное изменение бизнес-модели: адаптация и выживание в конкурентной среде*. Москва: Альпина Паблишер, 311.
- Миролюбова, Т. В., Карлина, Т. В., Николаев, Р. С. (2020). Цифровая экономика: проблемы идентификации и измерений в региональной экономике. *Экономика региона*, 16(2), 377–390. DOI: <https://doi.org/10.17059/2020-2-4>
- Миролюбова, Т. В., Радионова, М. В. (2020). Роль сектора ИКТ и факторы цифровой трансформации региональной экономики в контексте государственного управления. *Вестник Пермского университета. Сер. Экономика*, 15(2), 253–270. DOI: <https://doi.org/10.17072/1994-9960-2020-2-253-270>
- Миролюбова, Т. В., Радионова, М. В. (2021). Оценка влияния факторов цифровой трансформации региональной экономики на региональный экономический рост. *Регионоведение*, 29(3), 486–510. DOI: <https://doi.org/10.15507/2413-1407.116.029.202103.486-510>
- Попов, Е. В., Семячков, К. А., Симонова, В. Л. (2016). Оценка влияния информационно-коммуникационных технологий на инновационную активность регионов. *Финансы и кредит*, 22(46), 46–60.
- Салыгин, В. И., Маркин, А. С. (2020). Цифровая экономика в условиях пандемии. *Научные труды Вольного экономического общества России*, 3(223), 244–250. DOI: <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2020-223-3-244-250>
- Сапор, А. К. (2018). Цифровая трансформация экономики (теоретико-методологический аспект). *Инновации и инвестиции*, 8, 48–52.
- Сафиуллин, М. Р., Абдукаева, А. А., Ельшин, Л. А. (2019). Оценка и анализ цифровой трансформации региональных экономических систем Российской Федерации: методические подходы и их апробация. *Вестник университета*, 12, 133–143. DOI: <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2019-12-133-143>
- Ценжарик, М. К., Крылова, Ю. В., Стешенко, В. И. (2020). Цифровая трансформация компаний: стратегический анализ, факторы влияния и модели. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*, 36(3), 390–420. DOI: <https://doi.org/10.21638/spbu05.2020.303>
- Arellano, M. R. (2003). *Panel data econometrics*. Oxford University Press, 246. DOI: <https://doi.org/10.1093/0199245282.001.0001>
- Baltagi, B. (1995). *Econometric Analysis of Panel Data*. John Wiley & Sons, 424. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-53953-5>

Barefoot, K., Curtis, D., Jolliff, W., Nicholson, J. R. & Omohundro, R. (2018). *Defining and Measuring the Digital Economy*. Working Paper 3/15/2018. US Department of Commerce Bureau of Economic Analysis, Washington, DC, 24. Retrieved from: <https://www.bea.gov/sites/default/files/papers/defining-and-measuring-the-digital-economy.pdf> (Date of access: 19.09.2022).

Deaton, A. (1985). Panel data from series of cross-sections. *Journal of Econometrics*, 30(1–2), 109–126. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(85\)90134-4](https://doi.org/10.1016/0304-4076(85)90134-4)

Haltiwanger, J. & Jarmin, R. S. (2000). Measuring the digital economy. In: E. Brynjolfsson, B. Kahin (Eds.), *Understanding the Digital Economy: Data Tools and Research* (pp. 13–33). Cambridge, MA: MIT Press.

Li, L., Su, F., Zhang, W. & Mao, J. Y. (2018). Digital transformation by SME entrepreneurs: A capability perspective. *Information Systems Journal*, 28(6), 1129–1157. DOI: <https://doi.org/10.1111/isj.12153>

Libert, B., Beck, M. & Wind, J. (2016). *The network imperative: How to survive and grow in the age of digital business models*. Harvard Business Review Press, 256.

Mergela, I., Edelmann, N. & Haug, N. (2019). Defining digital transformation: Results from expert interviews. *Government Information Quarterly*, 36(4), 101385. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.giq.2019.06.002>

Mesenbourg, T. L. (2000). *Measuring Electronic Business: Definitions, Underlying Concepts, and Measurement Plans*. Technical report, U.S. Census Bureau. Retrieved from: <http://www.census.gov/epcd/www/ebusines.htm> (Date of access: 22.09.2022).

Mirolyubova, T. & Voroncikhina, E. (2022). Assessment of the digital transformation impact on regional sustainable development: The case study in Russia. *International Journal of Sustainable Economy*, 14(1), 24–54. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijse.2022.10042954>

Nadkarni, S. & Prügl, R. (2021). Digital transformation: A review, synthesis and opportunities for future research. *Management Review Quarterly*, 71, 233–341. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11301-020-00185-7>

Novikova, N. V. & Strogonova, E. V. (2020). Regional aspects of studying the digital economy in the system of economic growth drivers. *Journal of New Economy*, 21(2), 76–93. DOI: <https://doi.org/10.29141/2658-5081-2020-21-2-5>

Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y. & Bhattacharya, A. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889–901. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>

References

Arellano, M. (2003). *Panel data econometrics*. Oxford University Press, 246. DOI: <https://doi.org/10.1093/0199245282.001.0001>

Baltagi, B. (1995). *Econometric Analysis of Panel Data*. John Wiley & Sons, 424. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-53953-5>

Barefoot, K., Curtis, D., Jolliff, W., Nicholson, J. R. & Omohundro, R. (2018). *Defining and Measuring the Digital Economy*. Working Paper 3/15/2018. US Department of Commerce Bureau of Economic Analysis, Washington, DC, 24. Retrieved from: <https://www.bea.gov/sites/default/files/papers/defining-and-measuring-the-digital-economy.pdf> (Date of access: 19.09.2022).

Basaev, Z. V. (2018). The Digitalisation of the Economy: Russia in the Context of Global Transformation. *Mir novoy ekonomiki [The world of new economy]*, 12(4), 32–38. DOI: <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2018-12-4-32-38> (In Russ.)

Bekbergeneva, D. E. (2020). Model of the regional economy digitalization process. *Vestnik Samarskogo munitsipalnogo instituta upravleniya [Bulletin of the Samara municipal institute of management]*, 4, 17–22. (In Russ.)

Deaton, A. (1985). Panel data from series of cross-sections. *Journal of Econometrics*, 30(1–2), 109–126. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(85\)90134-4](https://doi.org/10.1016/0304-4076(85)90134-4)

Garifullin, B. M. & Zyabrikov, V. V. (2018). Digital transformation of business: models and algorithms. *Kreativnaya ekonomika [Creative Economy]*, 12(9), 1345–1358. DOI: <https://doi.org/10.18334/ce.12.9.39332> (In Russ.)

Haltiwanger, J. & Jarmin, R. S. (2000). Measuring the digital economy. In: E. Brynjolfsson, B. Kahin (Eds.), *Understanding the Digital Economy: Data Tools and Research* (pp. 13–33). Cambridge, MA: MIT Press.

Inozemtseva, S. A. (2018). Technologies of digital transformation in Russia. *Aktualnye problemy ekonomiki, sotsiologii i prava [Actual problems of economics, sociology and law]*, 1, 44–47. (In Russ.)

Kelesh, Yu. V. & Bessonova, E. A. (2021). Implementation of strategic priorities for the digital transformation of the regional economy in response to the challenges of rapid technological development. *Vestnik NGIEI [Bulletin NGIEI]*, 5(120), 111–125. DOI: <https://doi.org/10.24412/2227-9407-2021-5-111-125> (In Russ.)

Kochetkov, E. P., Zabavina, A. A. & Gafarov, M. G. (2021). Digital transformation of companies as a tool of crisis management: an empirical research of the impact on efficiency. *Strategicheskie resheniya i risk-menedzhment [Strategic decisions and risk management]*, 12(1), 68–81. DOI: <https://doi.org/10.17747/2618-947x-2021-1-68-81> (In Russ.)

Li, L., Su, F., Zhang, W. & Mao, J. Y. (2018). Digital transformation by SME entrepreneurs: A capability perspective. *Information Systems Journal*, 28(6), 1129–1157. DOI: <https://doi.org/10.1111/isj.12153>

Libert, B., Beck, M. & Wind, J. (2016). *The network imperative: How to survive and grow in the age of digital business models*. Harvard Business Review Press, 256.

Linz, G., Müller-Stewens, G. & Zimmermann, A. (2019). *Radical Business Model Transformation: Gaining the Competitive Edge in a Disruptive World [Radikalnoe izmenenie biznes-modeli: adaptatsiya i vyzhivanie v konkurentnoy srede]*. Trans. Moscow, Russia: Alpina Publ., 311. (In Russ.)

Mergela, I., Edelman, N. & Haug, N. (2019). Defining digital transformation: Results from expert interviews. *Government Information Quarterly*, 36(4), 101385. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.giq.2019.06.002>

Mesenbourg, T. L. (2000). *Measuring Electronic Business: Definitions, Underlying Concepts, and Measurement Plans*. Technical report, U.S. Census Bureau. Retrieved from: <http://www.census.gov/epcd/www/ebusines.htm> (Date of access: 22.09.2022).

Mirolubova, T. V. & Radionova, M. V. (2020). ICT sector role and digital transformation factors in the regional economy in the context of public governance. *Vestnik Permskogo universiteta. Ser. Ekonomika [Perm University Herald. Economy]*, 15(2), 253–270. DOI: <https://doi.org/10.17072/1994-9960-2020-2-253-270> (In Russ.)

Mirolubova, T. & Voronikhina, E. (2022). Assessment of the digital transformation impact on regional sustainable development: The case study in Russia. *International Journal of Sustainable Economy*, 14(1), 24–54. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijse.2022.10042954>

Mirolubova, T. V. & Radionova, M. V. (2021). Assessing the Impact of the Factors in the Digital Transformation on the Regional Economic Growth. *Regionologiya [Russian Journal of Regional Studies]*, 29(3), 486–510. DOI: <https://doi.org/10.15507/2413-1407.116.029.202103.486-510> (In Russ.)

Mirolubova, T. V., Karlina, T. V. & Nikolaev, R. S. (2020). Digital Economy: Identification and Measurements Problems in Regional Economy. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 16(2), 377–390. DOI: <https://doi.org/10.17059/2020-2-4> (In Russ.)

Nadkarni, S. & Prügl, R. (2021). Digital transformation: A review, synthesis and opportunities for future research. *Management Review Quarterly*, 71, 233–341. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11301-020-00185-7>

Novikova, N. V. & Stroganova, E. V. (2020). Regional aspects of studying the digital economy in the system of economic growth drivers. *Journal of New Economy*, 21(2), 76–93. DOI: <https://doi.org/10.29141/2658-5081-2020-21-2-5>

Popov, E. V., Semyachkov, K. A. & Simonova V. L. (2016). Assessing the impact of information and communication technologies on innovative activity of regions. *Finansy u kredit [Finance and Credit]*, 22(46), 46–60. (In Russ.)

Safullin, M. R., Abdukaeva, A. A. & Elshin L. A. (2019). Assessment and analysis of digital transformation of regional economic systems of the Russian Federation: methodological approaches and their approbation. *Vestnik universiteta*, 12, 133–143. DOI: <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2019-12-133-143> (In Russ.)

Salygin, V. I. & Markin, A. S. (2020). Digital Economy in the Pandemic Context. *Nauchnye trudy Volnogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii [Scientific works of the Free Economic Society of Russia]*, 3(223), 244–250. DOI: <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2020-223-3-244-250> (In Russ.)

Sapor, A. K. (2018). Digital Transformation of the Economy (theoretical and methodological aspect). *Innovatsii i investitsii [Innovation and Investment]*, 8, 48–52. (In Russ.)

Tsenzharik, M. K., Krylova, Yu. V. & Steshenko, V. I. (2020). Digital transformation in companies: Strategic analysis, drivers and models. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika [St Petersburg University Journal of Economic Studies]* 36(3), 390–420. DOI: <https://doi.org/10.21638/spbu05.2020.303> (In Russ.)

Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y. & Bhattacharya, A. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889–901. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>

Информация об авторах

Мирослобова Татьяна Васильевна — доктор экономических наук, профессор, декан экономического факультета, Пермский государственный национальный исследовательский университет; <https://orcid.org/0000-0003-2933-5077>; Researcher ID: D-5844-2017 (Российская Федерация, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: mirolubov@list.ru).

Радионова Марина Владимировна — кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой информационных систем и математических методов в экономике, Пермский государственный национальный исследовательский университет; <https://orcid.org/0000-0002-8339-3326>; Researcher ID: L-9851-2015 (Российская Федерация, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: m.radionova812@gmail.com).

About the authors

Tatyana V. Mirolubova — Dr. Sci. (Econ.), Professor, Dean of the Faculty of Economics, Perm State University; <https://orcid.org/0000-0003-2933-5077>; Researcher ID: D-5844-2017 (15, Bukireva St., Perm, 614990, Russian Federation; e-mail: mirolubov@list.ru).

Marina V. Radionova — Cand. Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor, Acting Head of the Department of Information Systems and Mathematical Methods in Economics, Perm State University; <https://orcid.org/0000-0002-8339-3326>; Researcher ID: L-9851-2015 (15, Bukireva St., Perm, 614990, Russian Federation; e-mail: m.radionova812@gmail.com).

Дата поступления рукописи: 10.02.2023.

Прошла рецензирование: 21.04.2023.

Принято решение о публикации: 15.06.2023.

Received: 10 Feb 2023.

Reviewed: 21 Apr 2023.

Accepted: 15 Jun 2023.