

Информационное общество: политика и факторы развития**ФАКТОРЫ ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ РОССИИ:
СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ****Шапошник Сергей Борисович***Карельский научный центр РАН, ОКНИ, лаборатория цифровых технологий регионального развития, старший научный сотрудник**Научно-аналитический журнал «Информационное общество», член Редакционного совета**Петрозаводск, Российская Федерация**sergei.shaposhnik@gmail.com***Аннотация**

Представлены результаты статистического исследования факторов развития цифровой инфраструктуры и использования цифровых технологий в регионах России. С использованием корреляционного анализа и эконометрических методов линейной регрессии изучено влияние таких факторов как человеческий капитал, экономические предпосылки спроса на цифровые технологии, инвестиционный климат и научно-инновационный потенциал регионов. Показано значимость размера экономики как самостоятельного фактора цифрового развития. Для проведения исследований использовались отдельные показатели и композитные индексы, характеризующие развитие инфраструктуры, использование цифровых технологий и социально-экономические условия в субъектах Российской Федерации.

Ключевые слова

цифровое развитие, цифровые технологии, цифровая инфраструктура, факторы цифрового развития, человеческий капитал, инвестиционный климат, регионы России, эконометрические методы

Введение

Последние два десятилетия можно наблюдать впечатляющую картину проникновения цифровых во все сферы жизни современного общества. Интенсивное использование цифровых технологий существенно меняет модели ведения бизнеса, государственного управления, трудовой деятельности и проведения досуга, является одним из драйверов социально-экономических преобразований, происходящих в регионах России в последние годы. Социально-экономическое развитие стран и регионов, основанное на широкомасштабном использовании цифровых технологий, принято называть цифровым развитием.

Исследование факторов, которые определяют масштабы и темпы освоения цифровых технологий для развития различных сфер деятельности в регионах России, имеет как научную, так и практическую значимость. Управление цифровым развитием регионов предполагает не только и не столько решение вопросов развития и использования цифровых технологий, но и воздействие на условия (совокупность факторов) широкомасштабного и эффективного использования этих технологий. Значимость локальных предпосылок цифрового развития хорошо демонстрируют примеры федеральных компаний по сокращению цифрового неравенства регионов. Характерным примером может быть, например, ситуация с федеральным проектом компьютеризации и подключения школ к интернету. В ходе реализации этого проекта на этапе федеральной поддержки созданной инфраструктуры, статистические показатели использования ИКТ в образовании демонстрировали, в отличие от других сфер деятельности, одинаково низкую корреляцию с экономическим развитием и человеческим капиталом регионов, которые в совокупности в значительной степени определяли уровень цифровизации других отраслей. Реализация проекта подключения всех школ России к интернету и оснащения их компьютерными

© Шапошник С.Б., 2022. Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «Атрибуция — Некоммерческое использование — На тех же условиях» Всемирная 4.0 (Creative Commons Attribution – NonCommercial - ShareAlike 4.0 International; CC BY-NC-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.ru>
https://doi.org/10.52605/16059921_2022_06_6

классами, финансируемого из федерального бюджета, сократила различия регионов по уровню оснащения школ цифровыми технологиями и снизила зависимость этого уровня от условий, имеющихся в регионе. После завершения этого проекта, когда прекратилась и федеральная поддержка созданной инфраструктуры, неравенство регионов в этой сфере начало опять расти и восстановились зависимости от социально-экономических условий, характерные для других отраслей и цифрового развития регионов в целом [1, 2].

В данной статье представлены результаты статистического исследования факторов цифрового развития регионов России с использованием корреляционного анализа и эконометрических методов линейной регрессии. Для проведения исследований использовались как отдельные показатели, так и композитные индексы, характеризующие развитие инфраструктуры, использование цифровых технологий и социально-экономические условия в субъектах Российской Федерации.

1 Обзор литературы

Тематика факторов цифрового развития разрабатывается в двух жанрах научной и аналитической литературы.

Один из них можно обозначить как разработку и реализацию методик мониторинга и оценки уровня готовности к цифровому развитию (или уровня собственно цифрового развития), которые разрабатывались для компаний, отраслей, регионов и стран. Это обширная область исследований и разработок восходит к первым методикам оценки электронной готовности (e-Readiness Assessment), которые формировались с конца 1990-х годов. Сюда можно отнести и довольно многочисленные композитные индексы развития информационного общества, цифровой экономики, цифровизации отраслей, а также развития и использования отдельных цифровых технологий (например, искусственного интеллекта). Существенной частью этих методик является выделение и оценка факторов, которые влияют на развитие и использование цифровых технологий. В этих работах сложился определенный подход к составу факторов электронного развития (человеческий капитал, деловой климат, политика и регулирование, информационная безопасность и доверие, телекоммуникационная инфраструктура и т.д.). Обзор этих методик на уровне концептуальных схем и выделения факторов цифрового развития представлен в нашей работе [3] и других статьях номера журнала, в котором опубликована статья. Следует отметить, что в большинстве своем, включая те или иные факторы в методики, разработчики ориентировались на здравый смысл, практический опыт и его аналитическое обобщение, иногда – на результаты исследований.

Другой жанр литературы – эмпирические исследования, в т.ч. с использованием статистических методов, факторов цифрового развития, в которых устанавливаются взаимосвязи показателей проникновения и использования цифровых технологий с социально-экономическими параметрами среды, в которых они использовались. Такие исследования, в частности, активно проводились в контексте тематики «цифрового разрыва» (digital divide) – изучались факторы, определяющие неравенство в использовании цифровых технологий между различными социальными группами, домохозяйствами, организациями, а также факторы пространственной дифференциации – цифрового разрыва стран и регионов (см., например, [4-6]).

Более редкими являются работы, посвященные детерминантам цифрового неравенства регионов. Целый ряд таких исследований посвящены объяснению региональных различий в уровне использования интернета населением и домохозяйствами. На материале регионов США авторы исследования [7] выделяют и обосновывают такие факторы различий в проникновении интернета как уровни образования и доходов. Европейские исследователи в работе [8] используют для объяснения более широкий круг факторов – ВРП на душу населения, уровень безработицы, плотность населения, человеческий капитал, в работе [9] привлекается еще один фактор – доля занятых в науке и технологиях, которая вместе с уровнем ВРП на душу населения позитивно влияет на уровень использования интернета домохозяйствами. Значимость фактора плотности населения для использования ИКТ компаниями обосновывается в целом ряде работ (например, [10]).

Необходимо упомянуть и ряд отечественных работ, посвященных факторам использования цифровых технологий в регионах России. В работе [11] выявление и анализ факторов проводились в рамках PESTI-анализа. В работе [12] авторы с использованием линейной регрессии анализируют факторы, которые влияют на отдельные показатели использования ИКТ в регионах России. Среди

факторов выделены и анализируются ВРП на душу населения, доля занятых с высшим образованием, затраты на ИКТ, государственные субсидии. В статье исследователей из Пермского университета [13] проводится изучение факторов, оказывающих влияние на развитие сектора информационно-коммуникационных технологий, на основе эконометрического моделирования с помощью моделей панельных данных. В качестве объясняемых переменных выбраны 3 отдельных показателя, характеризующих сектор ИКТ. В статье [14] сотрудники Высшей школы экономики приводят результаты исследования детерминант цифрового неравенства регионов России с использованием в качестве объясняемых переменных построенного ими композитного индекса доступности ИКТ и подындексов, отвечающих за доступность базовых ИКТ и доступность услуг проводной связи. Исследование проводится с использованием эконометрических моделей, построенных для индекса и его подындексов.

В указанных и других аналогичных работах в большинстве своем исследуются факторы, влияющие на разброс значений отдельных показателей использования цифровых технологий в регионах. Вопрос о факторах, влияющих на цифровое развитие в целом, ставится в отдельных работах, зачастую для этого используются индивидуальные прокси показатели, относительно редко для проведения эмпирических статистических исследований факторов цифрового развития строятся интегральные показатели (композитные индексы).

2 Методология и информационная база

Для проведения исследований использовались данные Росстата о социально-экономическом развитии субъектов РФ и об использовании цифровых технологий организациями и населением в региональном разрезе за 2020 г., а также композитные индексы, построенные на основе этих показателей (в т.ч. из [15]). Использовались также данные рейтинга инвестиционной привлекательности регионов, подготовленного агентством RAEX [16].

Исследование проводилось в два этапа. Сначала была построена корреляционная матрица, позволяющая выявить взаимосвязи между показателями, характеризующими социально-экономическую ситуацию в регионе, с одной стороны, и показателями развития цифровой инфраструктуры, а также показателями использования цифровых технологий организациями (полученные на основе формы №3-информ) и населением (форма № 1-ИТ), с другой стороны. На втором этапе, чтобы подтвердить полученные взаимосвязи и определить их направленность, которую можно интерпретировать как причинно-следственные связи, был построен целый ряд эконометрических моделей на основе линейной регрессии.

Особенность подхода, реализованного в данной работе, было широкое использование интегральных показателей (композитных индексов) как в качестве объясняемых, зависимых переменных, так и в качестве объясняющих независимых переменных (факторов).

Основой для подбора показателей и построения композитных индексов была концептуальная схема цифрового развития, основанная на научных исследованиях, опыте разработки комплексных систем мониторинга и композитных индексов развития цифровой экономики и цифрового общества [3]. Переработанный для целей данной работы вариант концептуальной схемы показателей представлен на рис. 1.

В основе данной концептуальной рамки исследования цифрового развития регионов России лежит подход, согласно которому производство и возможности эффективного использования цифровых технологий для социально-экономического развития регионов реализуются только при наличии благоприятного делового климата (включая финансовые условия и инвестиционный климат), адекватной политики и регулирования на уровне субъектов РФ, человеческого капитала, эффективной научно-инновационной системы, развитой цифровой инфраструктуры. При этом указанные условия (факторы) не менее важны для эффективного использования цифровых технологий, чем вложения в эти технологии. Отметим, что такое видение в целом соответствует и подходу, заложенному в национальной программе «Цифровая экономика Российской Федерации», в которой прежде всего были определены и проработаны федеральные проекты по созданию условий для развития цифровой экономики – нормативное регулирование, кадры для цифровой экономики, цифровые технологии (исследовательские компетенции и технологические заделы), информационная безопасность, информационная инфраструктура.

В известном смысле такой подход можно считать гипотезой, которая проверялась в рамках данного исследования на материале регионов России.



Рис. 1. Концептуальная схема показателей для мониторинга и исследования цифрового развития регионов.

В соответствии с этим подходом в исследование были включены следующие предметные области и характеризующие их показатели и композитные индексы:

- существующие в регионе предпосылки (факторы) производства, использования и воздействия цифровых технологий (цифровая инфраструктура, человеческий капитал, научно-инновационный потенциал, экономические и финансовые предпосылки цифровизации, инвестиционный климат);
- производство цифровых технологий и услуг (ИКТ-сектор);
- использование цифровых технологий организациями и населением региона.

Важный набор факторов, связанный с государственной политикой и регулированием, в данном случае, не был включен в исследование в силу сложностей измерения и отсутствия соответствующей статистики.

Цифровую инфраструктуру в контексте исследования факторов цифрового развития можно рассматривать двояко – как цифровой фактор этого развития и как базовый элемент этого развития. Учитывая, что показатели цифровой инфраструктуры основаны на данных о проникновении интернета и сотовой связи, скорости доступа к интернету организаций и домохозяйств и т.п. (см. ниже) и, в этом плане, сильно коррелируют с показателями использования цифровых технологий, для чистоты эксперимента был избран второй подход, в рамках которого интегральный показатель цифровой инфраструктуры рассматривался (как и показатели использования цифровых технологий) в качестве объясняемой переменной, для которой определялись влияющие на нее социально-экономические факторы.

Для каждой предметной области были подобраны показатели и рассчитаны соответствующие композитные индексы.

Структура и состав показателей композитных индексов социально-экономических факторов представлен в таблице 1 в следующем разделе.

Технологическую основу цифрового развития формируют сегодня не только телекоммуникационные сети, важнейшими составляющими цифровой инфраструктуры являются вычислительные ресурсы, центры обработки данных, цифровые платформы. В условиях развития цифровой экономики меняются требования и к традиционной телекоммуникационной инфраструктуре, на первое место выходит повсеместная доступность широкополосного доступа. С учетом этого, для характеристики цифровой инфраструктуры использовались показатели, структурированные следующим образом (цифрами обозначены подиндексы из которых «собирались» индексы следующего уровня):

0. Цифровая инфраструктура.

0.1 Телекоммуникационная инфраструктура.

0.1.1 Доступ:

Доля организаций, использующих фиксированный интернет;

Доля организаций региона, имеющих скорость подключения к интернету 100 Мбит/с и выше;

Доля домохозяйств, имеющих доступ к интернету;

Доля домохозяйств, имеющих скорость доступа к интернету 100 Мбит/с и выше;

0.1.2 Фиксированный интернет:

Число абонентов фиксированного ШПД на 100 человек населения;

Доля организаций, оценивших скорость фиксированного интернета как неудовлетворительную;

0.1.3 Мобильный интернет:

Число абонентов мобильного ШПД на 100 человек населения;

Доля организаций, оценивших скорость мобильного интернета как неудовлетворительную.

0.2 Вычислительная инфраструктура:

Доля организаций, использующих персональные компьютеры;

Доля новых компьютеров;

Число ПК на 100 работников;

Число ПК с доступом к интернету на 100 работников;

Доля организаций, имеющих собственный ЦОД;

Доля домохозяйств, имеющих персональный компьютер любого типа;

Доля граждан, использующих телефон или смартфон для доступа в Интернет вне дома или работы.

Использование цифровых технологий организациями, характеризовалось системой показателей, имеющих следующую структуру (и соответствующие композитные индексы и подындексы):

1 Использование цифровых технологий организациями (цифровые организации).

1.1 Использование цифровых технологий для трансформации внутренних деловых процессов.

1.1.1 Использование традиционных цифровых технологий (показатели использования систем ERP, CRM, HRIS, различного вида ПО, ЛВС, систем электронного документооборота и др.).

1.1.2 Использование новых цифровых технологий (в т.ч. «сквозных» - технологий работы с большими данными, искусственного интеллекта, интернета вещей, аддитивных технологий, «цифровые двойники» и др.)

1.2 Использование цифровых технологий для взаимодействия с контрагентами (показатели электронной коммерции и электронного взаимодействия с органами власти).

Показатели и композитные индексы использования цифровых технологий населением основаны на результатах федерального статистического наблюдения по форме №1-ИТ и включает три группы показателей:

2 Использование цифровых технологий населением (цифровые граждане).

2.1 Доступ к ИКТ населения и домохозяйств.

2.2 Использование компьютера населением.

2.3 Использование интернета населением.

Учитывая различия масштабов региона, для исследования и построения интегральных показателей использовались удельные показатели. О важных исключениях речь пойдет в разделе «Результаты».

Для подсчета интегральных показателей все использованные показатели нормализовались путем перевода значений в интервал от 0 до 1.

Использованная процедура нормализации аналогична процедуре, которая используется, в частности, в композитном индексе развития ИКТ (ICT Development Index, IDI) Международного союза электросвязи и основана на расчете отношения текущего значения показателя для региона к «эталонному» (нормализующему) его значению. Оценка показателя рассчитывается, в общем случае, по следующей формуле:

$$NRx = Rx / RЭ, \text{ где}$$

NRx - нормализованное значение (оценка) показателя R для региона x;

R_x – значение показателя R для региона x ;

$RЭ$ – нормализующее («эталонное») значение показателя R .

Таким образом, если регион имеет «эталонное» значение показателя, то его оценка по данному показателю равна 1, если значение меньше «эталонного», то его нормализованное значение будет меньше 1. По величине нормализованного значению можно определить, насколько регион «отстает» от эталонного значения.

Для оценки показателей, увеличение значения которых имеет негативный характер (доля организаций, оценивших скорость мобильного интернета как неудовлетворительную; доля продуктов питания в структуре расходов домохозяйств; индекс инвестиционного риска и т.п.) используется другая формула:

Нормализованное значение (оценка) показателя N для региона x $NR_x = (RЭ - R_x) / RЭ$.

В качестве нормализующих («эталонных») значений показателей брались значения близкие к максимальным.

В ряде случаев показатели отдельных регионов имеют экстремально высокие значения, существенно превышающие значения для других субъектов РФ (например, число исследователей на 10 000 населения или ВРП на душу населения), поэтому при расчете нормализующего значения по отношению к максимуму может произойти занижение нормализованных значений по этому показателю для большинства регионов, что снизит вклад этого показателя в подындекс (фактически уменьшит его «вес»). В этих случаях процедура нормализации включала специальные меры по балансировки значений показателей - отсечением значений показателей, превышающих 2 стандартных отклонения от среднего для показателей с сильными выбросами значений.

Композитные индексы строились на основе последовательного агрегирования значений показателей и подындексов, - агрегирование производилось на нескольких уровнях, позволяя анализировать отдельные направления и факторы цифрового развития с различной степенью детализации. Агрегирование проводилось путем расчета средневзвешенного значения входящих в индекс показателей/подындексов.

Для статистического анализа полученных показателей и композитных индексов использовались инструменты Excel (расчета корреляций и линейной регрессии в надстройке для анализа данных).

3 Результаты

В таблице 1 представлены результаты корреляционного анализа показателей социально-экономических факторов и показателей развития цифровой инфраструктуры и использования цифровых технологий в регионах России. Жирным шрифтом выделены композитные индексы, рассчитанные для групп факторов (человеческий капитал, научно-инновационный потенциал и т.д.). Жирным курсивом – входящие в них подындексы, обычным шрифтом – отдельные показатели, на основе которых рассчитываются подындексы и индексы.

Таблица 1. Корреляционная матрица показателей и композитных индексов, характеризующих цифровую инфраструктуру, использование цифровых технологий и социально-экономические факторы, 2020 г.

| Показатели и композитные индексы факторов цифрового развития | Использование ЦТ | Цифровые организации | Цифровые граждане | Цифровая инфраструктура | «Сквозные» технологии |
|--|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|
| Человеческий капитал | 0,360 | 0,261 | 0,321 | 0,535 | 0,242 |
| <i>Наличный человеческий капитал</i> | <i>0,309</i> | <i>0,186</i> | <i>0,317</i> | <i>0,445</i> | <i>0,233</i> |
| Доля ИКТ-специалистов | 0,317 | 0,268 | 0,240 | 0,399 | 0,293 |
| Доля работников, регулярно использующих компьютеры | 0,332 | 0,257 | 0,277 | 0,500 | 0,158 |
| Доля работников, регулярно использующих интернет | 0,333 | 0,237 | 0,301 | 0,486 | 0,174 |
| Доля занятого населения, имеющего высшее образование | 0,097 | -0,066 | 0,238 | 0,203 | 0,059 |
| <i>Производство человеческого капитала</i> | <i>0,341</i> | <i>0,290</i> | <i>0,257</i> | <i>0,522</i> | <i>0,200</i> |
| Затраты на обучение сотрудников, связанные с использованием цифровых технологий (на 1 работника) | 0,369 | 0,287 | 0,306 | 0,495 | 0,267 |

| | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Численность студентов вузов, на 10000 человек населения | 0,159 | 0,140 | 0,114 | 0,315 | 0,067 |
| Удельный вес студентов СПО в общей численности населения | -0,093 | -0,105 | -0,042 | -0,166 | -0,113 |
| Число выпускников вузов по ИКТ специальностям на 10000 человек населения | 0,265 | 0,248 | 0,174 | 0,409 | 0,125 |
| Научно-инновационный потенциал | 0,460 | 0,433 | 0,299 | 0,508 | 0,319 |
| <i>Исследования и разработки</i> | <i>0,440</i> | <i>0,410</i> | <i>0,291</i> | <i>0,512</i> | <i>0,329</i> |
| Внутренние затраты на исследования и разработки, в процентах от ВРП | 0,404 | 0,397 | 0,244 | 0,420 | 0,315 |
| Численность исследователей на 10000 занятых в экономике | 0,509 | 0,480 | 0,330 | 0,573 | 0,404 |
| Число патентов на изобретения на 1 миллион человек населения | 0,256 | 0,216 | 0,195 | 0,360 | 0,160 |
| Удельный вес затрат на исследования и разработки, нацеленных на развитие экономики, в общем объеме внутренних затрат | 0,067 | 0,117 | -0,015 | 0,143 | 0,058 |
| Инновации | 0,367 | 0,350 | 0,235 | 0,381 | 0,231 |
| Доля затрат на инновационную деятельность, в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг | 0,315 | 0,292 | 0,210 | 0,385 | 0,212 |
| Уровень инновационной активности организаций промышленного производства | 0,308 | 0,340 | 0,146 | 0,294 | 0,220 |
| Доля организаций, осуществлявших технологические инновации | 0,355 | 0,357 | 0,207 | 0,364 | 0,275 |
| Доля инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг | 0,245 | 0,178 | 0,217 | 0,222 | 0,070 |
| Деловой климат | 0,698 | 0,607 | 0,509 | 0,735 | 0,432 |
| <i>Экономические условия</i> | <i>0,493</i> | <i>0,385</i> | <i>0,408</i> | <i>0,545</i> | <i>0,238</i> |
| Доля расходов на покупку продуктов питания в структуре потребительских расходов домохозяйств | -0,376 | -0,359 | -0,239 | -0,345 | -0,133 |
| ВРП на душу населения | 0,285 | 0,216 | 0,244 | 0,332 | 0,129 |
| Затраты на внедрение и использование цифровых технологий на 1 работника | 0,361 | 0,231 | 0,354 | 0,410 | 0,197 |
| Число банковских карт на одного человека | 0,550 | 0,461 | 0,421 | 0,631 | 0,277 |
| Инвестиционный климат | 0,689 | 0,635 | 0,464 | 0,705 | 0,481 |
| Инвестиционный риск | -0,589 | -0,600 | -0,334 | -0,606 | -0,391 |
| Инвестиционный потенциал | 0,610 | 0,512 | 0,465 | 0,620 | 0,443 |
| ИКТ-сектор (удельный вес занятых) | 0,299 | 0,229 | 0,253 | 0,345 | 0,097 |

Можно считать, что гипотеза, заложенная в концептуальную схему и определяющая набор и структуру показателей, в целом подтверждается. Показатели цифровой инфраструктуры и использования цифровых технологий в регионах России демонстрируют высокую степень взаимосвязи с предложенными показателями и композитами, основанными на социально-экономической статистике.

Особенно это характерно для композитного индекса цифровой инфраструктуры - см. рис. 2, на котором приведены коэффициенты его корреляции с основными группами факторов.

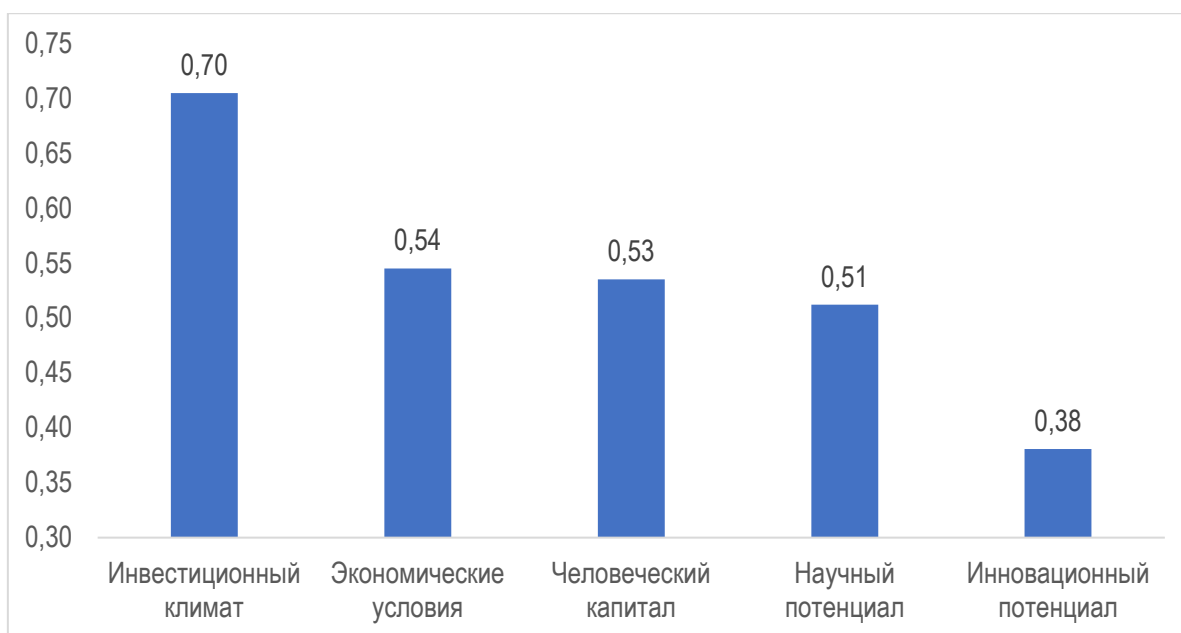


Рис. 2 Коэффициенты корреляции композитного индекса цифровой инфраструктуры с основными группами социально-экономических факторов в регионах России, 2020 г.

Наиболее высокий уровень корреляции с развитием цифровой инфраструктуры демонстрирует инвестиционный климат регионов. Для подтверждения независимости и значимости этого и других факторов цифрового развития был построен целый ряд моделей линейной регрессии. Их анализ позволяет сделать несколько выводов:

- наиболее качественные модели получаются с использованием композитных индексов, а не ограниченного круга отдельных показателей;
- инвестиционный климат входит в качестве независимого и значимого фактора в лучшие модели, объясняющие развитие цифровой инфраструктуры и использование цифровых технологий в регионах России.

В таблице 2 представлены результаты расчета одной из моделей, в которой три переменные (экономические условия, человеческий капитал, инвестиционный климат) объясняют около 60% изменений композитного индекса цифровой инфраструктуры (R квадрат), при этом и другие параметры модели (коэффициенты линейной регрессии, низкие риски – P-значения) говорят о том, что она заслуживает обсуждения.

Таблица 2. Вывод итогов расчета линейной регрессии. Объясняемая переменная – композитный индекс «Цифровая инфраструктура»

| Регрессионная статистика | |
|--------------------------|----------|
| Множественный R | 0,773677 |
| R-квадрат | 0,598577 |
| Нормированный R-квадрат | 0,583709 |
| Стандартная ошибка | 0,036209 |
| Наблюдения | 85 |

| | Коэффициенты | P-Значение |
|--|--------------|------------|
| Y-пересечение | 0,427833 | 3,41E-30 |
| Переменная X 1 - Экономические условия | 0,111801 | 0,002987 |
| Переменная X 2 - Человеческий капитал | 0,163763 | 0,002788 |
| Переменная X 3 - Инвестиционный климат | 0,170938 | 5,98E-07 |

Значимость инвестиционного климата и экономических условий демонстрирует и модель, представленная в таблице 3, в которой в качестве объясняемой переменной взят композитный индекс использования цифровых технологий в регионе (среднее арифметическое индексов использования цифровых технологий организациями и населением), а в качестве объясняющих переменных – индексы экономических условий и инвестиционного климата.

Таблица 3. Вывод итогов расчета линейной регрессии. Объясняемая переменная – композитный индекс «Использование цифровых технологий»

| <i>Регрессионная статистика</i> | |
|---------------------------------|----------|
| Множественный R | 0,71314 |
| R-квадрат | 0,508568 |
| Нормированный R-квадрат | 0,496582 |
| Стандартная ошибка | 0,052575 |
| Наблюдения | 85 |

| | <i>Коэффициенты</i> | <i>P-Значение</i> |
|--------------------------------------|---------------------|-------------------|
| Y-пересечение | 0,351953 | 5,28E-30 |
| Переменная X 1 Экономические условия | 0,125132 | 0,020226 |
| Переменная X 2 Инвестиционный климат | 0,281342 | 2,9E-09 |

Полученные результаты выглядят логично – для развития цифровой инфраструктуры и использования цифровых технологий необходим финансовый ресурс, благоприятный инвестиционный климат, чтобы их вкладывать и человеческий капитал, чтобы вложения были результативными.

Вместе с тем, при анализе этих результатов необходимо обратить внимание на особенности измерения инвестиционного климата (он демонстрирует высокий уровень корреляции с показателями цифрового развития), которые приводят к достаточно интересным выводам.

Композитный индекс инвестиционного климата рассчитывался нами на основе двух индексов, которые строит агентство RAEX для определения уровня инвестиционной привлекательности регионов – индекса инвестиционных рисков и индекса инвестиционного потенциала [17]. Дело в том, что индекс инвестиционного потенциала – это средневзвешенная доля региона в различных потенциалах страны (трудовом, потребительском, производственном, финансовом, институциональном, инновационном, инфраструктурном, природно-ресурсном, туристическом). Иными словами, чем больше регион и его доли, тем выше его потенциал. Это отличает этот показатель от других показателей, обычно используемых для сравнительной оценки и исследования регионов – они как правило удельные (на одного или 1000 человек населения, доля в общем числе организаций или граждан и т.п.), что объяснимо, т.к. сравнивать регионы и строить композиты, учитывая существенную разницу в размерах регионов, корректно только с такими показателями. Полученные результаты (высокий уровень корреляции индекса инвестиционного климата и потенциала с показателями цифрового развития и модели линейной регрессии) означают, что «размер имеет значение» – размер региона, выраженный в данном случае в его долях в различных потенциалах страны является независимым и значимым фактором цифрового развития. Характерно, в этой связи, что коэффициент корреляции индекса цифровой инфраструктуры с ВРП на душу населения (0,332), существенно меньше коэффициента корреляции с номинальным объемом ВРП регионов (0,614). Т.е. при прочих равных условиях, чем больше экономика региона, тем выше развитие цифровой инфраструктуры и проникновение цифровых технологий, выраженные в удельных показателях. Это можно объяснить и инвестиционной привлекательностью (в т.ч. для инвестиций в «цифру»), ориентированной на большие рынки и большие потенциалы и особенностью вложений в цифровую, в частности

телекоммуникационную, инфраструктуру, которые лучше окупаются при наличии большего числа потенциальных потребителей.

Современный этап цифрового развития часто называют цифровой трансформацией. Эксперты Организации экономического сотрудничества и развития считают, что основными драйверами цифровой трансформации является цифровизация и всеобщая подключенность, дополненные растущей экосистемой взаимосвязанных современных цифровых технологий и приложений. Ключевыми компонентами этой экосистемы являются интернет вещей, аналитика больших данных, искусственный интеллект, блокчейн, ее формируют также такие технологии как облачные вычисления, робототехника, нейронные сети, виртуальная реальность, аддитивные технологии [18]. Отметим, что большая часть этих технологий отнесена в программе «Цифровая экономика Российской Федерации» к «сквозным» технологиям, которые рассматриваются как технологическая основа развития цифровой экономики.

Важным является вопрос какие факторы влияют на использование «сквозных» технологий в регионах России. С 2021 г. в России появилась возможность анализировать данные об использовании этих технологий организациями, в т.ч. в региональном разрезе – в основную форму федерального статистического наблюдения за использованием цифровых технологий №3-информ с отчета за 2020 г. были внесены соответствующие показатели. Форма новая, доля организаций, которые используют некоторые из сквозных технологий, пока очень мала, к тому же статистический и эконометрический анализ результатов наблюдения требует учета отраслевых различий региональных экономик, которые в публикуемой статистике не отражены, что, в итоге, делает его не очень надежным.

Тем не менее, определенные первые наблюдения можно сделать, анализируя результаты корреляционного анализа показателей использования «сквозных» технологий организациями. Для проведения такого анализа был построен композитный индекс использования «сквозных» технологий как средневзвешенная доля организаций, использующих технологии работы с большими данными, искусственный интеллект, интернет вещей, «цифровые двойники», робототехнику и аддитивные технологии. На рис. 3 представлены отдельные показатели и композитные индексы, которые демонстрируют наибольшие позитивные коэффициенты корреляции с указанным индексом использования «сквозных» технологий.

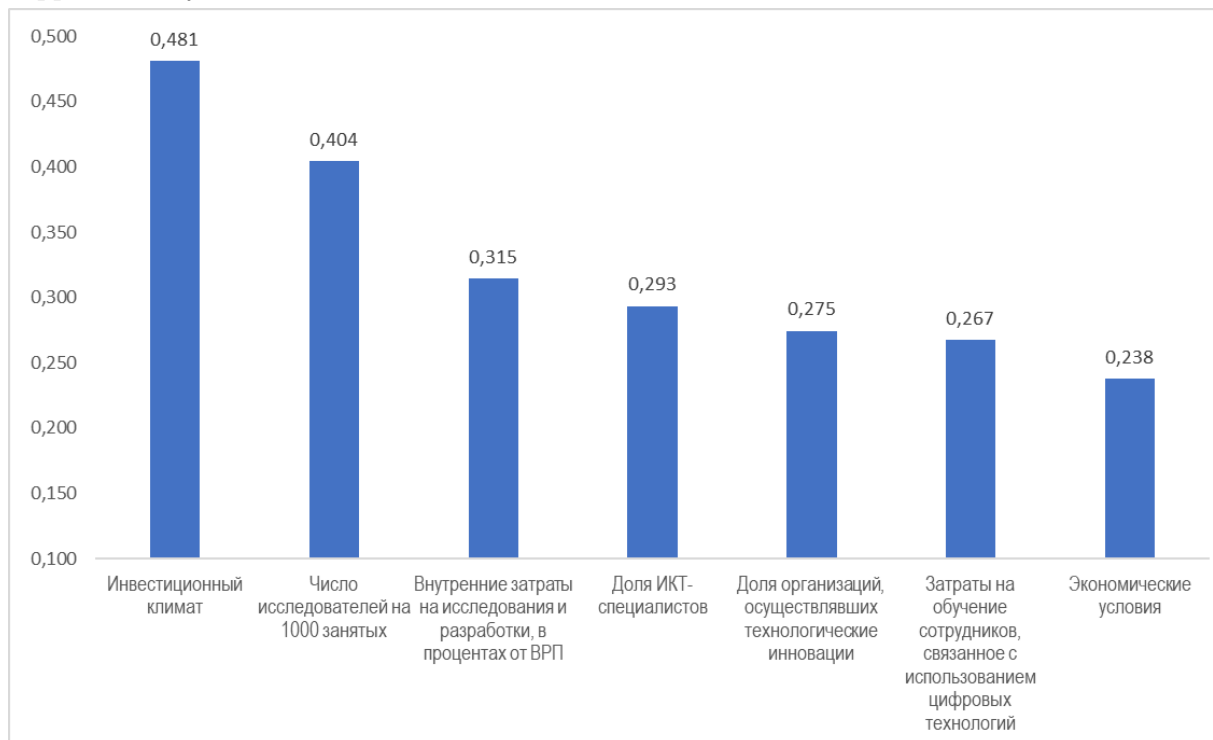


Рис. 2 Коэффициенты корреляции композитного индекса использования «сквозных» технологий с показателями социально-экономических факторов в регионах России, 2020 г.

Помимо инвестиционного климата, который и тут демонстрирует высокий уровень корреляции, наиболее связанными с использованием «сквозных» технологий являются показатели

научного потенциала регионов, наличия ИКТ-специалистов, инновационной активности предприятий и финансовых ресурсов, которые выделяются или могут быть использованы для обучения сотрудников и внедрения технологий. Эти результаты, в частности, подтверждают и на материале «сквозных» технологий важную роль науки и научного сообщества на начальных этапах освоения и распространения цифровых технологий [19].

Благодарности

Работа выполнена в лаборатории цифровых технологий регионального развития в рамках государственного задания Карельского научного центра РАН по теме «Исследование социально-экономических факторов, процессов и эффектов цифровой трансформации регионов России».

Литература

1. ИКТ-компетенции как фактор социально-экономического развития России / Под ред. Ю.Е. Хохлова, С.Б. Шапошника. М.: Microsoft Russia. Институт развития информационного общества, 2012. 80 с. URL: <http://e-competences.iis.ru>.
2. Шапошник С.Б. Цифровая трансформация в регионах России: роль человеческого капитала // Информационное общество. 2017. № 6. С. 25-30.
3. Ершова Т.В., Хохлов Ю.Е., Шапошник С.Б. Методология мониторинга развития и использования технологий работы с большими данными // Информационное общество. № 4-5. С. 2-32. DOI: 10.52605/16059921_2021_04_02
4. Billon M., Marco R., Lera-Lopez F. Disparities in ICT adoption: A multidimensional approach to study the crosscountry digital divide // Telecommunications Policy. 2009. № 33 (10-11). Pp. 596-610.
5. Bagchi K. Factors contributing to Global Digital Divide: Some empirical results // Journal of Global Information Technology Management. 2005. № 8 (3). Pp. 47-65. <http://dx.doi.org/10.1080/1097198X.2005.10856402>.
6. Chinn M.D., Fairlie R.W. The Determinants of the Global Digital Divide: A Cross-Country Analysis of Computer and Internet Penetration // Oxford Economic Papers. New Series. 2007. Vol. 59, № 1. P. 16-44. <https://doi.org/10.1093/oep/gpl024>.
7. Spooner T. Internet Use by Region in the United States. Regional variations in Internet use mirror differences in educational and income levels, 2003. URL: <http://www.pewinternet.org/2003/08/27/internet-use-by-region-in-the-u-s/>
8. Billon M., Ezcurra R., Lera-López F. Spatial distribution of the Internet in the EU: Does geographical proximity matter? // European Planning Studies. 2008. Vol. 16 (1). P. 119-142.
9. Vicente M. A., López A. J. Assessing the regional digital divide across the European Union // Telecommunications Policy. 2011. Vol. 35. P. 220-237.
10. Milicevic I., & Gareis, K. Disparities in ICT take-up and usage between EU Regions. Workshop on the regional effects of the New Information Society. Milan, 2003.
11. Батракова, Л.Г. Выявление и оценка факторов, влияющих на цифровую зрелость регионов / Л.Г. Батракова. - DOI 10.52957/22213260_2022_3_97. Текст : электронный // Теоретическая экономика. 2022 . No 3. С.97-110. URL: <http://www.theoreticaleconomy.ru/>
12. Кравченко Н. А., Кузнецова С. А., Иванова А. И. Факторы, результаты и перспективы развития цифровой экономики на региональном уровне // Мир экономики и управления. 2017. Т. 17, № 4. С. 168-178. doi:10.25205/2542-0429-2017-17-4-168-178
13. Миролубова Т.В., Радионова М.В. Роль сектора ИКТ и факторы цифровой трансформации региональной экономики в контексте государственного управления // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика». 2020. Том 15. № 2. С. 253-270. doi: 10.17072/1994-9960-2020-2-253-270.
14. Архипова М. Ю., Сиротин В. П. Региональные аспекты развития информационно-коммуникационных и цифровых технологий в России // Экономика региона. 2019. Т. 15, вып. 3. С. 670-683. doi 10.17059/2019-3-4
15. База данных: Показатели и композитные индексы цифрового развития регионов России. КарНЦ РАН. Номер регистрации (свидетельства): 2021622923. URL:

- https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=DB&DocNumber=2021622923&TypeFile=html
16. Рейтинг инвестиционной привлекательности регионов RAEX за 2020 год. URL: <https://raex-a.ru/ratings/regions/2020>.
 17. Методика составления рейтинга инвестиционной привлекательности регионов России компании «РАЭК-Аналитика». URL: https://raex-a.ru/rankings_files/3_13_method_region.pdf.
 18. OECD Digital Economy Outlook 2017. URL: http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/science-and-technology/oecd-digital-economy-outlook-2017_9789264276284-en#page26.
 19. Шапошник С.Б. Научное сообщество как фактор развития информационного общества в регионах России // Информационное общество. 2017. №4-5. С. 95-101.

FACTORS OF DIGITAL DEVELOPMENT OF THE REGIONS OF RUSSIA: A STATISTICAL RESEARCH

Shaposhnik, Sergei Borisovich

*Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Department of multidisciplinary scientific research, Laboratory of digital technologies for regional development, senior researcher
Research and analytical journal "Information Society", member of the Editorial board
Petrozavodsk, Russian Federation
sergei.shaposhnik@gmail.com*

Abstract

The results of a statistical study of the factors of digital infrastructure development and the use of digital technologies in the regions of Russia are presented. Using correlation analysis and econometric methods of linear regression, the influence of factors such as human capital, economic prerequisites for the demand for digital technologies, the investment climate and the scientific and innovative potential of the regions has been studied. The importance of the size of the economy as an independent factor of digital development is shown. To conduct the research, we used individual indicators and composite indices characterizing the development of infrastructure, the use of digital technologies and socio-economic conditions in the regions of Russia.

Keywords

digital development, digital technologies, digital infrastructure, factors of digital development, human capital, investment climate, regions of Russia, econometric methods

References

1. IKT-kompetentsii kak faktor sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossii / Pod red. Y.E. Hohlova, S.B. Shaposhnika – M.: Microsoft Rossiya. Institut razvitiya informatsionnogo obshchestva, 2012. 80 s. URL: <http://e-competences.iis.ru>.
2. Shaposhnik S.B. Tsifrovaya transformatsiya v regionakh Rossii: chelovecheskaya tsennost' // Informatsionnoye obshchestvo. 2017. № 6. S. 25-30.
3. Ershova T.V., Hohlov Y.E., Shaposhnik S.B. Metodologiya monitoringa razvitiya i ispol'zovaniya tekhnologiy s bol'shimi dannymi // Informatsionnoye obshchestvo. № 4-5. S. 2-32. DOI: 10.52605/16059921_2021_04_02Kravchenko N. A., Kuznetsova S. A., Ivanova A. I. Faktory, rezul'taty i perspektivy razvitiya tsifrovoy ekonomiki na regional'nom urovne // Mir ekonomiki i upravleniya. 2017. T. 17, № 4. S. 168–178. doi:10.25205/2542-0429-2017-17-4-168-178/
4. Billon M., Marco R., Lera-Lopez F. Disparities in ICT adoption: A multidimensional approach to study the crosscountry digital divide // Telecommunications Policy. 2009. № 33 (10–11). Pp. 596–610.
5. Bagchi K. Factors contributing to Global Digital Divide: Some empirical results // Journal of Global Information Technology Management. 2005. № 8 (3). Pp. 47–65. <http://dx.doi.org/10.1080/1097198X.2005.10856402>.
6. Chinn M.D., Fairlie R.W. The Determinants of the Global Digital Divide: A Cross-Country Analysis of Computer and Internet Penetration // Oxford Economic Papers. New Series. 2007. Vol. 59, № 1. P. 16–44. <https://doi.org/10.1093/oep/gpl024>.
7. Spooner T. Internet Use by Region in the United States. Regional variations in Internet use mirror differences in educational and income levels, 2003. URL: <http://www.pewinternet.org/2003/08/27/internet-use-by-region-in-the-u-s/>
8. Billon M., Ezcurra R., Lera-López F. Spatial distribution of the Internet in the EU: Does geographical proximity matter? // European Planning Studies. 2008. Vol. 16 (1). P. 119–142.
9. Vicente M. A., López A. J. Assessing the regional digital divide across the European Union // Telecommunications Policy. 2011. Vol. 35. P. 220–237.
10. Milicevic I., & Gareis, K. Disparities in ICT take-up and usage between EU Regions. Workshop on the regional effects of the New Information Society. Milan, 2003.

11. Batrakova, L.G. Vyyavleniye i otsenka faktorov, vliyayushchikh na tsifrovuyu zrelost' regionov / L.G. Batrakova. - DOI 10.52957/22213260_2022_3_97. - Tekst : elektronnyy // Teoreticheskaya ekonomika. 2022. No 3. S.97-110. URL: <http://www.theoreticaleconomy.ru>
12. Kravchenko N. A., Kuznetsova S. A., Ivanova A. I. Faktory, rezul'taty i perspektivy razvitiya sovremennoy ekonomiki na sovremennom urovne // Mir ekonomiki i upravleniya. 2017. T. 17, № 4. S. 168–178. doi: 10.25205/2542-0429-2017-17-4-168-178
13. Mirolyubova T.V., Radionova M.V. Rol' sektora IKT i faktory preobrazovaniya tsifrovoy ekonomiki v sostoyaniye upravleniya // Vestnik Permskogo universiteta. ser. «Ekonomika». 2020. Tom 15. № 2. S. 253–270. doi: 10.17072/1994-9960-2020-2-253-270.
14. Arkhipova M. YU., Sirotin V. P. Regional'nyye aspekty razvitiya informatsionno-kommunikatsionnykh i tsifrovyykh tekhnologiy v Rossii // Ekonomika regiona. 2019. T. 15, vyp. 3. S. 670-683. Doi 10.17059/2019-3-4.
15. Baza dannykh: Pokazateli i kompozitnyye indeksy lokal'nogo razvitiya regionov Rossii. Nomer registratsii (svidetel'stva): 2021622923. URL: https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=DB&DocNumber=2021622923&TypeFile=html
16. Reyting investitsionnoy privlekatel'nosti regionov RAEX za 2020 god. URL: <https://raex-a.ru/ratings/regions/2020>.
17. Metodika sostavleniya reytinga investitsionnoy privlekatel'nosti regionov Rossii kompanii «RAEKS-Analitika». URL: https://raex-a.ru/rankings_files/3_13_method_region.pdf.
18. OECD Digital Economy Outlook 2017. URL: http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/science-and-technology/oecd-digital-economy-outlook-2017_9789264276284-en#page26.
19. Shaposhnik S.B. Nauchnoye soobshchestvo kak faktor razvitiya informatsionnogo obshchestva v regionakh Rossii // Informatsionnoye obshchestvo. 2017. №4-5. S. 95-101.