

# ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

DOI: 10.15838/ptd.2023.1.123.7

УДК 332.1:338.2 | ББК 65.04:65.050.11

© Михайкина Л.А.

## ОЦЕНКА ЦИФРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА СУБЪЕКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ОБЛАСТИ ПОДГОТОВКИ И ПРИВЛЕЧЕНИЯ КАДРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ИТ



**ЛИЛИЯ АНАТОЛЬЕВНА МИХЕЙКИНА**

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова

Москва, Российская Федерация

e-mail: mikheykina.la@rea.ru

ORCID: 0000-0003-0336-0880; ResearcherID: T-5508-2017

Развитие цифровой экономики является одним из наиболее значимых глобальных трендов, существенно трансформирующих различные сегменты экономики и сферы жизнедеятельности, требующих внедрения новых моделей эффективного менеджмента. В России в 2017 году были приняты базовые документы (Стратегия развития информационного общества, программа «Цифровая экономика Российской Федерации»), определяющие перспективы развития данного направления. Основные усилия руководства страны сосредоточены на создании экосистемы цифровой экономики, формировании необходимых и достаточных инфраструктурных условий развития и внедрения цифровых технологий, а также на определении цифрового потенциала регионов. Вместе с тем в настоящее время актуальна проблема дифференциации уровня готовности к внедрению и потенциала использования возможностей цифровой экономики на региональном уровне. Особенно остро стоит вопрос, касающийся подготовки и привлечения кадров в сфере информационно-коммуникационных технологий, которые становятся самым необходимым ресурсом для достижения целевых показателей в данном направлении. Наиболее ярко он проявился в 2022 году, когда потери квалифицированных ИТ-специалистов превысили значения прошлых лет. Мы предлагаем подход к оценке цифрового потенциала субъектов страны в области подготовки и привлечения кадров по направлению ИТ на основе открытых данных Министерства науки и высшего образования, а также рекрутингового сайта «Работа России» с помощью методов многомерного статистического анализа. Данный подход позволит увидеть, какими потенциальными возможностями обладает регион по обеспеченности

**Для цитирования:** Михайкина Л.А. (2023). Оценка цифрового потенциала субъектов Российской Федерации в области подготовки и привлечения кадров по направлению ИТ // Проблемы развития территории. Т. 27. № 1. С. 113–129. DOI: 10.15838/ptd.2023.1.123.7

**For citation:** Mikheykina L.A. (2023). Assessment of the digital potential of the Russian Federation constituent entities in the field of training and attracting it personnel. *Problems of Territory's Development*, 27 (1), 113–129. DOI: 10.15838/ptd.2023.1.123.7

необходимыми специалистами, и поможет определить слабые места для последующей корректировки политики в данном направлении.

*Цифровая трансформация, цифровой потенциал, подготовка кадров, информационные технологии.*

## **БЛАГОДАРНОСТЬ**

*Статья выполнена за счет средств гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (МК-1450.2022.2).*

### **Введение**

В последние годы до начала пандемии основная повестка деятельности федеральных органов власти лежала в плоскости цифровой трансформации экономики страны. Были разработаны стратегические документы, программы развития и отдельные проекты. Правительство активно содействовало процессу цифровизации как ключевому направлению дальнейшего роста. Годы активного распространения коронавируса и усиленного давления санкциями продемонстрировали, что в ситуации, когда экономическое развитие приостановлено и отсутствует возможность быстрого реагирования на непрогнозируемую чрезвычайную ситуацию, наиболее стойкими оказались компании в сфере информационных технологий (далее – ИТ), имеющие возможности оперативно и скоординированно подстроиться под ситуацию и найти точки дальнейшего развития. В годы пандемии в сферу онлайн переходили не только компании сферы услуг, но и организации сферы образования, которая характеризуется невысоким уровнем адаптации к быстрым изменениям. Основные усилия политики федеральных органов власти в прошлые годы фокусировались на внедрении новых цифровых сервисов и технологий в целях создания комфортной среды для жизни общества. На наш взгляд, цифровые технологии должны сбалансированно встраиваться в решение задач по развитию территорий страны на основе имеющегося у них цифрового потенциала, а не насаждаться в виде конкретного направления. Это поможет избежать неопределенности со стороны региональных органов власти в стремлении успеть за всеми направлениями текущей повестки. В первую очередь необходимо определить, каким именно цифровым потенциалом

обладает субъект, и выявить приоритетные точки роста, концентрация на которых позволит привлечь дополнительные источники финансирования для дальнейшего развития региона. В связи с этим научная значимость нашего исследования заключается в разработке единого адаптивного подхода, позволяющего проанализировать и оценить текущее информационно-технологическое состояние регионов страны с помощью статистических методов исследования, повышающих достоверность полученных результатов. На наш взгляд, оценка возможностей субъектов в области цифровой трансформации должна производиться изолированно, в разрезе ключевых блоков, основанных, в том числе, на федеральной повестке в данном направлении. Так, одним из направлений цифровой трансформации выступает подготовка квалифицированных кадров в области ИТ, которые являются основным залогом успеха и драйвером развития цифровизации. Основной целью нашего исследования стало определение возможностей оценки цифрового потенциала субъектов в области подготовки кадров по направлению ИТ. В рамках достижения указанной цели поставлены следующие задачи:

- рассмотреть возможности открытых источников информации для последующего анализа и оценки цифрового потенциала в области подготовки кадров;
- проанализировать тенденции в области подготовки кадров в системе высшего образования, а также особенности, сложившиеся на рынке труда, на основе имеющейся открытой информации;
- оценить цифровой потенциал субъектов Российской Федерации в области подготовки кадров по направлению ИТ с помощью кластерного анализа.

### Обзор литературы

Оценка цифрового потенциала невозможна без рассмотрения основных подходов к понятиям «цифровая экономика», «цифровизация», «цифровая трансформация». Термин «цифровая экономика» впервые был употреблен в 1995 году известным американским ученым из Массачусетского технологического института Н. Негропonte (Negroponte, 1995) в связи с активным внедрением информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и началом процесса информатизации. Он отмечал, что такие сферы человеческой жизнедеятельности, как экономическая, социальная, политическая, культурная, в той или иной мере изменились благодаря развитию интернета и ИКТ, однако уже тогда утверждал, что начинается новый этап информатизации, которому дал название «цифровая экономика». Д. Ивс в своих исследованиях прорабатывал вопрос измерения цифровой экономики и ее влияния на другие сферы (Eaves, 2010).

Одними из первых ключевые вопросы цифровой экономики в России осветили ученые РАН В.В. Иванов, Г.Г. Малинецкий в работе «Цифровая экономика: мифы, реальность, перспектива», вышедшей в 2017 году (Иванов, Малинецкий, 2017). Со временем сформировался пул исследователей, занимающихся анализом и разработкой подходов к процессам цифровизации со стороны цифровизации отрасли (отраслевой подход). Среди них, например, Н. Городнова, Д. Скипин и А. Пешкова, которые оценили цифровой потенциал и уровень цифровизации сферы ритейла (Городнова и др., 2019). Также к ученым, поддерживающим отраслевой подход, относятся А.С. Алетдинова, А.В. Бабкин (Цифровая трансформация..., 2017), А.А. Горбачева (Горбачева, 2019). Среди отечественных авторов, которые исследовали отдельные отраслевые аспекты цифровой трансформации, следует отметить Д. Верзилина (Верзилин и др., 2017), А.Е. Зубарева, А.М. Колесникова, Е.М. Храповицкую (Зубарев и др., 2018) и др. Анализ результатов, изложенных в работах вышеперечисленных авторов, позволил сформировать

прикладной инструментарий изучения вопроса отраслевой трансформации.

Весьма перспективным в научной повестке является вопрос цифровой трансформации регионов (региональный подход). На уровне субъектов РФ его прорабатывают Ю.А. Ковальчук, И.В. Алексеев (Ковальчук, Алексеев, 2017), Л.В. Батракова (Батракова, 2019), З.Д. Гашева (Гашева, 2018), К.Н. Горлов, М.В. Ильичева (Горлов, Ильичева, 2018), М.А. Николаев, М.Ю. Махотаева, В.Н. Гусарова (Николаев и др., 2020) и др.

Понятие «цифровой потенциал» чаще всего используется учеными для оценки возможностей предприятий в цифровизации бизнеса, т. е. применяется микроэкономический подход. Например, А.В. Козлов и А.Б. Тесля (Козлов, Тесля, 2019) говорят о необходимости оценки цифрового потенциала на предприятиях для анализа не столько текущего уровня цифровизации бизнес-процессов на предприятии, сколько для определения возможностей цифровых технологий для наращивания производства. Кроме того, ими было сформулировано понятие цифрового потенциала, который они рассматривали как особый показатель, отражающий новые возможности, появляющиеся у предприятий в условиях интенсивной цифровизации отраслей экономики. Также среди представителей подхода к процессу цифровой трансформации с точки зрения оценки отдельных предприятий находятся О.В. Гудкова, Л.В. Ермакова, А.Э. Мельгуй (Гудкова и др., 2016), Я.Э. Дадаев, С.Д. Хажмурадова (Дадаев, Хажмурадова, 2019), Е.В. Попов, К.А. Семячков, Ю.А. Москаленко (Попов и др., 2019) и др.

В последние годы все чаще понятие «цифровой потенциал» рассматривается применительно к оценке возможностей цифровизации отраслей экономики. Так, в работе «Развитие цифрового потенциала транспортно-логистических систем с использованием инструментария платформенной концепции» А.А. Волкова, Ю.А. Никитин, В.А. Плотников, Е.А. Поздеева (Волкова и др., 2021) считают наращивание цифрового потенциала отрасли основным фактором, опре-

деляющим поступательное и устойчивое развитие экономической системы в целом.

Постепенно среди научного сообщества набирает популярность еще достаточно малоисследованный подход к оценке цифрового потенциала на уровне регионов. В связи с этим можно выделить работу А.В. Бельтиковой (Бельтикова, 2021), где анализируются не столько возможности регионов по направлению цифровизации, сколько их конкурентоспособность. Достаточно интересным является подход М.П. Маслова и С.П. Петрова (Маслов, Петров, 2021), которые рассматривают взаимосвязь показателей «стоимости» 1% ежегодного прироста Российского регионального индекса качества жизни населения и инвестиции в ИКТ на душу населения. Особенностью указанных трудов выступает применение методов многомерного статистического анализа для производимой оценки.

На данный момент подходы к исследованию цифровой экономики и трансформации достаточно разнообразны. Среди них особо выделяются отраслевой и региональный аспекты изучения. При этом цифровой потенциал чаще всего рассматривается с позиций отраслевой направленности, и пока лишь небольшая часть работ посвящена выявлению имеющихся региональных ресурсов в области цифровизации. В нашем понимании оценка цифрового потенциала предоставляет дополнительные возможности не столько для предприятий или отраслей, сколько для субъектов страны, играющих одну из ведущих ролей в процессе регулирования и реализации политики цифровой трансформации по ключевым направлениям, одним из которых является подготовка квалифицированных кадров.

### **Материалы и методы**

Методологическая основа исследования представлена общенаучными и частными методами научного познания, среди которых анализ и синтез, индуктивный и дедуктивный методы, аналогия и моделирование.

Для решения поставленных в работе задач применены методы системного и структурного анализа, метод экспертных оценок, контент-анализ, метод статистической обработки информации. Для сбора, систематизации и получения данных из открытых источников информации используются методы анализа больших данных, такие как Data fusion / Data integration (инструменты сбора, очистки, преобразования, хранения данных), осуществленные посредством языка программирования Python.

Для оценки уровня текущего цифрового потенциала субъектов Российской Федерации использовался такой метод многомерного статистического анализа, как кластерный анализ. Теоретическими предпосылками его применения послужили труды ведущих ученых, внедривших данный статистический метод в экономическую практику (Bergman, Feser, 1999; Andersson et al., 2004; Enright, 1996; Czamanski, de Albas, 1979).

Кластерный анализ позволяет разделить полученные данные на группы или кластеры таким образом, чтобы каждая группа обладала схожими характеристиками, а объекты групп были отличны друг от друга (Долгодворова, 2018). Его особенность состоит в том, что он позволяет исследовать данные различной природы происхождения, не накладывая дополнительных условий на их тип (Афонин, 2015). Алгоритм метода можно разделить на 5 основных этапов: подготовка нужных данных, выбор метрики, подбор алгоритма, его выполнение, представление результата (Заде, 1980). Преимуществами кластерного анализа являются широта его применения в экономических исследованиях; отсутствие предварительного исследования целевых значений и статистически подтвержденные выводы по результатам работы. При этом, несмотря на очевидные преимущества, кластеризация как метод обладает некоторыми недостатками. Так, количество кластеров, которое наилучшим образом описывает данные, заранее неизвестно, что сказывается на времени, затрачиваемом на подготовку исследования и последующей интерпретации результатов.

## Результаты исследования

Основой цифровой трансформации является наличие высококвалифицированной и востребованной рабочей силы. В связи с этим мы решили провести анализ оценки цифрового потенциала субъектов Российской Федерации в области подготовки кадров в сфере информационных технологий. На наш взгляд, оценить уровень готовности кадров к цифровой трансформации можно на основе показателей, характеризующих как рынок труда субъекта страны (например, данные о наличии необходимого количества резюме и вакансий), так и подготовку необходимых кадров учреждениями образования в области информационных технологий.

На этапе сбора и обработки данных мы оценили возможности открытых источников информации, таких как Федеральная служба государственной статистики, Министерство науки и высшего образования, рекрутинговые сайты, для последующего анализа и оценки цифрового потенциала в области подготовки кадров. На наш взгляд, особую роль в исследовании цифрового потенциала играют текущие тенденции в сфере подготовки кадров на уровне высшего образования.

Анализ открытых данных Министерства науки и высшего образования<sup>1</sup> показывает тренд снижения численности студентов в стране. Так, за последние 5 лет общая численность студентов уменьшилась на 8,08%. Четко прослеживается зависимость от демографических тенденций<sup>2</sup>, особенно заметна прямая корреляция между снижением численности студентов и населения, возраст которого соответствует студенческому. Численность населения в возрасте от 15 до 24 лет сократилась на 7,43%, т. е. тренды снижения численности весьма похожи. Данные по распределению численности студентов в разрезе федеральных округов представлен на *рис. 1*.

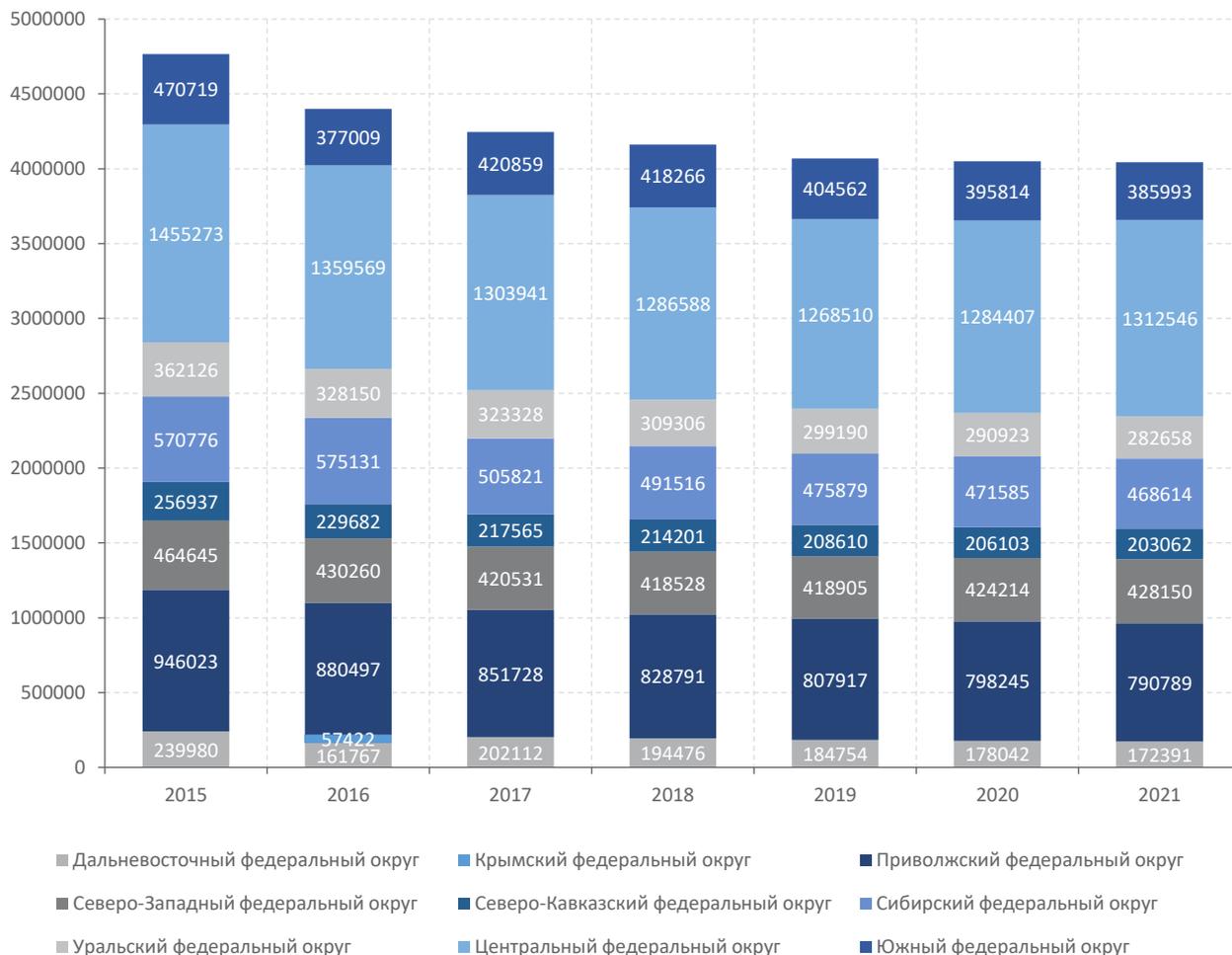
Динамика изменения общей численности студентов характеризуется ростом числа студентов очной формы обучения. Численность студентов очной формы в Центральном федеральном округе увеличилась на 1,65%, Северо-Западном – на 2,24%, Приволжском – на 0,57%. Остальные округа характеризуются ее убылью: в Южном федеральном округе – на 0,06%, Северо-Кавказском – на 0,27%, Уральском – на 0,05%. В Дальневосточном федеральном округе зафиксировано наибольшее снижение – на 1,39%.

В то же время тренд численности студентов очно-заочной формы обучения абсолютно противоположный. Так, общая численность студентов очно-заочной формы за последние пять лет увеличилась более чем в 2 раза (с 124198 до 264816 человек). Данная особенность объяснима. Тенденции, сформировавшиеся во время пандемии коронавируса, значительно повлияли на поведение студентов и показали уникальные возможности дистанционного формата обучения, который обладает преимуществами для совмещения работы и учебы. При этом прирост численности наблюдается не с 2020, а с 2016 года, т. е. еще до начала пандемии, что в наибольшей степени связано с заинтересованностью работодателей в сотрудниках, имеющих опыт работы. В связи с чем выпускники учреждений среднего профессионального образования сразу устраиваются на работу для получения соответствующего релевантного опыта, чтобы по окончании учебы иметь презентабельное резюме. Востребованность очно-заочной формы как раз связана с возможностью получать трудовой опыт и новые знания, которые сразу можно применять на практике. Изменение численности студентов очно-заочной формы за последние 5 лет является положительным, прирост составляет в среднем ежегодно 10,99%.

Вполне вероятно, что особая популярность очно-заочной формы среди студентов, получающих высшее образование, оказала

<sup>1</sup> Министерство науки и высшего образования. URL: <https://www.minobrnauki.gov.ru/opendata/9710062939-svedeniya-o-chislennosti-studentov-obrazovatelnykh-organizatsiy-osushchestvlyayushchikh-obrazovatelnykh>

<sup>2</sup> Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781>



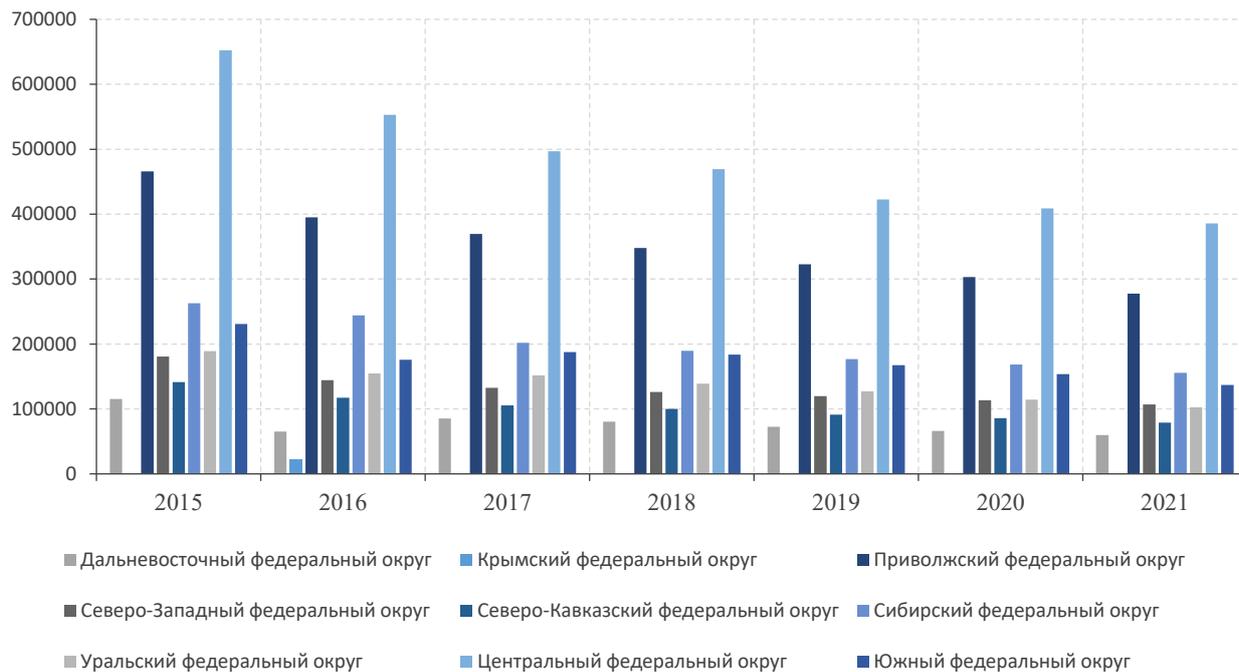
**Рис. 1. Численность студентов в разрезе федеральных округов**  
 Рассчитано по: открытые данные Министерства науки и высшего образования РФ.

влияние на динамику численности студентов заочной формы. За последние пять лет ее уменьшение составило 30,32% (с 1872300 до 1304609 чел.). В среднем ежегодно численность студентов заочной формы снижается на 8,52%, при этом Центральном федеральном округе – на 8,3%, Северо-Западном – на 8,16%, Южном – на 7,86%, Северо-Кавказском – на 9,14%, Приволжском – на 8,19%, Уральском – на 9,57%, Сибирском – на 8,24%, Дальневосточном – на 7,74% (рис. 2).

Вероятно, происходит переток численности студентов с заочной на очно-заочную форму обучения. Кроме того, характерно снижение числа принятых в высшие учебные заведения и выпущенных студентов. В среднем ежегодно численность принятых студентов снижается на 1,77%, а выпущенных – на 5,65%, т. е. численность выпуска снижается намного быстрее, чем числен-

ность принятых студентов. Такая особенность может быть связана с ростом количества студентов, отчисленных из университета или переводящихся на другие формы обучения. Получается, что на текущий момент наблюдается тренд к снижению численности будущих специалистов для развития и поддержки экономики. В такой ситуации особенно важно осуществлять цифровую трансформацию экономики страны, позволяющую использовать меньше ручного труда и автоматизировать процессы.

В связи с отсутствием единого реестра направлений подготовки и специальностей, которые по своей предметной области можно отнести к ИТ, мы воспользовались открытыми данными сайта «Работа России», чтобы на основе требований к специальностям, предъявляемых работодателями, выявить те направления подготовки и специальности,



**Рис. 2. Численность студентов заочной формы обучения в разрезе федеральных округов**

Рассчитано по: данные Министерства науки и высшего образования РФ.

которые, по мнению работодателей, можно отнести к сфере подготовки специалистов области информационных технологий. По состоянию на октябрь 2022 года получено, что наиболее востребованными профессиями являются «программист» (1840 объявлений<sup>3</sup>), «инженер-программист» (1298), «системный администратор» (996), «инженер по защите информации» (370), «аналитик» (276). Кроме того, приблизительно 10% вакансий в области ИТ относятся к позициям старших и ведущих специалистов. На рис. 3 представлено облако тегов, которое показывает 100 наиболее востребованных вакансий на сайте «Работа России» по состоянию на октябрь 2022 года.

Чтобы сопоставить данные по возможностям трудоустройства специалистов сферы ИТ, мы проанализировали популярность профессий в размещенных на сайте резюме со стороны кандидатов (рис. 4).

Так, мы получили, что среди наиболее популярных профессий в резюме по состоянию на октябрь 2022 года можно выделить следующие: системный администратор (1719 объявлений), программист (1677), аналитик (273),

инженер-программист (209) и менеджер по продажам информационно-коммуникационных систем (207). Как мы видим, структура резюме немного отличается от структуры размещенных вакансий и, если сопоставить схожие направления между собой, то получится, что на 1 вакансию программиста приходится 0,9 резюме, системного администратора – 1,7 резюме, аналитика – 0,99 резюме, инженера-программиста – 0,16 резюме. Т. е. в наибольшей степени дефицит квалифицированных кадров наблюдается среди инженеров-программистов, а также специалистов в области защиты информации. Например, на 1 вакансию инженера по защите информации приходится 0,02 резюме. Также наблюдается нехватка специалистов более высокой квалификации (ведущих и старших). Например, на 1 вакансию ведущего аналитика приходится 0,16 резюме. Тем самым, все более острым становится вопрос подготовки кадров в ИТ-направлении, что усложняет процесс цифровой трансформации во всех регионах страны. По результатам выполненного анализа мы выявили наиболее предпочтительные требования

<sup>3</sup> Наборы открытых данных «Работа России». URL: <https://trudvsem.ru/opendata/datasets>



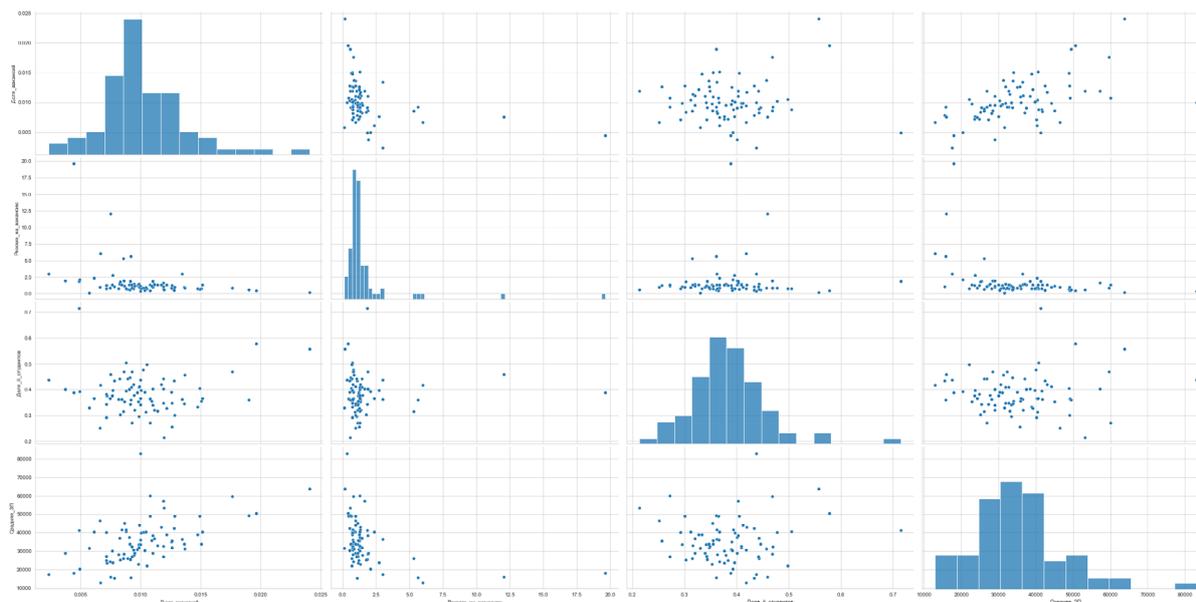
работодателей к специальностям для подготовки кадров в области информационных технологий. В табл. 1 представлена выборка данных с требованиями по топ-15 наиболее востребованным профессиям по данным из открытых вакансий сайта «Работа России».

На основе выявленных требований к специальностям и направлениям подготовки, предъявляемых к специалистам в области информационных технологий, мы определили те направления подготовки бакалавриата, программы магистратуры и специаль-

**Таблица 1. Требования, предъявляемые работодателями к вакансии (топ вакансий)**

№ п/п	Вакансия	Требования работодателей к специальности
1	Программист	Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем, Информационная безопасность, Прикладная математика и информатика, Прикладная информатика, Информационные технологии, Автоматизированные системы обработки информации и управления, Информатика и вычислительная техника, Приборостроение
2	Инженер-программист	Автоматизация и управление, Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем, Информационные технологии, Системы управления движением и безопасностью, Прикладная информатика, Радиотехника, Радиоэлектронные приборные устройства, Управление и информатика в технических системах, Автоматика и управление, Информационные системы и технологии, Авиастроение
3	Системный администратор	Информационная безопасность, Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем, Информационные системы и технологии, Автоматизированные системы обработки информации и управления, Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям), Информатика, Прикладная информатика, Техническое обслуживание средств вычислительной техники и компьютерных сетей, Вычислительные машины, комплексы, системы и сети
4	Инженер по защите информации	Информационно-аналитические системы безопасности, Организация и технология защиты информации, ЭВМ, Информационная безопасность, Информационные технологии
5	Аналитик	Экономика, Информационные технологии, Автоматизация и управление, Математика, Автоматизированные системы обработки информации и управления, Вычислительные машины, комплексы, системы и сети, Маркетинг, Системный анализ и управление, Бизнес-информатика, математические методы в экономике
6	Специалист по защите информации, специалист по информационной безопасности	Информационная безопасность, Информационная безопасность телекоммуникационных систем, Автоматизированные системы обработки информации и управления, Специалист по защите информации, Информационные системы и технологии
7	Техник-программист	Радиотехника, Информатика и вычислительная техника, Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем, Информационные технологии, Вычислительные машины, комплексы, системы и сети
8	Администратор баз данных	Информатика и вычислительная техника, Социальная работа, Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, Бизнес-информатика, Автоматизированные системы обработки информации и управления, Информационные системы и технологии, Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем, Прикладная математика и информатика, Автоматизированные системы обработки информации и управления (по отраслям)
9	Специалист по информационным технологиям	Информационная безопасность, Компьютерная безопасность, Организация и технология защиты информации, Автоматизированные системы обработки информации и управления, Информатика и вычислительная техника, Автоматизация и управление, Информационный менеджмент, Библиотечно-информационная деятельность, Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем
10	Технический писатель	Мехатроника и робототехника, Автоматизированные системы обработки информации и управления, Радиотехника
11	Провизор-аналитик	Фармация
12	Начальник отдела информационных технологий	Менеджмент, Информационная безопасность, Информационные технологии, Информатика и вычислительная техника, Информационные системы и технологии, Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)
13	Финансовый аналитик	Математика, Прикладная математика, Экономика, Финансы
14	Контент-менеджер	Экономика, Журналистика

Источник: составлено автором.



**Рис. 5. Парные соотношения всех переменных**  
 Источник: составлено автором.

ности, которые могут относиться к области подготовки кадров в сфере ИТ в 2022 году. Обработав в том числе данные Министерства науки и высшего образования, собранные по форме № ВПО-1<sup>4</sup>, мы смогли сформировать выборку данных по каждому субъекту Российской Федерации для их последующей группировки в целях определения уровня цифрового потенциала в области подготовки кадров по направлению ИТ.

На первом этапе среди всех показателей, позволяющих проанализировать уровень подготовки кадров для оценки цифрового потенциала субъектов РФ на основе проверки показателей на однородность распределения, нами были отобраны четыре основных: доля выпускников сферы ИТ за год, предшествующий текущему (т. е. оценка возможности привлечения новой рабочей силы); доля открытых вакансий по направлениям ИТ (для оценки потребности в квалифицированных кадрах для цифровой трансформации), количество резюме на 1 вакансию (для оценки привлекательности отрасли со стороны населения региона) и средняя заработная плата специалиста в области информационных технологий. Перед

проведением анализа мы нормализовали данные, для того чтобы привести их к единой размерности. Данные по парным соотношениям всех переменных для определения возможности использования кластерного анализа представлены на рис. 5.

В данных по разным показателям присутствуют разного рода выбросы, значительная часть которых приходится на г. Москву и Санкт-Петербург, в связи с чем мы приняли решение исключить эти города из кластеризации.

В качестве меры для измерения расстояния между объектами мы использовали евклидово расстояние, являющееся наиболее популярным в кластерном анализе. Геометрически оно лучше всего объединяет объекты в шарообразных скоплениях, типичных для слабо коррелируемых совокупностей. Все методы, необходимые для разбиения на кластеры, можно разделить на две группы: иерархические и неиерархические. Иерархические методы отличаются тем, что позволяют сформировать своего рода иерархию, т. е. древовидную структуру данных (Илышев, Селевич, 2014). Самым большим преимуществом иерархических методов является построение дендрограммы, т. е. гра-

<sup>4</sup> Форма № ВПО-1 «Сведения об организации, осуществляющей образовательную деятельность по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры». URL: <https://minobrnauki.gov.ru/action/stat/highed>

фика «дерева» структуры данных. В нашем исследовании мы приняли решение совместно использовать как иерархические, так и не-иерархические методы кластерного анализа, а именно метод Уорда и метод k-средних.

Кластерный анализ был выполнен нами с помощью библиотек `scipy` и `sklearn` языка программирования Python. Метод Уорда направлен на объединение близко расположенных объектов и чаще других устанавливает интуитивно связанную кластеризацию. Для начала с помощью метода Уорда попро-

буем определить распределение регионов по кластерам на основе построенной дендрограммы (рис. 6).

Дендрограмма показывает, что все регионы можно разделить приблизительно на 4 кластера, схожих по своим характеристикам. Для проверки полученных данных воспользуемся кривой локтя и попробуем использовать метод k-средних для получения результата распределения регионов по кластерам.

Ниже приведен график целевой функции для алгоритма k-средних. На рис. 7 достаточ-

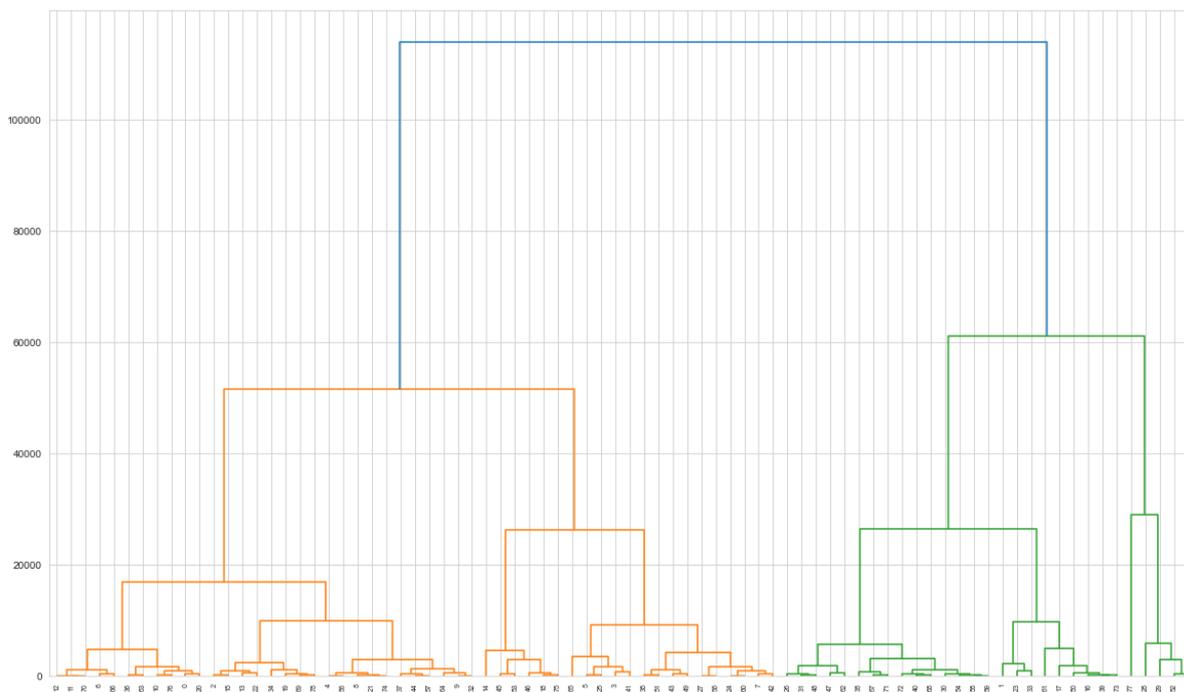


Рис. 6. Дендрограмма наблюдений (метод Уорда, евклидово расстояние)

Источник: составлено автором.

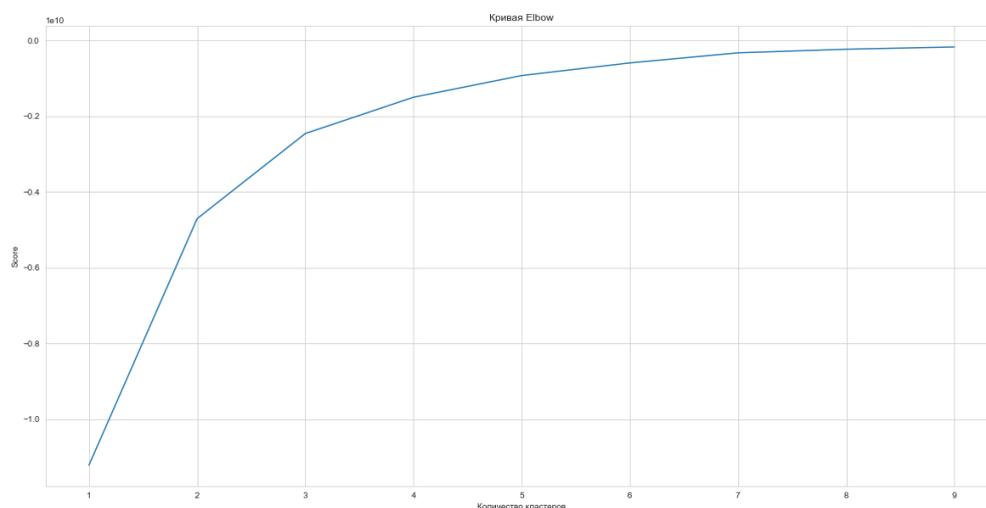


Рис. 7. Метод локтя для алгоритма k-средних

Источник: составлено автором.

Таблица 2. Распределение регионов по кластерам

Кластер	Субъекты РФ	Количество регионов
0	Алтайский край, Архангельская область, Белгородская область, Владимирская область, Волгоградская область, Вологодская область, Воронежская область, Еврейская автономная область, Забайкальский край, Ивановская область, Иркутская область, Калининградская область, Кемеровская область, Кировская область, Костромская область, Краснодарский край, Новгородская область, Омская область, Орловская область, Пензенская область, Республика Алтай, Республика Бурятия, Республика Хакасия, Ростовская область, Смоленская область, Ставропольский край, Тверская область, Тюменская область, Удмуртская Республика, Челябинская область, Чувашская Республика, Ярославская область	32
1	Магаданская область, Московская область, Республика Саха (Якутия), Чукотский автономный округ, г. Севастополь	5
2	Астраханская область, Брянская область, Кабардино-Балкарская Республика, Карачаево-Черкесская Республика, Курганская область, Курская область, Липецкая область, Оренбургская область, Республика Адыгея, Республика Башкортостан, Республика Дагестан, Республика Калмыкия, Республика Крым, Республика Мордовия, Республика Северная Осетия – Алания, Республика Тыва, Саратовская область, Тамбовская область, Чеченская Республика	19
3	Амурская область, Калужская область, Камчатский край, Красноярский край, Ленинградская область, Мурманская область, Нижегородская область, Новосибирская область, Пермский край, Приморский край, Псковская область, Республика Карелия, Республика Коми, Республика Марий Эл, Республика Татарстан, Рязанская область, Самарская область, Сахалинская область, Свердловская область, Томская область, Тульская область, Ульяновская область, Хабаровский край, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра	24

Источник: составлено автором.

но непросто определить точку перегиба, но самый вероятный исход 4 кластера, все дальнейшие значения не выявляют сильных различий между характеристиками регионов.

Таким образом, с помощью алгоритма k-средних мы получили следующие кластеры<sup>5</sup> (табл. 2).

Результаты адекватности кластерного анализа проверялись с помощью оценки гомогенизации и полноты.

Коэффициент гомогенизации (однородности) показывает соответствие результата критерию однородности. Чем ближе значение к единице, тем результат кластеризации ближе к реальной ситуации. Расчетный критерий полноты соответствует значению 1, что подтверждает, что точки являются элементами одного кластера. Критерий гомогенизации составил 0,3. Это говорит об определенной вероятности, что элементы кластера могут содержать не все точки, соответствующие данному кластеру.

### Обсуждение и заключение

На наш взгляд, результаты кластерного анализа являются достаточно неожиданными и отчасти противоречивыми. На рис. 8 представлены графики с диаграммами размаха по каждому из показателей всех кластеров.

Так, в нулевой кластер попали субъекты, характеризующиеся небольшой долей вакансий по направлениям сферы информационных технологий, низким значением процента подготовленных кадров в сфере ИТ, в которых количество резюме в среднем соотносится с количеством размещенных вакансий, а средняя предлагаемая заработная плата ИТ-специалиста ниже средней по стране. Особо в этом кластере можно выделить Калининградскую область, где на 1 вакансию приходится 3 резюме, т. е. в регионе наблюдается рост популярности данной сферы.

<sup>5</sup> Первоначально из анализа были исключены Москва и Санкт-Петербург, которые характеризуются значительными выбросами в показателях.

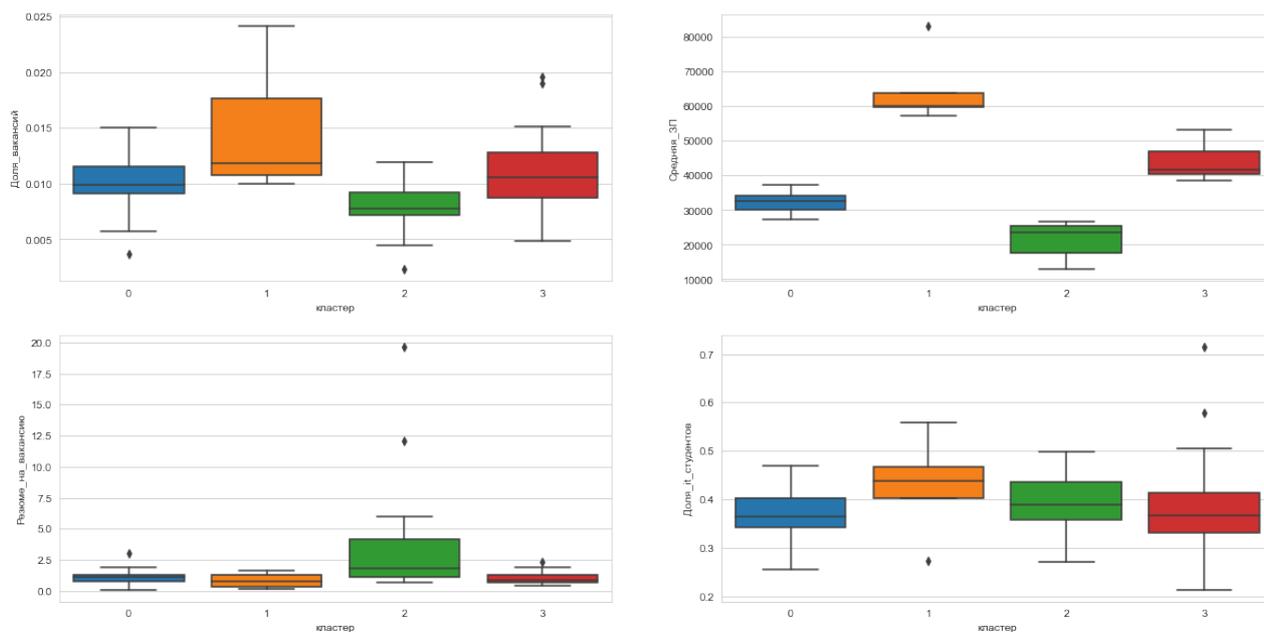


Рис. 8. Диаграммы размаха показателей

Источник: составлено автором.

В первый кластер попали субъекты страны, характеризующиеся более высокими значениями предлагаемой заработной платы, высокой долей студентов, выпускающихся по профилям направлений сферы информационных технологий, и высоким процентом вакансий, открытых по профилю ИТ. Тем самым, с точки зрения потенциала привлечения кадров по направлениям ИТ данные регионы обладают достаточно высоким уровнем. При этом важно понимать, что выполненная оценка не связана с текущим уровнем цифровизации в регионе, а говорит лишь о возможностях подготовки кадров в данном направлении.

Во второй кластер попали субъекты страны с низкой долей открытых вакансий по направлению ИТ, а также с наименьшими средними значениями заработной платы для специалистов профиля, при этом отмечаются высокие значения показателя «количество резюме на вакансию». Можно сказать, что в них среди населения пользует

ся высокой популярностью направления цифровизации, но местный рынок труда пока не может обеспечить растущий спрос соответствующим набором вакансий. В таких субъектах может наблюдаться отток рабочей силы и ее перераспределение в другие регионы. Среди регионов второго кластера можно выделить Кабардино-Балкарскую Республику, Карачаево-Черкесскую Республику, Республику Дагестан и Чеченскую Республику.

Регионы третьего кластера характеризуются средними значениями всех показателей, говорящих больше о переходном уровне к более высоким значениям.

Таким образом, можно сказать, что кластерный анализ является достаточно эффективным способом разбиения регионов на группы по схожим признакам. Он позволил нам изучить цифровой потенциал субъектов страны по подготовке кадров и привлечению их в сферу информационных технологий.

**ЛИТЕРАТУРА**

- Афонин П.Н. (2015). Статистический анализ с применением современных программных средств. Санкт-Петербург: Интермедия. 100 с.
- Батракова Л. Г. (2019). Развитие цифровой экономики в регионах России // Социально-политические исследования. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-tsifrovoy-ekonomiki-v-regionah-rossii> (дата обращения 05.11.2022).
- Бельтикова А. В. (2022). Оценка цифрового потенциала регионов России // Научные исследования и инновации. № 7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-tsifrovogo-potentsiala-regionov-rossii> (дата обращения 10.12.2022).
- Верзилин Д.Н., Максимова Т.Г., Антохин Ю.Н., Горовых Э.И. (2017). Цифровая трансформация социального пространства регионов России: подходы к оцениванию // Мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. (24–25 октября 2017 г., ИПРЭ РАН). Санкт-Петербург: ГУАП. С. 190–196.
- Волкова А.А., Никитин Ю.А., Плотников В.А., Поздеева Е.А. (2021). Развитие цифрового потенциала транспортно-логистических систем с использованием инструментария платформенной концепции // Экономика и управление. № 27 (1). С. 12–22. DOI: 10.35854/1998-1627-2021-1-12-22
- Гашева З.Д. (2018). Цифровизация региональной экономики: понятия, проблемы, пути реализации // Новые технологии. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-regionalnoy-ekonomiki-ponyatiya-problemy-puti-realizatsii> (дата обращения 06.11.2022).
- Горбачева А.А. (2019). Потенциал цифровой трансформации российского ТЭК // Modern Economy Success. № 1. С. 20–28.
- Горлов К.Н., Ильичева М.В. (2018). Цифровизация как основа устойчивого развития региона: социально-политический и экономический аспекты // Известия ТулГУ. Гуманитарные науки. № 4.
- Городнова Н.В., Скипин Д.Л., Пешкова А.А. (2019). Исследование цифрового потенциала инновационных проектов российских компаний // Экономические отношения. Т. 9. № 3. С. 2229–2248. DOI: 10.18334/eo.9.3.40897
- Гудкова О.В., Ермакова Л.В., Мельгуй А.Э. (2016). Роль информационных технологий в построении учетно-аналитической системы предприятия // Бюллетень науки и практики. № 5 (6). С. 116–121.
- Дадаев Я.Э., Хажмурадова С.Д. (2019). Цифровая экономика: изменение ценностей и ориентиров управления предприятием // Роль цифровой экономики в укреплении экономической безопасности страны: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. Махачкала: АЛЕФ. 266 с.
- Долгодворова Е.В. (2018). Кластерный анализ: базовые концепции и алгоритмы // Вопросы науки и образования. № 7 (19). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klasternyy-analiz-bazovye-kontseptsii-i-algoritmy> (дата обращения 04.11.2022).
- Заде Л. А. (1980). Кластеризация и кластер. Москва: Мир. 383 с.
- Зубарев А.Е., Колесников А.М., Храповицкая Е.М. (2018). Совершенствование экономического механизма управления информацией как фактор организационно-управленческой инновации промышленных предприятий в условиях цифровизации экономики // Вестник Тихоокеанского гос. ун-та. № 3 (50). С. 77–82.
- Иванов В.В., Малинецкий Г.Г. (2017). Цифровая экономика: мифы, реальность, перспектива. Москва: РАН. 64 с.
- Ильшев А.М., Селевич Т.С. (2014). Стратегический конкурентный анализ в транзитивной экономике России. Москва: Финансы и статистика. 480 с.
- Ковальчук Ю.А., Алексеев И.В. (2017). Цифровой потенциал региональных рынков как новый стратегический фактор развития франчайзинговых предприятий // Вестник ЮУрГУ. Сер.: Экономика и менеджмент. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovoy-potentsial-regionalnyh-rynkov-kak-novyy-strategicheskiy-faktor-razvitiya-franchayzingovyh-predpriyatiy> (дата обращения 05.11.2022).

- Козлов А.В., Тесля А.Б. (2019). Цифровой потенциал промышленных предприятий: сущность, определение и методы расчета // Вестник ЗабГУ. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovoy-potentsial-promyshlennyh-predpriyatiy-suschnost-opredelenie-i-metody-rascheta> (дата обращения 06.11.2022).
- Маслов М.П., Петров С.П. (2021). Оценка цифрового потенциала экономики регионов России // Развитие территорий. № 4 (26). С. 8–19. DOI: 10.32324/2412–8945-2021-4-08-19
- Николаев М.А., Махотаева М.Ю., Гусарова В.Н. (2020) Анализ влияния процессов цифровизации на экономическое развитие регионов // Научно-технические ведомости СПбГУ. Экономические науки. Т. 13. № 4. С. 46–56.
- Попов Е.В., Семячков К.А., Москаленко Ю.А. (2019). Цифровой потенциал предприятия // Экономический анализ: теория и практика. № 12 (495). С. 2223–2236.
- Цифровая трансформация экономики и промышленности: проблемы и перспективы (2017) / под ред. А.В. Бабкина. Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та. 807 с.
- Andersson T., Schwaag-Serger S., Sorvik Je., Wise Hansson E. (2004). *The Cluster Policies Whitebook*. IKED – International Organisation for Knowledge Economy and Enterprise Development.
- Bergman E.M., Feser E.J. (1999). Industrial and regional clusters: Concepts and comparative applications. *Regional Research Institute*. West Virginia University.
- Czamanski S., de Albas L. (1979). Identification of industrial clusters and complexes: A comparison of methods and findings. *Urban Studies*, 16, 61–80.
- Eaves D (2010). *When Measuring the Digital Economy, Measure the (Creative) Destruction Too*. Available at: [eaves.ca](http://eaves.ca)
- Enright M. (1996). *Regional Clusters and Economic Development: A Research Agenda*. Available at: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/9783110809053.190/html>. DOI: 10.1515/9783110809053.190
- Negroponte N. (1995). *Being Digital*. New York: Knopf.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Лилия Анатольевна Михейкина – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (Российская Федерация, 117997, г. Москва, Стремянный пер., д. 36; e-mail: [mikheykina.la@rea.ru](mailto:mikheykina.la@rea.ru))

**Mikheikina L.A.**

## ASSESSMENT OF THE DIGITAL POTENTIAL OF THE RUSSIAN FEDERATION CONSTITUENT ENTITIES IN THE FIELD OF TRAINING AND ATTRACTING IT PERSONNEL

*The development of the digital economy is one of the most significant global trends, greatly transforming various segments of the economy and spheres of life and requiring the introduction of new models of effective management. In 2017, Russia adopted basic documents (the Strategy for the Development of Information Society and the “Digital Economy of the Russian Federation” program) that define the prospects for the development of this area. The main efforts of the country’s leadership are focused on creating an ecosystem for the digital economy, creating the necessary and sufficient infrastructure conditions for the development and implementation of digital technologies, and determining the digital potential of the regions. At the same time, the problem of differentiating the level of readiness to implement and the potential to use the opportunities of the digital economy at the regional level is currently relevant. A particularly acute issue is the training and attraction of personnel in the field*

of information and communication technologies, which are becoming the most necessary resource to achieve the targets in this direction. It has become most evident in 2022, when the loss of qualified IT specialists exceeded the values of previous years. We propose an approach to assessing the digital potential of the country's constituent entities in the field of IT training and recruitment based on open data of the Ministry of Science and Higher Education and the recruitment website "Rabota Rossii" using multidimensional statistical analysis methods. This approach will make it possible to see what potential opportunities the region has in terms of availability of the necessary specialists, and will help to identify weak points for subsequent adjustment of the policy in this direction.

*Digital transformation, digital potential, personnel training, information technology.*

## REFERENCES

- Afonin P.N. (2015). *Statisticheskii analiz s primeneniem sovremennykh programmnykh sredstv* [Statistical Analysis with the Use of Modern Software Tools]. Saint Petersburg: Intermedia.
- Batrakova L.G. (2019). Development of digital economy in Russian regions. *Sotsial'no-politicheskie issledovaniya=Social and Political Research*, 1. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitietsifrovoy-ekonomiki-v-regionah-rossii> (accessed: November 5, 2022; in Russian).
- Bel'tikova A.V. (2022). Assessment of the digital potential of Russian regions. *Nauchnye issledovaniya i innovatsii=Scientific Research and Innovation*, 7. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-tsifrovogo-potentsiala-regionov-rossii> (accessed: December 10, 2022; in Russian).
- Verzilin D.N., Maksimova T.G., Antokhin Yu.N., Gorovykh E.I. (2017). Digital transformation of the social space of Russia's regions: Approaches to assessment. In: *Mat-ly Vseros. nauch.-prakt. konf. (24–25 oktyabrya 2017 g., IPRE RAN)* [Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference (October 24–25, 2017, Institute of Regional Economy Problems of RAS)]. Saint Petersburg: GUAP (in Russian).
- Volkova A.A., Nikitin Yu.A., Plotnikov V.A., Pozdeeva E.A. (2021). Developing the digital potential of transport and logistics systems using the tools of the platform concept. *Ekonomika i upravleniye=Economics and Management*, 27(1), 12–22. DOI: 10.35854/1998-1627-2021-1-12-22 (in Russian).
- Gasheva Z.D. (2018). Digitalization of regional economy: Concepts, problems, ways of realization. *Novye tekhnologii=New Technologies*, 4. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-regionalnoy-ekonomiki-ponyatiya-problemy-puti-realizatsii> (accessed: November 6, 2022; in Russian).
- Gorbacheva A.A. (2019). The potential for digital transformation of the Russian fuel and energy complex. *Modern Economy Success*, 1, 20–28 (in Russian).
- Gorlov K.N., Il'icheva M.V. (2018). Digital transformation as the basis for sustainable development of the region: Social, political and economic aspects. *Izvestiya TulGU. Gumanitarnye nauki=Bulletin of Tula State University. Humanitarian Sciences*, 4 (in Russian).
- Gorodnova N.V., Skipin D.L., Peshkova A.A. (2019). Research of the digital potential of innovation projects of Russian companies. *Ekonomicheskie otnosheniya=Journal of International Economic Affairs*, 9(3), 2229–2248. DOI: 10.18334/eo.9.3.40897 (in Russian).
- Gudkova O.V., Ermakova L.V., Melguy A.E. (2016). Role of information technologies in construction registration and analytical system of the enterprise. *Byulleten' nauki i praktiki=Bulletin of Science and Practice*, 5(6), 116–121 (in Russian).
- Dadaev Ya.E., Khazhmuradova S.D. (2019). Digital economy: Change of values and business management guidelines. In: *Rol' tsifrovoy ekonomiki v ukreplenii ekonomicheskoi bezopasnosti strany: mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [The Role of Digital Economy in Strengthening the Country's Economic Security: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference]. Makhachkala: ALEF (in Russian).
- Dolgodorova E.V. (2018). Cluster analysis: Basic concepts and algorithms. *Voprosy nauki i obrazovaniya=Questions of Science and Education*, 7(19). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/klasternyy-analiz-bazovye-kontseptsii-i-algoritmy> (accessed: November 4, 2022; in Russian).

- Zade L.A. (1980). *Klasterizatsiya i klaster* [Clustering and Cluster]. Moscow: Mir.
- Zubarev A.E., Kolesnikov A.M., Khrapovitskaya E.M. (2018). Improvement of the economic mechanism of management of information as a factor of an organizational and administrative innovation of the industrial enterprises in the conditions of digitalization of economy. *Vestnik Tikhookeanskogo gos. un-ta=Bulletin of Pacific National University*, 3(50), 77–82 (in Russian).
- Ivanov V.V., Malinetskiy G.G. (2017). *Tsifrovaya ekonomika: mify, real'nost', perspektiva* [Digital Economy: Myths, Reality, Prospects]. Moscow: RAS.
- Ilyshev A.M., Selevich T.S. (2014). *Strategicheskii konkurentnyi analiz v tranzitivnoi ekonomike Rossii* [Strategic Competitive Analysis in a Transitional Economy of Russia]. Moscow: Finansy i statistika.
- Koval'chuk Yu.A., Alekseev I.V. (2017). The digital potential of regional markets as a new strategic factor in the development of franchise businesses. *Vestnik YuUrGU. Ser.: Ekonomika i menedzhment=Bulletin of the South Ural State University. Economics and Management Series*, 2. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovoy-potentsial-regionalnyh-rynkov-kak-novyy-strategicheskii-faktor-razvitiya-franchayzingovyh-predpriyatij> (accessed: November 5, 2022; in Russian).
- Kozlov A.V., Teslya A.B. (2019). Digital potential of industrial enterprises: Essence, determination and calculation methods. *Vestnik ZabGU=Transbaikal State University Journal*, 6. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovoy-potentsial-promyshlennyh-predpriyatij-suschnost-opredelenie-i-metody-rascheta> (accessed: November 6, 2022; in Russian).
- Maslov M.P., Petrov S.P. (2021). Assessment of the digital potential of the economy of Russian regions. *Razvitie territorii=Territory Development*, 4(26), 8–19. DOI: 10.32324/2412–8945–2021–4–08–19 (in Russian).
- Nikolaev M.A., Makhotaeva M.Yu., Gusarova V.N. (2020). Analysis of the influence of digitalization processes on regions' economic development. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskie nauki=St. Petersburg Polytechnic University Journal. Economic Sciences*, 13(4), 46–56 (in Russian).
- Popov E.V., Semyachkov K.A., Moskalenko Yu.A. (2019). Digital potential of the enterprise. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika=Economic Analysis: Theory and Practice*, 12(495), 2223–2236 (in Russian).
- Babkin A.V. (Ed.). (2017). *Tsifrovaya transformatsiya ekonomiki i promyshlennosti: problemy i perspektivy* [Digital Transformation of Economy and Industry: Problems and Prospects]. Saint Petersburg: Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University Publishers.
- Andersson T., Schwaag-Serger S., Sorvik Je., Wise Hansson E. (2004). *The Cluster Policies Whitebook*. IKED – International Organisation for Knowledge Economy and Enterprise Development.
- Bergman E.M., Feser E.J. (1999). Industrial and regional clusters: Concepts and comparative applications. *Regional Research Institute*. West Virginia University.
- Czamanski S., de Albas L. (1979). Identification of industrial clusters and complexes: A comparison of methods and findings. *Urban Studies*, 16, 61–80.
- Eaves D. (2010). *When Measuring the Digital Economy, Measure the (Creative) Destruction Too*. Available at: [eaves.ca](http://eaves.ca)
- Enright M. (1996). *Regional Clusters and Economic Development: A Research Agenda*. Available at: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/9783110809053.190/html>. DOI: 10.1515/9783110809053.190
- Negroponte N. (1995). *Being Digital*. New York: Knopf.

## INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Liliya A. Mikheikina – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor of the Department of Economic Theory, Plekhanov Russian University of Economics (36, Stremyanny lane, Moscow, 117997, Russian Federation; e-mail: [mikheykina.la@rea.ru](mailto:mikheykina.la@rea.ru))