

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли
Высшая школа управления и бизнеса

Работа допущена к защите

Директор
Высшей школы управления и
бизнеса

_____ И.В. Ильин
« ____ » _____ 2021 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

**РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ДЛЯ
ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ РЕГИОНОВ**

по направлению подготовки _____ 38.04.02 «Менеджмент»
(код и наименование направления подготовки)
направленность (профиль) _____ 38.04.02_25 «Менеджмент
высокотехнологичных производств»
(код и наименование направленности (профиля)
образовательной программы)

Выполнил студент
гр. 3743802/92501 _____ А. А. Иващенко

Научный руководитель
доцент ВШУБ,
канд. экон. наук, доцент _____ А. Б. Тесля

Консультант
по нормоконтролю _____ А. М. Смирнова

Санкт-Петербург
2021

Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
Institute of Industrial Management, Economics and Trade
Graduate School of Management and Business

The work is admitted to defend

Head of the Graduate School
of Management and Business

_____ I. V. Ilin
« ____ » _____ 2021

**GRADUATE QUALIFICATION PAPER
MASTER'S DISSERTATION**

**THE DEVELOPMENT OF INTEGRATED INDEX TO EVALUATE
THE DIGITALIZATION LEVEL OF REGIONS**

Field of study _____ 38.04.02 «Management»
(code and name)

Educational program _____ 38.04.02_25 «Management of High-Tech
Industries»
(code and name)

Completed by student
gr. 3743802/92501 _____ A. A. Ivashchenko

Scientific Supervisor
Associate Professor at the GSMB,
Cand. Sc. (Economics), Associate Prof. _____ A. B. Teslya

Consultant
for standards compliance _____ A. M. Smirnova

St. Petersburg
2021

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПЕТРА ВЕЛИКОГО**

**Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли
Высшая школа управления и бизнеса**

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Высшей школы управления и
бизнеса

_____ И.В. Ильин

« ____ » _____ 2021 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы
студенту Иващенко Артему Александровичу, гр. 3743802/92501

1. Тема работы: Разработка интегрального показателя для оценки уровня цифровизации регионов.

2. Срок сдачи студентом законченной работы: «29» мая 2021 г.

3. Исходные данные по работе: отечественная и зарубежная научная литература по теме исследования, статистические данные, открытые источники.

4. Содержание работы (перечень подлежащих разработке вопросов): 1. Аналитический обзор научных и информационных источников по теме исследования. 2. Сравнительный анализ подходов к измерению уровня цифровизации. 3. Выявление показателей для оценки уровня цифровизации регионов. 4. Оценка уровня цифровизации Санкт-Петербурга и Ленинградской области при помощи нового интегрального показателя.

5. Перечень графического материала: 1. Индексы оценки готовности экономики к цифровой трансформации. 2. Определение уровня цифровизации Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

6. Консультанты по работе: отсутствуют.

7. Дата выдачи задания «26» апреля 2021 г.

Руководитель ВКР

_____ А. Б. Тесля

Задание принял к исполнению «26» апреля 2021 г.

Обучающийся _____ А. А. Иващенко

Консультант
по нормоконтролю _____ А. М. Смирнова

Заполняется нормоконтролером:

Нормоконтроль _____

Дата прохождения нормоконтроля « ____ » _____ 2021 г.

РЕФЕРАТ

На 100 с., 9 рисунков, 21 таблица, 7 приложений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ, ЦИФРОВИЗАЦИЯ РЕГИОНОВ, ИНДЕКС, ВНЕШНЯЯ СРЕДА.

Тема выпускной квалификационной работы магистра: «Разработка интегрального показателя для оценки уровня цифровизации регионов».

Цель исследования – формирование интегрального показателя оценки уровня цифровизации регионов.

Объект исследования: уровень цифровизации регионов.

Предмет исследования: оценка уровня цифровизации регионов.

Методы исследования: методы анализа и синтеза, обобщения и аналогии, научной абстракции, методы сравнительного анализа, табличный метод представления и обработки информации, метод линейного масштабирования, метод нечетких множеств.

Основные результаты исследования:

- выделены принципы оценки интегрального показателя цифровой готовности;

- предложена структура интегрального показателя, индикаторы для формирования интегрального показателя оценки уровня цифровизации региона;

- проведены расчеты уровня цифровизации для Санкт-Петербурга и Ленинградской области, сформированы рекомендации.

Область применения результатов ВКР:

- использование результатов оценки для разработки мероприятий по совершенствованию цифровой инфраструктуры региона;

- оценка лояльности внешней среды при разработке стратегии развития организации.

Научная новизна: предложен новый интегральный показатель оценки уровня цифровизации регионов, учитывающий составляющие индекса человеческого развития, в т.ч. способности населения к переобучению.

Выводы. Задачи диссертационного исследования решены, цель достигнута, определена область применения результатов. Полученные результаты обладают признаками научной новины. Обоснованы перспективы и направления дальнейшего исследования.

ABSTRACT

100 pages, 9 figures, 21 tables, 7 appendices.

KEY WORDS: INTEGRATED INDEX, DIGITALIZATION OF REGIONS, INDEX, EXTERNAL ENVIRONMENT.

The title of the master graduate qualification work: «The development of integrated index to evaluate the digitalization level of regions».

The aim of the study is to develop the integrated index evaluating the digitalization level of regions.

Research object: the digitalization level of regions.

Research subject: the evaluation of the digitalization level of regions.

Research methods: analysis and synthesis methods, analogies and generalizations methods, scientific abstraction methods, comparative analysis method, table procedure method, linear scaling method, fuzzy sets method.

The main results of the study:

- allocating principles for the integrated index of digitalization;
- offering the structure of the integrated index and the indicators forming the integrated index evaluating the digitalization process of regions;
- calculating the digitalization level for Saint Petersburg and the Leningrad Region followed by offered recommendations.

Application field:

- using calculations data for the development of the particular measures to improve the digital infrastructure of region;
- evaluating the external environment conditions for organizations fabricating the development strategy.

The scientific novelty of the study: offering of the new integrated index to evaluate the digitalization level of regions using human development index components including population re-education capability.

Conclusions. The tasks of the master's dissertation are solved, the goal is achieved, and the scope of application of the results is determined. The results obtained show signs of scientific novelty. The directions of further research are defined.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР НАУЧНЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	11
1.1 Цифровая трансформация, индексы цифровизации и цифровые барьеры в работах исследователей США, стран Европы и Азии.....	11
1.2 Исследования, связанные с измерением степени цифровизации в Российской Федерации	14
1.3 Классификация барьеров на пути к цифровой трансформации. Методы исследования цифровых барьеров.....	18
2 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ИЗМЕРЕНИЮ СТЕПЕНИ ЦИФРОВИЗАЦИИ.....	25
2.1 Проблема оценки степени цифровизации экономики.....	25
2.2 Подходы к определению показателей цифровизации экономики в зарубежных странах и в России	27
2.3 Сравнительная характеристика существующих индексов оценки цифровизации.....	41
3 ФОРМИРОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ НОВОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ РЕГИОНОВ.....	53
3.1 Выявление составляющих для оценки уровня цифровизации регионов.....	53
3.2 Оценка уровня цифровизации Санкт-Петербурга и Ленинградской области при помощи нового интегрального показателя.....	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	77
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	79
ПРИЛОЖЕНИЯ	86

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность выбранной темы исследования обусловлена высокой степенью роста цифровизации организаций, измерение которого, на региональном уровне, позволит определить барьеры, заслуживающие детальной проработки при адаптации организаций, функционирующих внутри субъекта страны, к новым экономическим условиям. Создание нового интегрального показателя для оценки уровня цифровизации регионов также позволит наглядно представить степень инвестиционной привлекательности отдельно взятых субъектов Российской Федерации. Недостаточная или некорректная проработка данного вопроса может привести к формированию ошибочных выводов о цифровом потенциале субъекта Российской Федерации, вследствие чего, возможны затруднения при выявлении и устранении возникающих барьеров, с которыми сталкивается региональная экономика при переходе к новому уровню функционирования.

Практически все предприятия проходят через изменение функционирования в соответствии с ростом технического прогресса и открытием новых возможностей вычислительной техники, появлением нового и усовершенствованием старого программного обеспечения. Всё это поднимает вопрос о необходимости быстрой и качественной адаптации процессов, происходящих внутри организаций, для взаимодействия с постоянно изменяющимися условиями внешней среды.

Исследования в области цифровых барьеров проводили следующие авторы: Дайк Я., Хилберт М., Димаггио П., Харгиттай Е., Жанг Б., Жин З., Пенг З., Гудкова Т. В., Бойко И. П., Евневич М. А., Гилева Т. А., Галимова М. П., Мещеряков Д. А., Ходковская Ю. В., Стояльцева А. А., Афонасова М. А. и др.

Среди авторов, затрагивающих проблему готовности регионов к участию в цифровой экономике, можно выделить следующих: Бакуменко Л. П., Костромина Е. В., Азаренко Н. Ю., Михеенко О. В., Архипова М. Ю., Сиротин В. П., Козлов А. В., Каньковская А. Р., Тесля А. Б., Диденко Н. И., Скрипнюк Д. Ф., Кобылинский В. В., Кох Л. В., Кох Ю. В. и др.

Цель работы – формирование интегрального показателя оценки уровня цифровизации регионов, соответствующего выделенным принципам.

Для достижения цели исследования необходимо последовательно решить следующие задачи:

1. Провести сравнительный анализ индикаторов, используемых отечественными и зарубежными исследователями для оценки цифровой готовности регионов.

2. Произвести классификацию барьеров к цифровой трансформации организаций.

3. Определить принципы оценки интегрального показателя, характеризующего уровень цифровой готовности для регионов Российской Федерации.

4. Предложить структуру и составляющие для расчета интегрального показателя, соответствующего выделенным принципам.

5. Предложить комплекс индикаторов, формирующих интегральный показатель оценки уровня цифровизации регионов.

6. Провести апробацию расчета предложенного интегрального показателя для Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

7. Определить направление дальнейших исследований.

Объект исследования – уровень цифровизации регионов.

Предмет исследования – оценка уровня цифровизации регионов.

В работе использованы методы анализа и синтеза, методы обобщения и аналогии, методы научной абстракции, методы сравнительного анализа, табличный метод представления и обработки информации, метод линейного масштабирования, метод нечетких множеств.

Гипотеза исследования – интегральный показатель, сформированный с учетом принципов, характеристик и предложенной новой системой индикаторов, рассчитанный с использованием метода нечетких множеств, может быть предложен для определения готовности к цифровой трансформации регионов.

В качестве теоретической базы исследования использовались следующие источники: научная литература, методологии, журналы, аналитические веб-сайты и статистические базы данных.

Научная новизна исследования состоит в создании нового интегрального показателя для оценки уровня цифровизации регионов с использованием составляющих индекса человеческого развития в качестве эндогенных переменных и применением метода нечетких множеств для расчета фактора уровня цифровой грамотности населения.

Практическая значимость работы состоит в следующем:

- возможно использование результатов оценки для разработки региональными органами управления мероприятий по совершенствованию цифровой инфраструктуры региона,

- проведение сравнительного анализа уровня цифровизации регионов и разработки стратегии развития регионов;
- проведение организацией оценки лояльности внешней среды при разработке стратегии развития.

Результаты исследования были апробированы в журнале «Известия высших учебных заведений», а также на материалах Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР НАУЧНЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Цифровая трансформация, индексы цифровизации и цифровые барьеры в работах исследователей США, стран Европы и Азии

Цифровизация представляет собой использование в работе организации цифровых ресурсов. Применение цифровых технологий является одним из главных приоритетов для руководителей предприятий, так как повышает производительность компании. Под цифровыми технологиями следует понимать соответствующие технологии, связанные с созданием, сбором, обработкой, хранением и передачей информации. Цифровизация касается всей системы информационного обеспечения экономических процессов на предприятии.

В условиях цифровизации перед управленческим персоналом организации ставятся более сложные задачи, меняются принципы управления организацией. К управленческому персоналу может переходить часть функций, связанных с информационными технологиями. В результате в период цифровизации процесс управления предприятием предъявляет к руководству повышенные требования к профессиональным знаниям, умениям и навыкам как в области управления, так и в области информационных технологий [1].

При исследовании проблемы интеграции новых технологий в предприятия часто вводится понятие так называемого цифрового барьера, который может возникать у сотрудников при переходе организации к новому виду функционирования.

Определение цифровых барьеров (англ. Digital divide) раскрыто в научной работе Яна ван Дайка [2], профессора нидерландского университета Твенте. Рассматриваемая статья имеет название «Исследования в области цифровых барьеров, достижения и недостатки». В научной работе проведен анализ того, как менялись исследования цифровых барьеров во времени и как изменилась их дефиниция в период 1990-2005 гг. Также в работе содержится подведение итогов и анализ большинства исследований цифровых барьеров с 2000 по 2005 гг. Суть исследования заключается в попытке найти ответы на три, поставленных автором, вопроса:

1. Какой тип неравенства подразумевается концепцией цифровых барьеров?

2. В чем отличие ограниченности доступа к современным технологиям от других ограниченных материальных и нематериальных ресурсов?

3. Существуют ли новые типы неравенства в современном информационном обществе?

В процессе ответа на вышеназванные вопросы, Ян ван Дайк приходит к выводу о том, что концепция и определения цифровых барьеров сильно изменилась. Если раньше цифровые барьеры подразумевали только разделение на имеющих и не имеющих доступ к современным технологиям людей, то в современных исследованиях сама суть определения претерпела изменения. В отличие от 1990-х годов, цифровые барьеры подразумевают уже не ограниченность физического доступа к интернету и другим технологиям. Сейчас само понятие «цифровой барьер» означает отсутствие мотивации, либо навыков, нужных для использования технологий.

В статье, Б. Чжэня [3] подготовленной к конференции под названием «Beyond the boundaries: Challenges for business, policy and society», вводятся такие термины как Digital Literacy (цифровая грамотность) и Digital Experience (цифровой опыт или цифровые навыки). Экономика и общество находятся на этапе, при котором физическая доступность новых технологий больше не является проблемой. По этой причине рекомендуется обратить внимание на аспект цифровой грамотности и развитие цифровых навыков.

Работа Мартина Хилберта [4] содержит эмпирические исследования цифровых барьеров. На основании исследований сделан вывод о том, что в эпоху цифровых технологий темпы глобального и международного неравенства доступа к информационным и коммуникационным ресурсам сначала сильно возросли, и только недавно начали снижаться. Это говорит о том, что цифровые барьеры сейчас находятся на второй стадии развития, базирующейся на стандартизации технических устройств.

Научная работа исследователей Принстонского университета, называемая «От цифровых барьеров к цифровому неравенству» [5], призывает переключить внимание от цифровых барьеров, подразумевающих только двустороннее разделение (человек либо имеет доступ к новым технологиям, либо не имеет), перейдя к проблеме цифрового неравенства, которое учитывает различия между людьми, у которых есть формальный доступ в интернет.

В докладе Совета экономических консультантов при президенте США за июль 2015 года [6] приводится картография цифровых барьеров в Америке. Ученые отмечают, что, несмотря на все

преимущества технологической революции, миллионы американцев до сих пор не пользуются компьютерами на регулярной основе. Подчеркивается, что проблема цифровых барьеров в основном связана с пожилыми и малообразованными людьми. Кроме того, проблема затрагивает сельскую местность. У живущих там людей меньший диапазон выбора интернет-провайдеров и, как правило, ниже скорость интернета.

Одной из самых новых работ, посвященных исследованию цифровых барьеров является статья 2018 года, написанная южнокорейскими исследователями: «Преодоление цифрового барьера: цифровая экономика становится преимуществом для всего общества» [3]. Отмечается колоссальное влияние на современную экономику и общество новейших информационных технологий, таких как «Большие данные», искусственный интеллект, система контроля промышленного оборудования через интернет, «облачные» вычисления. В работе предлагаются возможные решения таких проблем как «недостаток информации», «разделение по знаниям» и «разделение бедных и богатых». Вводятся такие термины как Digital Literacy (цифровая грамотность) и Digital Experience (цифровой опыт или цифровые навыки). Экономика и общество находятся на этапе, при котором физическая доступность новых технологий больше не является проблемой. По этой причине рекомендуется обратить внимание на аспект цифровой грамотности и развитие цифровых навыков.

Студенты Стэнфордского университета провели своё исследование [7] цифровых барьеров и выявили дополнительные закономерности и особенности проблемы. В частности, описана зависимость от этнической принадлежности в отношении использования современных технологий (отражено в графике на рисунке 1).

Некоторые новостные и исследовательские источники также упоминают проблему цифровых барьеров в своих статьях и работах. Так, Майкл Робб [8], в своём интервью U.S. News, отмечает важность улучшения качества использования интернет-ресурсов. Портал центра исследования Pew Research Center рассуждает о вопросе использования современных источников получения информации [9]. Подчеркивается до сих пор существующая разница в использовании интернета между городскими и сельскими районами США. Также имеет место рассуждение на тему того, почему 10% американцев до сих пор не пользуются интернетом [10].

Статья «Seven Bridges Over the Global Digital Divide» [11] добавляет в классификацию еще несколько причин возникновения цифровых барьеров. Эти причины в статье названы «мостами». В разделе 2.2 настоящей работы приведено их описание и результаты.

В работе “The Global Digital Divide – Within and Between Countries” [12] поднимается проблема цифровых барьеров в разных странах и между странами.

Доклад Министерства торговли США [13] можно считать одним из крупнейших из найденных источников информации по рассматриваемой проблеме. В докладе представлено исследование использования домохозяйствами США телефонов, компьютеров и интернета.

Проведенный разбор описанных источников, на предмет выявления изменений в формировании понятийного аппарата и самой сути цифровых барьеров, позволяет говорить о достаточно широком спектре факторов, влияющих на барьеры перед цифровизацией, и умеренной вариативности того, что именно подразумевается под рассматриваемым понятием. Стоит отметить, что современные авторы, в большинстве своем, сходятся во мнении о разнице в темпах развития новых технологий и адаптации отдельных людей и, как следствие, организаций в целом, к изменениям, которые сопутствуют развитию цифровых технологий.

1.2 Исследования, связанные с измерением степени цифровизации в Российской Федерации

Число российских научных работ, посвященных способам оценки цифровизации экономики относительно невелико.

Большое количество исследований связано с анализом процессов цифровой трансформацией предприятий [14, 15, 16, 17] или цифровыми барьерами [18, 19, 20], препятствующими проникновению информационно-коммуникационных технологий в различные сферы экономики. Такие работы, как правило, не затрагивают проблему оценки уровня цифровизации из-за довольно узкой специфики, либо затрагивают ее недостаточно подробно [21, 22].

Среди российских исследований можно отметить Рейтинг готовности отраслей к цифровой экономике [23], содержащий 22 показателя, объединяемых в 3 субиндекса: обеспеченность оборудованием; программное обеспечение; кадровый потенциал отраслей. Методика учитывает как ресурсы, так и возможности предприятия для перехода к цифровой экономике.

В российском научном сегменте существуют исследования, предлагающие свои методы оценивания цифровой готовности, при этом внимание уделяется оценке готовности к цифровой трансформации регионов. Так, Н. Ю. Азаренко и О. В. Михеенко [24] рассматривая проблемы оценки готовности региональной инфраструктуры к формированию и развитию цифровой экономики предполагают использовать показатели объема затрат на информационно-коммуникационные технологии в отдельно взятом регионе. М. Ю. Архипова и В. П. Сиротина [25], Л. П. Бакуменко и Е. В. Костромина [22] предлагают к использованию статистические методы и новые показатели для оценки степени готовности регионов к использованию цифровых технологий. Козлов А.В. и др. в работе [26] предлагают рассчитать Индекс развития региональной цифровой инфраструктуры, с выделением двух групп показателей. Показатели первой группы характеризуют инфраструктуру и технические предпосылки для формирования цифровой экономики в регионе, вторая группа показателей отражает реальную способность регионального бизнеса использовать информационно-коммуникационные технологии и программное обеспечение. Подобный подход может быть расширен, и использован не только для оценки инфраструктуры региона, но и страны в целом.

Архипова М. Ю., Сиротин В. П. анализируя вопросы цифрового неравенства регионов России, предлагают методику классификации регионов по уровню доступа к информационно-коммуникационным технологиям [27].

Новую рейтинговую систему оценки развития цифровой экономики, включающая 22 показателя, объединенных в 5 групп. Многие исследователи, например, [28], отмечают отсутствие общепризнанных универсальных показателей и методов для оценки экономики в сфере цифровизации. Отметим, что иностранные исследователи в большей степени ориентированы на анализ межстрановых различий, в то время, как российские больше внимания уделяют оценке готовности регионов к внедрению цифровых технологий. Это объяснимо, так как дифференциация готовности к цифровизации в регионах России велика. Анализируя подходы к измерению цифровой экономики [29] подчеркивают важность создания не только новых глобальных индексов цифровой экономики, но и индексов, оценивающих цифровизацию отдельных отраслей экономики и сферы услуг, отдельных видов деятельности.

Статья экономического научного журнала «Вектор экономики» под названием «Проблемы формирования цифровых

компетенций персонала промышленных предприятий в условиях перехода к индустрии 4.0» [30] описывает проблемы формирования барьеров на пути цифровой трансформации промышленности. Выявлено, что возникновение барьеров при формировании цифровых компетенций сотрудников в будущей индустрии 4.0 является одной из важнейших проблем на текущий момент времени [31].

О цифровой трансформации российских предприятий говорится в статье, посвященной анализу организационных драйверов и барьеров [18]. Сделан вывод, что организации в России в своем большинстве не готовы к прорывной цифровизации. Причиной этому могут послужить разногласия стратегических целей и текущих задач фирм, а также их неготовность к принятию инноваций.

В научной статье, посвященной барьерам внедрения цифровых технологий в нефтегазовый бизнес [21], раскрыты основные тенденции развития цифровизации сектора экономики нефти и газа зарубежных стран, проанализирован положительный опыт внедрения цифровых технологий в управление нефтегазовыми компаниями. Определено, что перевод нефтегазового сектора в цифровой формат служит мощным толчком для повышения эффективности экономики Российской Федерации. Определены барьеры роста нефтегазовой отрасли России в условиях цифровой экономики и предложены рекомендации для оцифровки нефтегазовой отрасли РФ условиях современного экономического состояния.

Работа А. Горшенина [32] рассматривает примеры различных нефинансовых барьеров, препятствующих эффективному развитию молодежи в научной и образовательной сферах. Предлагаются концептуальные способы преодоления подобных барьеров за счет создания и развития сервисов платформ цифровой экономики.

В описании барьеров, сдерживающих развитие цифровой экономики на территории муниципальных образований [19], говорится о том, что преодолению барьеров, сдерживающих развитие цифровой экономики России, регионах и на территории муниципальных образований, будет способствовать реализация базовых направлений цифровой экономики, определенных программой «Цифровая экономика Российской Федерации». В качестве базовых направлений определены следующие: нормативное государственное регулирование; кадры и образование; формирование исследовательских компетенций и технологических заделов; создание «умных городов»; информационная инфраструктура и информационная безопасность.

Работы М. А. Афонасовой [33] и А. В. Кешелавы [34] рассматривают основные барьеры и ограничения на пути

цифровизации экономики российских регионов. Особое внимание уделяется рассмотрению проблем, с которыми сталкиваются регионы в процессе осуществления реформ и которые препятствуют переходу к цифровой экономике.

В исследованиях под названием «Цифровая грамотность для экономики будущего» [35] и «Барьеры цифровой трансформации и пути их преодоления» [36] описаны барьеры, тормозящие цифровизацию экономики и бизнеса. Отмечается, что на российском рынке уже есть несколько успешных примеров того, как компании решают эту проблему, инвестируя в обучение реальных и потенциальных работников. Остальные проблемы сводятся к преодолению технологического наследия прошлых лет и несовершенству инфраструктуры компаний.

В статьях, написанных С. А. Стрижовым [37] поднимается проблема развития цифровой экономики в стране и сопутствующим этому процессу барьерам и рискам. Автор высказывает предложения по разработке государственной программы, включающей меры по адресной и целевой материальной поддержке малоимущих слоев населения, направленной на создание цифровой инфраструктуры домохозяйств во всех регионах страны, а также по повышению уровня цифровой грамотности населения [38].

В аналитическом докладе «Барьеры в развитии цифровой экономики в субъектах Российской Федерации» [39] приведены результаты анализа барьеров развития цифровой экономики в субъектах Российской Федерации. Для формирования доклада Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации провел опрос региональных органов исполнительной власти Российской Федерации. Были заданы вопросы об имеющихся в регионах проблемах в реализации проектов по разработке и внедрении цифровых технологий и развитию цифровой экономики в целом.

Можно отметить, что исследования цифровых барьеров в зарубежной науке начали появляться гораздо раньше, чем в России. Периодом начала исследований в США и странах Европы можно считать конец 1980-х годов и начало 1990-х годов. С того момента, как начали проводиться исследования, заметно, как изменилось понимание и представление цифровых барьеров. Отечественные источники в большинстве своём берут своё начало от 2010-х годов и опираются в части определения цифровых барьеров на работы зарубежных авторов, написанных с 2000 года. Разница зарубежных и отечественных источников заключается в том, что первые ставят перед собой задачу определить цифровые барьеры в целом, а вторые касаются в

большинстве случаев перехода экономики в цифровой вид, стараясь найти пути решения и преодоления цифровых барьеров в отношении перехода организаций к индустрии 4.0 и компетенций сотрудников.

Проведя анализ источников, затрагивающих проблему цифровых барьеров, можно сделать вывод о том, что у исследователей в этой области на текущий момент времени схожи мнения по поводу определения понятия «цифровой барьер». Если исследования, проводившиеся в конце XX века, под цифровыми барьерами подразумевали, грубо говоря, только наличие физического доступа к компьютерам и другим технологиям, то в наши дни сама суть цифровых барьеров изменилась. Теперь под ними понимается множество факторов, влияющих на возможность и качество использования современных цифровых ресурсов для достижения определенных целей.

Наряду с понятиями цифровизации и цифровых барьеров, в работах также можно встретить такие понятия как диджитализация, цифровая трансформация, цифровая зрелость.

Большинство теоретиков и практиков, работающих в данной области, отмечают неправильное понимание сути цифровой экономики как одно из главных препятствий на пути успешной цифровой трансформации. Цифровая трансформация стимулирует волну инноваций в бизнес-моделях, продуктах, услугах и внутренних бизнес-процессах, которые могут угрожать выживанию организации. Цифровые преобразования заключаются как в извлечении выгоды из новых технологий, так и в переосмыслении традиционных бизнес-моделей и мышления цифровой компании с точки зрения привлечения клиентов, расширения возможностей сотрудников и оптимизации деятельности. Цифровое преобразование – это бизнес-стратегия, в которой технологии обеспечивают инновации и креативность, на основе чего компании получают новый и лучший опыт для клиентов. Цифровая трансформация бизнеса подразумевает организационные изменения за счет использования цифровых технологий и бизнес-моделей для повышения производительности [16].

Для полноты исследования, следует провести детальный анализ вышеупомянутых факторов и произвести классификацию этих факторов.

1.3 Классификация барьеров на пути к цифровой трансформации. Методы исследования цифровых барьеров

Мартин Хилберт [4] в своей статье 2013 года отмечает, что предыдущие исследования цифровых барьеров были неполными из-за

невозможности корректного выявления существующих трендов. Предыдущие исследователи работали с такими индикаторами как количество абонентов или инвестиций в сферу технологий, не беря во внимание сильную неоднородность технических средств. При помощи созданной автором базы данных, основанной на более чем 1100 источников, он смог проанализировать проблему детальнее, чем это делали предшественники.

Пол Харгиттай и Эцтер Димаггио [5] описали пять признаков цифрового неравенства: неравенство в оборудовании, автономность использования, навыки, социальная поддержка и цели использования технологий. Похожий подход к проблеме также описывал Ян ван Дайк [2] в своем исследовании.

В качестве источника сбора информации Совет экономических консультантов США [6] использовал National Broadband Map – специально созданную карту, позволяющую определить степень использования интернета по стране с точностью, невозможной до момента написания статьи (2015 г.). Проведенные исследования привели к выводу о том, что у США есть большой прогресс в закрытии цифрового барьера, но проблема все еще затрагивает наиболее необеспеченные районы городов и сельскую местность.

В исследованиях может использоваться метод кластерного анализа и анализа абсолютного среднего отклонения. Студенты Стэндфордского университета определяют следующие факторы, связанные с цифровыми барьерами: уровень образования, уровень дохода и этническая принадлежность (рис. 1) [7].

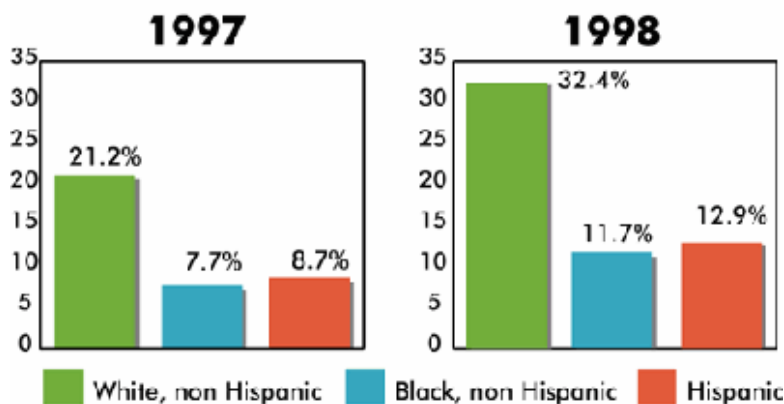


Рисунок 1 – Процент использующих интернет домохозяйств США по этническим группам

В статье с названием «семь мостов над глобальными цифровыми барьерами» [11] подробно исследуются шесть из семи названных «мостов» - не подвергся подробному анализу «выбор». Остальные шесть (социальные и правовые ограничения, экономические приоритеты, грамотность и язык, инфраструктура сети, компьютерные ресурсы) были исследованы с применением множественной регрессии. При анализе полученной модели был выделен так называемый индекс «интернет-готовности». При помощи этого индекса страны могут с высокой точностью определить уровень использования интернета, а также предсказать его рост.

Барри Уэллман [12] к вышеперечисленным причинам возникновения цифровых барьеров добавляет высокие цены (в 1999 году – время написания вышеназванной статьи - это было актуально из-за очень высоких цен на компьютеры и вычислительную технику, из-за чего очень малая доля населения практически любой страны могла позволить себе иметь дома персональный компьютер), доминирующее положение английского языка, нехватку адекватного контента и технической поддержки.

Выполненная исследователями Санкт-Петербургского политехнического университета работа, касающаяся формирования цифровых компетенций сотрудников [30], определяет, что значительная часть студентов технического университета, составляющая 30-35%, имеет низкую склонность к использованию информационно-коммуникационных технологий во время обучения. Отмечается, что перенос такого отношения в профессиональную деятельность может негативно сказаться на переходе промышленности к цифровому уровню. Также предлагаются некоторые пути решения данной проблемы. В анализе имел место опросный метод получения информации. Также был проведен анализ фокус-группы из студентов Мурманского арктического государственного университета. Для проведения опросов использовались платформы на базе Google.

В работе Галимовой М. П. [18] исследование проводилось на основе кейсов предприятий, опросов и анализа других исследований со схожей тематикой. Были идентифицированы направления трансформации и определены ключевые элементы организационных трансформаций, среди которых имеет место цифровая культура, лидерские способности, коммуникации, бизнес-стратегии, кадры и управление.

Мещеряков Д. А. [19] приводит следующую классификацию цифровых барьеров, которые могут препятствовать развитию цифровой экономики: институциональные, экономические,

финансовые, ресурсные, образовательные, управленческие, административные, технологические, информационные, инфраструктурные. Отмечается, что в основе барьеров, сдерживающих развитие цифровой экономики, лежат как объективные, так и субъективные причины. К числу объективных причин могут быть отнесены факторы, возникающие, существующие и действующие независимо от сознания людей. К субъективным же причинам возникновения барьеров в развитии цифровой экономики, напротив, относятся факторы, возникающие и действующие под влиянием сознания людей.

В новостных и информационных отечественных интернет-источниках цифровые барьеры делят на административные, информационные, кадровые и мотивационные. Согласно прогнозу Cisco, опубликованному в «Наглядном индексе развития сетевых технологий» (Cisco Visual Networking Index, Cisco VNI) за 2015 год, мы приближаемся к переломному моменту: в 2019 году количество людей, подключенных к Интернету, составило 3,9 миллиарда человек, то есть более 51 % населения нашей планеты. Поскольку в течение следующих пяти лет к Интернету подключится еще более миллиарда человек, в сеть войдет более 10,2 миллиарда новых устройств (смартфонов, планшетов, датчиков и т.п.). В период с 2014 по 2019 гг. их число должно было увеличиться с 14,2 млрд до 24,4 млрд. За таким быстрым ростом скрывается новый вид цифрового неравенства. Он возникнет на следующем этапе развития Интернета, для которого будет характерен рост числа подключенных устройств всех видов. Растущий разрыв в сфере подключенных устройств и межмашинных соединений может означать существенные отличия в том, как общества используют Интернет и следующий этап цифровой трансформации и какую извлекают из этого пользу.

К основным особенностям управления предприятием в условиях цифровизации относят [1]:

1. Применение автоматизированных технологий обработки и анализ большого объема данных.
2. Получение и обработка данных в режиме реального времени.
3. Быстроту принятия решений.

Цифровой трансформации предприятий могут препятствовать следующие факторы [40]:

1. Дефицит квалифицированных кадров.
2. Низкий уровень компетенций и знаний у работников предприятий.

3. Устаревшие технологии.

4. Риски, связанные с переходом в цифровой формат.

Также к препятствующим факторам на пути к диджитализации относят дефицит оборудования, недостаточное финансирование [41], низкую заработную плату рабочих и высокую стоимость роботов, компьютеров и программного обеспечения [42].

На основании проанализированной информации можно сделать вывод о широком многообразии видов цифровых барьеров, проблема которых описана в различных источниках. Если скомпоновать все изученные исследования, то получается совокупность следующих факторов, по которым можно классифицировать цифровые барьеры:

1. Мотивация.

2. Цифровые навыки.

3. Цифровая грамотность.

4. Социальные и правовые ограничения.

5. Экономические приоритеты.

6. Грамотность и уровень владения языком (как родным, так и английским).

7. Место проживания.

В данный перечень было решено не включать фактор этнической принадлежности, так как в рамках нашей страны подобные исследования не проводились, а в зарубежной литературе последнее исследование, касающееся этого фактора, было проведено в 1997-1998 гг. – более 20 лет назад, что в малой доле вероятности может являться актуальным на сегодняшний день.

Данная классификация применима, скорее, для отдельно взятой личности. Если говорить об организациях, то классификация имеет схожий характер, но речь идёт уже об обучении и квалификации кадров. На рисунке 2 отражена оценка готовности России к цифровой экономике по уровню цифрового образования [43].



Рисунок 2 – Оценка готовности России к цифровой экономике: цифровое образование

Видно, что организациям и учебным заведениям необходимо развивать цифровые навыки. Несмотря на традиционные преимущества в теоретической науке, российской системе образования не хватает гибкости для обеспечения требований цифровой трансформации во всех сферах экономики. Необходимо укреплять экосистему обучения и воспитания, начиная с детского сада и заканчивая высшим образованием, включая координацию между предприятиями и учебными заведениями в сфере высшего образования и НИОКР. Необходимы инвестиции в образовательные платформы для быстрого развития навыков цифровой экономики в масштабах всей страны, обучение и повышение квалификации имеющейся рабочей силы с акцентом на модели образования, ориентированные на обучение в течение всей жизни.

В первой главе проведен аналитический обзор научных и информационных источников, содержащих информацию по проблематике цифровых барьеров. После проведенного анализа проблематики в исследовании цифровых барьеров, стало ясно, что на сегодняшний день исследователи в большинстве своем схожи во мнениях относительно дефиниции цифровых барьеров. Также наблюдается общий тренд в классифицировании цифровых барьеров

как в отношении индивидов, так и в отношении организаций, муниципальных образований и целых стран. Все изученные исследования были скомпонованы в один общий список факторов, позволяющих классифицировать цифровые барьеры, с которыми может столкнуться или уже столкнулось современное общество, экономика в целом и экономические агенты в частности.

Все рассмотренные источники имеют общую точку зрения по поводу проблем, связанных с цифровизацией российских предприятий. Большое внимание уделяется тому, что переход на новый этап осуществляется очень медленно, в том числе и из-за перечисленных выше проблем. Классифицировать проблемы можно по следующим категориям: цифровые барьеры, дефицит кадров и ресурсов, финансирование, риски.

Правильность классификаций подобного вида в исследованиях на тему цифровизации не вызывает сомнений, особенно если речь идёт о России. Российские предприятия уделяют недостаточное внимание автоматизации производства. В России на 10 тыс. рабочих приходится 3 промышленных робота, в среднем по миру данный показатель составляет 69, а в странах-лидерах по уровню цифровизации более 100 роботов (Япония, Китай, США). Доля российского рынка промышленных роботов составляет 0,25 % от общемирового объема, а в странах-лидерах от 15% до 25% [40].

Рассмотренные классификации позволяют сформировать наглядное представление о проблемах цифровой трансформации предприятий. Необходимо проанализировать, как данная классификация соотносится с используемыми подходами к определению степени цифровизации. Во второй главе настоящей работы должен быть произведен переход от анализа проблем, стоящих перед цифровизацией, к, непосредственно, рассмотрению и сопоставлению существующих подходов к определению показателей, которые, так или иначе, могут описать степень благоприятности внешней среды предприятий, переходящих в стадию цифрового существования.

2 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ИЗМЕРЕНИЮ СТЕПЕНИ ЦИФРОВИЗАЦИИ

2.1 Проблема оценки степени цифровизации экономики

В настоящее время достаточно актуальна проблема цифровизации экономики государств и функционирующих в них предприятий.

Повышение уровня жизни людей является одной из важнейших перспектив развития цифровой экономики. Это повышение может быть достигнуто путём выявления возможностей развития человеческого потенциала и уменьшением затрат на обеспечение жизни. Возникновение и развитие цифровой экономики спровоцировало также и появление соответствующих новому уровню требований [45]. Умение использовать новые инструменты и продукты цифрового развития становится необходимо как современному отдельно взятому человеку для удовлетворения своих потребностей, так и организациям, которые могут получать большие прибыли и более эффективно функционировать при внедрении и дальнейшем использовании цифровых технологий. Отсюда возникает необходимость нахождения способов измерения уровня цифровизации предприятий, а также уровня готовности предприятий и сотрудников к переходу на новый цифровой этап развития [22].

Существуют модели оценки цифровой зрелости предприятий. Ниже приведены две модели, разработанные представителями «большой четверки» Deloitte и KPMG.

Модель цифровой зрелости (Digital Maturity Model) компании Deloitte оценивает цифровые возможности по 5 ключевым измерениям: потребители, стратегия, технологии, производство, структура и культура организации (Customer, Strategy, Technology, Operations, Organisation & Culture) [45]. Пять основных измерений разделены на 28 субизмерений, которые, в свою очередь, разбиты на 179 показателей, по которым оценивается цифровая зрелость. Акцент делается на стратегию (Business Strategy), определяющую фокус преобразований. Последовательными шагами конкретизации стратегии являются определение бизнес-модели (Business Model) и операционной модели (Operating Model), которые и определяют требуемый уровень цифровой зрелости по выделенным измерениям.

Модель оценки цифровых способностей (Digital Business Aptitude — DBA) компании KPMG [46] объединяет 5 областей оценки: видение и стратегия (Vision & Strategy), цифровые таланты (Digital Talent), ключевые цифровые процессы (Digital First Processes), гибкие

источники и технологии (Agile Sourcing & Technology), руководство (Governance).

Результаты оценки представляются в виде радара, каждый оценочный сектор имеет свой цвет. Особенностью и преимуществом данной модели является диагностический инструмент самооценки, находящийся в свободном доступе. На радаре по каждому направлению оценки выделяется 2 уровня: для данного предприятия и средний по всем предприятиям, прошедшим самооценку.

Формируется база для сравнительной оценки, очень важная для принятия решений в области выбора стратегии и приоритетных направлений цифровой трансформации.

Однако, рассмотренные модели не полностью соответствуют тематике настоящего исследования, ввиду их точечной направленности на конкретные предприятия. Поставленные задачи подразумевают решение проблемы оценки благоприятности внешней среды при цифровой трансформации организаций.

При решении вышеописанной проблемы были разработаны различного рода индексы, определяющие в той или иной мере необходимые показатели, связанные с цифровизацией:

1. Digital Readiness Index (Индекс цифровой готовности).
2. ICT Development Index (Индекс развития ИКТ).
3. World Digital Competitiveness ranking (Всемирный рейтинг цифровой конкурентоспособности).
4. The Network Readiness Index (NRI).
5. Digital Economy and Society Index (DESI).
6. Индекс «Цифровая Россия».

Также существует такое понятие как принятие технологий (Technology Ascertance). Появление этого определения и соответствующей модели спровоцировано быстрым развитием интернета и его внедрением в существующие пространства медиа, технологий и коммуникаций. Для оценивания принятия технологий используются такие факторы как лёгкость использования и полезность использования компьютеров [47].

Нельзя не отметить связь тематики исследуемой области с Индустрией 4.0. Существуют модели, описывающие и оценивающие степень готовности производственных предприятий к переходу экономики к Индустрии 4.0. Цель Индустрии 4.0 состоит в достижении высокого уровня операционной эффективности и автоматизации. С одной стороны, такой переход открывает перед организациями большие возможности, а с другой ставит перед ними вопрос о возможности внедрения новых технологий в их бизнес [48].

Определившись со спецификой индексов и выделив индексы, которые необходимо рассмотреть, перейдем к, непосредственно, к анализу подходов, использующихся для определения степени цифровой готовности в Российской Федерации и странах ближнего и дальнего зарубежья.

2.2 Подходы к определению показателей цифровизации экономики в зарубежных странах и в России

В качестве примера взята американская корпорация Cisco Systems, занимающаяся разработкой и продажей сетевого оборудования. Cisco основана в 1984 году, штаб-квартира организации находится в городе Сан-Хосе, штат Калифорния. Продукция корпорации включает в себя такие единицы как маршрутизаторы, точки доступа, модемы, коммутаторы и множество других устройств из категории сетевого оборудования.

Описанная корпорация касается исследуемой в работе области в первую очередь определением общемирового Индекса цифровой готовности (Digital Readiness Index). Ежегодному анализу подвергается 141 страна мира [49].

DRI для каждой отдельно взятой страны высчитывается путем сопоставления семи индексов, состоящих из трёх-четырёх субиндексов (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Показатели, использующиеся при расчете DRI

<i>Наименование индекса</i>	<i>Субиндексы</i>
Basic Needs (базовые потребности)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Продолжительность жизни. 2. Уровень смертности. 3. Доступ к электричеству. 4. Доля населения, использующая безопасные источники воды.
Business & Government Investment (правительственные и бизнес-инвестиции)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Прямые иностранные инвестиции. 2. Затраты на исследования и разработку. 3. Инвестиционная свобода.

Окончание таблицы 1

<i>Наименование индекса</i>	<i>Субиндексы</i>
Ease of Doing Business (простота ведения бизнеса)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Индекс лёгкости ведения бизнеса (EDBI). 2. Верховенство права. 3. Индекс эффективности логистики (LPI). 4. Время подключения электроснабжения.
Human Capital (человеческий ресурс)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уровень грамотности. 2. Индекс образования 3. Доля работающего населения. 4. Унифицированные результаты специальных экзаменационных тестов.
Start-Up Environment	<ol style="list-style-type: none"> 1. Доступность и количество венчурных инвестиций. 2. Патенты и товарные знаки. 3. Плотность (концентрация) новых бизнесов.
Technology Adoption (внедрение технологий)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Распространенность мобильной связи. 2. Использование интернета. 3. Общественные облачные сервисы.
Technology Infrastructure (технологическая инфраструктура)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Количество абонентов мобильной связи. 2. Число стационарных абонентов. 3. Безопасные интернет-серверы. 4. Доступ домохозяйств к интернету.

Методология определения описываемого индекса заключается в сети и модели для выявления и измерения готовности к цифровым технологиям. Авторы методологии подчеркивают, что их исследование, в отличие от большинства других, является более всеобъемлющим из-за фокусировки не только на анализе технологий, но и на множестве других факторов. Компоновка этих факторов даёт

наиболее полное представление о цифровой готовности того или иного региона (см. Рисунок 3).

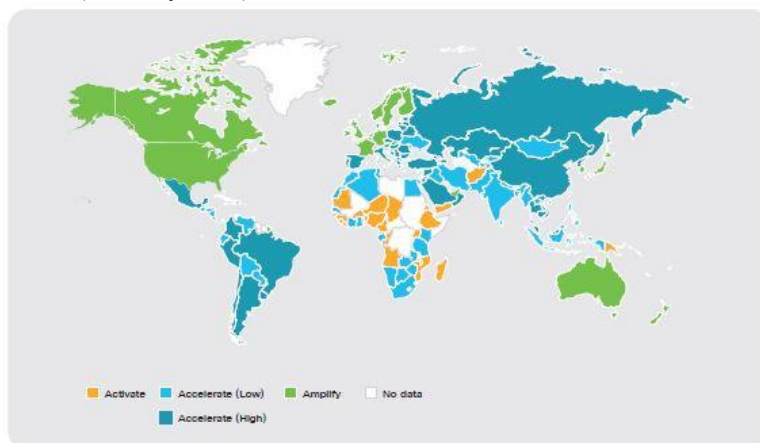


Рисунок 3 – Индекс цифровой готовности стран по состоянию на 2020 год (Cisco)

Стоит раскрыть смысл некоторых отдельных субиндексов, приведенных в таблице 1.

Индекс лёгкости ведения бизнеса (Ease of Doing Business Index) используется для сравнения лёгкости ведения предпринимательской деятельности в различных странах. Индекс ежегодно определяется Всемирным банком на основе анализа следующих показателей структуры:

1. Начало предпринимательской деятельности.
2. Разрешения на строительство.
3. Электроснабжение.
4. Регистрация имущества.
5. Получение кредитов.
6. Защита инвесторов.
7. Уплата налогов.
8. Торговля между странами.
9. Работа с контрактами.
10. Сложность процедуры ликвидации предприятий.

Индекс эффективности логистики (Logistics Performance Index) также высчитывается Всемирным банком. LPI создан для того, чтобы помочь странам выявить барьеры, с которыми им придется иметь дело при использовании торговой логистики. Индекс должен помочь в

определении возможностей и путей улучшения производительности существующих логистических систем. Для определения LPI используют шесть ключевых параметров:

1. Эффективность процесса оформления.
2. Качество торговой и транспортной инфраструктуры.
3. Лёгкость организации поставок с конкурентоспособными ценами.
4. Компетентность и качество логистических услуг.
5. Возможность прокладывать и отслеживать маршруты.
6. Своевременность отгрузки в пункте назначения в запланированное время доставки.

Стоит также отметить иной подход к анализу рассматриваемой проблемы, применённый Министерством торговли США в 2015 году [13]. Было замечено, что цифровое неравенство можно измерить множеством различных способов. В описываемом докладе данный показатель измерялся по всем штатам страны и включал в себя анализ домохозяйств на наличие интернета и степени его использования (рисунок 2), а также анализ доходов домохозяйств (рисунок 4).

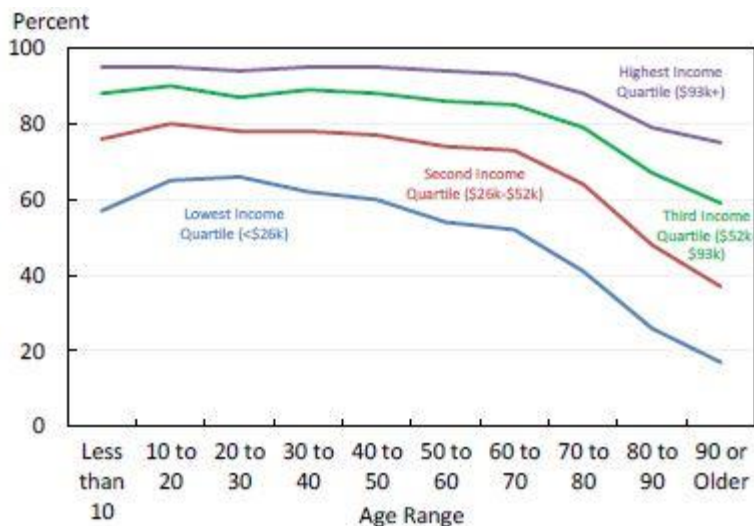


Рисунок 4 – Использование домашнего интернета по возрасту и доходу (2013 год)

На графике, изображенном на рисунке 2, указан годовой доход. Наблюдается сильная корреляция между доходами и использованием интернета.

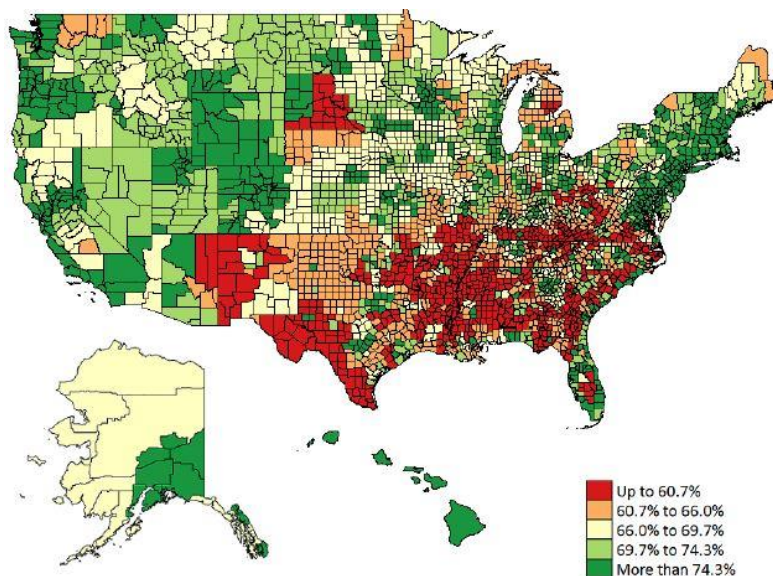


Рисунок 5 – Использование интернета в США по регионам (2013 год)

На рисунке 5 изображена карта США, иллюстрирующая зависимость использования интернета от нахождения в различных регионах страны. Заметно сильное различие между городскими и сельскими зонами.

Европейским аналогом Индекса цифровой готовности можно считать Индекс развития информационно-коммуникационных технологий (ICT Development Index) [50], который рассчитывается Международным союзом электросвязи, расположенном в городе Женева, Швейцария. Организация является международной и включает в себя 193 страны-участника. Основной задачей союза является создание стандартов сферы предоставления услуг радио- и электросвязи для обеспечения как можно большего количества людей доступным и простым доступом к связи и информации.

IDI, как и DRI, состоит из нескольких экзогенных факторов, которые, в свою очередь, включают в себя эндогенные факторы. В данном имеется три экзогенных фактора – Access (доступ), Use

(использование) и Skills (навыки). В таблице 2 отражены все субиндексы и скомпилированы по отношению к основным индексам.

Таблица 2 – Составляющие индекса развития ИКТ

<i>Доступ</i>	<i>Использование</i>	<i>Навыки</i>
Количество абонентов стационарной телефонной связи на 100 жителей	Процент людей, пользующихся интернетом	Среднее количество лет образования жителей возрастом от 25 лет
Количество абонентов сотовой связи на 100 жителей	Количество абонентов проводного интернета на 100 жителей	Валовый показатель охвата населения со средним образованием
Скорость Интернет-соединения (бит в секунду) на пользователя	Количество абонентов беспроводного интернета на 100 жителей	Валовый показатель охвата населения с высшим образованием
Процент домохозяйств, имеющих компьютер		
Процент домохозяйств, имеющих доступ к интернету		

Таблица 3 описывает весовые коэффициенты, присвоенные каждому из факторов.

Таблица 3 – Весовые коэффициенты

<i>Наименование фактора</i>	<i>Весовой коэффициент</i>
Доступ	0,40
Эндогенные (субиндексы)	0,20

Окончание таблицы 3

<i>Наименование фактора</i>	<i>Весовой коэффициент</i>
Использование	0,40
Эндогенные (субиндексы)	0,33
Навыки	0,20
Эндогенные (субиндексы)	0,33

Стоит отметить, что субиндексы в таблице 3 приведены на одно значение эндогенного фактора, а не на их сумму.

Далее приведены формулы расчета некоторых показателей, необходимых для составления Индекса развития ИКТ.

Уровень грамотности взрослого населения определяется по формуле (1), см. [51, с. 3].

$$LIT_{15+}^t = \frac{L_{15+}^t}{P_{15+}^t}, \quad (1)$$

где LIT_{15+}^t – уровень грамотности взрослого населения (15+) в t году, L_{15+}^t – количество взрослых грамотных людей (15+) в t году, P_{15+}^t – взрослое население (15+) в t году.

Валовый показатель охвата населения с высшим или средним образованием определяется по формуле (2), см. [51, с. 9].

$$GER_h^t = \frac{E_h^t}{P_{h,a}^t}, \quad (2)$$

где GER_h^t – валовый показатель охвата населения с уровнем образования h за учебный год t , E_h^t – показатель уровня образования h за учебный год t , $P_{h,a}^t$ – количество людей возрастной группы a официально соответствующих уровню образования h за учебный год t .

Существует еще один рейтинг, связанный с цифровой готовностью - World Digital Competitiveness ranking – всемирный рейтинг цифровой конкурентоспособности [52]. Рейтинг составляется Международным институтом управленческого развития (Лозанна, Швейцария). Рейтинг был создан для описания такого важного аспекта как готовность экономик государств к эффективному использованию

технологий, которые в наше время подвергаются очень быстрым и сильным изменениям.

Методология получения результата состоит в определении цифровой конкурентоспособности, базирующейся на трех основных факторах: Knowledge (знание), Technology (технология) и Future readiness (готовность к будущему).

Каждый из трех описанных факторов делится на три подфактора, которые, в свою очередь, при расчетах имеют один и тот же весовой коэффициент, равный примерно 0,111. В таблице 4 приведены все факторы и влияющие на них подфакторы.

Таблица 4 – Факторы и подфакторы индекса цифровой конкурентоспособности

<i>Фактор</i>	<i>Подфактор</i>
Knowledge (знание).	1. Talent (талант). 2. Training and Education (образование). 3. Scientific Concetration (фокусирование на науке).
Technology (технология).	1. Regulatory Framework (нормативная база). 2. Capital (капитал). 3. Technological Framework (технологическая база).
Future Readiness (готовность к будущему).	1. Adaptive Attitudes (адаптивное поведение). 2. Business Agility (гибкость бизнеса). 3. IT Integration (внедрение информационных технологий).

При расчетах используется 51 критерий, 19 из которых, по словам исследователей, используются только в составляемом ими рейтинге цифровой конкурентоспособности и больше нигде. 31 критерий – это статистика из международных и региональных источников. Остальные 20 критериев базируются на опросах общественного мнения, составляемых международными специалистами. Каждый из критериев обчисляется в индивидуальном порядке и ранжируется для каждой из исследуемых стран.

The Network Readiness Index (NRI) [53] составляется французским исследовательским институтом INSEAD. По словам исследователей, индекс составляется для того, чтобы помочь поддерживать экономический и технологический рост путём составления индикатора, отражающего инновационную готовность и технологическую конкурентоспособность.

NRI включает в себя 4 фактора основной группы, в каждом из которых есть по 3 подфактора (таблица 5).

Таблица 5 – Переменные NRI

<i>Фактор</i>	<i>Подфактор</i>
Technology (технологии).	1. Access (доступ). 2. Content (содержание). 3. Future Technologies (технологии будущего).
People (люди).	1. Individuals (отдельные лица). 2. Businesses (бизнесы). 3. Governments (правительства).
Governance (деятельность органов власти).	1. Trust (доверие). 2. Regulation (регулирование). 3. Inclusion (приобщение).
Impact (влияние).	1. Economy (экономика). 2. Quality of life (качество жизни). 3. SDG contribution (вклад в устойчивый рост).

Digital Economy and Society Index (DESI) [54] создан Европейской комиссией (Бельгия) для помощи в идентификации приоритетных зон для инвестирования и работы. Данный индекс призван измерить цифровую производительность и отслеживать прогресс европейских стран в условиях цифровой конкуренции. Индекс цифровой экономики и общества состоит из пяти факторов, каждый из которых имеет разное количество составляющих. Структура DESI приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Структура индекса цифровой экономики и общества

<i>Факторы</i>	<i>Подфакторы</i>
Connectivity (связь).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Покрытие широкополосного интернета. 2. Отношение количества пользователей интернета на 100 человек. 3. Покрытие 4G. 4. Покрытие мобильной связи. 5. Скорость широкополосного интернета. 6. Цена широкополосного интернета.
Human capital (человеческие ресурсы).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Базовые навыки. 2. Навыки высокого уровня. 3. Базовое программное обеспечение. 4. Эквивалент полной занятости в сфере телекоммуникаций. 5. Выпускники IT-специальностей.
Use of internet (использование интернета).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пользователи интернета. 2. Интернет-трафик. 3. Видеозвонки. 4. Социальные сети. 5. Банкинг. 6. Интернет-магазины.
Integration of digital technology (внедрение цифровых технологий).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Доступность новых технологий. 2. Использование технологий организациями. 3. Интернет-продажи малыми и средними предприятиями. 4. Безопасные интернет-серверы.

Окончание таблицы 6

<i>Факторы</i>	<i>Подфакторы</i>
Digital public services (цифровые услуги).	1. eParticipation Index 2. Полнота интернет-сервисов. 3. Открытые данные.

Одним из крупнейших и популярных российских индексов является «Цифровая Россия», рассчитываемый специалистами московского инновационного центра «Сколково» [55]. При расчете индекса цифровизации выделяются семь субиндексов (основных факторов):

1. Нормативное регулирование и административные показатели цифровизации.
2. Специализированные кадры и учебные программы.
3. Наличие и формирование исследовательских компетенций и технологических заделов, включая уровень научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.
4. Информационная инфраструктура.
5. Информационная безопасность.
6. Экономические показатели цифровизации.
7. Социальный эффект от внедрения цифровизации.

Индекс оценивается для каждого субъекта Российской Федерации на основе анализа открытых информационных источников. Значение итогового интегрального показателя получается путем суммирования всех перечисленных выше субиндексов, умноженных на соответствующие им весовые коэффициенты. Каждый из субиндексов рассчитывается, в свою очередь, основываясь на присущих только ему факторах (таблица 7) [56].

Таблица 7 – Факторы и подфакторы индекса «Цифровая Россия»

<i>Основной фактор</i>	<i>Подфактор</i>
Нормативное регулирование и административные показатели цифровизации.	1. Регуляторная среда субъекта. 2. Задokumentированная информация об анализируемых технологиях. 3. Существование программы цифровизации.

Продолжение таблицы 7

<i>Основной фактор</i>	<i>Подфактор</i>
Специализированные кадры и учебные программы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наличие образования и его уровень. 2. Присутствие специалистов цифровой экономики.
Компетенции, технические заделы, уровень исследовательских работ.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Создание цифровых технологий. 2. Наличие компетенций. 3. Наличие прав на использование объектов интеллектуальной собственности.
Информационная инфраструктура.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Развитие связи. 2. Цифровая информационная инфраструктура. 3. Доступ к мощностям для электронных вычислений.
Информационная безопасность.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Степень цифровой защиты субъекта. 2. Наличие поддержки исследований в рассматриваемой области. 3. Цифровизация систем безопасности.
Экономические показатели цифровизации.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Инвестирование в цифровую экономику. 2. Выручка от использования организациями современных технологий. 3. Количество электронных платежей частных лиц. 4. Количество грантов, связанных с исследуемой темой.

Окончание таблицы 7

<i>Основной фактор</i>	<i>Подфактор</i>
Социальный эффект от внедрения цифровизации	<ol style="list-style-type: none"> 1. Использование современных технологий в различных общественных отраслях. 2. Использование новых технологий в сфере государственного и муниципального управления. 3. Использование цифровых технологий в сфере бизнеса.

Анализ рассмотренных подходов говорит о высокой степени вариативности оценки цифровизации экономики. Любое взятое исследование оперирует различными факторами оценки, которые могут быть похожи, а могут и кардинально отличаться друг от друга. Также стоит отметить, что международные способы оценки цифровизации российской экономики подходят лишь для достаточно поверхностного описания степени цифровой готовности, так как рассматривают статистику в целом по стране, не беря во внимание особенности каждого региона и субъекта Российской Федерации.

Для создания нового индекса мог бы быть использован статистический сборник *Цифровая экономика*, составленный Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, Росстатом и Высшей школой экономики [57]. Показатели рассчитаны не по отдельно взятым регионам, как в предыдущем примере, а по России в целом. Уделено внимание таким аспектам развития цифровой экономики, как:

1. Затраты на развитие цифровой экономики.
2. Использование цифровых технологий населением.
3. Мнение людей о роботизированном производстве и роботизации.
4. Степень цифровизации бизнеса.
5. Степень развития цифровизации в органах государственного управления.
6. Уровень подготовки кадров для работы в цифровой среде.
7. Цифровая инфраструктура.
8. Сектор информационно-коммуникационных технологий и его роль в развитии экономики.

Для анализа вышеназванных показателей используются факторы, статистические данные которых представлены Росстатом и другими организациями в открытом доступе. Из таких факторов наибольшего внимания заслуживают следующие:

1. Структура затрат на развитие цифровой экономики, разделенная по видам и по секторам.

2. Наличие доступа к интернету у домохозяйств, населения и организаций, а также использование ими интернета для различных целей.

3. Отношение населения и восприятие им растущей роботизации.

4. Использование интернета государственными органами.

5. Анализ влияния сектора информационно-коммуникационных технологий на вклад в экономику (описание количества и результативности исследований и разработок в области ИКТ, выявление основных показателей деятельности, вес ИКТ в сфере предпринимательской деятельности).

Некоторые исследователи при оценке цифровой готовности субъектов Российской Федерации разделяют факторы влияния на экономические, демографические, развитие человеческого капитала и доступность ИКТ. Демографические факторы включают в себя долю городского населения, удельный вес женской части населения и доля населения возраста от 65 лет. Экономические факторы состоят из ВРП на душу населения, долю расходов на продукты питания домохозяйствами, часть населения с доходами ниже прожиточного минимума, долю сельского и лесного хозяйств в ВРП. Развитие человеческого капитала характеризуются удельным весом людей, получающих образование и долю работающего населения с высшим образованием. Доступность ИКТ предлагают характеризовать по такому параметру как вес абонентской платы за доступ к интернету относительно среднего уровня зарплаты в месяц [25].

Оценивать степень цифровой готовности инфраструктуры регионов предлагают на основании, в том числе, и такого показателя как наличие у граждан, государственных структур и предприятий таких вещей как компьютеры и точки доступа [24].

Проведенный анализ позволил выявить ряд закономерностей. Первая связана с уникальностью страны и региона, в которых проводится исследование. Общемировые показатели, рассчитываемые американскими и европейскими исследователями, например, Индекс развития ИКТ или Индекс цифровой готовности, охватывают большую часть стран, но не учитывают их специфику.

Отметим, что иностранные исследования, в большей степени, ориентированы на анализ межстрановых различий, в то время, как российские, больше внимания уделяют оценке готовности регионов к внедрению цифровых технологий. Это объяснимо, так как дифференциация готовности к цифровизации в регионах России велика.

Во-вторых, существует проблема актуальности имеющихся данных, которые собираются, публикуются и анализируются в общей сложности в промежутке от года до двух лет и более. Так при расчете Digital Readiness Index за 2019 год использованы данные World Health Organization & UNICEF, 2015 и World Bank, 2016. Запаздывание данных и возможности появления значительных изменений в сфере информационно-коммуникационных технологий во временном лаге снижают актуальность индексов для анализа текущих изменений внешней среды или построения прогнозов предприятий по внедрению ИКТ.

Существует проблема выбора предпочтительного набора показателей (эндогенных факторов), анализ которых позволит оценивать степень цифровизации в полной и достаточной мере, не перегружая системы расчета избыточными данными.

Решено провести анализ полноты существующих способов оценки с рекомендациями к их изменению и дополнению с целью увеличения точности и объективности получаемых при расчетах результатов. На основании сравнительного анализа компоновки факторов и составляющих индексов выявим сходство и различия между ними, и определим те факторы, которые могли бы послужить дополняющим звеном в уже существующих, либо в принципиально новых моделях оценки.

2.3 Сравнительная характеристика существующих индексов оценки цифровизации

Для удобства сравнения, рассмотренные индексы были упорядочены (таблица 8) и кратко описаны с упором на несколько критериев. Указан год создания индекса, организация-составитель, страна расположения организации-составителя, количество показателей по основным группам и подгруппам, заявленная сфера использования.

Таблица 8 – Индексы оценки готовности экономики к цифровой трансформации

<i>Показатель</i>	<i>Год создания</i>	<i>Создатель</i>	<i>Страна</i>	<i>Кол-во показателей (основная группа / подгруппы)</i>	<i>Заявленная сфера применения</i>
Digital Readiness Index	2018	Cisco	США	7 / 25	Оценка цифровой готовности стран
ICT Development Index	2009	Международный союз электросвязи	Швейцария	3 / 11	Мониторинг и сравнение развития ИКТ между странами
World Digital Competitiveness ranking	2017	Международный институт управленческого развития	Швейцария	3 / 9	Оценка готовности экономик к внедрению и исследованию цифровых технологий
Networked Readiness Index (NRI)	2002	INSEAD	Франция	4 / 12	Человекоцентричный подход к ИКТ

Окончание таблицы 8

<i>Показатель</i>	<i>Год создания</i>	<i>Создатель</i>	<i>Страна</i>	<i>Кол-во показателей (основная группа / подгруппы)</i>	<i>Заявленная сфера применения</i>
Digital Economy and Society Index (DESI)	2015	Европейская комиссия	Бельгия	5 / 24	Помощь в идентификации и приоритетных зон для инвестирования и работы
Индекс «Цифровая Россия»	2018	Инновационный центр «Сколково»	Россия	7 / 21	Оценка цифровизации субъектов Российской Федерации

Каждый из представленных индексов описан обобщенной математической моделью (3), содержащей соотносящиеся и взаимодействующие эндогенные и экзогенные факторы, количество и содержание которых варьируется:

$$oY_t = \left\{ \begin{array}{l} y_t^1 = f(x_t^{11}, x_t^{12}, \dots, x_t^{1j1}) \\ y_t^2 = f(x_t^{21}, x_t^{22}, \dots, x_t^{2j2}) \\ y_t^3 = f(x_t^{31}, x_t^{32}, \dots, x_t^{3j3}) \end{array} \right\}, \quad (3)$$

где Y_t – индекс-результат; y_t^i – экзогенные факторы i , использующиеся для определения интегрального показателя; x_t^{ij} – эндогенные факторы j , совокупность которых определяет экзогенный фактор i .

Можно сделать вывод о том, что расчет приведенных моделей оценки цифровизации базируется на индуктивном подходе, так как суть индуктивного метода заключается в характеристике заданного множества на основании анализа каждого из элементов множества (полная индукция), либо на основании обобщения признаков некоторых элементов множества (неполная индукция). Следовательно, любой из примеров моделей, приведенных в данной работе, будет являться примером индуктивного умозаключения.

Методика расчета интегрального показателя для всех индексов предполагает использование количественных переменных, которые берутся из открытых источников. Все переменные (эндогенные факторы) преобразованы в основной (экзогенный) фактор. Итоговый показатель рассчитывается с учетом весовых коэффициентов, определяемых непосредственно создателями индекса. Создателями индекса так же определяют способ агрегирования. Представленные в таблице 8 индексы отличаются структурой и количеством составляющих, а также методикой расчета.

Решено скомпилировать составляющие индексов с присвоением каждому из факторов уникального буквенно-цифрового обозначения по матричной системе (Приложение А, таблица А.1).

Данные из приложения А позволяют провести более детальный сравнительный анализ. Из-за абстрактности формулировок основных факторов, сложности их соотнесения и разницы в наполнении, для того, чтобы упростить соотнесение и сравнение, составлена таблица, отражающая существующие взаимосвязи между представленными подфакторами (Приложение Б, таблица Б.1).

Прослеживается совпадение некоторого количества подфакторов в различных подходах. Анализ информации, представленной в Приложении А и Приложении Б, позволяет сделать отметить следующее:

1. Факторы, оценивающие уровень образования и возможности обучения населения, учитывается во всех индексах. Однако при использовании индексов не учитывается готовность населения к постоянному переобучению при изменении информационно-коммуникационных технологий.

2. Факторы, оценивающие развитие инфраструктуры, используются во всех индексах. Наполнение факторов различно, однако ряд экзогенных переменных повторяется (данные об использовании интернета, количество абонентов стационарной и мобильной связи и т.д.).

3. При расчете большинства индексов уделено внимание различным аспектам поддержки перехода к цифровым технологиям, как государственным, так и со стороны бизнеса. В этом разделе наблюдается большая волатильность эндогенных факторов.

4. Только DRI анализирует базовые потребности населения, что представляется методологически обоснованным. Так как использование ИКТ пока не относится к базовым потребностям человека, представляя блага более высокого порядка. Очевидно, спрос на использование ИКТ со стороны населения во многом коррелируется с уровнем жизни. В российских исследованиях слабо уделено внимание демографическим факторам и факторам, связанным с уровнем доходов населения, которые также оказывают влияние на развитие цифровизации и преодоление цифровых барьеров.

5. В индексах не учитывается использование такого фактора как психологическая готовность применять новые информационно-коммуникационные технологии в работе и в повседневной жизни.

Проведенный анализ позволяет выявить общую для всех индикаторов тенденцию. Возникает проблема идентификации наиболее подходящих переменных для включения в расчет итогового показателя.

Рассмотренные индексы международного уровня описывают степень цифровизации на уровне стран, а отечественный индекс «Цифровая Россия» сосредоточен на анализе регионов, совокупность которых позволяет дать взвешенное представление о цифровизации всей страны. При этом сущность расчета индекса для страны и для региона принципиально не отличается.

Анализ информации, приведенной в Приложении 1 и Приложении 2, позволяет выделить индексы, использующие в своих расчетах наиболее широкий охват факторов – это подходы, использующиеся при расчетах индекса «Цифровая Россия» и Digital Readiness Index. В таблице 9 отражена сравнительная характеристика этих индексов.

Таблица 9 – Сравнение индекса цифровой готовности и индекса «Цифровая Россия»

<i>Фактор / Подход</i>	<i>Digital Readiness Index</i>	<i>Цифровая Россия</i>
1	Базовые потребности	Раздел отсутствует
1.1	Продолжительность жизни	
1.2	Уровень смертности	
1.3	Доступ к электричеству	
1.4	Доля населения с безопасными источниками воды	
2	Правительственные и бизнес-инвестиции	2.1 Экономические показатели цифровизации
		2.2 Нормативное регулирование и административные показатели цифровизации
2.1	Прямые иностранные инвестиции	Прямые иностранные инвестиции
2.2	Затраты на исследования и разработку	2.1.1 Инвестирование в цифровую экономику
2.3	Инвестиционная свобода	2.2.1 Регуляторная среда субъекта
		2.1.2 Выручка от использования организациями современных технологий
		2.1.3 Количество электронных платежей частных лиц
		2.1.4 Количество грантов, связанных с исследуемой темой
		2.2.2. Задokumentированная информация об анализируемых технологиях
		2.2.3 Существование программы цифровизации

Продолжение таблицы 9

<i>Фактор / Подход</i>	<i>Digital Readiness Index</i>	<i>Цифровая Россия</i>
3	Простота ведения бизнеса	Раздел отсутствует
3.1	Индекс легкости ведения бизнеса	
3.2	Верховенство права	
3.3	Индекс эффективности логистики	
3.4	Время подключения электроснабжения	
4	Человеческий ресурс	Специализированные кадры и учебные программы
4.1	Уровень грамотности	Уровень грамотности населения
4.2	Индекс образования	Наличие образования и его уровень
4.3	Доля работающего населения	
4.4	Результаты экзаменационных тестов	
5	Start-Up Environment	Компетенции, технические заделы, уровень исследовательских работ
5.1	Доступность и количество венчурных инвестиций	
5.2	Патенты и товарные знаки	Наличие прав на использование объектов интеллектуальной собственности
5.3	Концентрация новых бизнесов	
		Наличие компетенций
		Создание цифровых технологий

Окончание таблицы 9

<i>Фактор / Подход</i>	<i>Digital Readiness Index</i>	<i>Цифровая Россия</i>
6	Внедрение технологий	Социальный эффект от внедрения цифровизации
6.1	Распространенность мобильной связи	Использование современных технологий в различных общественных отраслях
6.2	Использование интернета	
6.3	Общественные облачные сервисы	
		Использование новых технологий в сфере государственного и муниципального управления
		Использование цифровых технологий в сфере бизнеса
7	Технологическая инфраструктура	7.1 Информационная инфраструктура
		7.2 Информационная безопасность
7.1	Количество абонентов мобильной связи	7.1.1 Развитие связи
7.2	Число стационарных абонентов	
7.3	Безопасные интернет-серверы	7.2.1 Цифровизация систем безопасности
7.4	Доступ домохозяйств к интернету	
		7.1.2 Цифровая информационная инфраструктура
		7.1.3 Доступ к мощностям для электронных вычислений
		7.2.2 Степень цифровой защиты субъекта
		7.2.3 Наличие поддержки исследований в рассматриваемой области

Сравнивая подходы DRI и «Цифровая Россия», можно отметить отсутствие фактора оперативной оценки (Результаты экзаменационных тестов), что могло бы позволить оценить уровень знаний и компетенций людей более глубоко, нежели одним анализом доли населения с высшим или средним образованием. В целом, уровень готовности населения к использованию ИКТ учтен в индексе «Цифровая Россия».

Такой фактор, как инновационная активность, безусловно, заслуживает большего внимания. При составлении индексов также немаловажным является учет факторов, связанных с затратами страны на инновации и передовые технологии, а также наличием и использованием разработок инноваций и передовых технологий. В таблице 10 указаны наиболее существенные для исследования статистические данные, полученные и опубликованные Росстатом в открытом доступе, которые могли бы быть использованы при определении степени цифровизации экономики как для отдельных регионов, так и для страны в целом [58].

Таблица 10 – Разбитые по группам факторы инновационной активности, опубликованные Росстатом в открытом доступе

<i>Факторы, связанные с затратами на инновации и передовые технологии</i>	<i>Факторы наличия разработок инноваций и передовых технологий</i>	<i>Факторы использования инноваций и передовых технологий</i>
Затраты на технологические инновации организаций по видам инновационной деятельности по субъектам Российской Федерации	Разработанные передовые производственные технологии по субъектам Российской Федерации	Уровень инновационной активности организаций

Продолжение таблицы 10

<i>Факторы, связанные с затратами на инновации и передовые технологии</i>	<i>Факторы наличия разработок инноваций и передовых технологий</i>	<i>Факторы использования инноваций и передовых технологий</i>
Затраты на технологические инновации организаций	Разработанные передовые производственные технологии в целом по Российской Федерации по группам передовых производственных технологий	Объем инновационных товаров, работ, услуг
Удельный вес затрат на технологические инновации в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг	Число разработанных передовых производственных технологий новых для России	Удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации в отчетном году, в общем числе обследованных организаций
Затраты на технологические инновации малых предприятий	Число разработанных передовых производственных технологий	Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг

Окончание таблицы 10

<i>Факторы, связанные с затратами на инновации и передовые технологии</i>	<i>Факторы наличия разработок инноваций и передовых технологий</i>	<i>Факторы использования инноваций и передовых технологий</i>
Внутренние затраты на исследования и разработки, в процентах от валового внутреннего продукта (ВВП)	Число принципиально новых разработанных передовых производственных технологий	Используемые передовые производственные технологии по субъектам Российской Федерации
Количество приобретенных организациями новых технологий (технических достижений), программных средств	Коэффициент изобретательской активности (число отечественных патентных заявок на изобретения, поданных в России в расчете на 10 тыс. человек населения)	Используемые передовые производственные технологии в целом по Российской Федерации по группам передовых производственных технологий

Все перечисленные виды статистических данных Росстата могли бы быть использованы для более полного анализа цифровизации. Стоит обратить внимание на количество разработанных передовых технологий, новых для России. При совокупном анализе показателя отношения используемых передовых технологий к разработанному передовым технологиям можно оценить эффективность внедрения и степень необходимости разработки того или иного вида технологий. Наличие такого показателя поможет разобраться с тем, насколько современные разработки эффективно внедряются и применяются организациями и другими интересантами.

Произведенный обзор и описанная сравнительная характеристика способов оценивания показателей цифровизации экономики в России и зарубежных странах, позволяет сделать

некоторые выводы об аспектах, которым уделено достаточное внимание и о нюансах, на которые следует обратить внимание при составлении нового интегрального показателя.

Выяснено, что оценка цифровизации экономики может быть в высокой степени вариативна ввиду очень большого количества факторов влияния (экономических, демографических и т.д.). На основе скомпонованных результатов анализа нескольких независимых друг от друга способов оценки цифровизации, было проведено их сравнение, определены сходства и различия. Сравнение проводилось по взятым подфакторам, использовавшимся при расчетах в методических указаниях к каждому из индексов.

В качестве рекомендаций к дополнению существующих способов оценки цифровизации, на текущем этапе исследования, могут быть предложены к использованию факторы демографического и финансового характера, фактор результатов экзаменационных тестов, а также фактор мнения людей об информационно-коммуникационных технологиях.

3 ФОРМИРОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ НОВОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ РЕГИОНОВ

3.1 Выявление составляющих для оценки уровня цифровизации регионов

Изученная и обработанная информация, полученная в процессе написания разделов 2.2 и 2.3 настоящей работы, позволяет определиться с подходом, который может быть использован в качестве отправной точки. Принцип предварительного системного анализа заключается в создании предполагаемой модели-прототипа, изложенной в виде плана, схемы, либо таблицы, наглядно демонстрирующей внутренние взаимосвязи элементов объекта исследования [59, 60].

Концептуальная модель дает возможность интерпретировать существенные параметры исследования, а также способствует выдвижению гипотез.

Так как понятийный аппарат уже был изучен и описан в разделах 1.1 и 1.2 настоящей работы, перейдем к выделению принципов и характеристик системного подхода, связанных с темой данного исследования. Нижеследующие принципы можно выделить, в соответствии с научной работой Козлова А. В. [61]:

1. Принцип целостности определяет причастность отдельно взятых параметров ко всей системе элементов, описывающих цифровую среду субъекта.

2. Принцип структурированности характеризует эндогенную дифференциацию элементов.

3. Принцип иерархичности подразумевает взаимоподчиненность вертикального вида между элементами.

4. Принцип комплексности отражает комплексный охват параметров цифровой среды региона.

5. Принцип сопоставимости считается соблюденным в случае возможности сопоставления отдельных частных и интегральных показателей различных субъектов.

6. Принцип доступности характеризует степень доступности используемых при расчете показателей в локальных и общих статистических сборниках, и других открытых источниках.

7. Принцип адаптивности описывает, насколько высока степень приспособляемости системы к возможным изменениям статистических баз данных.

8. Принцип динамичности характеризует возможность наблюдения за изменением показателей в долгосрочном периоде.

На основе выведенных принципов необходимо сформулировать требования, которым должен соответствовать интегральный показатель. Отбор показателей решено производить с упором на анализ уже существующих подходов и предложений. Для этого необходимо провести проверку рассмотренных ранее индексов на соответствие вышеназванным принципам (Приложение В, таблица В.1).

С учетом вышеизложенного, можно предложить следующий подход к определению уровня цифровизации национальной экономики, основанный на всех предложенных принципах системного подхода. На первом, высшем уровне находится интегральный показатель, комплексно характеризующий уровень цифровизации национальной экономики. На втором уровне представлены три экзогенных показателя:

- Показатели, определяющие внешние условия, созданные для реализации процессов цифровой трансформации.
- Показатели, характеризующие степень использования этих условий организациями и бизнесом.
- Показатели, характеризующие общий человеческий потенциал региона и учитывающие социальный аспект.

К первой группе относятся показатели нормативного регулирования цифрового бизнеса, включая оценку делового климата ведения бизнеса, а также показатели, характеризующие созданную цифровую инфраструктуру (Приложение Г, таблица Г.1). Ко второй группе относятся показатели, характеризующие фактическое использование возможностей экономическими субъектами, предприятиями, организациями (Приложение Г). К третьей группе относятся показатели, описывающие общее человеческое развитие региона, а также характеризующие готовность населения к использованию принципиально новых ИКТ на предприятиях (Приложение Г).

Для сформированного в Приложении Г интегрального показателя необходимо произвести поиск наиболее подходящих данных. В соответствии с одним из принципов формирования индекса, данные должны быть взяты из открытых источников. В качестве основного источника статистической информации решено использовать интернет-сайт Федеральной службы государственной статистики [59].

Оценка делового климата и «легкости» ведения бизнеса определяется в соответствии с Национальным рейтингом состояния инвестиционного климата [62]. Данный рейтинг характеризует благоприятность условий ведения бизнеса и охватывает все 85 регионов Российской Федерации. Методика расчета рейтинга включает в себя анализ 44 показателей, описывающих регуляторную среду субъектов, бизнес-институты, ресурсы, инфраструктуру и степень поддержки малого предпринимательства. Определить непосредственное значение показателя в открытых источниках не представляется возможным, несмотря на опубликованную общую методику расчета рейтинга. При расчетах нового интегрального показателя, соблюдая соответствующее масштабирование, было решено использовать место в рейтинге, которое занимает регион, относительно общего числа субъектов страны. Нормирование показателя производится в соответствии с формулой (4).

$$\text{ОДК}_{\text{норм.}} = 1 - \frac{\text{М}_{\text{НРИК}}}{\text{К}_{\text{СУБ}}}, \quad (4)$$

где $\text{ОДК}_{\text{норм.}}$ – нормированное значение показателя оценки делового климата; $\text{М}_{\text{НРИК}}$ – место региона в Национальном рейтинге состояния инвестиционного климата; $\text{К}_{\text{СУБ}}$ – общее количество субъектов страны.

Оценка уровня нормативного регулирования процессов цифровизации является одним из самых неоднозначных показателей. Подобный фактор используется в методике расчета индекса «Цифровая Россия», однако, степень соответствия принципу доступности является недостаточно высокой ввиду отсутствия ссылок на источники информации, которыми эксперты пользовались при определении данного фактора. Было решено использовать индекс, составленный в [63]. Использование данного индекса можно считать корректным благодаря применению внутри него таких переменных как нормативное регулирование транспортной инфраструктуры, общественной безопасности, государственных образовательных учреждений, учреждений культуры и медицинских организаций. Кроме того, внимание уделяется фактору использования электронного документооборота в организациях. Необходимость нормирования данного индекса отсутствует.

Уровень информационной безопасности в использовании цифровых технологий рассчитывается при помощи двух статистических показателей: доля предприятий, которые используют средства шифрования, и доля предприятий, использующих средства

электронной цифровой подписи. Их среднее значение является отражением степени уровня информационной безопасности организаций в регионе. Был изучен международный Глобальный индекс кибербезопасности (Global Security Index), в котором Россия, имея показатель 64,94 из 100, занимает 26 место среди остальных стран. Однако, данный индекс не учитывает региональную специфику и считается только в целом по стране, из-за чего было принято решение использовать другие показатели. Кроме того, рассматривался статистический показатель доли населения, не использующего интернет по соображениям безопасности. Данный показатель был исключен из расчетов ввиду его сомнительной причастности к уровню информационной безопасности организаций.

Объем инвестиций в цифровую экономику определяется при помощи соотношения объема инвестированных в основной капитал средств для приобретения оборудования ИКТ (млн рублей) к общему объему инвестиций в основной капитал по субъектам Российской Федерации (млн рублей). Был рассмотрен вариант с определением доли инвестированных в ИКТ средств в валовом региональном продукте субъекта, но от него было решено отказаться в пользу показателя, наиболее близкого к затратам организаций.

В качестве показателей для определения эндогенного фактора «наличие специалистов цифровой экономики» изначально рассматривались статистические данные о численности студентов государственных образовательных организаций высшего образования по направлению подготовки «Информатика и вычислительная техника» и численность выпускников вышеназванного направления подготовки. Также были изучены данные о численности занятых в секторе ИКТ в процентах от общей численности занятых и данные по подготовке кадров в области цифровых технологий. Сделан вывод о том, что наиболее подходящим для настоящего исследования статистическим показателем является удельный вес занятых в секторе информационно-коммуникационных технологий в общей численности занятого населения. Необходимость нормирования отсутствует.

Уровень цифровой грамотности населения решено определять при помощи статистического показателя, отражающего умения населения в отношении использования персональных компьютеров. Росстат предоставляет показатели о навыках работы населения с текстовыми редакторами, электронными таблицами, передачей данных между периферийными устройствами и компьютерами, использованием фоторедакторов, видеоредакторов и редакторов аудиофайлов. Эндогенный показатель уровня цифровой грамотности

населения рассчитывается нахождением среднего по перечисленным статистическим показателям.

Использование персональных компьютеров и систем электронного документооборота определяется соответствующими показателями, выложенными Росстатом в открытый доступ. Процент организаций, использующих эти технологии, учитывается в статистических сборниках. В соответствии с этим, как дополнительных расчетов, так и нормирования, производить не нужно.

Использование глобальных сетей организациями определяется отношением предприятий, использующих глобальные информационные сети, к общему числу изученных предприятий.

Такие эндогенные факторы, как использование интернета, широкополосного доступа, владение веб-сайтом, использование автоматического обмена данными и использование локальных вычислительных сетей, определены Росстатом по каждому из российских субъектов.

Использование организациями специальных программных средств рассчитывается отношением организаций, использующих специальное программное обеспечение к общему количеству исследованных организаций в регионе. Нормирование не производится.

В качестве характеристики, определяющей оценку населения роли цифровых технологий на рынке труда, было решено использовать показатель оценки населением роли роботов на рынке труда из статистического сборника Цифровая экономика, составленного Высшей школой экономики (рисунок 6). Данный показатель, в соответствии с проведенным анализом, даёт наиболее близкую к нужной характеристику.

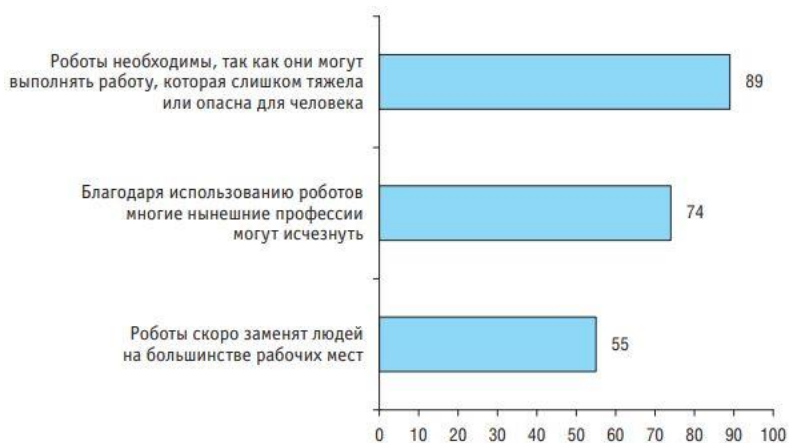


Рисунок 6 – Оценка населением роли роботов на рынке труда: 2019 (в процентах от общей численности населения в возрасте 18–65 лет)

Также рассматривался показатель отношения населения к использованию роботов (рисунок 7). Из двух представленных показателей было решено использовать первый, так как представленные в нем варианты ответов для респондентов более очевидно отражают разделение характеристик на положительные и отрицательные, касаясь, в том числе, и рынка труда.

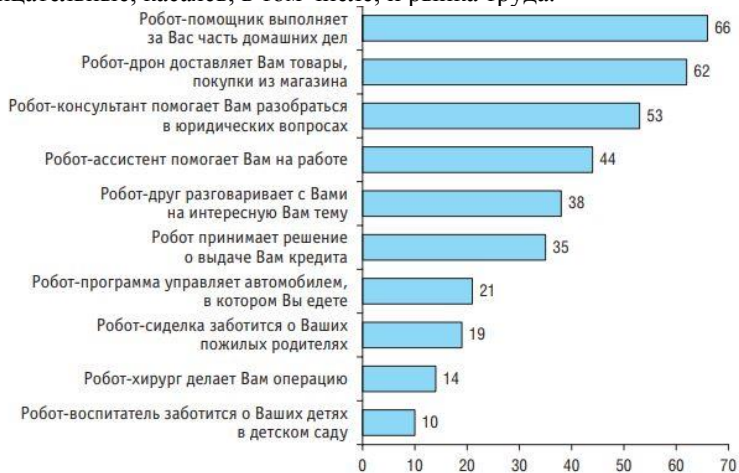


Рисунок 7 – Отношение населения к использованию роботов: 2019 (в процентах от общей численности населения в возрасте 18–65 лет)

Показатель, описывающий отношение населения к использованию информационно-коммуникационных технологий, также является отражением положительных отзывов респондентов к общему количеству опрошенных респондентов. Росстат предоставляет данные об оценке населением влияния ИКТ и информационно-коммуникационных сетей на жизнь, что полностью совпадает со смыслом, заложенным в эндогенный фактор нового индикатора.

Помимо данных, представленных Росстатом, был взят во внимание показатель восприятия населением роботов (рисунок 8). Предпочтение отдано показателю Росстата.

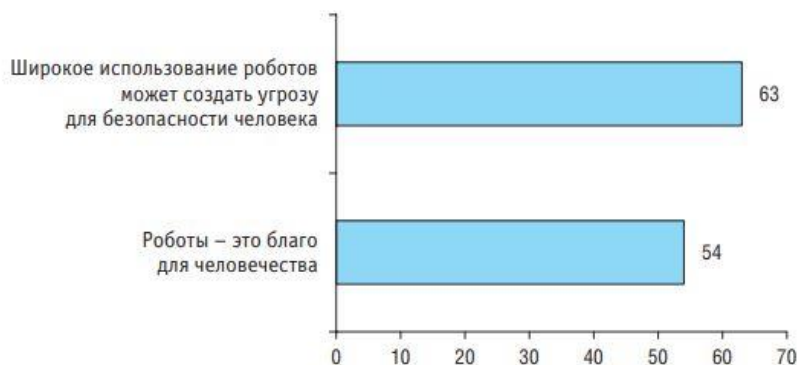


Рисунок 8 – Восприятие населением роботов: 2019 (в процентах от общей численности населения в возрасте 18–65 лет)

Способность населения к переобучению можно считать одним из самых неоднозначных показателей из включенных в новый интегральный показатель. Первоначально планировалось использовать данные статистики, определяющие долю организаций, которые проводили обучение сотрудников в области ИКТ и данные о численности работников предприятий, прошедших переобучение, повысивших квалификацию в целях повышения производительности труда. В процессе анализа вышеперечисленных данных было выяснено, что Росстат в 2015 году прекратил расчет необходимого для исследования показателя. С учетом данного фактора, в целях сохранения высокой степени актуальности используемых данных, было принято решение использовать метод нечетких множеств.

Согласно первоисточнику, за авторством Лотфи Заде, метод нечетких множеств позволяет решать проблемы, связанные с невозможностью подбора определенных критериев, необходимых для расчетов [64]. Неоднозначность и абстрактность показателя

способности населения к переобучению делает применение теории нечетких множеств обоснованной применительно к задаче определения данного фактора.

Нечетким множеством A называется такое множество X результатов наблюдений, в котором каждому значению X присваивается степень вхождения во множество A . Иными словами, под нечетким множеством можно понимать совокупность элементов произвольного характера происхождения, относительно которых невозможно утверждать с полной уверенностью, принадлежит ли элемент анализируемой совокупности конкретному множеству или нет.

Под терм-множеством подразумевается множество всех возможных значений лингвистической переменной, значениями которой могут быть слова или словосочетания некоторого естественного языка.

Лингвистические переменные включают в себя название, множество значений, универсальное множество X , синтаксическое правило создания новых термов естественным или формальным языком, а также семантическое правило присвоения лингвистической переменной нечеткого подмножества [65].

Уровень присутствия тех или иных элементов в конкретном нечетком множестве определяется функцией принадлежности [66]. Функция принадлежности может принимать вид треугольной, трапецевидной, прямоугольной, конусообразной, колоколообразной и т.д. Прослеживается взаимосвязь функций принадлежности нечетких множеств с нормальным распределением или распределением Гаусса (рисунок 9) [67, с. 61].

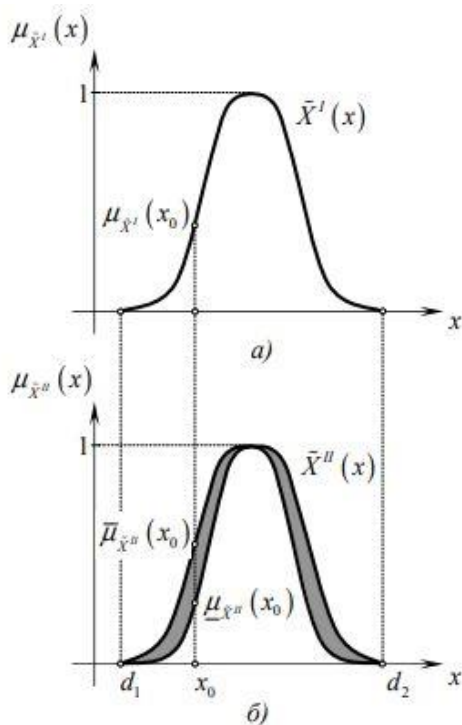


Рисунок 9 – Пример четкой (а) и нечеткой (б) функций принадлежности

Индекс ожидаемой продолжительности жизни, индекс образования и индекс дохода рассчитываются в соответствии с методикой расчета Индекса человеческого развития [68].

Индекс образования нормируется при помощи нахождения среднего арифметического от суммы индекса средней продолжительности обучения и индекса ожидаемой продолжительности обучения. Индекс образования в данном исследовании заимствуется из доклада о человеческом развитии Российской Федерации за 2018 год, составленным аналитическим центром при правительстве Российской Федерации. Такое решение принято из-за ограниченной доступности статистических данных об ожидаемой и средней продолжительности обучения в России.

Нормирование индекса ожидаемой продолжительности жизни и индекса образования производится при помощи линейного масштабирования, в соответствии с формулой (5) [68, с. 2].

$$I_d = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}, \quad (5)$$

где I_d – нормированное значение индекса; x – значение индекса за исследуемый период; $\min(x)$ – минимальное значение x среди всех исследуемых стран; $\max(x)$ – максимальное значение x среди всех исследуемых стран.

Индекс ожидаемой продолжительности рассчитывается и нормируется вручную в соответствии с формулой (6) [68, с. 2]. Используются данные об ожидаемой продолжительности жизни при рождении из Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) с фильтрами «оба пола» и «всё население» [69].

$$I_{LE} = \frac{LE - 20}{85 - 20}, \quad (6)$$

где I_{LE} – индекс ожидаемой продолжительности жизни; LE – ожидаемая продолжительность жизни в исследуемом регионе за определенный год.

Согласно методике, минимальное значение ожидаемой продолжительности жизни установлено на уровне 20 лет, так как в XX веке ни одна страна мира не имела показатель продолжительности жизни ниже этого значения.

Индекс дохода определяется с использованием формулы (7) [67, с. 2]..

$$I_I = \frac{\ln(GNI) - \ln(100)}{\ln(75000) - \ln(100)}, \quad (7)$$

где I_I – индекс дохода; GNI – душевой ВРП по ППС в долларах США.

Максимальное значение принято на уровне 75000 долларов США с отсылкой на то, что, согласно исследованиям, при годовом доходе, больше 75000 долларов США, человеческое развитие остается на том же уровне, что и при доходе, равном 75000 долларов США. Иными словами, при преодолении данного барьера дохода, уровень жизни можно считать максимально высоким. Только трём странам удалось преодолеть этот барьер.

Подводя итоги раздела отметим, что 12 эндогенных показателей определяются при помощи статистической базы Росстата, 3 из которых, в той или иной степени, необходимо нормировать. Показатель, отражающий способность населения к переобучению,

принято рассчитать с использованием метода нечетких множеств. Статистические сборники, составленные Петростатом, позволяют рассчитать 2 эндогенных показателя, оба из которых требуется нормировать. Оставшиеся 6 показателей рассчитываются при помощи сторонних источников, таких как статистический сборник Цифровая экономика, методические указания к расчетам индекса человеческого развития, национальный рейтинг инвестиционного климата, индекс цифровизации регионов.

В Приложении В, таблице В, проведен анализ нового интегрального показателя на соответствие выделенным принципам формирования. Определено, что большая часть принципов реализована. В дальнейших исследованиях стоит обратить внимание на принципы комплексности и адаптивности. Комплексность рассматриваемого показателя может быть улучшена выявлением и добавлением дополнительных факторов, влияющих на уровень цифровизации. Принцип адаптивности не может быть полностью реализован, так как при возможном прекращении пополнения статистических баз данных, при помощи которых производится расчет некоторых эндогенных факторов, возникнет необходимость пересмотра всего комплекса показателей.

Произведем апробирование нового интегрального показателя на примере Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

3.2 Оценка уровня цифровизации Санкт-Петербурга и Ленинградской области при помощи нового интегрального показателя

Все вычисления в данной работе проводятся при помощи электронных таблиц Microsoft Excel. Скомбинируем все эндогенные показатели в одну таблицу с присвоением каждому из них наименований из открытых источников, используемых при расчетах (таблица 11).

Таблица 11 – Соотнесение эндогенных показателей с показателями, используемыми при расчетах

<i>Наименование показателя внутри индекса</i>	<i>Наименование используемого при расчетах показателя из открытых источников</i>
1.1.1. Оценка делового климата и «легкости» ведения бизнеса	Национальный рейтинг состояния инвестиционного климата

Продолжение таблицы 11

<i>Наименование показателя внутри индекса</i>	<i>Наименование используемого при расчетах показателя из открытых источников</i>
1.1.2. Оценка уровня нормативного регулирования процессов цифровизации	Индекс цифровизации регионов
1.1.3. Уровень информационной безопасности в использовании цифровых технологий	Росстат: Доля организаций, использовавших средства защиты информации, передаваемой по глобальным сетям, в общем числе обследованных организаций, использовавших:
	средства шифрования
	средства электронной цифровой подписи
1.2.1. Объем инвестиций в цифровую экономику, доля в общей величине инвестиций	Росстат: Объем инвестиций в основной капитал, направленных на приобретение информационного, компьютерного и телекоммуникационного (ИКТ) оборудования, в фактически действовавших ценах, млн рублей
	Инвестиции в основной капитал по субъектам РФ, млн рублей
1.2.2. Наличие специалистов цифровой экономики	Росстат: Удельный вес занятых в секторе ИКТ в общей численности занятого населения
1.2.3. Уровень цифровой грамотности населения	Росстат: Навыки работы населения на персональном компьютере в субъектах Российской Федерации
	Работа с текстовым редактором
	Передача файлов между компьютером и периферийными устройствами
	Работа с электронными таблицами

Продолжение таблицы 11

<i>Наименование показателя внутри индекса</i>	<i>Наименование используемого при расчетах показателя из открытых источников</i>
	Использование программ для редактирования фото, видео и аудиофайлов
2.1.1. Использование персональных компьютеров, % организаций	Росстат: Доля организаций, использовавших персональные компьютеры, в общем числе обследованных организаций
2.1.2. Организации, использующие системы электронного документооборота, %	Росстат: Доля организаций, использовавших системы электронного документооборота, в общем числе обследованных организаций
2.1.3. Использование глобальных сетей, % организаций	Петростат: Число организаций, использовавших информационные технологии
	Число обследованных организаций
	из них использовали глобальные информационные сети
2.1.4. Использование сети Интернет, % организаций	Росстат: Доля организаций, использовавших Интернет, в общем числе обследованных организаций
2.1.5. Из них широкополосный доступ, % организаций	Росстат: Доля организаций, использующих широкополосный доступ к сети Интернет, в общем числе организаций
2.2.1. Организации, имеющие Веб-сайт, % от общего числа обследованных организаций	Росстат: Доля организаций, имевших веб-сайт, в общем числе обследованных организаций
2.2.2. Использование локальных вычислительных сетей, % организаций	Росстат: Доля организаций, использовавших локальные вычислительные сети, в общем числе обследованных организаций

Окончание таблицы 11

<i>Наименование показателя внутри индекса</i>	<i>Наименование используемого при расчетах показателя из открытых источников</i>
2.2.3. Организации, использовавшие специальные программные средства, всего % от общего числа обследованных организаций	Петростат: Число организаций, использующих специальные программные средства:
	Число обследованных организаций
	из них использовавших специальные программные средства, всего
2.2.4. Организации, использующие автоматический обмен данными между своими и внешними информационными системами, %	Росстат: Организации, использующие технологии электронного обмена данными между своими и внешними информационными системами
3.1.1. Оценка населением роли цифровых технологий на рынке труда, % респондентов с положительным откликом	Статистический сборник ВШЭ: Оценка населением роли роботов на рынке труда
3.1.2. Отношение населения к использованию информационно- коммуникационных технологий, % респондентов с положительным откликом	Росстат: Оценка населением влияния информационных технологий и информационно- коммуникационных сетей на жизнь
3.1.3. Способность населения к переобучению	Рассчитывается с использованием метода нечетких множеств
3.2.1. Индекс ожидаемой продолжительности жизни	Индекс ожидаемой продолжительности жизни
3.2.2. Индекс образования	Индекс образования
3.2.3. Индекс дохода	Индекс дохода

В соответствии с информацией, представленной в разделе 3.1 настоящей работы, выполнены расчеты эндогенных показателей по Санкт-Петербургу (Приложение Д, таблица Д.1) и Ленинградской области (Приложение Е, таблица Е.1). Производился поиск и расчет данных за период 2014-2020гг. В процессе поиска было выяснено, что наибольшую полноту информации обеспечивают данные за 2018 и 2019 годы. Расчеты показателей третьего уровня решено производить,

опираясь на значения, полученные за 2018 и 2019 годы, с некоторыми корректировками и нюансами, которые будут рассмотрены далее.

С расчетом большей части показателей, в частности, связанных напрямую со статистическими данными Росстата и Петростата, затруднений не возникло. Показатели, заслуживающие отдельного рассмотрения, следующие:

1. Оценка уровня нормативного регулирования процессов цифровизации.
2. Оценка населением роли цифровых технологий на рынке труда.
3. Способность населения к переобучению.
4. Индекс ожидаемой продолжительности жизни.
5. Индекс дохода.

Оценку нормативного регулирования процессов цифровизации, ввиду низкого уровня доступности к различного рода документам, характеризующим цифровизацию, было решено принять как индекс, рассчитанный в [63]. Стоит отметить, что в рассмотренном источнике имеются данные по Санкт-Петербургу и нескольким другим регионам, но отсутствуют данные по Ленинградской области. Отсутствие альтернативы вынуждает использовать аналогичные показатели при расчетах по Ленинградской области.

Информация об оценке населением роли цифровых технологий на рынке труда доступна только за 2019 год.

Индекс ожидаемой продолжительности жизни был рассчитан в соответствии с формулой (6) по показателям, отраженным в таблице 12.

Таблица 12 – Ожидаемая продолжительность жизни при рождении в Санкт-Петербурге и Ленинградской области по годам

Год	2018	2019	2020
Санкт-Петербург	75,93	76,31	74,00
Ленинградская область	73,07	73,64	71,50

Индекс дохода рассчитывается в соответствии с формулой (7) по данным из таблицы 13.

Таблица 13 – Данные для расчетов индекса дохода по Санкт-Петербургу и Ленинградской области

Год	2017	2018	2019
Санкт-Петербург:			
Душевой ВРП, руб.	805 573	891 449	950 587
Скорректированный, дол. США	26852,433	29714,967	31686,233
Ленинградская область:			
Душевой ВРП, руб.	556 000	627 000	658 000
Скорректированный, дол. США	18533,333	20900	21933,333

Способность населения к переобучению, как уже говорилось в разделе 3.1 настоящей работы, решено оценивать при помощи метода нечетких множеств. Первым действием будет составление шкалы нечетких значений уровня способности населения к переобучению и присвоение им лингвистической переменной (таблица 14).

Таблица 14 – Шкала нечетких значений уровня способности населения к переобучению

<i>Характеристика</i>	<i>Оценка</i>	<i>Шкала</i>
Способность к переобучению у населения региона крайне низкая. Все показатели ниже средних значений	Очень низкая	$x \in (0; 0,33)$
Три из пяти показателей находятся на уровне ниже среднего.	Низкая	$x \in [0,17; 0,5)$
Способность к переобучению находится на среднем уровне. Недостаточное внимание уделяется обучению и использованию новых технологий.	Средняя	$x \in [0,33; 0,67)$
Население хорошо владеет цифровыми навыками. Стоит обратить внимание на поддержание мотивации к использованию новых технологий и обеспечению необходимых средств для обучения.	Высокая	$x \in [0,5; 0,83)$
Способность к переобучению у населения региона крайне высокая. Все показатели выше средних значений.	Очень высокая	$x \in [0,67; 1]$

В качестве исходных переменных были выбраны статистические данные, которые в своей совокупности могут охарактеризовать как общую способность населения к переобучению, так и владение населением цифровыми технологиями разной степени сложности (таблица 15).

Таблица 15 – Факторы и присвоенные им статистические показатели

<i>Факторы</i>	<i>Показатели</i>
X1	Цифровые навыки населения, %
X2	Число персональных компьютеров, используемых в учебных целях, имеющих доступ к Интернету, в расчете на 100 студентов (обучающихся) по образовательным учреждениям высшего образования, шт.
X3	Доля работников организаций, использовавших персональные компьютеры не реже 1 раза в неделю, в общей численности списочного состава организаций, %
X4	Доля работников организаций, использовавших Интернет не реже 1 раза в неделю, в общей численности списочного состава организаций, %
X5	Удельный вес студентов, обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, специалитета, магистратуры, в общей численности населения

Факторы X1, X3 и X4 характеризуют навыки использования населением цифровых технологий, включая сотрудников организаций. Факторы X2 и X5 отражают возможности использования ИКТ обучающимися высших учебных заведений.

В таблице 16 представлены полученные данные о каждом из вышеупомянутых факторов по Санкт-Петербургу, Ленинградской области и России в целом.

Таблица 16 – Значения факторов по исследуемым регионам и России

Факторы	Санкт-Петербург	Ленинградская Область	Российская Федерация	Min	Max
X1	42,5	47,6	40,95	16	62
X2	24	45	27	11	166
X3	48,8	38,9	45	26,2	60,3
X4	41,4	32,6	35,4	21,9	53,4
X5	5,6	0,4	2,8	0,1	5,6

В соответствии с выделенным множеством значений, также опираясь на средние, максимальные и минимальные значения по России, составим таблицу с терм-множествами X_i (таблица 17).

Таблица 17 – Шкала нечетких значений X_i

Оценка	Терм-множество X1	Терм-множество X2	Терм-множество X3	Терм-множество X4	Терм-множество X5
Очень низкая	16-21	11-55	26-35	9-18	0-1
Низкая	11-31	28-83	28-40	16-26	1-2
Средняя	21-42	55-111	35-50	18-35	2-3
Высокая	31-52	83-138	40-55	26-44	3-5
Очень высокая	42-62	111-166	50-60	44-55	4-6

Рассчитаем в таблице 18 нормированные значения каждого из факторов X_i в соответствии с формулой (8).

$$X_n = \frac{X_I - X}{X}, \quad (8)$$

где X_n – нормированное значение фактора X_I ; X_I – значение фактора в исследуемом регионе; X – значение фактора по стране.

Таблица 18 – Расчет нормированных значений факторов по Санкт-Петербургу и Ленинградской области

X	$X_i^{СПб}$	$X_i^{ЛО}$	$X_n^{СПб}$	$X_n^{ЛО}$
$X1$	42,5	47,6	0,04	0,16
$X2$	24	45	-0,11	0,67
$X3$	48,8	38,9	0,08	-0,14
$X4$	41,4	32,6	0,17	-0,08
$X5$	5,6	0,4	1,00	-0,86

Степень важности каждого из факторов решено оценить одинаково. Соответственно, весовой коэффициент γ для любого отдельно взятого фактора будет равен 0,2. Принимая во внимание этот факт, приступим к последнему шагу вычислений критерия способности населения к переобучению и составим матрицу значений для двух исследуемых в работе регионов (Приложение Ж, таблица Ж.1).

Полученные значения для Санкт-Петербурга и Ленинградской области равны 0,61 и 0,42 соответственно. Итоговый результат позволяет охарактеризовать способность населения Санкт-Петербурга к переобучению как высокую, а Ленинградской области, напротив, как низкую. Полученный результат будет использован при расчете интегрального показателя оценки цифровизации регионов в качестве эндогенной переменной. Стоит отметить, что приведенный способ может быть усовершенствован использованием метода экспертных оценок, изменением или дополнением факторов, использующихся в качестве входных переменных. Учитывая тот факт, что часть населения Ленинградской области получает образование и работает в Санкт-Петербурге, данный индекс, безусловно, может быть скорректирован в сторону наиболее точного описания способностей населения к переобучению.

Таким образом, определены все значения эндогенных переменных, необходимых для оценки уровня цифровизации Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Рассчитаем показатели третьего уровня и сведем их в таблицу 19. Отметим, что все эндогенные показатели, входящие в ту или иную группу, равнозначны. Иными словами, весовые коэффициенты эндогенных факторов одинаковы внутри каждого показателя третьего уровня.

Таблица 19 – Показатели третьего уровня

<i>Показатели третьего уровня</i>	<i>Значение показателя для Санкт- Петербурга</i>		<i>Значение показателя для Ленинградской области</i>	
	2018	2019	2018	2019
1.1. Показатели нормативного регулирования цифрового бизнеса	0,85	0,84	0,81	0,81
1.2. Показатели уровня развития цифровой инфраструктуры	0,17	0,16	0,15	0,17
2.1. Показатели, характеризующие доступ экономических субъектов к информационно-коммуникационным технологиям	0,90	0,88	0,91	0,89
2.2. Показатели фактического использования возможностей экономическими субъектами	0,76	0,72	0,72	0,72
3.1. Показатели, отражающие отношение населения к информационно-коммуникационным технологиям	0,77	0,77	0,71	0,71
3.2. Индекс человеческого развития (ИЧР)	0,91	0,91	0,83	0,83

Рассчитанные показатели третьего уровня наглядно демонстрируют преимущество цифрового развития Санкт-Петербурга перед Ленинградской областью. Исключением являются некоторые из показателей, характеризующих доступ субъектов к ИКТ. В Ленинградской области, согласно расчетам, доля организаций, использующих персональные компьютеры и системы электронного документооборота, выше, чем в Санкт-Петербурге.

Присвоив показателям третьего и второго уровней одинаковые весовые коэффициенты внутри своих групп, рассчитаем показатели второго уровня и интегральный показатель уровня цифровизации для исследуемых субъектов (таблица 20).

Таблица 20 – Определение уровня цифровизации Санкт-Петербурга и Ленинградской области

<i>Показатели второго уровня</i>	<i>Значения для Санкт-Петербурга</i>		<i>Значения для Ленинградской области</i>	
	<i>2018</i>	<i>2019</i>	<i>2018</i>	<i>2019</i>
<i>1. Показатели, характеризующие внешние условия, созданные для реализации процессов цифровой трансформации</i>	0,51	0,50	0,48	0,49
<i>2. Показатели, характеризующие фактическое использование возможностей экономическими субъектами, предприятиями, организациями</i>	0,83	0,80	0,82	0,80
<i>3. Показатели, характеризующие общий человеческий потенциал региона</i>	0,84	0,84	0,77	0,77
<i>Уровень цифровизации региона</i>	0,73	0,71	0,69	0,69

Таким образом, по данным за 2018 и 2019 годы, общий уровень цифровизации Санкт-Петербурга и Ленинградской области можно охарактеризовать как достаточно высокий, благодаря высоким значениям фактического использования возможностей предприятиями и организациями, а также высокому показателю уровня общего человеческого потенциала в двух исследуемых регионах.

Снижение значения интегрального показателя на 2% в 2019 году относительно 2018 года объясняется небольшим снижением таких показателей, как уровень информационной безопасности, уровень цифровой грамотности населения, использование организациями персональных компьютеров, глобальных сетей, интернета, широкополосного доступа, локальных вычислительных сетей, специальных программных средств, автоматический обмен данными (Приложение Д).

Проведенные расчеты характеризуют внешние условия реализации процессов цифровой трансформации как средние. С учетом того, что внутри каждого из показателей второго и третьего уровней использовались пропорционально одинаковые весовые коэффициенты, можно выявить зону, заслуживающую особого внимания. Невысокое значение показателя внешних условий определяется, в первую очередь, низким значением показателей уровня развития цифровой инфраструктуры, который равен 0,17 для Санкт-Петербурга и 0,15 для Ленинградской области. Уровень развития цифровой инфраструктуры определяется эндогенными показателями объема инвестиций в цифровую экономику, наличием специалистов цифровой экономики и уровнем цифровой грамотности населения. Для наглядности, в таблице 21 приведены значения этих показателей для Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

Таблица 21 – Эндогенные переменные показателя уровня развития цифровой инфраструктуры

<i>Наименование показателя</i>	<i>Значение для Санкт-Петербурга</i>		<i>Значение для Ленинградской области</i>	
	<i>2018</i>	<i>2019</i>	<i>2018</i>	<i>2019</i>
<i>Объем инвестиций в цифровую экономику, доля в общей величине инвестиций</i>	0,03	0,04	0,01	0,01

Окончание таблицы 21

<i>Наименование показателя</i>	<i>Значение для Санкт-Петербурга</i>		<i>Значение для Ленинградской области</i>	
	<i>2018</i>	<i>2019</i>	<i>2018</i>	<i>2019</i>
Наличие специалистов цифровой экономики	0,03	0,03	0,01	0,01
Уровень цифровой грамотности населения	0,46	0,43	0,42	0,48

Из таблицы 21 видно, что доля инвестиций на ИКТ-оборудование в общей величине инвестиций и удельный вес занятых в секторе ИКТ в общей численности занятого населения не превышают 4% для исследуемых регионов.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что особое внимание следует уделить таким факторам, как:

1. Воспитание новых кадров, специализирующихся в секторе информационно-коммуникационных технологий.

2. Поддержание мотивации к использованию новых технологий работниками организаций.

3. Обеспечение высших учебных заведений и организаций современным оборудованием и программным обеспечением.

4. Повышение цифровых компетенций у обучающихся высших учебных заведений и у сотрудников организаций.

Сфера применения, рассчитанного в настоящей работе интегрального включает в себя три уровня: федеральный, региональный и организационный.

В отношении федерального уровня, интегральный показатель может применяться в качестве сравнительного фактора. Интегральный показатель позволяет рассчитать значения уровня цифровизации для каждого региона индивидуально, что позволит произвести сравнительный анализ уровня цифровизации любых субъектов страны между собой.

Региональный уровень сферы применения позволяет выявить аспекты, заслуживающие повышенного внимания административного аппарата субъекта при формировании благоприятной внешней среды

функционирования организаций.

Организационный уровень характеризует возможность применения интегрального показателя фирмами, для определения наиболее перспективных, в отношении степени благоприятности внешней среды, рынков.

Таким образом, интегральный показатель оценки уровня цифровизации регионов был апробирован на примере Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Определены значения всех промежуточных показателей для каждого из рассматриваемых регионов, рассчитаны показатели второго уровня и определен уровень цифровизации Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Используются методы линейного масштабирования и нечетких множеств. Дана характеристика общего уровня цифровизации и выделены аспекты, связанные с низкими значениями некоторых внутренних показателей интегрального показателя. Определена сфера применения интегрального показателя для федерального, муниципального и организационного уровней. Результаты исследования были апробированы в научной публикации «Формирование системы индикаторов для мониторинга процессов цифровизации национальной экономики» [61].

Дальнейшие исследования планируется связать с более глубокой проработкой проблемы присвоения весовых коэффициентов всех рассмотренных показателей. Корреляционный анализ может являться инструментом, который позволит выявить взаимосвязь показателей с цифровизацией регионов, а также определить степень влияния того или иного фактора на уровень цифровизации субъектов. Планируется произвести тщательное изучение показателя нормативного регулирования процессов цифровизации на предмет возможности самостоятельного вычисления, либо необходимости включения в интегральный показатель. Дополнительное внимание планируется уделить социальным факторам, которые могли бы дополнить индекс человеческого развития, использовавшийся при расчетах в настоящей работе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поставленная цель настоящего исследования заключалась в применении интегрального показателя оценки уровня цифровизации регионов на основе существующих индикаторов.

В соответствии с поставленными задачами, был произведен обзор информационных источников, касающихся цифровой трансформации, индексов цифровизации и цифровых барьеров. Сделан вывод о широком спектре факторов, влияющих на барьеры перед цифровизацией и о схожести мнений авторов, касаясь разницы темпов развития новых технологий и адаптации организаций к изменениям, сопутствующим процессу развития информационно-коммуникационных технологий. Отмечается, что цифровая трансформация является катализирующим фактором к волне инноваций в бизнес-моделях и бизнес-процессах, которая может представлять угрозу выживания организации, вследствие чего, определение степени лояльности внешней среды можно считать важным фактором, обеспечивающим существования организаций.

Произведенная классификация барьеров по критериям цифровых барьеров, дефициту кадров и ресурсов, финансирования и рисков, позволила наглядно представить проблемы цифровой трансформации предприятий и положила начало к рассмотрению и сопоставлению существующих подходов к определению показателей, позволяющих описать степень благоприятности внешней среды организаций, переходящих в стадию цифрового существования.

Следующие индексы были отобраны для сравнительного анализа:

1. Digital Readiness Index (Индекс цифровой готовности).
2. ICT Development Index (Индекс развития ИКТ).
3. World Digital Competitiveness ranking (Всемирный рейтинг цифровой конкурентоспособности).
4. The Network Readiness Index (NRI).
5. Digital Economy and Society Index (DESI).
6. Индекс «Цифровая Россия».

Выяснено, что зарубежные исследования ориентированы на анализ межстрановых различий, а российские уделяют большее внимание оценке готовности регионов к внедрению цифровых технологий. Отмечено существование проблемы актуальности имеющихся данных ввиду лага от одного года – времени, необходимого на проведение исследований и их публикацию. Выделена проблема выбора предпочтительного набора показателей для оценки степени цифровизации в достаточной мере, при этом не

перегружая системы расчета избыточными данными.

Определены 8 принципов системного подхода, на основе которых сформулированы требования к интегральному показателю оценки уровня цифровизации регионов. В соответствии с выделенными принципами, сформированы эндогенные показатели, показатели второго и третьего уровней, и, непосредственно, интегральный показатель оценки уровня цифровизации. Для каждого из эндогенных показателей было произведено соотнесение с показателями из открытых источников. Проведен анализ нового интегрального показателя на соответствие выделенным принципам системного подхода.

При расчете эндогенного показателя, отражающего способности населения к переобучению, использован метод нечетких множеств. Индекс дохода и индекс ожидаемой продолжительности жизни рассчитаны с применением метода линейного масштабирования.

Произведено апробирование интегрального показателя оценки уровня цифровизации регионов на материалах Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Результаты работы апробированы, в том числе, в научной публикации «Формирование системы индикаторов для мониторинга процессов цифровизации национальной экономики» [61].

Представлена характеристика уровня цифровизации Санкт-Петербурга и Ленинградской области с выделением аспектов, связанных с низкими значениями некоторых внутренних показателей интегрального показателя.

Определены возможные направления использования предлагаемого показателя, как на региональном уровне, так и отдельными субъектами хозяйственной деятельности для выработки стратегии развития.

Определен вектор дальнейших исследований, которые планируется связать с проведением корреляционного анализа для выявления взаимосвязей показателей с цифровизацией регионов и определения степени влияния факторов на уровень цифровизации субъектов Российской Федерации.

В планы дальнейших исследований, помимо перечисленного, входит подробный анализ показателя нормативного регулирования процессов цифровизации и социальным факторам в дополнение к использовавшемуся в расчетах данного исследования индексу человеческого развития.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сучалкина Е. А., Мальцева Е. А. Проблемы управления предприятиями в условиях цифровизации // Экономика и менеджмент развития предприятий, кластеров, объединений. 2020. С. 79-85.
2. Jan A.G.M. van Dijk. Digital divide research, achievements and shortcomings // Poetics. 2006. Vol. 34. P. 221-235.
3. Zhang B., Jin Z., Peng Z. Bridging the Digital Divide: Making the Digital Economy Benefit to the Entire Society. // Econstor. 2018. 30 p.
4. Hilbert M. Technological information inequality as an incessantly moving target: The redistribution of information and communication capacities between 1986 and 2010. // Jasist. 2013. 21 p.
5. DiMaggio P., Hargittai E. From the 'Digital Divide' to 'Digital Inequality': Studying Internet Use as Penetration Increases // Center for Arts and Cultural Policy Studies: Princeton University. 2001. 25 p.
6. Council of Economic Advisers issue brief: Mapping the digital divide. 2015. Режим доступа: https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/wh_digital_divide_issue_brief.pdf (Дата обращения: 27.05.2021).
7. Stanford Computer Science: An overview of the Digital Divide. Режим доступа: <https://cs.stanford.edu/people/eroberts/cs181/projects/digital-divide/start.htm> (Дата обращения: 27.05.2021).
8. U. S. News. Technology Overuse May Be the New Digital Divide. Режим доступа: <https://www.usnews.com/news/national-news/articles/2017-10-23/technology-overuse-may-be-the-new-digital-divide> (Дата обращения: 27.05.2021).
9. Pew Research Center. Digital gap between rural and nonrural America persists. Режим доступа: <https://www.pewresearch.org/fact-tank/2019/05/31/digital-gap-between-rural-and-nonrural-america-persists> (Дата обращения: 27.05.2021).
10. Pew Research Center. 10% of Americans don't use the internet. Who are they? Режим доступа: <https://www.pewresearch.org/fact-tank/2019/04/22/some-americans-dont-use-the-internet-who-are-they/> (Дата обращения: 27.05.2021).
11. Evolutionary media. Seven Bridges Over the Global Digital Divide. Режим доступа: <http://evolutionarymedia.com/papers/digitalDivide.htm> (Дата обращения: 27.05.2021).
12. IT & Society. The Global Digital Divide – Within and Between Countries. Режим доступа: http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:S4jAhm9hfqUJ:scholar.google.com/&hl=en&as_sdt=0,23 (Дата обращения: 27.05.2021).
13. A Report on the Telecommunications and Information

Technology Gap in America, Falling Through the Net: Defining the Digital Divide. 1999. Режим доступа: <https://www.ntia.doc.gov/legacy/ntiahome/fttn99/contents.html> (Дата обращения: 27.05.2021).

14. Гудкова Т. В. Экономическая эволюция фирмы: от классической концепции к цифровой экосистеме // Экономическое возрождение России. 2019. № 4. С. 74-84.

15. Бойко И. П., Евневич М. А., Экономика предприятия в цифровую эпоху // Российское предпринимательство. 2017. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomika-predpriyatiya-v-tsifrovuyu-epoxy> (Дата обращения: 27.05.2021).

16. Гилева Т. А. Цифровая зрелость предприятия: методы оценки и управления. // Экономические науки. 2019. С. 38-52.

17. Москалев Ю. А., Цифровая экономика и содержание цифровой стратегии предприятия // Вестник ТГУ, Экономика и управление. 2019. С. 232-238.

18. Галимова М. П. Готовность российских предприятий к цифровой трансформации: организационные драйверы и барьеры // Вестник УГНТУ. 2019. № 1. С. 27-37.

19. Мещеряков Д. А. Барьеры, сдерживающие развитие цифровой экономики на территории муниципальных образований // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. 2019. С. 587-589.

20. Лобанова З. И., Развитие цифрового предпринимательства как фактор повышения конкурентоспособности фирмы // Вестник Хабаровского государственного университета экономики и права. 2019. № 3. С. 52-57.

21. Ходковская Ю. В., Стояльцева А. А. Барьеры и эффекты внедрения цифровых технологий в нефтегазовый бизнес // Экономика и управление. 2018. № 6. С. 27-32.

22. Бакуменко Л. П., Костромина Е. В. Статистический анализ готовности регионов к участию в цифровой экономике // Статистика в цифровой экономике. Обучение и использование. 2018. С. 18.

23. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919> (Дата обращения: 27.05.2021).

24. Азаренко Н. Ю., Михеенко О. В. Оценка готовности региональной инфраструктуры к формированию и развитию цифровой экономики // Региональная экономика. 2018. С. 23.

25. Архипова М. Ю., Сиротин В. П. Детерминанты цифрового развития субъектов РФ // Статистика в цифровой экономике. Обучение и использование. 2018. С. 29.

26. Kozlov A., Kankovskaya A., Teslya A. Digital infrastructure as the factor of economic and industrial development: case of Arctic regions of Russian North-West // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2020. Т. 539. № 1. 9 p.
27. Архипова М. Ю., Сиротин В. П. Региональные аспекты развития информационно-коммуникационных и цифровых технологий в России // Экономика региона. 2019. Т. 15. № 3. С. 670-683.
28. Диденко Н. И., Скрипнюк Д. Ф., Кобылинский В. В. Оценка развития цифровой экономики на примере Европейского союза // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2020. Т. 11. № 2. С. 196–215.
29. Кох Л.В., Кох Ю.В. Анализ существующих подходов к измерению цифровой экономики // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2019. Т. 12. № 4. С. 78–89.
30. Козлов А. В., Каньковская А. Р., Тесля А. Б. Проблемы формирования цифровых компетенций персонала промышленных предприятий в условиях перехода к индустрии 4.0 // Вектор экономики. 2018. № 12. С. 86.
31. Kozlov A., Kankovskaya A., Teslya A. Comparative study of socio-economic barriers to development of digital competences during formation of human capital in Russian Arctic. IOP Publishing, 2019. 9 p.
32. Горшенин А. К. Развитие сервисов цифровых платформ для преодоления нефинансовых барьеров // Информатика и ее применения. 2018. № 4. С. 106-112.
33. Афонасова М. А. Ограничения и барьеры на пути перехода региона к цифровой экономике // Сборник трудов XX Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С 6-9.
34. Введение в «Цифровую» экономику / А. В. Кешелава В. Г. Буданов, В. Ю. Румянцев и др.; под общ. ред. А. В. Кешелава. М.: ВНИИГеосистем, 2017. 28 с.
35. Цифровая грамотность для экономики будущего / Баймуратов Л.Р., Долгова О.А., Имаева Р.Г., Гриценко В.И., Смирнов К.В., Аймалетдинов Т.А.; Аналитический центр НАФИ. М.: Изд-во НАФИ. 2018. 73 с.
36. Митяева Н. В., Заводило О. В. Барьеры цифровой трансформации и пути их преодоления // Вестник СГСЭУ. 2019. № 3. С. 20-24.
37. Стрижов С. А. Барьеры и риски цифровой экономики // Электронный научный журнал «Управление экономическими системами». 2018.
38. Стрижов С.А. Устойчивое развитие в условиях Четвертой

промышленной революции // Актуальные проблемы социально-экономического развития России. 2017. № 4. С. 8.

39. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. Барьеры в развитии цифровой экономики в субъектах Российской Федерации. 2019. Режим доступа: <https://ac.gov.ru/archive/files/publication/a/25838.pdf> (Дата обращения: 27.05.2021).

40. Майоров В. А., Соколова Е. С. Современные проблемы цифровизации промышленных предприятий в России // Профессиональная наука. 2019. С. 37-46.

41. Иванов С. А., Горин С. А. Цифровизация экономики и проблемы кадрового обеспечения предприятий // Инженер. 2020. С. 19-24.

42. Гурлев И. В. Цифровизация экономики России и проблемы роботизации // Вестник Евразийской науки. 2020. С. 12-36.

43. Росконгресс. Доклад о развитии цифровой экономики в России. Конкуренция в цифровую эпоху: стратегические вызовы для России. Режим доступа: <https://roscongress.org/materials/doklad-o-razviti-tsfirovoy-ekonomiki-v-rossii-konkurenciya-v-tsfirovuyu-epokhu-strategicheskie-vyzov> (Дата обращения: 27.05.2021).

44. Machado C. G., Winroth M., Carlsson D. Industry 4.0 readiness in manufacturing companies: challenges and enablers towards increased digitalization // Procedia Computer Science. 2019. Vol. 81. P. 1113-1118.

45. Digital Maturity Model. Achieving Digital Maturity to Drive Grow. Режим доступа: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Technology-Media-Telecommunications/deloitte-digital-maturity-model.pdf> (Дата обращения: 27.05.2021).

46. Are You Ready for Digital Transformation? Measuring Your Digital Business Aptitude. Режим доступа: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pdf/2016/04/measuring-digital-business-aptitude.pdf> (Дата обращения: 27.05.2021).

47. Salman A. Evaluating user readiness towards digital society: a Rasch measurement model analysis // Procedia Computer Science. 2015. Vol. 65. P. 1154-1159.

48. Lucato W. C., Pacchini A. P., Facchini F. T. Model to evaluate the Industry 4.0 readiness degree in Industrial Companies // IFAC. 2019. Vol. 52. P. 1808-1813.

49. Cisco Global Digital Readiness Index, 2019. Режим доступа: https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/csr/reports/global-digital-readiness-index.pdf (Дата обращения: 27.05.2021).

50. The ICT Development Index (IDI): conceptual framework and methodology. Режим доступа: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/mis/methodology.aspx> (Дата обращения: 27.05.2021).
51. UNESCO Education Indicators Technical guidelines. http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/education-indicators-technical-guidelines-en_0.pdf (Дата обращения: 27.05.2021).
52. The IMD World Digital Competitiveness Ranking 2019 results. Режим доступа: <https://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-rankings/world-digital-competitiveness-rankings-2019/> (Дата обращения: 27.05.2021).
53. The Network Readiness Index 2020. Режим доступа: https://networkreadinessindex.org/wp-content/uploads/2020/11/NRI-2020-V8_28-11-2020.pdf (Дата обращения: 27.05.2021).
54. The Digital Economy and Society Index (DESI). Режим доступа: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/digital-economy-and-society-index-desi> (Дата обращения: 27.05.2021).
55. Индекс «Цифровая Россия». Отражение цифровизации субъектов Российской Федерации через призму открытых источников. Режим доступа: https://finance.skolkovo.ru/downloads/documents/FinChair/Research_Reports/SKOLKOVO_Digital_Russia_Resume_2019-04_ru.pdf (Дата обращения: 27.05.2021).
56. Методология расчета индекса «Цифровая Россия» субъектов Российской Федерации. Режим доступа: https://finance.skolkovo.ru/downloads/documents/FinChair/Research_Reports/SKOLKOVO_Digital_Russia_Methodology_2019-04_ru.pdf (Дата обращения: 27.05.2021).
57. Цифровая экономика. Краткий статистический сборник. Режим доступа: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/384119440.pdf> (Дата обращения: 27.05.2021).
58. Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: <http://www.gks.ru> (Дата обращения: 27.05.2021).
59. Bertalanffy L. General System Theory: Foundations, Development, Applications. New York: G. Braziller. 1968. 289 p.,
60. Блауберг И. В., Юдин Э. Г. Становление и сущность системного подхода. М: Издательство «Наука», 1973. 271 с.
61. Козлов А. В., Тесля А. Б., Иващенко А. А. Формирование системы индикаторов для мониторинга процессов цифровизации национальной экономики // Известия ВУЗов. 2021. № 1. С. 97-107.
62. Национальный рейтинг состояния инвестиционного климата. Режим доступа: https://asi.ru/government_officials/rating/ (Дата обращения: 27.05.2021).

63. Воробьев А. А., Глебова И. С., Закиров А. М. Уровень жизни как фактор цифровизации регионов России // Финансовая экономика. 2021. № 1. С. 152-155.
64. Zadeh L. A. Fuzzy Sets // Information and Control. 1965. Vol. 8, Issue 3. P. 338–353.
65. Карпова Н. А. Применение методов нечеткой логики при оценке и прогнозировании финансовой устойчивости консолидированных групп компаний // Интернет-журнал «Науковедение». 2015. Т. 7. С. 1-16.
66. Козлов А. В. Метод определения уровня развития цифровой инфраструктуры региона с применением аппарата нечетких множеств на примере Мурманской области // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2020. С. 106-117.
67. Халов Е. А. Систематический обзор четких одномерных функций принадлежности интеллектуальных систем // Информационные технологии и вычислительные системы. 2009. №3. С. 60-74.
68. Human development report. 2014. Режим доступа: http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr14_technical_notes.pdf (Дата обращения: 27.05.2021).
69. ЕМИСС. Государственная статистика. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/31293> (Дата обращения: 27.05.2021).

СВЕДЕНИЯ ОБ УЧАСТИИ АВТОРА В НАУЧНОЙ РАБОТЕ

Козлов А. В., Тесля А. Б., Иващенко А. А. Формирование системы индикаторов для мониторинга процессов цифровизации национальной экономики // Известия ВУЗов. 2021. № 1. С. 97-107.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А – Компиляция составляющих индексов с присвоением уникальных буквенно-цифровых обозначений

Фактор / Подход	Digital Readiness Index	ICT Development Index	World Digital Competitiveness ranking	Networked Readiness Index (NRI)	Digital Economy and Society Index (DESI)	Цифровая Россия	Другие источники
<i>1</i>	<i>Базовые потребности</i>	<i>Доступ</i>	<i>Знание</i>	<i>Технологии</i>	<i>Связь</i>	<i>Нормативное регулирование и административные показатели</i>	<i>Экономико-технологические факторы</i>
1.1	P11 Продолжительность жизни	Z11 Количество абонентов стационарной сети	W11 Талант	U11 Доступ	Q11 Покрытие широкополосного интернета	Y11 Регуляторная среда субъекта	X11 Степень цифровизации бизнеса
1.2	P12 Уровень смертности	Z12 Количество абонентов мобильной связи	W12 Образование	U12 Содержание	Q12 Отношение количества пользователей интернета на 100 человек	Y12 Задokumentированная информация об анализируемых технологиях	X12 Затраты на развитие цифровой экономики
1.3	P13 Доступ к электричеству	Z13 Скорость интернета	W13 Фокус на науке	U13 Технологии будущего	Q13 Покрытие 4G	Y13 Существование программы цифровизации	X13 ВРП на душу населения
1.4	P14 Доля населения с безопасными источниками воды	Z14 Домохозяйства с компьютерами			Q14 Покрытие мобильной связи		X14 Доля хозяйств в ВРП
1.5		Z15 Домохозяйства с интернетом			Q15 Скорость широкополосного интернета		
1.6					Q16 Цена широкополосного интернета		

Продолжение таблицы А

Фактор / Подход	Digital Readiness Index	ICT Development Index	World Digital Competitiveness ranking	Networked Readiness Index (NRI)	Digital Economy and Society Index (DESI)	Цифровая Россия	Другие источники
2	<i>Правительственные и бизнес-инвестиции</i>	<i>Использование</i>	<i>Технология</i>	<i>Люди</i>	<i>Человеческие ресурсы</i>	<i>Специализированные кадры и учебные программы</i>	<i>Уровень обеспеченности домохозяйств</i>
2.1	P21 Прямые иностранные инвестиции	Z21 Процент людей, пользующихся интернетом	W21 Нормативная база	U21 Отдельные лица	Q21 Базовые навыки.	Y21 Наличие образования и его уровень	X21 Доля расходов на продукты питания
2.2	P22 Затраты на исследования и разработку	Z22 Количество абонентов проводного интернета на 100 жителей	W22 Капитал	U22 Бизнесы	Q22 Навыки высокого уровня.	Y22 Присутствие специалистов цифровой экономики	X22 Доля населения с доходами ниже прожиточного минимума
2.3	P23 Инвестиционная свобода	Z23 Количество абонентов беспроводного интернета на 100 жителей	W23 Технологическая база	U23 Правительство	Q23 Базовое программное обеспечение.		X23 Абонентская плата за доступ к интернету в бюджете населения
2.4					Q24 Эквивалент полной занятости в сфере телекоммуникаций.		
2.5					Q25 Выпускники ИТ-специальностей		
3	<i>Простота ведения бизнеса</i>	<i>Навыки</i>	<i>Готовность к будущему</i>	<i>Деятельность органов власти</i>	<i>Использование интернета</i>	<i>Компетенции, технические заделы, уровень исследовательских работ</i>	<i>Социально-демографические факторы</i>
3.1	P31 Индекс легкости ведения бизнеса	Z31 Среднее количество лет образования жителей возрастом от 25 лет	W31 Адаптивное поведение	U31 Доверие	Q32 Пользователи интернета	Y31 Создание цифровых технологий	X31 Доля городского населения

Продолжение таблицы А

Фактор / Подход	Digital Readiness Index	ICT Development Index	World Digital Competitiveness ranking	Networked Readiness Index (NRI)	Digital Economy and Society Index (DESI)	Цифровая Россия	Другие источники
3.2	P32 Верховенство права	Z32 Валовый показатель охвата населения со средним образованием	W32 Гибкость бизнеса	U32 Регулирование	Q32 Интернет-трафик	Y32 Наличие компетенций	X32 Доля женской части населения
3.3	P33 Индекс эффективности логистики	Z33 Валовый показатель охвата населения с высшим образованием	W33 Внедрение информационных технологий	U33 Приобщение	Q33 Видеозвонки	Y33 Наличие прав на использование объектов интеллектуальной собственности	X33 Доля населения в возрасте от 65 лет
3.4	P34 Время подключения электроснабжения				Q34 Банкинг		
3.5					Q35 Интернет-магазины		
4	<i>Человеческий ресурс</i>			<i>Влияние</i>	<i>Внедрение цифровых технологий</i>	<i>Информационная инфраструктура</i>	<i>Образованность и отношение к технологиям</i>
4.1	P41 Уровень грамотности			U41 Экономика	Q41 Доступность новых технологий	Y41 Развитие связи	X41 Отношение к роботам
4.2	P42 Индекс образования			U42 Качество жизни	Q42 Использование технологий организациями	Y42 Цифровая информационная инфраструктура	X42 Количество людей с образованием
4.3	P43 Доля работающего населения			U43 Вклад в устойчивый рост	Q43 Интернет-продажи малыми и средними предприятиями	Y43 Доступ к мощностям для электронных вычислений	X43 Доля работающего населения с высшим образованием
4.4	P44 Результаты экзаменационных тестов				Q44 Безопасные интернет-серверы		

Продолжение таблицы А

Фактор / Подход	Digital Readiness Index	ICT Development Index	World Digital Competitiveness ranking	Networked Readiness Index (NRI)	Digital Economy and Society Index (DESI)	Цифровая Россия	Другие источники
5	<i>Start-Up Environment</i>				<i>Цифровые услуги</i>	<i>Информационная безопасность</i>	
5.1	P51 Доступность и количество венчурных инвестиций				Q51 eParticipation Index	Y51 Степень цифровой защиты субъекта	
5.2	P52 Патенты и товарные знаки				Q52 Полнота интернет-сервисов	Y52 Наличие поддержки исследований в рассматриваемой области	
5.3	P53 Концентрация новых бизнесов				Q53 Открытые данные	Y53 Цифровизация систем безопасности	
6	Внедрение технологий					Социальный эффект от внедрения цифровизации	
6.1	P61 Распространенность мобильной связи					Y61 Использование современных технологий в различных общественных отраслях	
6.2	P62 Использование интернета					Y62 Использование новых технологий в сфере государственного и му- ниципального управления	
6.3	P63 Общественные облачные сервисы					Y63 Использование цифровых технологий в сфере бизнеса	

Окончание таблицы А

Фактор / Подход	Digital Readiness Index	ICT Development Index	World Digital Competitiveness ranking	Networked Readiness Index (NRI)	Digital Economy and Society Index (DESI)	Цифровая Россия	Другие источники
7	<i>Технологическая инфраструктура</i>					<i>Экономические показатели цифровизации</i>	
7.1	P71 Количество абонентов мобильной связи					Y71 Инвестирование в цифровую экономику	
7.2	P72 Число стационарных абонентов					Y72 Выручка от использования организациями современных технологий	
7.3	P73 Безопасные интернет- серверы					Y73 Количество электронных платежей частных лиц	
7.4	P74 Доступ домохозяйств к интернету					Y74 Количество грантов, связанных с исследуемой темой	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б – Сопоставление экзогенных факторов при расчете индексов

Характеристика факторов	Digital Readiness Index	ICT Development Index	World Digital Competitiveness ranking	Networked Readiness Index	Digital Economy and Society Index (DESI)	Цифровая Россия	Другие источники
Демография и потребности общества	Базовые потребности						Социально-демографические факторы
							Уровень обеспеченности домохозяйств
Навыки и возможности обучения	Человеческий ресурс	Навыки	Знание	Люди	Человеческий капитал	Компетенции, технические заделы, уровень исследовательских работ	Образованность и отношение к технологиям
						Специализированные кадры и учебные программы	
Лояльность внешней среды	Простота ведения бизнеса		Готовность к будущему	Воздействие		Нормативное регулирование и административные показатели	
Сопутствующие инфраструктуры	Внедрение технологий	Использование	Технология	Технологии	Использование интернета	Информационная инфраструктура	Экономико-технологические факторы
	Технологическая инфраструктура	Доступ			Интеграция цифровых технологий организациями	Информационная безопасность	
Поддержка государства и бизнеса	Start-Up Environment			Власть		Экономические показатели цифровизации	
	Правительственные и бизнес-инвестиции				Социальный эффект от внедрения цифровизации		

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В – Анализ индексов на соответствие принципам формирования

№ п/п	Принцип	Digital Readiness Index (DRI)	ICT Development Index	World Digital Competitiveness ranking	Networked Readiness Index (NRI)	Digital Economy and Society Index (DESI)	Цифровая Россия	Интегральный показатель оценки уровня цифровизации регионов
1.	Целостность	реализован	реализован	реализован	реализован	реализован	реализован	реализован
2.	Структурированность	реализован	реализован	реализован	реализован	реализован	реализован	реализован
3.	Иерархичность	реализован	реализован	реализован	реализован	реализован	реализован	реализован
4.	Комплексность	частично	нет	частично	частично	частично	частично	частично
5.	Сопоставимость	реализован	реализован	частично	частично	частично	частично	реализован
6.	Доступность	частично	реализован	частично	частично	частично	частично	реализован
7.	Адаптивность	реализован	реализован	частично	частично	частично	частично	частично
8.	Динамичность	частично	реализован	частично	частично	частично	частично	реализован

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица Г – Новый интегральный показатель оценки уровня цифровизации регионов

Показатели второго уровня	Показатели третьего уровня	Эндогенные показатели
1. Показатели, характеризующие внешние условия, созданные для реализации процессов цифровой трансформации	1.1. Показатели нормативного регулирования цифрового бизнеса	1.1.1. Оценка делового климата и «легкости» ведения бизнеса
		1.1.2. Оценка уровня нормативного регулирования процессов цифровизации
		1.1.3. Уровень информационной безопасности в использовании цифровых технологий
	1.2. Показатели уровня развития цифровой инфраструктуры	1.2.1. Объем инвестиций в цифровую экономику, доля в общей величине инвестиций
		1.2.2. Наличие специалистов цифровой экономики
		1.2.3. Уровень цифровой грамотности населения
2. Показатели, характеризующие фактическое использование возможностей экономическими субъектами, предприятиями, организациями	2.1. Показатели, характеризующие доступ экономических субъектов к информационно-коммуникационным технологиям	2.1.1. Использование персональных компьютеров, % организаций
		2.1.2. Организации, использующие системы электронного документооборота, % организаций
		2.1.3. Использование глобальных сетей, % организаций
		2.1.4. Использование сети Интернет, % организаций
		2.1.5. Из них широкополосный доступ, % организаций
	2.2. Показатели фактического использования возможностей экономическими субъектами	2.2.1. Организации, имевшие Веб-сайт, % от общего числа обследованных организаций
		2.2.2. Использование локальных вычислительных сетей, % организаций
		2.2.3. Организации, использовавшие специальные программные средства, всего % от общего числа обследованных организаций
		2.2.4. Организации, использующие автоматический обмен данными между своими и внешними информационными системами, %
3. Показатели, характеризующие общий человеческий потенциал региона	3.1 Показатели, отражающие взаимодействие населения с информационно-коммуникационными технологиями	3.1.1. Оценка населением роли цифровых технологий на рынке труда, % респондентов с положительным откликом
		3.1.2. Отношение населения к использованию информационно-коммуникационных технологий, % респондентов с положительным откликом
		3.1.3. Способность населения к переобучению
	3.2 Индекс человеческого развития (ИЧР)	3.2.1. Индекс ожидаемой продолжительности жизни
		3.2.2. Индекс образования
		3.2.3. Индекс дохода

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Таблица Д – Расчеты эндогенных показателей для оценки уровня цифровизации Санкт-Петербурга

Наименование показателя внутри индекса	Наименование используемого при расчетах показателя из открытых источников	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
		Первоначальные значения						Значения после масштабирования						Итоговые значения					
1.1.1. Оценка делового климата и «легкости» ведения бизнеса	Национальный рейтинг состояния инвестиционного климата	20	26	-	17	4	5	0,76	0,69	-	0,80	0,95	0,94	0,76	0,69	-	0,80	0,95	0,94
1.1.2. Оценка уровня нормативного регулирования процессов цифровизации	Индекс цифровизации регионов	0,77	0,84	0,91	0,93	0,91	-	0,77	0,84	0,91	0,93	0,91	-	0,77	0,84	0,91	0,93	0,91	-
1.1.3. Уровень информационной безопасности в использовании цифровых технологий	Доля организаций, использовавших средства защиты информации, передаваемой по глобальным сетям, в общем числе обследованных организаций, использовавших:																		
	средства шифрования	55,5	54,4	55,3	55,6	52,3	48,9	0,56	0,54	0,55	0,56	0,52	0,49	0,72	0,70	0,71	0,71	0,68	0,66
	средства электронной цифровой подписи	88,1	84,8	86,7	87,1	84,4	82,8	0,88	0,85	0,87	0,87	0,84	0,83						
1.2.1. Объем инвестиций в цифровую экономику, доля в общей величине инвестиций	Объем инвестиций в основной капитал, направленных на приобретение информационного, компьютерного и телекоммуникационного (ИКТ) оборудования, в фактически действовавших ценах, млн рублей	20096,0	19250,7	19621,2	26531,5	26514,0	29928,7	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04
	Инвестиции в основной капитал по субъектам РФ, млн рублей	523331,0	483422,8	678642,2	672365,2	852922,9	744094,8												
1.2.2. Наличие специалистов цифровой экономики	Удельный вес занятых в секторе ИКТ в общей численности занятого населения	2,6	2,2	2,2	2,3	3,0	3,0	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03

Продолжение таблицы Д

Наименование показателя внутри индекса	Наименование используемого при расчетах показателя из открытых источников	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
		Первоначальные значения						Значения после масштабирования						Итоговые значения					
1.2.3. Уровень цифровой грамотности населения	Навыки работы населения на персональном компьютере в субъектах Российской Федерации																		
	Работа с текстовым редактором	-	50,8	-	-	66	63,3	-	0,51	-	-	0,66	0,63	-	0,42	-	-	0,46	0,43
	Передача файлов между компьютером и периферийными устройствами	-	54,7	-	-	50,3	47,8	-	0,55	-	-	0,50	0,48						
	Работа с электронными таблицами	-	35,7	-	-	33,5	35,1	-	0,36	-	-	0,34	0,35						
	Использование программ для редактирования фото, видео и аудиофайлов	-	24,9	-	-	32,3	23,8	-	0,25	-	-	0,32	0,24						
2.1.1. Использование персональных компьютеров, % организаций	Доля организаций, использовавших персональные компьютеры, в общем числе обследованных организаций	98,2	95,9	96,5	98,2	96,3	93,7	0,98	0,96	0,97	0,98	0,96	0,94	0,98	0,96	0,97	0,98	0,96	0,94
2.1.2. Организации, использующие системы электронного документооборота, %	Доля организаций, использовавших системы электронного документооборота, в общем числе обследованных организаций	63,1	65,8	69,6	69,9	68,5	68,6	0,63	0,66	0,70	0,70	0,69	0,69	0,63	0,66	0,70	0,70	0,69	0,69
2.1.3. Использование глобальных сетей, % организаций	Число организаций, использовавших информационные технологии																		
	Число обследованных организаций	-	-	-	5 738	6553	7120	-	-	-	0,98	0,96	0,93	-	-	-	0,98	0,96	0,93
	из них использовали глобальные информационные сети	-	-	-	5 604	6275	6643												
2.1.4. Использование сети Интернет, % организаций	Доля организаций, использовавших Интернет, в общем числе обследованных организаций	97,4	94,9	95,9	97,4	95,6	93,1	0,97	0,95	0,96	0,97	0,96	0,93	0,97	0,95	0,96	0,97	0,96	0,93
2.1.5. Из них широкополосный доступ, % организаций	Доля организаций, использующих широкополосный доступ к сети Интернет, в общем числе организаций	93,1	90,5	91,2	93,5	94,2	89,4	0,93	0,91	0,91	0,93	0,94	0,89	0,93	0,91	0,91	0,93	0,94	0,89
2.2.1. Организации, имеющие Веб-сайт, % от общего числа обследованных организаций	Доля организаций, имевших веб-сайт, в общем числе обследованных организаций	64,7	62,6	65,8	68,4	67,5	63,0	0,65	0,63	0,66	0,68	0,67	0,63	0,65	0,63	0,66	0,68	0,67	0,63

Окончание таблицы Д

Наименование показателя внутри индекса	Наименование используемого при расчетах показателя из открытых источников	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
		Первоначальные значения						Значения после масштабирования						Итоговые значения					
2.2.2. Использование локальных вычислительных сетей, % организаций	Доля организаций, использовавших локальные вычислительные сети в общем числе обследованных организаций	83,4	71,9	72,5	72,4	71,3	65,8	0,83	0,72	0,73	0,72	0,71	0,66	0,83	0,72	0,73	0,72	0,71	0,66
2.2.3. Организации, использовавшие специальные программные средства, всего % от общего числа обследованных организаций	Число организаций, использующих специальные программные средства:																		
	Число обследованных организаций	-	-	-	5 738	6553	7120	-	-	-	0,92	0,90	0,88	-	-	-	0,92	0,90	0,88
	из них использовавших специальные программные средства, всего	-	-	-	5 301	5891	6232												
2.2.4. Организации, использующие автоматический обмен данными между своими и внешними информационными системами, %	Организации, использующие технологии электронного обмена данными между своими и внешними информационными системами	-	72,4	-	-	73,7	72,4	-	0,72	-	-	0,74	0,72	-	0,72	-	-	0,74	0,72
3.1.1. Оценка населением роли цифровых технологий на рынке труда, % респондентов с положительным откликом	Оценка населением роли роботов на рынке труда	-	-	-	-	-	89	-	-	-	-	-	0,89	-	-	-	-	-	0,89
3.1.2. Отношение населения к использованию информационно-коммуникационных технологий, % респондентов с положительным откликом	Оценка населением влияния информационных технологий и информационно-коммуникационных сетей на жизнь	-	69,7	-	-	81	81,3	-	-	-	-	-	0,81	-	-	-	-	-	0,81
3.1.3. Способность населения к переобучению	Рассчитывается с использованием метода нечетких множеств																		0,61
3.2.1. Индекс ожидаемой продолжительности жизни	Индекс ожидаемой продолжительности жизни	-	0,82	0,83	-	-	-	-	0,82	-	-	-	-	-	0,82	-	-	0,86	0,87
3.2.2. Индекс образования	Индекс образования	-	1	1	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	1,00	-	-	1	1
3.2.3. Индекс дохода	Индекс дохода	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,84	0,86	0,87

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Таблица Е – Расчеты эндогенных показателей для оценки уровня цифровизации Ленинградской области

Наименование показателя внутри индекса	Наименование используемого при расчетах показателя из открытых источников	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
		Первоначальные значения						Значения после масштабирования						Итоговые значения						
1.1.1. Оценка делового климата и «легкости» ведения бизнеса	Национальный рейтинг состояния инвестиционного климата	13	20	-	20	12	9	0,85	0,76	-	0,76	0,86	0,89	0,85	0,76	-	0,76	0,86	0,89	
1.1.2. Оценка уровня нормативного регулирования процессов цифровизации	Индекс цифровизации регионов	0,77	0,84	0,91	0,93	0,91	-	0,77	0,84	0,91	0,93	0,91	-	0,77	0,84	0,91	0,93	0,91	-	
1.1.3. Уровень информационной безопасности в использовании цифровых технологий	Доля организаций, использовавших средства защиты информации, передаваемой по глобальным сетям, в общем числе обследованных организаций, использовавших:																			
	средства шифрования	39,1	42,8	49,5	45,1	47,9	45,6	0,39	0,43	0,49	0,45	0,48	0,46	0,61	0,63	0,68	0,65	0,66	0,63	
	средства электронной цифровой подписи	83,6	83,7	86,2	85,5	84,7	81,0	0,84	0,84	0,86	0,86	0,85	0,81							
1.2.1. Объем инвестиций в цифровую экономику, доля в общей величине инвестиций	Объем инвестиций в основной капитал, направленных на приобретение информационного, компьютерного и телекоммуникационного (ИКТ) оборудования, в фактически действовавших ценах, млн рублей	1116,6	1839,5	2846,6	3110,1	2635,1	3611,6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Инвестиции в основной капитал по субъектам РФ, млн рублей	170501,6	225915,3	264212,8	337673,8	511164,2	420872,2													
1.2.2. Наличие специалистов цифровой экономики	Удельный вес занятых в секторе ИКТ в общей численности занятого населения	1,2	0,8	1,3	1,1	1,5	1,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	

Продолжение таблицы Е

Наименование показателя внутри индекса	Наименование используемого при расчетах показателя из открытых источников	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
		Первоначальные значения						Значения после масштабирования						Итоговые значения					
1.2.3. Уровень цифровой грамотности населения	Навыки работы населения на персональном компьютере в субъектах Российской Федерации																		
	Работа с текстовым редактором	-	46,5	-	-	54,3	61	-	0,47	-	-	0,54	0,61	-	0,39	-	-	0,42	0,48
	Передача файлов между компьютером и периферийными устройствами	-	44,1	-	-	46,1	53,9	-	0,44	-	-	0,46	0,54						
	Работа с электронными таблицами	-	27,8	-	-	32,3	34,7	-	0,28	-	-	0,32	0,35						
	Использование программ для редактирования фото, видео и аудиофайлов	-	39,1	-	-	36,5	40,8	-	0,39	-	-	0,37	0,41						
2.1.1. Использование персональных компьютеров, % организаций	Доля организаций, использовавших персональные компьютеры, в общем числе обследованных организаций	96,4	97,1	97,5	98,5	97,7	95,6	0,96	0,97	0,98	0,98	0,98	0,96	0,96	0,97	0,98	0,98	0,98	0,96
2.1.2. Организации, использующие системы электронного документооборота, %	Доля организаций, использовавших системы электронного документооборота, в общем числе обследованных организаций	58,4	64,9	71,9	69,5	71,5	71,2	0,58	0,65	0,72	0,70	0,72	0,71	0,58	0,65	0,72	0,70	0,72	0,71
2.1.3. Использование глобальных сетей, % организаций	Число организаций, использовавших информационные технологии																		
	Число обследованных организаций	-	-	-	2 389	2626	2736	-	-	-	0,97	0,97	0,95	-	-	-	0,97	0,97	0,95
	из них использовали глобальные информационные сети	-	-	-	2 322	2536	2594												
2.1.4. Использование сети Интернет, % организаций	Доля организаций, использовавших Интернет, в общем числе обследованных организаций	94,8	95,2	96,1	96,8	96,4	94,3	0,95	0,95	0,96	0,97	0,96	0,94	0,95	0,95	0,96	0,97	0,96	0,94
2.1.5. Из них широкополосный доступ, % организаций	Доля организаций, использующих широкополосный доступ к сети Интернет, в общем числе организаций	89,0	88,0	90,7	92,5	93,9	89,6	0,89	0,88	0,91	0,93	0,94	0,90	0,89	0,88	0,91	0,93	0,94	0,90
2.2.1. Организации, имеющие Веб-сайт, % от общего числа обследованных организаций	Доля организаций, имевших веб-сайт, в общем числе обследованных организаций	47,3	49,5	48,7	58,6	61,0	59,8	0,47	0,50	0,49	0,59	0,61	0,60	0,47	0,50	0,49	0,59	0,61	0,60

Окончание таблицы Е

Наименование показателя внутри индекса	Наименование используемого при расчетах показателя из открытых источников	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
		Первоначальные значения						Значения после масштабирования						Итоговые значения					
2.2.2. Использование локальных вычислительных сетей, % организаций		72,0	65,4	68,6	64,4	66,6	67,7	0,72	0,65	0,69	0,64	0,67	0,68	0,72	0,65	0,69	0,64	0,67	0,68
2.2.3. Организации, использовавшие специальные программные средства, всего % от общего числа обследованных организаций	Число организаций, использующих специальные программные средства:																		
	Число обследованных организаций	-	-	-	2 389	2626	2736	-	-	-	0,91	0,91	0,89	-	-	-	0,91	0,91	0,89
	из них использовавших специальные программные средства, всего	-	-	-	2 177	2392	2440												
2.2.4. Организации, использующие автоматический обмен данными между своими и внешними информационными системами, %	Организации, использующие технологии электронного обмена данными между своими и внешними информационными системами	-	69,3	-	-	70,3	70,8	-	0,69	-	-	0,70	0,71	-	0,69	-	-	0,70	0,71
3.1.1. Оценка населением роли цифровых технологий на рынке труда, % респондентов с положительным откликом	Оценка населением роли роботов на рынке труда	-	-	-	-	-	89	-	-	-	-	-	0,89	-	-	-	-	-	0,89
3.1.2. Отношение населения к использованию информационно-коммуникационных технологий, % респондентов с положительным откликом	Оценка населением влияния информационных технологий и информационно-коммуникационных сетей на жизнь	-	69,7	-	-	81	81,3	-	-	-	-	-	0,81	-	-	-	-	-	0,81
3.1.3. Способность населения к переобучению	Рассчитывается с использованием метода нечетких множеств																		0,42
3.2.1. Индекс ожидаемой продолжительности жизни	Индекс ожидаемой продолжительности жизни		0,771	0,778	-			0	0,77	0,78	-	-	-	-	0,77	0,78	-	0,82	0,83
3.2.2. Индекс образования	Индекс образования		0,855	0,86				0	0,86	0,86	-	-	-	-	0,86	0,86	-	0,86	0,86
3.2.3. Индекс дохода	Индекс дохода		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,79	0,81	0,81

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Таблица Ж – Матрицы значений факторов способности населения к переобучению для Санкт-Петербурга и Ленинградской области

Матрица значений факторов для Санкт-Петербурга						
X_i	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	Вес, r
X1	0	0	0,44	0,56	0	0,2
X2	0,33	0,67	0	0	0	
X3	0	0	0,37	0,63	0	
X4	0	0	0,24	0,76	0	
X5	0	0	0	0	1	
$\sum \lambda$	0,33	0,67	1,04	1,96	1,00	
$\sum \lambda * r$	0,07	0,13	0,21	0,39	0,20	
Y_j	0,10	0,30	0,50	0,70	0,90	
$Y_j * \sum \lambda * r$	0,01	0,04	0,10	0,27	0,18	
Y	0,61					
Матрица значений факторов для Ленинградской области						
X_i	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	Вес, r
X1	0	0	0,25	0,75	0	0,2
X2	0	0	0	0	1	
X3	0,29	0,71	0	0	0	
X4	0,37	0,63	0	0	0	
X5	1	0	0	0	0	
$\sum \lambda$	1,66	1,34	0,25	0,75	1,00	
$\sum \lambda * r$	0,33	0,27	0,05	0,15	0,20	
Y_j	0,10	0,30	0,50	0,70	0,90	
$Y_j * \sum \lambda * r$	0,03	0,08	0,03	0,10	0,18	
Y	0,42					