

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЭКОНОМИКИ КАК ФАКТОР СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

### DIGITAL TRANSFORMATION OF THE ECONOMY AS A FACTOR OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE REGION

*И.А. АСТРАХАНЦЕВА, А.А. ХОМЯКОВА*

*I.A. ASTRAHANCEVA, A.A. HOMYAKOVA*

(Ивановский государственный химико-технологический университет)

(Ivanovo State University of Chemistry and Technology)

E-mail: xomakova@mail.ru

*Представленная статья посвящена оценке влияния процессов цифровизации на социально-экономические показатели эффективности функционирования экономики региона. Цифровизация экономики региона рассматривается как процесс, включающий разработку информационных систем и технологий, и их "встраивание" в деятельность хозяйствующих субъектов, в социальные сферы жизнедеятельности населения и внутреннюю работу правительственных организаций, структур и ведомств. Проведен анализ использования сквозных цифровых технологий, формирующих процессы цифровизации, в деятельности отечественных предприятий и организаций. Охарактеризованы основные статистические показатели, используемые для оценки уровня цифровизации и социально-экономического развития региона. Проведен кластерный анализ, целью которого является выделение среди регионов Российской Федерации однородных по уровню цифровизации и социально-экономическим показателям групп. С целью выявления взаимосвязи между изменением уровня цифровизации экономики региона и эффективностью ее функционирования проведен корреляционно-регрессионный анализ. Информационная база проведенного анализа сформирована статистическими показателями социально-экономического развития субъектов Российской Федерации в период 2018-2020 гг. Проведенное исследование показало, что процессы цифровизации экономики оказывают существенное влияние на рост ВРП субъектов Российской Федерации. Внедрение сквозных цифровых технологий находится на своей начальной стадии и с разной степенью успешности осуществляется в регионах с различной отраслевой структурой производства. Выделены основные причины недостаточной активности процессов цифровизации экономики.*

*The presented article is devoted to assessing the impact of digital transformation on the socio-economic performance indicators of the region's economy. Digitalization of the regional economy is a process that includes the development of information systems and technologies, and their use in the activities of business entities, households and government bodies. The authors analyzed the use of end-to-end digital technologies that form digitalization processes in the activities of domestic enterprises and organizations. The main statistical indicators used to assess the level of digitalization and socio-economic development of the region are characterized. In order to identify groups of regions that are homogeneous in terms of the level of digitalization and socio-economic indicators, a cluster analysis was carried out. In order to identify the relationship between the change in the level of digitalization of*

*the region's economy and the efficiency of its functioning, a correlation-regression analysis was carried out. The information base of the analysis is formed by statistical indicators of the socio-economic development of the constituent entities of the Russian Federation in the period 2018-2020. The study showed that the processes of digitalization of the economy have a significant impact on the growth of the gross regional product. The introduction of end-to-end digital technologies is at its initial stage and is being carried out with varying degrees of success in regions with a different industrial structure of production. The main reasons for the insufficient activity of the processes of digitalization of the economy are identified.*

**Ключевые слова:** экономика региона, цифровая экономика, цифровизация, цифровая трансформация, кластер.

**Keywords:** regional economy, digital economy, digitalization, digital transformation, cluster.

В настоящее время цифровая трансформация является одной из приоритетных задач социально-экономического, научно-технического и инновационного развития национальной экономики. Ожидаемые эффекты от цифровизации охватывают широкий спектр задач: повышение эффективности использования ресурсов организаций, увеличение степени соответствия выпускаемой продукции (работ, услуг) требованиям потребителей, повышение уровня доступности услуг для различных групп населения, рост качества выпускаемой продукции, ускорение инновационных процессов и т.п. Исходя из этого очевидным последствием цифровизации на мезоуровне национальной экономической системы должно являться улучшение социально-экономического положения региона.

Несмотря на существующий сегодня интерес к вопросам цифровой трансформации экономики, актуализированный в числе других факторов и последствиями разразившейся пандемии Covid-19, в научной литературе, а также и в нормативно-правовых документах, в этой предметной области отсутствует терминологическая определенность. Так, согласно протоколу заседания подкомиссии по цифровой экономике Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности от 27.09.2019 № 577, цифровая экономика – деятельность по созданию, распространению и использова-

нию цифровых технологий и связанных с ними продуктов и услуг. Представленное определение сводит функционирование цифровой экономики к сектору информационно-коммуникационных технологий и позволяет рассматривать ее как отдельный вид экономической деятельности, включающей работу электронных сервисов, ориентированных на реализацию электронных товаров и услуг, зачастую с обменом электронными деньгами между участниками электронных сделок.

Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 гг. (Указ Президента РФ от 09.05.2017 №203) дает иное определение: цифровая экономика – хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг по сравнению с традиционными формами хозяйствования. В данном случае цифровая экономика рассматривается как своеобразная инновационная форма хозяйствования, применимая к любому виду экономической деятельности хозяйствующих субъектов. По нашему мнению, в данном случае речь идет не о цифровой экономике как таковой, а о цифровой трансформации (цифровизации) бизнес-процессов организаций. Подчеркнем, что цифровая трансформация бизнес-про-

цессов организаций осуществляется не только в отношении стадии производства, но и в отношении всех остальных стадий воспроизводственного цикла: обмена, распределения и потребления.

Соглашаясь с утверждением доктора экон. наук Мацкуляка И.Д., доктора экон. наук Кулигина и группы соавторов [1] о том, что "... применение индустриальных методов в свое время привело к возникновению современной машинной индустрии, распространению и развитию на этой основе индустриальной экономики. Такая тенденция вполне возможна и относительно цифровой экономики, но только в том случае, если в производительных силах и производственных отношениях общества произойдут такие коренные перемены, которые позволят имеющейся экономике перерасти в цифровую", констатируем: цифровая экономика – это совокупность отношений, складывающихся в системе производства, распределения, обмена и потребления, опосредованных использованием цифровых технологий.

Как справедливо отмечает член-корр. РАН, д. э. н., проф. В.А. Цветков, цифровая экономика подразумевает функционирование "...автоматизированных, общающихся с внешней средой, персонализированных цифровых производств (или умных заводов и фабрик), где все устройства, машины, продукция и люди общаются между собой посредством цифровых технологий и интернета" [2]. Таким образом, необходимым условием формирования цифровой экономики является цифровизация формирующих ее отношений.

Интересен подход к определению содержания процесса цифровизации, представленный группой исследователей под руководством доктора техн. наук, проф. Гюнтер Шу (Рейнско-Вестфальский технический университет Ахена), в концепции Индекса зрелости Индустрии 4.0 [3]. По мнению разработчиков проекта, цифровизация является первым этапом на пути развития Индустрии 4.0 и предполагает связанность используемых информационных систем и технологий друг с другом, что позволяет выстраивать систему ключевых биз-

нес-процессов компании. На стадии информатизации разные информационные технологии используются для более эффективного выполнения повторяющихся задач отдельно друг от друга, а возможность их коммуникации между собой означает цифровизацию [3]. Как справедливо подчеркивает Петер Верхоев и группа исследователей [4], цифровая трансформация определяет, как бизнес использует цифровые технологии, для разработки новой цифровой бизнес-модели, включая изменения в стратегии, организации, информационных технологиях, цепочках поставок и маркетинге, с целью увеличения своей капитализации. Отметим, что в указанном исследовании, обсуждая терминологию, авторы разделяют понятия:

- оцифровка (digitization) – переход от аналоговой информации к цифровой автоматизация рутинных задач в рамках существующих бизнес-процессов (например, использование цифровых форм в процессах заказа, использования цифровых приложений в процедурах бухгалтерского и управленческого учета);

- цифровизация (digitalization) – использование цифровых технологий для изменения существующих бизнес-процессов, что обеспечивает более эффективную координацию между процессами и / или создает дополнительную ценность для клиентов за счет улучшения пользовательского опыта (например, создание омниканальной модели продаж, использование чат-ботов);

- цифровая трансформация (digital transformation) – переход к новой бизнес-модели за счет внедрения новой бизнес-логики капитализации фирмы (например, переход к бизнес-модели "продукт как услуга", цифровые платформы и бизнес-модели, основанные исключительно на данных).

Цифровизация экономики, по нашему мнению, представляет собой процесс, включающий разработку информационных систем и технологий, и их "встраивание" в деятельность хозяйствующих субъектов, в социальные сферы жизнедеятельности населения и внутреннюю работу правительственных организаций, структур и ве-

домств. Отметим, что, как правило, цифровизация не предполагает механическое "вшивание" существующих бизнес-процессов в информационные системы. Задачи цифровизации чаще всего решаются через трансформацию существующих процессов, их оптимизацию и реинжиниринг. При этом обязательным условием является коммуникация встраиваемых информационных систем и технологий друг с другом.

Осуществляемая в настоящее время цифровизация отечественной экономики связана с внедрением сквозных цифровых технологий, ресурсную основу для которых формирует соответствующая информационно-коммуникационная инфраструктура (рис. 1 – основные элементы цифровизации экономики региона).

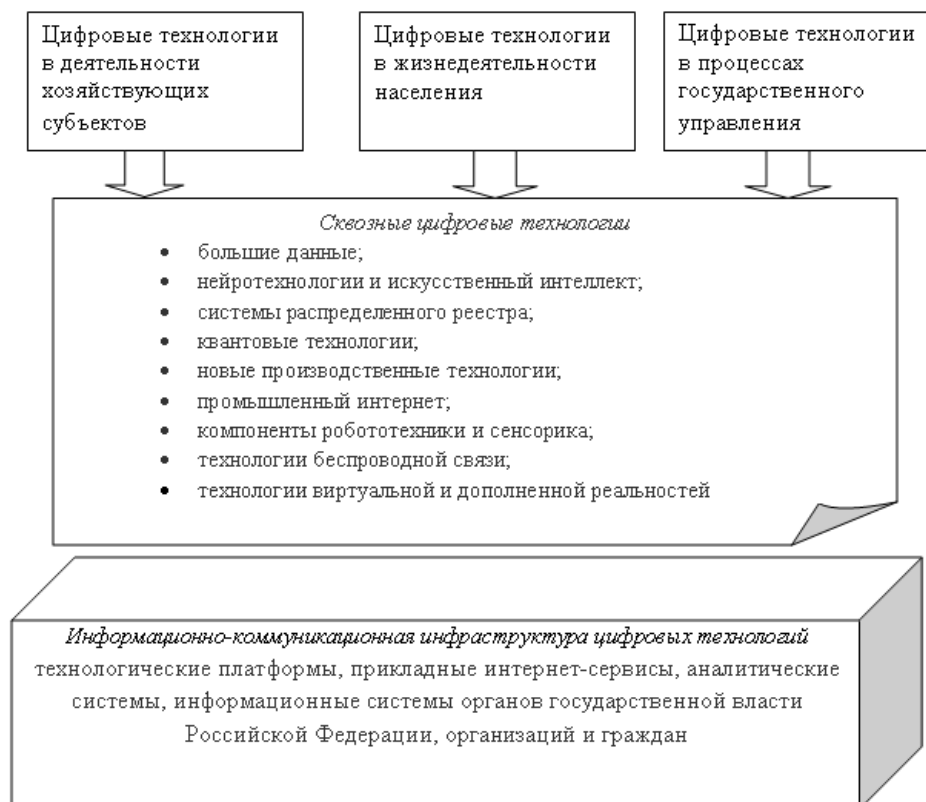


Рис. 1

Основными сквозными цифровыми технологиями, входящими в программу "Цифровая экономика Российской Федерации" (утв. распоряжением Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р), являются:

– большие данные – технологии сбора, обработки и хранения структурированных и неструктурированных массивов информации, характеризующихся значительным объемом и высокой скоростью изменений (в том числе в режиме реального времени), что требует специальных инструментов и методов работы с ними;

– нейротехнологии – киберфизические системы, частично или полностью замещающие или дополняющие функциониру-

ние нервной системы биологического объекта, в том числе на основе искусственного интеллекта;

– искусственный интеллект – комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, как минимум сопоставимые с результатами интеллектуальной деятельности человека;

– системы распределенного реестра – алгоритмы и протоколы децентрализованного хранения и обработки транзакций, структурированных в виде последователь-

ности связанных блоков без возможности их последующего изменения;

– квантовые технологии – технологии создания вычислительных систем, основанные на новых принципах (квантовых эффектах), позволяющие радикально изменить способы передачи и обработки больших массивов данных;

– новые производственные технологии – технологические процессы (включая машины, аппараты, оборудование и приборы), основанные на микроэлектронике или управляемые с помощью компьютера и используемые при проектировании, производстве или обработке продукции;

– промышленный интернет – сети передачи данных, объединяющие устройства в производственном секторе, оборудованные датчиками и способные взаимодействовать между собой и/или с внешней средой без вмешательства человека;

– компоненты робототехники – производственные системы, обладающие тремя или более степенями подвижности (свободы), построенные на основе сенсоров и искусственного интеллекта, способные контролировать свои действия, воспринимать окружающую среду и адаптироваться к ее изменениям;

– сенсорика – технологии создания устройств, собирающих и передающих информацию о состоянии окружающей среды посредством сетей передачи данных;

– технологии беспроводной связи – технологии передачи данных посредством стандартизированного радиointерфейса без использования проводного подключения к сети;

– технологии виртуальной реальности – технологии компьютерного моделирования трехмерного изображения или пространства, посредством которых человек взаимодействует с синтетической ("виртуальной") средой с последующей сенсорной обратной связью.

– технологии дополненной реальности – технологии визуализации, основанные на добавлении информации или визуальных

эффектов в физический мир путем наложения графического и/или звукового контента для улучшения пользовательского опыта и интерактивных возможностей.

Цифровые технологии в цифровой экономике могут выступать и средством, и предметом труда, являться результатом труда, а, учитывая бурное развитие технологий искусственного интеллекта и робототехники, могут и успешно вытеснять и замещать рабочую силу. Эффективное развитие рынков и отраслей (сфер деятельности) в цифровой экономике возможно только при наличии развитых платформ, технологий, институциональной и инфраструктурной сред. Экосистема цифровой экономики формируется партнерством организаций, обеспечивающим постоянное взаимодействие принадлежащих им технологических платформ, прикладных интернет-сервисов, аналитических систем, информационных систем органов государственной власти Российской Федерации, организаций и граждан.

По данным федерального статистического наблюдения по форме № 3-информ "Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг" [5] в 2020 г. технологии сбора, обработки и анализа больших данных использовали в своей хозяйственной деятельности 22,4%, технологии искусственного интеллекта – 5,4%, компоненты робототехники – 4,3%, промышленный интернет – 13,0% обследованных организаций (рис. 2).

Технологии анализа больших данных используются организациями преимущественно в процессах продаж и маркетинга (табл. 1 – доля организаций, использующих технологии анализа больших данных (составлено по данным [5])), при этом в качестве источника данных используются данные учетных систем предприятия, таких как ERP, CRM, SCM, HRIS и т.п., данные веб-сайта организации и данные, полученные из социальных сетей.

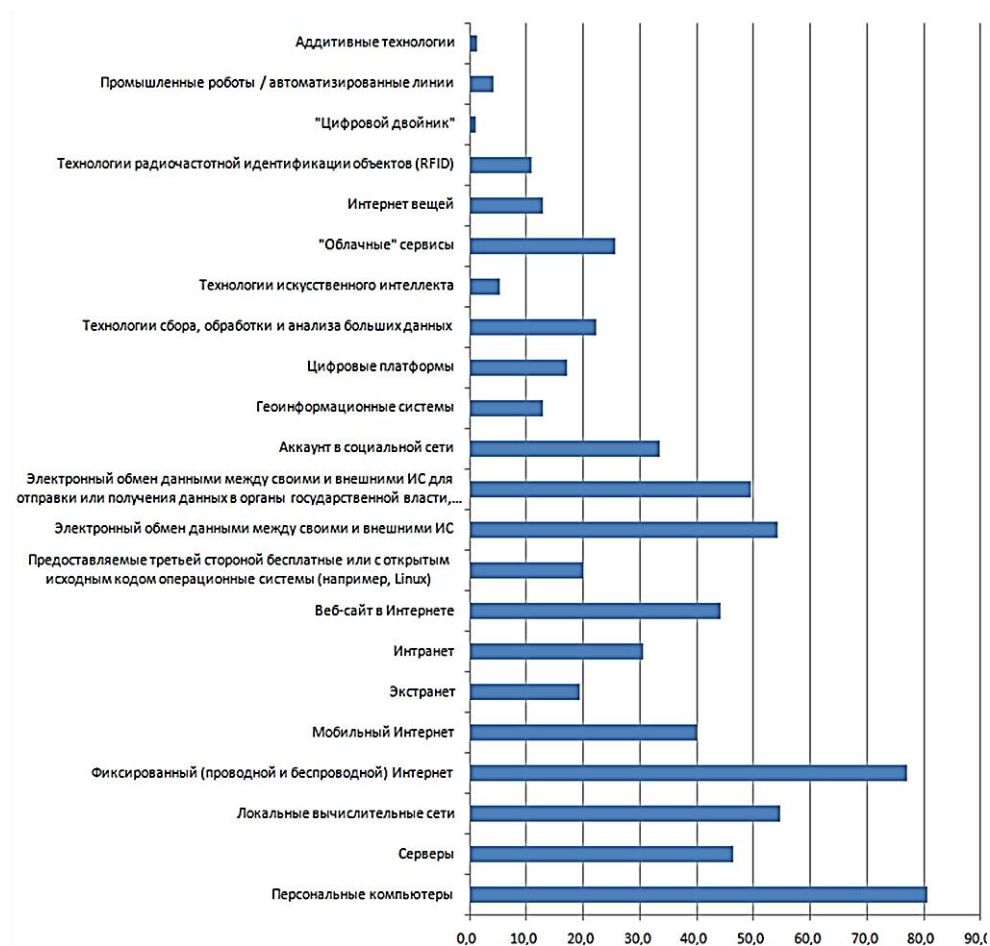


Рис. 2

Таблица 1

Источник данных	Сфера использования технологии				Не используется
	продажи и маркетинг	производственный процесс	обеспечение безопасности	другие цели	
Данные, передаваемые между различным оборудованием	1,5	2,8	1,3	0,6	93,9
Данные учетных систем предприятия	3,1	3,5	0,1	0,7	92,5
Данные геолокации	1,8	2,8	0,4	0,6	94,2
Данные веб-сайта организации	5,3	2,2	0,1	1,2	91,1
Данные операторов сотовой связи	2,2	3,2	0,2	0,9	93,4
Данные, полученные из социальных сетей	3,5	2,3	0,2	1	92,9
Дистанционное зондирование Земли	0,5	1,4	0	0,2	97,8

Технологии искусственного интеллекта используются преимущественно в производственных процессах (табл. 2 – доля организаций, использующих технологии искусственного интеллекта (составлено по данным [5])), при этом наиболее распространенными технологиями являются ин-

теллектуальный анализ данных, компьютерное зрение (технологии распознавания образов, изображений), рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений (технологии, принимающие самостоятельные решения, основанные на данных окружающей обста-

новки и используемые, например, в сервисных роботах, беспилотных транспортных средствах), автоматизация процессов, в

том числе с участием роботов (технологии, имитирующие человеческие действия для целей автоматизации)

Т а б л и ц а 2

Вид технологии искусственного интеллекта	Сфера использования технологии				Не используется
	продажи и маркетинг	производственный процесс	обеспечение безопасности	другие цели	
Распознавание и синтез речи	2,1	1,2	0,1	0,1	96,4
Интеллектуальный анализ данных	0,5	3	0,1	0,1	96,2
Компьютерное зрение	0,6	2,7	0,2	0,1	96,3
Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений	0,4	2,7	0	0,1	96,7
Автоматизация процессов	0,5	2,4	0	0,1	96,9
Технологии анализа данных, основанные на алгоритмах глубинного обучения	0,3	2,2	0	0,1	97,2
Обработка естественного языка	2,1	1,4	0	0,2	96,2

Технологии интернета вещей используются преимущественно для оптимизации потребления энергии (электрической, тепловой) на территории организации, наблюдения за активностью покупателей, отслеживания передвижения транспортных средств или продукции, автоматизации процесса производства, а также в управлении логистикой и движением продукции.

Статистические данные о состоянии процесса цифровизации российской экономики отражены в Мониторинге развития информационного общества в Российской Федерации, проводимом Росстатом. Мониторинг охватывает две группы показателей:

- показатели, отражающие такие факторы развития информационного общества, как человеческий капитал, инновационный потенциал, ИКТ-инфраструктура и доступ, экономическая среда, информационная индустрия, информационная безопасность;

- показатели, отражающие использование информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) для развития таких сфер, как электронное правительство, электронный бизнес, электронное образование, электронное здравоохранение, электронная культура, использование ИКТ домохозяйствами и населением [6].

По данным мониторинга развития информационного общества продемонстрируем динамику внедрения ИКТ в деятельности хозяйствующих субъектов (рис.3).

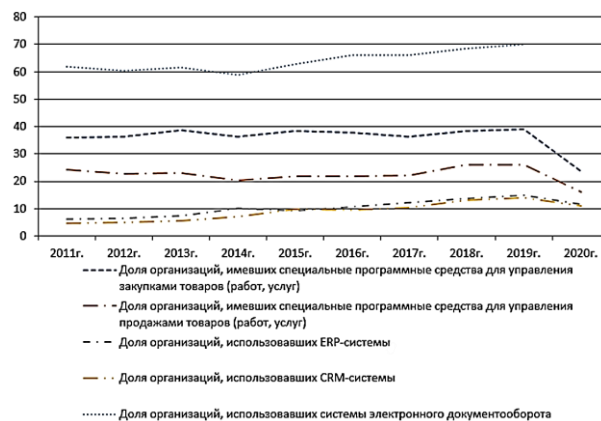


Рис. 3

Как видно из представленных на рисунке данных, подавляющее большинство обследованных организаций используют в своей хозяйственной деятельности ИКТ для автоматизации процессов документооборота, управления закупками и управления продажами. В существенно меньшей степени распространены системы управления отношениями с клиентами (CRM-системы), с помощью которых организация

собирает и накапливает информацию о различных сторонах деятельности своих клиентов, и информационные системы для идентификации и планирования всех ресурсов организации (ERP-системы), которые необходимы для осуществления продаж, производства, закупок и учета в процессе выполнения клиентских заказов. Отметим, что в целом в исследуемом периоде показатели не демонстрируют существенной динамики. В целом этот факт свидетельствует об отсутствии активных процессов цифровой трансформации в отечественной экономике. Сквозные информационные технологии постепенно встраиваются в бизнес-процессы современных организаций, однако уровень использования потенциала развития процесса цифровизации остается незначительным. Во многом такая ситуация может объясняться высокой сложностью решений, необходимостью их адаптации под особенности бизнес-процессов конкретной организации и/или необходимостью радикальной перестройки бизнес-процессов.

В контексте проводимого нами исследования интерес представляет задача оценки взаимосвязи между изменением уровня цифровизации экономики региона и эффективностью ее функционирования. В практике статистических исследований в агрегированном виде показатели цифровизации экономики представлены различными индексами. Так, Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ по данным Росстата, ОЭСР и Евростата рассчитывает и анализирует индекс цифровизации, который характеризует уровень использования определенного набора цифровых технологий, создающих стартовые условия цифровизации. Индекс рассчитывается для экономики в целом, бизнеса, финансового сектора, социальной сферы, органов власти. Индексы цифровизации для экономики и для бизнеса демонстрируют уровень использования широкополосного интернета, облачных сервисов, RFID-технологий, ERP-систем, включенность в электронную торговлю организаций предпринимательского сектора. Индексы цифровизации финансового сектора, социальной сферы и органов власти служат для оценки уровня использования широкополосного

интернета, облачных сервисов, RFID-технологий, ERP-систем. Индекс цифровизации рассчитывается как среднее арифметическое значение показателей удельного веса организаций (в общем числе организаций сегментов экономики), использующих соответствующие виды цифровых технологий [7].

Подробный сравнительный анализ индексов цифровизации представлен в исследовании группы авторов из Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого [10]. Профессор А.В. Козлов отмечает, что методика расчета интегрального показателя для всех индексов предполагает использование количественных переменных, которые берутся из открытых источников. Все исходные переменные (экзогенные факторы) преобразованы в основной (эндогенный) фактор. Итоговый показатель рассчитывается с учетом весовых коэффициентов, определяемых непосредственно создателями индекса. Среди рассмотренных индексов цифровизации можно назвать следующие.

*Всемирный рейтинг цифровой конкурентоспособности* (World Digital Competitiveness Ranking) рассчитывается Международным институтом управленческого развития и позволяет оценить интенсивность разработки и применения страной цифровых технологий, ведущих к трансформации государственного управления, бизнес-моделей и общества в целом. Индекс включает 51 индикатор и представляет собой среднее арифметическое трех субиндексов: Знания (Knowledge), Технологии (Technology) и Готовность к будущему (Future Readiness).

*Глобальный индекс сетевого взаимодействия* (Global Connectivity Index) рассчитывается компанией Huawei и позволяет оценить уровень и динамику развития ИКТ-инфраструктуры, а также проследить взаимосвязь между уровнем развития цифровых технологий в стране и экономическим ростом. Индекс рассчитывается на основе 40 индикаторов как среднее арифметическое четырех субиндексов: Спрос (Demand), Предложение (Supply), Алгоритмы взаимодействия (Experience) и Потенциал (Potential).



*Индекс готовности к сетевому обществу* (Network Readiness Index, NRI) характеризует уровень развития цифровых технологий и их влияние на экономический рост стран. С 2019 г. его разрабатывает Институт Портуланс (Portulans Institute). Индекс рассчитывается на основе 60 индикаторов как среднее арифметическое четырех субиндексов: Технологии (Technology), Люди (People), Управление (Governance) и Воздействие (Impact). В 2020 г. Индекс рассчитывался для 134 стран.

*Индекс развития электронного правительства* (E-Government Development Index) демонстрирует степень готовности стран к реализации и использованию услуг электронного правительства. Рассчитывается Департаментом по экономическим и социальным вопросам ООН (The United Nations Department of Economic and Social Affairs, UN DESA) на основе трех субиндексов: Государственные онлайн-сервисы (Online Service Index), Телекоммуникационная инфраструктура (Telecommunication Infrastructure Index) и Человеческий капитал (Human Capital Index).

*Индекс экономики знаний* (Knowledge Economy Index, KEI) рассчитывается международной организацией "Всемирный Банк". Индекс отражает состояние основных слагаемых экономики знаний: экономических стимулов и институционального режима, инновационной активности страны, уровня образования населения и развития ИКТ. Индекс используется для выявления "уязвимых мест" в научно-технологической и инновационной политике, а также для измерения готовности страны перейти к экономике, основанной на знаниях.

Эффективность функционирования региональной экономики также оценивается различными интегральными показателями. Так, экспертами агентства РИА Рейтинг по данным Минфина, Федерального казначейства и Росстата составлен рейтинг социально-экономического положения регионов [11]. Методика расчета рейтинга основана на агрегировании различных показателей, характеризующих социально-экономическое положение регионов. Отобранные показатели разделены на четыре группы.

1. Показатели масштаба экономики – объем производства товаров и услуг, доходы консолидированного бюджета, численность занятых в экономике, оборот розничной торговли.

2. Показатели эффективности экономики – объем производства товаров и услуг на душу населения, инвестиции в основной капитал на душу населения, доля прибыльных предприятий, уровень собираемости налогов.

3. Показатели бюджетной сферы – доходы консолидированного бюджета на душу населения, доля налоговых и неналоговых доходов в суммарном объеме доходов консолидированного бюджета, отношение госдолга к налоговым и неналоговым доходам консолидированного бюджета, отношение налоговых и неналоговых доходов консолидированного бюджета к расходам.

4. Показатели социальной сферы – отношение доходов населения к стоимости фиксированного набора потребительских товаров и услуг, уровень безработицы, ожидаемая продолжительность жизни при рождении, уровень младенческой смертности, смертность населения в возрасте 15...59 лет, доля населения с доходами ниже прожиточного минимума.

В ходе проведенного исследования нами проведен кластерный анализ, целью которого является выделение среди регионов Российской Федерации однородных по уровню цифровизации и социально-экономическим показателям групп. В качестве материала исследования нами использованы статистические данные субъектов Российской Федерации за 2019 год. Набор данных сформирован по 5 показателям и содержит 410 уникальных показателей – 82 наблюдения по 5 показателей в каждом. Основные статистические показатели, по которым проводилось исследование, следующие:

VAR 1 – ВВП на душу населения (тыс.руб.);

VAR 2 – темп роста ВВП (%);

VAR 3 – рейтинг социально-экономического развития региона (РИА рейтинг);

VAR 4 – индекс цифровизации (методика НИУ ВШЭ).

Анализ зависимости между показателями производился с помощью коэффициента корреляции (табл. 3 – парные коэффициенты корреляции).

Т а б л и ц а 3

	VAR 1	VAR 2	VAR 3	VAR 4
VAR 1	1,00	0,04	0,36	0,16
VAR 2		1,00	-0,02	-0,01
VAR 3			1,00	0,56
VAR 4				1,00

Как видно из представленных в табл. 3 значений коэффициентов корреляции, признаки VAR 3-VAR 4; имеют заметную корреляцию (для интерпретации данных использована шкала Чеддока).

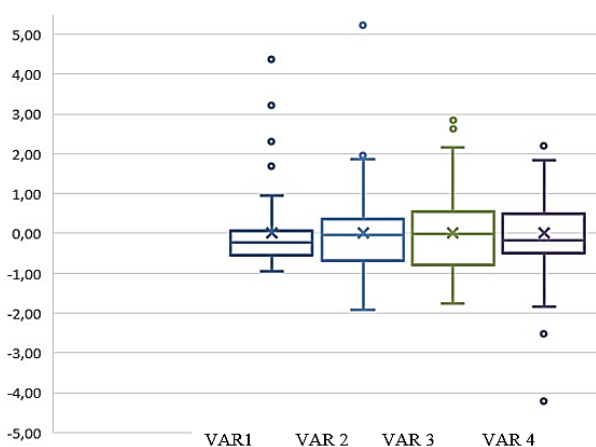


Рис. 4

Таким образом, наблюдается заметная связь между рейтингом социально-экономического развития и индексом цифровизации. Обращает на себя внимание также обратная связь между темпом роста ВРП и рейтингом социально-экономического развития, темпом роста ВРП и индексом цифровизации. Это позволяет предположить, что для регионов с высоким уровнем показателей цифровизации и социально-эконо-

мического развития не характерен значительный темп роста ВРП (такие регионы достигли определенного уровня "зрелости" и темпы роста их экономики, как правило, сравнительно не велики).

Предварительный статистический анализ каждого показателя (рис.4) произведен с помощью диаграммы размаха ("ящик с усами") (Box and Whisker Plot или Box Plot). На этапе предобработки набора данных проведена их стандартизация. У всех показателей имеются выбросы за полуторный межквартильный размах, то есть параметры сильно варьируют по различным регионам. В целом выявленная неоднородность регионов позволяет предположить возможность их кластеризации по выбранным признакам.

Кластеризация регионов по указанным параметрам была проведена с помощью метода k – средних [13].

Как видно из представленных в табл. 4 данных, исходя из критерия максимина F-статистики и р-значимости <math><0.05</math>, оптимально разбиение регионов на 4 кластера.

Результаты осуществленной в ходе исследования кластеризации регионов представлены в табл. 5 и 6 (результаты кластерного анализа и характеристики региональных кластеров: приведены средние значения показателей)).

Т а б л и ц а 4

Показатель	n=3		n=4	
	F- статистика	P-значимость $\alpha=0,05$	F- статистика	P-значимость $\alpha=0,05$
VAR 1	53,110	0,0000	65,283	0,0000
VAR 2	7,9271	0,0007	20,613	0,0000
VAR 3	38,141	0,0000	22,496	0,0000
VAR 4	24,669	0,0000	15,601	0,0000

Т а б л и ц а 5

Состав кластера	Характеристика
Белгородская область; Воронежская область; Калужская область; Липецкая область; Тамбовская область; Тульская область; Ярославская область; г. Москва; Вологодская область; Ленинградская область; Новгородская область; г. Санкт-Петербург; Краснодарский край; Ростовская область; Ставропольский край; Республика Башкортостан; Республика Татарстан; Пермский край; Нижегородская область; Оренбургская область; Самарская область; Свердловская область; Челябинская область; Красноярский край; Кемеровская область; Новосибирская область	<p>Высокий рейтинг социально-экономического развития и индекс цифровизации</p> <p>Отраслевой состав кластера</p> <p>В составе кластера большинство регионов формируют ВРП преимущественно продукцией обрабатывающей промышленности</p>

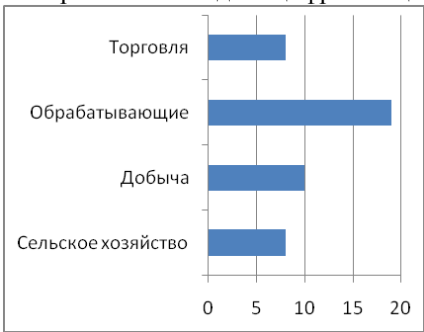
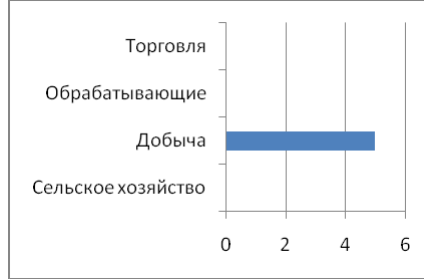
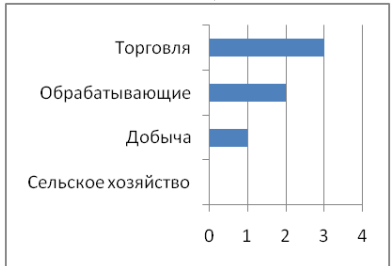
<p>Брянская область; Ивановская область; Костромская область; Курская область; Орловская область; Рязанская область; Смоленская область; Тверская область; Республика Карелия; Республика Коми; Архангельская область; Калининградская область; Псковская область; Республика Адыгея; Республика Калмыкия; Республика Крым; Астраханская область; Волгоградская область; Республика Дагестан; Республика Ингушетия; Кабардино-Балкарская Республика; Карачаево-Черкесская Республика; Республика Северная Осетия – Алания; Чеченская Республика; Республика Марий Эл; Республика Мордовия; Удмуртская Республика; Чувашская Республика; Кировская область; Пензенская область; Саратовская область; Ульяновская область; Курганская область; Республика Алтай; Республика Тыва; Республика Хакасия; Алтайский край; Иркутская область; Омская область; Томская область; Республика Бурятия; Забайкальский край; Камчатский край; Хабаровский край; Еврейская автономная область</p>	<p>Низкий ВРП, низкий рейтинг социально-экономического развития и индекс цифровизации</p>  <p><i>Отраслевой состав кластера</i></p> <p>Отраслевой состав кластера очень разнообразен. В состав кластера вошли практически все сельскохозяйственные регионы, большинство регионов добывающей и обрабатывающей промышленности</p>
<p>Тюменская область; Республика Саха (Якутия); Магаданская область; Сахалинская область; Чукотский автономный округ</p>	<p>Высокий ВРП, средний рейтинг социально-экономического развития и индекс цифровизации</p>  <p><i>Отраслевой состав кластера</i></p> <p>В состав кластера вошли только регионы добывающей промышленности</p>
<p>Владимирская область; Московская область; Мурманская область; г. Севастополь; Приморский край; Амурская область</p>	<p>Высокий темп роста ВРП, ВРП, средний рейтинг социально-экономического развития и индекс цифровизации</p>  <p><i>Отраслевой состав кластера</i></p> <p>В состав кластера вошли регионы с преобладанием обрабатывающей промышленности и торговли</p>

Таблица 6

Показатель	Кластеры			
	1	2	3	4
ВРП на душу населения (VAR1), руб.	573733	383332	1892178	547220
Темп роста ВРП (VAR 2), %	101,10	101,49	103,00	107,10
Рейтинг СЭР (PIA рейтинг) (VAR X3)	57,36	32,53	42,08	46,53
Индекс цифровизации (VAR 4)	31,04	27,07	27,40	29,17

На рис. 5 проиллюстрированы средние значения показателей в каждом кластере. Как видно из представленных данных, регионы с наиболее высоким уровнем цифровизации входят в кластер регионов с преимущественно обрабатывающей промышленностью, существенным уровнем ВРП на

душу населения и высоким рейтингом социально-экономического развития. Кластер наименее цифровизованных регионов составили сельскохозяйственные регионы с низким ВРП и низким рейтингом социально-экономического развития.

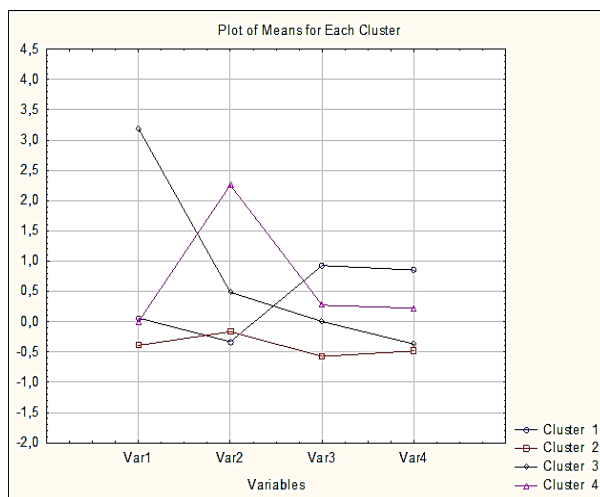


Рис. 5

Таким образом, полученные в результате кластеризации данные позволяют выдвинуть гипотезу о наличии зависимости между цифровизацией экономики и уровнем социально-экономического развития региона. При этом обращает на себя внимание тот факт, что наименее цифровизованными остаются сельскохозяйственные регионы, и, напротив, наиболее высокий уровень цифровизации характерен для регионов с преобладанием обрабатывающей промышленности.

С целью определения вклада различных факторов развития экономики региона в вариацию результирующего показателя его экономического развития в рамках проведенного исследования был осуществлен регрессионный анализ. В качестве материала исследования нами использованы статистические данные субъектов Российской Федерации за 2018-2019 гг. Набор данных сформирован по 4 показателям и содержит 656 уникальных показателей – 164 наблюдения по 4 показателя в каждом.

В ходе проведения регрессионного анализа были построены 4 типа моделей зависимости уровня социально-экономического развития региона (в качестве результирующего

показателя выбран ВРП) от следующих факторов:

X1 – затраты на внедрение цифровых технологий, млн. руб.;

X2 – стоимость основных фондов, млн. руб.;

X3 – численность рабочей силы, тыс. чел.

Анализ зависимости между показателями, проведенный с помощью коэффициента корреляции (табл. 7 – матрица парных коэффициентов корреляции), показал, что результирующий показатель имеет тесную связь со всеми предикторами.

Исходя из критерия максимизации коэффициента корреляции, наиболее адекватно зависимость отражает лог-логарифмическая модель (табл. 8 – анализ описательных статистик моделей регрессии), на 97,7% объясняющая вариацию ВРП тремя рассматриваемыми факторами:

$$\ln Y = 2.604 + 0.276 \ln X1 + 0.478 \ln X2 + 0.223 \ln X3.$$

Т а б л и ц а 7

	Y	X1	X2	X3
Y	1			
X1	0,879	1		
X2	0,960	0,864	1	
X3	0,881	0,757	0,835	1

Регрессионная статистика	Линейная зависимость	Линейно-логарифмическая зависимость	Лог-линейная зависимость	Лог-логарифмическая зависимость
Множественный R	0,973808315	0,736935638	0,868679385	0,977259503
R-квадрат	0,948302634	0,543074135	0,754603873	0,955036136
Нормированный R-квадрат	0,947333308	0,534506775	0,750002696	0,954193064
Стандартная ошибка	545816,2529	1622688,384	0,556172972	0,238071737

Данная модель показывает, что наиболее значимым фактором увеличения ВРП является ресурсная база основных фондов, при этом осуществляемые затраты на внедрение цифровых технологий также приводят к существенному увеличению величины ВРП.

Таким образом, проведенное исследование показало, что происходящие процессы цифровизации экономики оказывают прямое влияние на рост ВРП субъектов Российской Федерации. Процесс внедрения цифровых технологий находится на своей начальной стадии и с разной степенью успешности осуществляется в регионах с различной отраслевой структурой производства. Наиболее успешно цифровизация осуществляется в регионах с преимущественно обрабатывающей промышленностью, в то время как сельскохозяйственные регионы в наименьшей степени используют возможности цифровизации как драйвера экономического развития.

Среди основных причин недостаточной активности процессов цифровизации экономики следует назвать:

- низкая квалификация руководителей, не способных сформировать "цифровые компетенции" и преодолеть сопротивление изменениям со стороны сотрудников организации [8];

- риски, связанные с более широким внедрением цифровых технологий, такие как вопросы безопасности данных, отсутствие совместимости с существующими системами и недостаток контроля;

- отсутствие разработанной стратегии цифровой трансформации организации, в то время как цифровая трансформация не может являться самоцелью, она должна быть направлена на создание новых бизнес-моделей и лучшего пользовательского опыта [9];

- недостаток финансовых ресурсов, необходимых для приобретения и внедрения цифровых технологий [12].

С точки зрения государственного управления научно-технологическим развитием национальной экономики ключевым аспектом решения проблемы активизации процессов цифровизации является их финансовая поддержка в рамках либо "толкающей", либо "тянущей" модели. В первом случае перспективные цифровые технологии разрабатываются научными организациями и должны "проталкиваться" ими на рынок. Разработка подобных технологий по заказу заинтересованного предприятия характеризует "тянущую" систему организации процесса цифровизации, при которой под потребности конкретного предприятия формируется предложение. И в том и другом случае стимулирование процессов цифровизации государством может быть осуществлено посредством выделения целевого бюджетного финансирования. Выделение грантов разработчикам новых цифровых технологий поддерживает "толкающую" модель процессов цифровизации, тогда как выделение финансовых ресурсов предприятиям и организациям, заинтересованным во внедрении цифровых технологий, поддерживает "тянущую" модель процессов цифровизации. По нашему мнению, существенным риском воплощения "толкающей" модели процессов цифровизации является возникновения разрыва между разработанными цифровыми технологиями и реальными потребностями их пользователей. Указанный риск существенно увеличивается при предоставлении целевого (бесплатного и безвозвратного) бюджетного финансирования в случае, когда условия его предоставления не включают обязательную коммерциализацию разработанных технологий. В связи с этим наиболее

предпочтительным следует считать целевое финансирование проектов цифровизации предприятий и организаций, внедряющих у себя новые технологии. Однако особо подчеркнем, что, учитывая состав перечисленных причин недостаточной активности процессов цифровизации, одной лишь финансовой поддержки недостаточно: необходимо в обязательном порядке повышать цифровые компетенции руководителей организаций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мацкуляк И.Д., Кулигин В.Д., Мацкуляк Д.И., Нагдалиев Н.З.О. Цифровая экономика: теория, практика и перспектива // Вестник университета. – 2020, № 9. С. 106...112.
2. Цветков В.А. Цифровая экономика: проблемы развития и новые вызовы для экономической науки // Мат. Междунар. научн.-практ. конф.: Устойчивое и инновационное развитие в цифровую эпоху. Часть I., 22–23 мая 2019 г. – М.: Изд-во Московского гуманитарного университета, 2019.
3. Шу Г., Андерл Р., Гауземайер, Ю., тен Хомпель М., Вальстер В. и др. Индекс зрелости Индустрии 4.0 – Управление цифровым преобразованием компаний (acatech ИССЛЕДОВАНИЕ). – Munich: Herbert Utz Verlag 2017.
4. Verhoef P.C., Broekhuizen T., Bart Y., Bhattacharya A., Dong J.Q., Fabian N. and Haenlein M. Digital transformation: a multidisciplinary reflection and research agenda // Journal of Business Research – 2021. Vol. 122. P. 889...901.
5. Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг [Электронный ресурс] – URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/3-inform.html> (дата обращения 10.02.2022)
6. Показатели развития информационного общества в Российской Федерации [Электронный ресурс] / URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/14478#> (дата обращения 10.02.2022)
7. Абдрахманова Г.И., Вишневецкий К.О., Гохберг Л.М. и др. Индикаторы цифровой экономики // Статистический сб.: Нац. исслед. ун-т И60 "Высшая школа экономики". – М.: НИУ ВШЭ, 2021.
8. Fitzgerald M., Kruschwitz N., Bonnet D. and Welch M. Embracing digital technology: a new strategic imperative // Mit Sloan Management Review. – 2014. Vol. 55, № 2. P. 1.
9. McLaughlin S.A. Dynamic capabilities: taking an emerging technology perspective // International Journal of Manufacturing Technology and Management. – 2017. Vol. 31 Nos 1...3. P. 62...81.
10. Козлов А.В., Тесля А.Б., Иващенко А.А. Формирование системы индикаторов для мониторинга процессов цифровизации национальной экономики. // Изв. вузов. Серия "Экономика, финансы и управление производством". – 2021, № 01(47). С. 97...107. DOI 10.6060/ivecofin.20214701.522

11. Рейтинг социально-экономического положения регионов [Электронный ресурс] / URL: <https://ri-rating.ru/infografika/20210531/630201353.html> (дата обращения 02.02.2022)

12. Тумин В.М., Тумин В.В., Костромин П.А. О формировании эффективных управленческих решений по перспективному развитию территорий // Изв. вузов. Серия "Экономика, финансы и управление производством". – 2019, № 01(39). С. 18...22.

13. Власкина П.А., Ермолаев М.Б. Исследование интенсивности бизнес-процессов в регионах на основе кластерного анализа // Сб. научн. тр. вузов России "Проблемы экономики, финансов и управления производством". – 2019, № 44. С. 116...119.

#### REFERENCES

1. Matskulyak I.D., Kuligin V.D., Matskulyak D.I., Nagdaliev N.Z.O. Digital Economy: Theory, Practice and Perspective // Bulletin of the University. – 2020, No. 9. P. 106...112.
2. Tsvetkov V.A. Digital economy: problems of development and new challenges for economic science // Mat. International scientific-practical Conf.: Sustainable and Innovative Development in the Digital Age. Part I., May 22–23, 2019 - Moscow: Moscow University for the Humanities, 2019.
3. Shu G., Anderl R., Gauzemeier, J., ten Hompel M., Walster W. et al. Industry Maturity Index 4.0 – Managing the Digital Transformation of Companies (acatech RESEARCH). – Munich: Herbert Utz Verlag 2017.
4. Verhoef P.C., Broekhuizen T., Bart Y., Bhattacharya A., Dong J.Q., Fabian N. and Haenlein M. Digital transformation: a multidisciplinary reflection and research agenda // Journal of Business Research – 2021. Vol. 122. R. 889...901.
5. Information on the use of digital technologies and the production of related goods and services [Electronic resource] - URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/3-inform.html> (accessed 10.02.2022)
6. Indicators of the development of the information society in the Russian Federation [Electronic resource] / URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/14478#> (accessed 10.02.2022)
7. Abdrakhmanova G.I., Vishnevsky K.O., Gokhberg L.M. et al. Indicators of the digital economy // Statistical collection: Nat. research University I60 "Higher School of Economics". – М.: NRU HSE, 2021.
8. Fitzgerald M., Kruschwitz N., Bonnet D. and Welch M. Embracing digital technology: a new strategic imperative // Mit Sloan Management Review. - 2014. Vol. 55, No. 2. R. 1.
9. McLaughlin S.A. Dynamic capabilities: taking an emerging technology perspective // International Journal of Manufacturing Technology and Management. – 2017. Vol. 31 nos 1...3. P. 62...81.
10. Kozlov A.V., Teslya A.B., Ivashchenko A.A. Formation of a system of indicators for monitoring the processes of digitalization of the national economy // Izv. universities. Series "Economics, finance and production management". - 2021, No. 01(47). pp. 97...107. DOI 10.6060/ivecofin.20214701.522

11. Rating of the socio-economic situation of the regions [Electronic resource] / URL: <https://riarating.ru/infografika/20210531/630201353.html> (accessed 02.02.2022)

12. Tumin V.M., Tumin V.V., Kostromin P.A. On the Formation of Effective Management Decisions on the Perspective Development of Territories // *Izv. universities. Series "Economics, finance and production management"*. – 2019, No. 01(39). S. 18...22.

13. Vlaskina P.A., Ermolaev M.B. Study of the intensity of business processes in regions based on cluster analysis // *Sat. scientific tr. universities of Russia "Problems of Economics, Finance and Production Management"*. – 2019, No. 44. S. 116...119.

Поступила 18.02.22.

---