
РЕГИОНАЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗВИТИЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ¹

Дашкевич Павел Михайлович, ассис. каф.

Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская наб., 7/9,
Санкт-Петербург, Россия, 199034; e-mail: p.dashkevich@spbu.ru; pmd2015@ya.ru

Предмет: влияние цифровизации на процесс пространственного развития региона и формирование его пространственной структуры. *Цель:* актуализация теоретических представлений о пространственном развитии региона ввиду возрастающей роли цифровых технологий, а также формирование представлений о цифровом пространстве региона и его структуре. *Дизайн исследования:* проведен теоретический анализ научных трудов отечественных и зарубежных ученых в области пространственного развития, цифровых технологий и цифровизации. Обобщение накопленного опыта проведено на основе контент-анализа с применением системного подхода. Информационной базой исследования служат данные органов государственной статистики, аналитических агентств, исследовательских центров и др. *Результаты:* уточнено понятие «пространственное развитие». Установлено, что цифровые технологии становятся важным инструментом пространственного развития. Их применение ведет к снижению потребности в физическом перемещении, размыванию географических границ деятельности, формированию многополярной системы социально-экономических связей, сокращению точек очного оказания услуг, переводу административных и управленческих функций в дистанционный формат. Разработана модель пространственной структуры региона, которая раскрывается через сочетание природного, социально-экономического и цифрового пространства. Сформировано представление о цифровом пространстве региона и определено его место и структурные элементы. Полученные результаты расширяют представления о пространственном развитии региона и его пространственной структуре, восполняя пробел, возникший вследствие цифровизации.

Ключевые слова: пространственное развитие, пространственная структура, цифровизация, цифровое пространство, региональное развитие.

¹ Работа выполнена при поддержке СПбГУ, шифр заявки в системе Pure 131452274.

Введение

Истоки научного интереса к вопросам организации пространства и закономерностям его развития были заложены еще в трудах античных философов и экономистов. Пространственный контекст в построении идеальных государств и полисов прослеживается в трактатах Платона и Аристотеля («Государство», «Политика» и др.). Вместе с тем формирование основополагающих идей пространственного развития произошло только в первой половине XIX века с появлением теории сравнительных преимуществ Рикардо Д., теории размещения производства И.Г. фон Тюнена, Лаундхарта В. и Вебера А. [14]. Развитие неоклассических теорий к середине XX века способствовало разработке Кристаллером В. теории центральных мест. В 30-е-40-е годы прошлого века Колосовским Н.Н. были разработаны теории территориально-производственных комплексов и экономического районирования, сыгравшие основополагающую роль в развитии современных представлений о пространственной организации экономики. Во второй половине XX века Айзардом У. была предпринята попытка объединения ранее предложенных теорий, результатом которой стала общая теория размещения и комплексная межрегиональная модель пространственного равновесия. В это же время получила развитие концепция «полюсов роста» Перру Ф., идеи которой имеют связь с концепциями «центр–периферия» (Фридман Дж.) и пространственной диффузией нововведений (Хегерstrand Г.), а также легли в основу современных моделей промышленных кластеров (Портер М.).

Отмеченные выше труды служат фундаментом многих современных исследований, посвященных проблематике пространственного развития, вопросам эффективного использования природных ресурсов, преодолению социально-экономических диспропорций, сохранению человеческого капитала, реакции на современные вызовы глобализации и др. Вместе с тем научно-технический прогресс, развитие цифровых технологий и трансформация социально-экономических отношений формируют необходимость исследования влияния цифровизации на пространственное развитие региона и актуализации теоретических представлений о его пространственной структуре. Анализ современных научных трудов выявил существующий исследовательский пробел в обозначенном направлении, что определяет актуальность данной работы.

Методы и результаты исследования

Методологической основой исследования выступают труды отечественных и зарубежных ученых, посвященные теоретическим вопросам пространственного развития, а также влиянию цифровых технологий на различные аспекты хозяйственной деятельности. Информационную базу исследования составляют данные органов государственной статистики (Росстата), аналитических агентств, исследовательских центров и др. Обобщение накопленного опыта проведено на основе контент-анализа.

Широкое применение пространственного подхода в различных отраслях науки послужило возникновению многообразия толкований категории «пространственное развитие». Стоит отметить, что в научной литературе можно встретить сочетания «пространственное развитие территории» и «пространственное развитие региона». В контексте данного исследования категория «пространственное развитие» в большей степени рассматривается относительно региона – как элемента территориальной организации общества.

Поскольку «развитие» представляет собой процесс, то для толкования категории «пространственное развитие» справедливо применение процессного подхода. Кузнецов Е.Д.² определяет ее как «процесс структурирования и перераспределения хозяйственной деятельности в рамках территориальных единиц». Из определения следует, что объектами пространственного развития выступают только экономические отношения, связанные с производством, обменом товаров, выполнением работ или оказанием услуг. Схожее по смыслу определение дает Калинина Е.В.³, считая, что пространственное развитие региона – это «сложный процесс, включающий в себя эффективное использование ресурсов, оптимизацию производственных и социальных процессов, а также улучшение жизненного уровня населения». Но нельзя, однако, игнорировать среду, в которой функционирует хозяйство региона и осуществляется развитие его пространственной структуры. Такой средой является совокупность экосистем, образующих пространство региона. Назовем эту совокупность экологической составляющей пространства региона. Таким образом в пространственной структуре региона выделяются три основные и тесно взаимосвязанные составляющие: экономическая, социальная и экологическая и любое из них неправомерно игнорировать.

Бадараева Р.В. определяет пространственное развитие в качестве комплекса «организованных действий по управлению элементами и связями территорий, систему действий и политик, направленных на оптимизацию происходящих пространственных изменений» [2]. В предложенной дефиниции говорится об управлении пространственным развитием, но суть этого процесса осталась неосвещенной.

Согласно Суворовой А.В. «пространственное развитие – это изменение организации пространства (его структурных характеристик, плотности и т.д.), базирующееся на модификации социально-экономических процессов в разрезе территорий, а также собственно территориальных трансформациях, и влекущее за собой переход на новый качественный уровень экономических процессов и хозяйственной деятельности, осуществляемой в его границах» [13]. Пространственное развитие, понимаемое как развитие пространственной структуры региона, процесс перманентный и далеко не обязательно влечет за собой трансформации. Не вполне понятно, что в данной

¹ Кузнецов Е.Д. Основы региональной экономики. М., Экономика, 1993. 286 с.

³ Калинина Е.В. Современное пространство регионов России. Екатеринбург, УрГЭУ, 2022. 321 с.

дефиниции подразумевается под «новым качественным уровнем экономических процессов и хозяйственной деятельности».

Следует отметить, что пространственное развитие не является сугубо детерминированным процессом. Изменения, происходящие в природной среде, не всегда поддаются управлению, но это не отменяет необходимость целеполагания и планирования в управлении пространственным развитием. В таком случае более конструктивным представляется определение Лаженцева В.Н.⁴, который предлагает пространственное развитие трактовать как «согласованные на уровне мировых, национальных, региональных и локальных общественных и властных структур прогрессивные изменения в освоении и воспроизводстве природных ресурсов, размещении и внутреннем содержании производительных сил, в расселении населения и обустройстве среды жизнедеятельности». Такое определение позволяет сделать вывод, что процесс пространственного развития должен быть согласованным, что предполагает обязательный учет интересов различных групп – населения, субъектов хозяйственной деятельности, органы управления и т.д.

Важно отметить, что реализация интересов всех сторон не должна противоречить принципу устойчивости, который базируется на положениях Концепции устойчивого развития. В соответствии с современными представлениями развитие признается устойчивым, если оно обеспечивает удовлетворение потребностей нынешнего поколения без ущерба для возможностей будущих поколений удовлетворять свои потребности. Такая устойчивость достигается через гармоничное сочетание экономического роста, социальной справедливости и сохранения окружающей среды. Отметим, что вопросы устойчивого развития регионов были исследованы многими отечественными учеными, среди которых Бобылев С.Н., Кудрявцева О.В., Соловьева С.В., Ситкина К.С. [4], Флуд Н.А. [7, 16] и др. Ими были разработаны комплексные подходы к исследованию, оценке и прогнозированию устойчивости, предложены меры по обеспечению устойчивого роста и т.д.

Безусловно, взгляды, которые транслируются Концепцией устойчивого развития, должны учитываться при пространственном развитии [10]. В таком контексте может быть использовано понятие «устойчивое пространственное развитие региона», которое было охарактеризовано Трубиным В.С. как «стратегический процесс повышения эффективности развития регионального экономического пространства и направляемой гармонизации его траектории, темпа и способа с состоянием и потенциалом его природной и социальной среды» [15]. Недостатком данного определения является то, что достаточно широкая категория пространственного развития связывается только с повышением эффективности развития регионального экономического пространства, таким образом за рамками определения остается природное пространство.

⁴ Лаженцев В.Н. Исходные положения теории и методологии пространственного развития. Север и Арктика в пространственном развитии России. Москва; Апатиты; Сыктывкар, Изд-во Кольского науч. центра РАН, 2010.

Все рассмотренные выше определения в той или иной мере отражают сущность «пространственного развития», но вместе с тем не в полной мере учитывают актуальные для настоящего времени условия (обстоятельства), и, прежде всего, активное развитие цифровых технологий, цифровизацию и цифровую трансформацию, проникающие во все сферы жизнедеятельности. В этой связи считаем необходимым определить содержание данных явлений и обозначить их влияние на процесс пространственного развития.

Понятия «цифровые технологии», «цифровизация» и «цифровая трансформация» являются относительно новыми, в связи с чем дискуссия об их сущности ведется достаточно активно. В широком понимании цифровые технологии представляют собой разнообразные инновационные средства, основанные на использовании цифровой информации и обработке данных с помощью компьютерной техники и различных электронных устройств. Так, Зубрицкая И.А. определила цифровые технологии как «комплекс информационных, информационно-коммуникационных, сетевых технологий, основанных на принципе преобразования структурированных и неструктурированных данных в цифровые активы, а также способы их хранения, обработки, аналитики, адаптированные для оперативного принятия управленческих решений» [9]. К цифровым технологиям могут быть отнесены Интернет, беспроводная связь, блокчейн, нейротехнологии и искусственный интеллект, квантовые вычисления, системы распределенного реестра, виртуальная и дополненная реальность, Интернет вещей, цифровые платформы, компоненты робототехники и сенсорики, мобильные устройства, средства сбора, хранения, анализа и передачи информации и др. Логическим шагом развития цифровых технологий стало их применение в различных сферах хозяйственной деятельности, что дало старт процессу цифровизации. Паньшин Б. определил цифровизацию как «многоаспектные организационно-технологические процессы массового применения новых цифровых технологий в производстве и управлении с целью сокращения издержек и повышения скорости осуществления бизнес-процессов» [11]. Отметим, что применение цифровых технологий не ограничивается процессами производства и управления. Так, Пыткиным А.Н. был сделан вывод о том, что цифровые технологии являются стратегическим приоритетом развития промышленного производства, транспорта, связи, образования, здравоохранения, торговли, управления и финансовой сферы [12]. В рамках данной работы под цифровизацией предлагаем понимать процесс развития и диффузии цифровых технологий и связанных с ними инновационных решений во все сферы хозяйственной деятельности человека. Такой подход не противоречит общепринятым представлениям и позволяет охарактеризовать те условия, в которых сегодня реализуется процесс пространственного развития.

Ученые и эксперты отмечают, что цифровизация является одним из ключевых драйверов социально-экономического развития, способствуя ускорению экономических процессов и снижению региональных диспро-

порций [8, 18]. По нашему мнению, сегодня цифровые технологии также становятся важнейшим инструментом пространственного развития. Анализ практик применения цифровых технологий в различных сферах хозяйственной деятельности позволил определить влияние цифровизации на пространственное развитие региона (табл. 1).

Таблица 1

Влияние цифровизации хозяйственной деятельности на пространственное развитие региона*

Сфера хозяйственной деятельности	Проявление цифровизации	Влияние на пространственное развитие
Промышленность	Цифровые двойники процессов добычи полезных ископаемых, при поиске месторождений и бурении скважин, «умные» производства, автоматизация и роботизация, прогнозирование и предупреждение опасных производственных ситуаций	Формирование новых промышленных объектов при минимизации социальной инфраструктуры
Транспорт и логистика	Беспилотный транспорт, роботизация складских операций, единая платформа управления транспортной системой территории	Повышение пространственной связанности и транспортной доступности территорий, оптимизация маршрутов, сокращение временного расстояния, изменение формата транспортной инфраструктуры, изменение ранее сложившихся транспортно-логистических центров и путей и формирование новых
Энергетика	Возобновляемая энергетика, системы удаленного управления генерацией и потреблением, автоматизация взаимодействия потребителей и поставщиков энергоресурсов	Формирование и развитие локальных энергетических центров, перераспределение сетевой инфраструктуры или ее сокращение
Торговля	Электронная коммерция (онлайн-платформы, мобильные приложения и маркетплейсы), онлайн-консультации, кассы самообслуживания	Сокращение точек розничной торговли, развитие дарксторов (склад для сбора онлайн-заказов), снижение роли географической близости размещения товаров к потребителям, развитие курьерской службы, развитие транспортно-логистической инфраструктуры, размывание географических границ зоны торговли
Финансовые услуги	Онлайн-платежи, цифровые финансовые сервисы, интернет-банкинг, мобильные приложения	Сокращение точек очного предоставления услуг, сокращение инкассаторских служб, отсутствие необходимости перемещения между поселениями для получения услуг, повышение охвата населения услугами

Продолжение табл. 1

Сфера хозяйственной деятельности	Проявление цифровизации	Влияние на пространственное развитие
Госуправление и муниципальное управление	Перевод государственных и муниципальных услуг в онлайн-формат, электронный документооборот, электронная подпись для физических лиц, автоматизация рабочего места государственного служащего	Сокращение учреждений очного обслуживания населения и их концентрация в крупных поселениях, снижение потребности в перемещении между поселениями
Здравоохранение	Телемедицина, электронные медицинские карты, удаленная диагностика, портативные средства мониторинга собственного здоровья.	Централизация медицинской помощи, сокращение и концентрация объектов специализированного и высокотехнологичного медицинского обслуживания в крупных центрах, развитие сети учреждений первичного звена (в частности, фельдшерско-акушерские пункты), снижение потребности в перемещении между поселениями
Образование	Электронные образовательные платформы, электронные библиотеки и цифровые ресурсы, онлайн-курсы, интерактивные материалы, дистанционные технологии	Сокращение малокомплектных школ и концентрация учреждений очного образования в крупных поселениях, перевод «физических» классов в «виртуальные», снижение образовательной миграции
Администрирование и управление	Дистанционные средства коммуникации, перевод административных процессов в цифровой формат, формирование виртуальных управленческих команд	Рассредоточение работников по разным географическим точкам, сокращение объектов офисной инфраструктуры, сокращение маятниковой трудовой миграции, размытие географических границ занятости
Строительство	Цифровые модели объектов, использование дронов для обследования зданий, мониторинг состояния грунтов, геологические изыскания	Оптимизация размещения объектов жилищной, промышленной, транспортной и коммуникационной инфраструктуры
Сельское хозяйство	Технологии точного земледелия, аэромониторинг с помощью дронов и спутников, мониторинг и прогнозирование погоды, автоматизация производственных процессов	Обеспечение продовольственной безопасности территории, формирование сельскохозяйственных кластеров
Информационные технологии, связь и телекоммуникации	Перевод аналоговых технологий на цифровые, обновление оборудования, развитие спутниковой и оптоволоконной связи	Повышение информационно-телекоммуникационной связанности территорий, формирование центров хранения и обработки данных, размещение объектов информационно-коммуникационной инфраструктуры, обеспечение связи вдоль транспортных путей

Сфера хозяйственной деятельности	Проявление цифровизации	Влияние на пространственное развитие
Мониторинг и охрана окружающей среды	Дистанционный мониторинг состояния окружающей среды, отслеживание популяций животных и мест их обитания, прогнозирование и предупреждение природных катаклизмов, цифровое картографирование	Размещение автономных станций метеорологического мониторинга и экологических постов в удаленных и труднодоступных районах, сокращение численности работников метеорологических служб

* Источник: составлено автором.

Как видно из таблицы, проявление цифровизации и ее влияние на пространственное развитие во многих сферах хозяйственной деятельности имеет схожий характер. Таким образом можно выделить следующие общие тенденции в пространственном развитии, вызванные цифровизацией:

- снижение потребности в физическом перемещении человека;
- размывание географических границ хозяйственной деятельности;
- формирование многополярной системы социально-экономических связей;
- развитие сетевой инфраструктуры и рассредоточение источников ресурсов;
- сокращение точек очного предоставления услуг и их концентрация в наиболее населенных поселениях;
- перевод административных и управленческих функций в дистанционный формат.

Систематизация исследований позволила выделить основные положительные эффекты, оказываемые цифровизацией на пространственное развитие региона, которые обозначены ниже.

Повышение эффективности управления ресурсами и инфраструктурой. Цифровые технологии, такие как геоинформационные системы, умные города и др., позволяют управлять ресурсами, транспортной, социальной и производственной инфраструктурой, следить за состоянием окружающей среды. Примером успешного применения цифровых технологий в управлении северными территориями служит совместный опыт Госкорпорации «Росатом» и администрации города Южно-Сахалинска по подготовке муниципалитета к цифровой трансформации и внедрению методологии «Бережливый умный город» (Lean Smart City)⁵. Формирование единой цифровой среды Южно-Сахалинска позволило сократить период работы с обращениями граждан с шести рабочих дней до одного, а рас-

⁵ Как городу ускорить процессы, разгрузить сотрудников и сэкономить бюджет. РБК, 2021. Доступно: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/cmrm/601bfe339a794720547d7646?from=copy> (дата обращения: 06.09.2025).

ходы на данную работу в годовом выражении снизились почти в пять раз.

Формирование точек экономического роста и создание новых рабочих мест. По оценкам Глобального института McKinsey⁶, в мире к 2036 году в мире будет автоматизировано (в том числе за счет цифровизации) до 50% рабочих процессов, что приведет к значительному сокращению количества рабочих мест. В наибольшей мере это произойдет в сферах торговли, общественного питания и обслуживания клиентов. С другой стороны, появление и развитие онлайн-сервисов и цифровых платформ создают новые возможности для трудоустройства. Так, деятельность торговых онлайн-платформ (маркетплейсов) стимулирует экономику, логистику, рынок труда, в том числе в месте размещения логистических и складских комплексов. По данным⁷ Ozon, в экономике маркетплейса участвуют свыше 1,4 млн человек, из которых 80% работают в регионах. Открытие логистического центра маркетплейса Wildberries⁸ в городе Котовск Тамбовской области способствовало появлению нового источника доходов для населения и повышению уровня занятости. Мультипликативный эффект выразился в развитии других сфер локального бизнеса – открылись новые кафе, парикмахерские и т.д.

Возникновение новых форматов занятости и трудовой мобильности населения. По мере развития цифровых технологий и расширения процесса цифровизации все большую распространенность получают гибкий или полностью удаленный форматы работы. Опрос ВЦИОМ⁹ (февраль 2025 г.) показал, что каждый четвертый работающий россиянин (25%) полностью или частично трудится удаленно – 13% полностью удаленно и 12% в гибком формате (сочетают удаленную работу с работой из офиса). При этом 16% респондентов предпочли бы в дальнейшем преимущественно удаленный формат, а 34% – гибкий. Такие форматы занятости не требуют привязки места работы к месту проживания.

Расширение цифровых технологий и возможность удаленного формата работы ведет к децентрализации трудовой деятельности во времени и пространстве, что служит возникновению «виртуальной трудовой миграции». Данное явление Глущенко Г.И. определяет как «работу, которая пересекает национальные границы посредством онлайн-капитала, рабочей силы и информационных потоков» [5]. Автор приводит пример, что ранее специалисты по компьютерным технологиям из Индии и Китая для работы в США были вынуждены становиться иммигрантами [5]. Цифровизация позволила им сохранить место своего проживания, обеспечив их виртуальное взаимо-

⁶ Цифровая Россия: новая реальность. ООО «Мак-Кинзи и Компания СиАйЭс», 2017. Доступно: <https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/russia/our%20insights/digital%20russia/digital-russia-report.ashx> (дата обращения: 08.09.2025).

⁷ Более 1,4 миллиона человек задействованы в экономике Ozon. РИА Новости, 2024. Доступно: <https://ria.ru/20240411/sotrudniki-1939200937.html> (дата обращения: 10.09.2025).

⁸ Татьяна Ким и Евгений Первышов торжественно открыли логистический центр Wildberries. Forbes, 2025. Доступно: <https://www.forbes.ru/novosti-kompaniy/538430-tat-ana-kim-i-evgenij-pervysov-torzestvenno-otkryli-logisticskij-centr-wildberries> (дата обращения: 08.09.2025).

⁹ Работа из дома как новая норма. ВЦИОМ, 2025. Доступно: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/rabota-iz-doma-kak-novaja-norma> (дата обращения: 10.09.2025).

действие с работодателями из других географических точек. Отметим, что виртуальная трудовая миграция происходит и на межрегиональном уровне. Возможности удаленной работы можно использовать при решении проблемы обеспечения занятости населения в месте их проживания, а отсутствие необходимости физического перемещения обеспечивает сохранение населения в регионах с ограниченной экономической базой.

Повышение доступности услуг и улучшение качества жизни населения. Развитие цифровых сервисов расширяет доступ населения к образованию, здравоохранению, государственным услугам, расширяет возможности досуга, тем самым снижая социальную изоляцию отдаленных районов и повышая их привлекательность для проживания. Согласно результатам опроса ВЦИОМ¹⁰ (апрель 2024 г.), 8 из 10 россиян с разной периодичностью пользуются цифровыми (электронными) услугами (81%), в том числе 35% – ежедневно. Более 86% россиян получали государственные услуги в 2024 г. полностью или частично в цифровом формате [17].

Почти 72% населения России в 2024 г. использовали Интернет для заказа товаров (услуг) [17]. Согласно оценкам Ассоциации компаний интернет-торговли¹¹, доля интернет-торговли в общем обороте розничной торговли в РФ в 2024 г. составил 16,2%, при этом в некоторых регионах страны она значительно выше – в Чукотском АО – 38%, в Республике Алтай – 25,8%, в Магаданской области – 24,9%, в Москве – 20,8%.

Увеличивается доля взрослого населения, получающего медицинские услуги в формате онлайн. В 2023 г. 25,3% россиян использовали телемедицину, что на 2,2 п.п. больше, чем годом ранее¹². Наиболее популярными дистанционными медицинскими услугами являются получение/продление больничного листа (13,1%), получение направлений на обследование (12,5%) и рецептов на лекарства/детское питание (7%), онлайн-консультации (10,5%). Кроме того, современные технологии позволяют дистанционно предоставлять не только консультационные услуги, но и оказывать непосредственную медицинскую помощь. Так, например, российские ученые разработали робота «LevshAi», который позволяет дистанционно проводить эндоваскулярные хирургические операции на головном мозге человека [19].

Популярность онлайн-формата получения разного рода услуг и приобретения товаров во многом объясняется экономией времени на поездки и ожидание в очередях – 53% респондентов отметили это в качестве преимущества электронных услуг по сравнению с традиционными¹³. Предполагаем,

¹⁰ Наша цифровая повседневность. ВЦИОМ, 2024. Доступно: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/nasha-cifrovaja-povsednevnost> (дата обращения: 15.09.2025).

¹¹ Рынок интернет-торговли в России. Ассоциация компаний интернет-торговли, 2025. Доступно: <https://akit.ru/analytics/analyt-data> (дата обращения: 20.09.2025).

¹² Белая книга цифровой экономики 2023. АНО «Цифровая экономика», 2024. Доступно: https://ai.gov.ru/knowledgebase/infrastruktura-ii/2024_belaya_kniga_cifrovoy_ekonomiki_2023_ano_cifrovaya_ekonomika/ (дата обращения: 15.09.2025).

¹³ Наша цифровая повседневность. ВЦИОМ, 2024. Доступно: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/nasha-cifrovaja-povsednevnost> (дата обращения: 15.09.2025).

что дальнейшее развитие дистанционных форм взаимодействия существенно изменит географию социальных и экономических процессов.

Проведенный анализ свидетельствует о возрастающей роли цифровизации в пространственном развитии, что, по нашему мнению, требует отражения в обозначении сущности данной категории. В связи с этим считаем необходимым произвести уточнение и предложить следующее авторское определение: пространственное развитие – это процесс изменения пространственной структуры региона с учетом текущих и перспективных тенденций цифровизации, направленный на поиск оптимальной устойчивой структуры элементов и возникающих между ними связей, основанный на принципах согласованности, управляемости, комплексности и рациональном использовании ресурсов.

Результатом пространственного развития является формирование определенной пространственной структуры региона. Дефиниция «пространственная структура» в научной литературе имеет разное толкование. Если объектом анализа служат экономические процессы, то представления о пространственной структуре отождествляются с экономической (хозяйственной) структурой или экономическим пространством региона. Гранберг А.Г., определяя сущность экономического пространства, раскрывает то, какие оно содержит элементы. По его мнению, «экономическое пространство – это насыщенная территория, вмещающая множество объектов и связей между ними: населенные пункты, промышленные предприятия, хозяйственно освоенные и рекреационные площади, транспортные и инженерные сети и т.д.» [6]. Беков Р.С.¹⁴ же в своем определении делает акцент не на содержании структуры, а на взаимосвязях между ее элементами, считая, что пространственная структура региона есть не что иное, как совокупность экономических связей и отношений, которые возникают между хозяйственными субъектами регионального мезоуровня.

Безусловно, при изучении пространственного развития, можно ограничиться изучением экономического пространства, вместе с тем считаем, что пространственную структуру следует рассматривать шире, поскольку также необходимо учитывать характеристики природной среды, культурный и исторический контекст, уровень развития и проникновения цифровых технологий в хозяйственную деятельность и т.д. Исходя из данных предпосылок была разработана модель пространственной структуры региона, которая рассматривается как сочетание трех пространств: природного, социально-экономического и цифрового (рис. 1).

¹⁴ Беков Р.С. Пространственно-временной метаморфоз экономической динамики России. Волгоград, Волг. науч. изд-во, 2004. 318 с.

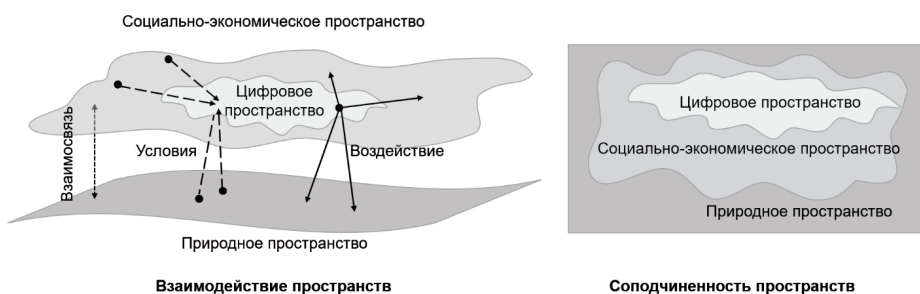


Рис. 1. Модель пространственной структуры региона

Источник: разработка автора.

Фундаментом пространственной структуры региона выступает его природное пространство. Возможности проживания человека и ведения им хозяйственной деятельности во многом определяются особенностями природно-экологического ландшафта. Например, суровые климатические условия Севера ограничивают длительность пребывания человека в открытой природной среде и пагубно влияют на его здоровье. Низкие температуры воздуха задают особые требования к функционированию технических устройств и оборудования. Глубины промерзания почв определяют возможности возведения зданий и линейных объектов (дорог, линий электропередач и связи, трубопроводов и т.д.). Перечисленные обстоятельства ведут к значительному удорожанию строительства и содержания объектов промышленной, социальной, транспортной и прочей инфраструктуры в северных районах. По оценкам экспертов, себестоимость строительства в Арктике в 2–2,5 раза выше аналогичного строительства в неарктических регионах [3]. Располагаемые природные ресурсы существенно влияют на специализацию экономики региона и экономический профиль населенных пунктов. Уровень обеспеченности региона природными ресурсами определяют степень ресурсного суверенитета – способность региона обеспечивать свои потребности необходимыми ресурсами для ведения экономической деятельности и проживания населения. Уровень антропогенности ландшафта (степень изменения природного ландшафта в результате хозяйственной деятельности) формирует среду проживания человека и определяет потенциальные резервы для дальнейшего пространственного развития.

Таким образом, природное пространство определяет предпосылки для формирования и развития социально-экономического пространства, под которым понимается сформировавшаяся в результате хозяйственной деятельности система пространственного размещения экономических и социальных субъектов и сформировавшиеся между ними взаимосвязи на определенной территории.

Как следует из рисунка 1, социально-экономическое пространство находится в тесной взаимосвязи с природным пространством. Значительную

роль в формировании социально-экономического пространства играет ресурсный потенциал территории, поскольку освоение природных ресурсов часто становится основанием для ведения на ней хозяйственной деятельности. Так, например, вид расположенных в регионе природных ресурсов определяет необходимую для их добычи и переработки промышленную инфраструктуру. Рассредоточенность мест добычи природных ресурсов и их удаленность от места переработки формирует транспортно-логистическую систему. Масштабы хозяйственной деятельности и планы по ее расширению задают потребности в трудовых ресурсах. Возможности транспортной доступности влияют на систему расселения населения и определяют необходимость размещения социальной инфраструктуры. Так, густонаселенные районы характеризуются большей инфраструктурной развитостью и доступностью различного рода услуг, привлекательностью для ведения предпринимательской деятельности и т.д. Как правило, в данных районах население проживает продолжительный период времени и здесь же имеет место постоянной занятости. Малонаселенные районы часто испытывают дефицит трудовых ресурсов, что компенсируется вахтовым методом работы. Нередко такие районы имеют слаборазвитую структуру экономики с монопрофильным характером. Низкая заселенность снижает привлекательность территорий для ведения предпринимательской деятельности ввиду невысокого потенциала рынка сбыта, что в свою очередь ограничивает возможности населения в получении услуг, в доступности разнообразного ассортимента потребительских товаров, в выборе вариантов проведения досуга и т.д.

Социально-экономическое пространство региона сегодня активно трансформируется вследствие развития цифровых технологий и цифровизации. Поскольку в этих процессах участвует множество различных субъектов и элементов, считаем необходимым в пространственной структуре региона отдельно выделить цифровое пространство региона, которое можно рассматривать как подсистему социально-экономического пространства.

К настоящему времени среди исследователей отсутствует устоявшееся определение «цифровое пространство» региона, причиной тому служит новизна данной категории и динамичность изменений цифровых технологий. Иногда цифровое пространство отождествляют с цифровой средой и с информационным пространством¹⁵. По нашему мнению, такое «смешение» понятий недопустимо. Информационное пространство является более широким понятием, чем цифровое, так как охватывает не только цифровые, но и аналоговые технологии «поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации»¹⁶. Информационное пространство представляется совокупностью информационных ресурсов, созданных субъ-

¹⁵ Цифровая трансформация и защита прав граждан в цифровом пространстве 2.0. Доклад Совета при Президенте Российской Федерации по развитию гражданского общества и правам человека. Москва, 2025. Доступно: https://sovet-nko.ru/files/2025/06/doklad-spch-po-pch-v-tsif-re-2.0-2025-06-27_15-54-14_624644.pdf (дата обращения: 18.09.2025).

¹⁶ Указ Президента РФ от 9.05.2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы».

ектами информационной сферы, средств взаимодействия таких субъектов, их информационных систем и необходимой информационной инфраструктуры¹⁷.

Термин «цифровая среда» в научной литературе часто используется в определении «цифровой образовательной среды». Цифровую среду можно определить как своего рода набор цифровых инструментов, с помощью которых субъекты могут взаимодействовать в той части информационного пространства, где применяются цифровые технологии. Таким образом, цифровая среда входит в информационное пространство, но не охватывает его полностью.

Если ограничить поле исследования информационного пространства только цифровыми технологиями, исключив аналоговые, мы получим представление о цифровом пространстве. Евразийская экономическая комиссия (ЕЭК) предложила определять «цифровое пространство» как пространство, интегрирующее цифровые процессы, средства цифрового взаимодействия, информационные ресурсы, а также совокупность цифровых инфраструктур на основе норм регулирования, механизмов организации, управления и использования¹⁸. В предложенном определении можно выделить элементы, которыми представлено цифровое пространство. Отметим, что среди исследователей нет единого мнения по поводу того, из чего состоит цифровое пространство. В проекте «Концепции обеспечения защиты прав и свобод человека и гражданина в цифровом пространстве Российской Федерации»¹⁹ помимо перечисленных ранее элементов, предлагается также включать субъекты, обеспечивающие создание, функционирование, развитие и использование цифрового пространства. Таким образом, по нашему мнению, структура цифрового пространства региона может быть представлена следующими элементами:

- цифровые технологии (5G, интернет вещей (IoT), беспилотная техника, роботы, облачные технологии, виртуальная реальность/дополненная реальность (VR/AR), блокчейн, искусственный интеллект и др.);
- цифровая инфраструктура (технические средства, программное обеспечение, телекоммуникации, сети связи, спутники и др.);
- цифровые ресурсы (базы данных, серверы, приложения и сервисы и др.);
- средства цифрового взаимодействия (цифровые платформы, электронная почта, мессенджеры и др.);
- субъекты (организации, население, структуры управления и др.);

¹⁷ Указ Президента РФ от 9.05.2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы».

¹⁸ Цифровая экономика – новая парадигма ускоренного экономического развития. Евразийская Организация Экономического Сотрудничества, 2025. Доступно: <https://eurasianeconomic.org/1001/2018/06/29/document4042.phtml> (дата обращения: 20.09.2025).

¹⁹ Концепции обеспечения защиты прав и свобод человека и гражданина в цифровом пространстве Российской Федерации. Доступно: https://sovet-nko.ru/files/2025/06/doklad-spch-po-pch-v-tsifre-2.0-2025-06-27_15-54-14_624644.pdf (дата обращения: 20.09.2025).

– система регулирования (законы, стратегии, стандарты и прочие нормативные документы).

Особенностью цифрового пространства является то, что в глобальном смысле оно не имеет географических границ. Однако, с точки зрения регионального подхода, при определении сущности «цифрового пространства» региона следует указать на значимость географических факторов размещения и локализации выделенных выше структурных элементов [1]. Так, например, экологический ландшафт и климатические условия ограничивают возможности размещения инфраструктуры, тем самым формируя предпосылки для пространственной неоднородности в возможностях применения цифровых технологий в хозяйственной деятельности с привязкой к конкретной территории. Отсутствие цифровых навыков у работников и низкий уровень цифровизации производственных процессов ограничивают рост эффективности хозяйственной деятельности в регионе. Низкий уровень цифровой грамотности населения региона сдерживает практики использования цифровых сервисов и платформ в повседневной жизни. Таким образом, цифровое пространство региона может иметь территориальные границы, которые могут быть определены в соответствии с административно-территориальным устройством территории, или, например, зонами покрытия территории связью и Интернетом и т.д.

Исходя из результатов проведенного анализа, предлагаем определять цифровое пространство региона как территориально ограниченное географическое пространство, в котором происходит интеграция цифровой инфраструктуры, цифровых технологий, ресурсов и средств взаимодействия, а также субъектов, обеспечивающих создание, функционирование, развитие, управление и использование элементов цифрового пространства на основе норм регулирования.

Отметим, что выделенные в модели пространственной структуры региона пространства – природное, социально-экономическое и цифровое – находятся в тесной взаимосвязи. Характеристики и элементы природного пространства выступают условиями для развития социально-экономического пространства. В свою очередь социально-экономическое пространство в совокупности с природным формирует условия для развития цифрового пространства. В ответ цифровое пространство трансформирует социально-экономическое пространство и воздействует на природное. Таким образом возникает система взаимосвязанных элементов природного, социально-экономического и цифрового пространства, что в совокупности формирует пространственную структуру региона и систему межэлементных связей.

Заключение

Цифровые технологии сегодня становятся важным инструментом пространственного развития, о чем свидетельствует практика применения цифровых технологий и связанных с ними инновационных решений в различных сферах хозяйственной деятельности. Наиболее общими тенденциями в

пространственном развитии вследствие цифровизации являются: снижение потребности в физическом перемещении человека; размывание географических границ хозяйственной деятельности; формирование многополярной системы социально-экономических связей; развитие сетевой инфраструктуры и рассредоточение источников ресурсов; сокращение очных точек предоставления услуг и их концентрация в наиболее населенных поселениях; перевод административных и управленческих функций в дистанционный формат. Применение цифровых технологий способствует повышению эффективности управления ресурсами и инфраструктурой, формированию точек экономического роста и создания новых рабочих мест, возникновению новых форматов занятости и трудовой мобильности населения, повышению доступности услуг и улучшению качества жизни населения. Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о возрастающей роли цифровизации в пространственном развитии, что позволило произвести уточнение данной категории.

Пространственное развитие региона влечет за собой изменение его пространственной структуры, которую можно рассматривать как сочетание трех пространств: природного, социально-экономического и цифрового. Фундаментом пространственной структуры региона выступает его природное пространство, которое также служит базой для социально-экономического пространства. Ввиду полиструктурного характера регионального пространства в качестве подсистемы социально-экономического пространства отдельно предлагается выделять цифровое пространство региона. В нем происходит интеграция цифровых технологий, инфраструктуры, ресурсов, средств цифрового взаимодействия, субъектов, а также норм регулирования. Взаимодействуя между собой, элементы пространственной структуры формируют систему межэлементных связей, уровень развитости которых в совокупности с другими факторами определяет возможности для пространственного развития региона.

Таким образом, полученные результаты исследования расширяют теоретические представления о пространственном развитии региона и его пространственной структуре, тем самым восполняя исследовательский пробел, возникший вследствие развития цифровых технологий и цифровизации. Дальнейшее развитие исследования может быть направлено на изучение характеристик цифрового пространства регионов страны с целью поиска решений по актуальным вопросам их пространственного и регионального развития.

Список источников

1. Акбердина В.В., Наумов И.В., Красных С.С. Цифровое пространство регионов Российской Федерации: оценка факторов развития и взаимного влияния на социально-экономический рост // *Journal of Applied Economic Research*, 2023, no. 22 (2), с. 294-322.
2. Бадараева Р.В. Теоретические аспекты концептуальных основ пространственного развития // *Материалы IV Международной научно-практической конференции «Социально-экономическое развитие России и Монголии: проблемы и перспективы»*. Улан-Удэ, 2015, с. 17-19.

3. Беляев И.С. Проблемы арктического строительства: тенденции и перспективы // *Вестник гражданских инженеров*, 2021, no. 2 (85). с. 248-255.
4. Бобылев С.Н., Кудрявцева О.В., Соловьева С.В., Ситкина К.С. Индикаторы экологически устойчивого развития: региональное измерение // *Вестник Московского университета. Серия б. Экономика*, 2018, no. 2, с. 21-32.
5. Глуценко Г.И. Развитие виртуальной миграции в контексте цифровизации // *ДЕМИС. Демографические исследования*, 2021, no. 1 (2), с. 57-64.
6. Гранберг А.Г. *Основы региональной экономики: учебник для вузов*. Москва, ГУ ВШЭ, 2000. С. 67-74.
7. Дашкевич П.М., Флуд Н.А. Оценка устойчивости социально-экономических процессов в контексте достижения целевых индикаторов Стратегии развития Арктической зоны РФ // *Известия Байкальского государственного университета*, 2025, no. 35 (2), с. 290-305.
8. Жураев Ж.Б. Научные основы становления цифровой экономики в регионах // *Экономика Центральной Азии*, 2023, no. 7 (3), с. 259-276.
9. Зубрицкая И.А. Индустрия 4.0: цифровая трансформация обрабатывающей промышленности Республики Беларусь // *Цифровая трансформация*, 2019, no. 3(8), с. 23-38.
10. Каширипур М.М. Применение концепции устойчивого развития в городской структуре // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*, 2023, no. 25 (1), с. 35-49.
11. Панышин Б. Цифровая экономика: понятия и направления развития // *Наука и инновации*, 2019, no. 3(193), с. 48-55.
12. Пыткин А.Н. Цифровые технологии как стратегический приоритет развития пространственно-отраслевой структуры региона в современных условиях // *Управленческий учет*, 2021, no. 6-3, с. 904-909.
13. Суворова А.В. Пространственное развитие: содержание и особенности // *Journal of New Economy*, 2019, no. 20 (3), с. 51-64.
14. Тополева Т.Н. Генезис концептуальных подходов пространственной экономики // *Вестник РЭУ им. Г. В. Плеханова*, 2022, vol. 19, no. 4 (124), с. 94-130.
15. Трубина В.С. Устойчивое пространственное развитие региональной хозяйственной системы: теоретические аспекты // *Вестник Волгоградского государственного университета. Сер. 3. Экономика, экология*, 2009, no. 1 (14), с. 57-62.
16. Флуд Н.А., Дашкевич П.М. Интегральные оценки устойчивого развития Арктической зоны РФ: плюсы и минусы // *Финансы и бизнес*, 2022, no. 18 (1), с. 22-31.
17. Щербаков Р.А. *Цифровизация государственных услуг*. Москва, ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, 2025. Доступно: <https://issek.hse.ru/news/1039474722.html> (дата обращения: 15.09.2025).
18. *Экономика региона в цифровую эпоху: проблемы и перспективы* / С.В. Теребова, В.С. Усков, К.А. Устинова [и др.]; под научной редакцией С.В. Теребовой; Вологодский научный центр Российской академии наук. Вологда, ВолНЦ РАН, 2022. 346 с.
19. Menshikov I., Bernadotte A. Intelligent Robotic Motion Copying System LevshAi for Neurosurgical Endovascular Operations with Haptic Feedback and Preoperative Personalized Simulation. *2022 IEEE International Conference on Cyborg and Bionic Systems (CBS)*, Wuhan, China, 2023, pp. 386-391.

REGIONAL SPATIAL DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION

Dashkevich Pavel Mikhailovich, Assist. Prof.

Saint Petersburg State University, 7/9 Universitetskaya nab., St. Petersburg, Russia, 199034; e-mail: p.dashkevich@spbu.ru; pmd2015@ya.ru

Importance: influence of digitalization on the process of spatial development of the region and formation of its spatial structure. *Purpose:* actualization of theoretical ideas about the spatial development of the region due to the increasing role of digital technologies, as well as the formation of ideas about the digital space of the region and its structure. *Research design:* theoretical analysis of scientific works of domestic and foreign scientists in the field of spatial development, digital technologies and digitalization is carried out. The accumulated experience is summarized on the basis of content analysis using a systematic approach. The information base of the study is data from government statistics agencies, analytical agencies, research centers, etc. *Results:* concept of «spatial development» has been clarified. It has been established that digital technologies are becoming an important tool for spatial development. Their use leads to a decrease in the need for physical movement, blurring of geographical boundaries of activity, formation of a multipolar system of socio-economic relations, reduction of points of full-time provision of services, transfer of administrative and managerial functions to a remote format. A model of the spatial structure of the region has been developed, which is revealed through a combination of natural, socio-economic and digital space. An idea of the digital space of the region has been formed and its place and structural elements have been determined. The results obtained expand the understanding of the spatial development of the region and its spatial structure, filling the gap that has arisen as a result of digitalization.

Keywords: spatial development, spatial structure, digitalization, digital space, regional development.

References

1. Akberdina V.V., Naumov I.V., Krasnykh S.S. Tsifrovoe prostranstvo regionov Rossiiskoi Federatsii: otsenka faktorov razvitiia i vzaimnogo vliianiia na sotsial'no-ekonomicheskii rost [Digital space of the regions of the Russian Federation: assessment of development factors and mutual influence on socio-economic growth]. *Journal of Applied Economic Research*, 2023, no. 22 (2), pp. 294-322. (In Russ.)
2. Badaraeva R.V. Teoreticheskie aspekty kontseptual'nykh osnov prostranstvennogo razvitiia [Theoretical aspects of the conceptual foundations of spatial development]. Materialy IV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie Rossii i Mongolii: problemy i perspektivy» [Proc. 4th Int. sci.-pract. conf. «Socio-economic development of Russia and Mongolia: problems and prospects»].

Ulan-Ude, 2015, pp. 17-19. (In Russ.)

3. Belyaev I.S. Problemy arkticheskogo stroitel'stva: tendentsii i perspektivy [Problems of Arctic construction: trends and prospects]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*, 2021, no. 2 (85), pp. 248-255. (In Russ.)

4. Bobylev S.N., Kudryavtseva O.V., Solovyeva S.V., Sitkina K.S. Indikatory ekologicheskoi ustoychivogo razvitiia: regional'noe izmerenie [Indicators of ecologically sustainable development: regional dimension]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6. Ekonomika*, 2018, no. 2, pp. 21-32. (In Russ.)

5. Glushchenko G.I. Razvitie virtual'noj migratsii v kontekste tsifrovizatsii [Development of virtual migration in the context of digitalization]. *DEMIS. Demograficheskie issledovaniia*, 2021, no. 1 (2), pp. 57-64. (In Russ.)

6. Granberg A.G. *Osnovy regional'noj ekonomiki: uchebnik dlia vuzov* [Fundamentals of regional economics: textbook for universities]. Moscow: GU VShE, 2000. Pp. 67-74. (In Russ.)

7. Dashkevich P.M., Flud N.A. Otsenka ustoychivosti sotsial'no-ekonomicheskikh protsessov v kontekste dostizheniia tselevykh indikatorov Strategii razvitiia Arkticheskoy zony RF [Assessment of the stability of socio-economic processes in the context of achieving target indicators of the Strategy for the Development of the Arctic Zone of the Russian Federation]. *Izvestiia Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta*, 2025, no. 35 (2), pp. 290-305. (In Russ.)

8. Zhuraev Zh.B. Nauchnye osnovy stanovleniia tsifrovoy ekonomiki v regionakh [Scientific foundations of the formation of digital economy in regions]. *Ekonomika Tsentral'noj Azii*, 2023, no. 7 (3), pp. 259-276. (In Russ.)

9. Zubritskaya I.A. Industriia 4.0: tsifrovaia transformatsiia obrabatyvaiushchej promyshlennosti Respubliki Belarus' [Industry 4.0: digital transformation of the manufacturing industry of the Republic of Belarus]. *Tsifrovaia transformatsiia*, 2019, no. 3(8), pp. 23-38. (In Russ.)

10. Kashiripur M.M. Primenenie kontseptsii ustoychivogo razvitiia v gorodskoy strukture [Application of the concept of sustainable

development in the urban structure]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*, 2023, no. 25 (1), pp. 35-49. (In Russ.)

11. Panshin B. Tsifrovaia ekonomika: poniatia i napravleniia razvitiia [Digital economy: concepts and directions of development]. *Nauka i innovatsii*, 2019, no. 3(193), pp. 48-55. (In Russ.)

12. Pytkin A.N. Tsifrovye tekhnologii kak strategicheskii prioritet razvitiia prostranstvenno-otraslevoj struktury regiona v sovremennykh usloviakh [Digital technologies as a strategic priority for the development of the spatial-sectoral structure of the region in modern conditions]. *Upravlencheskii uchet*, 2021, no. 6-3, pp. 904-909. (In Russ.)

13. Suvorova A.V. Prostranstvennoe razvitie: sodержanie i osobennosti [Spatial development: content and features]. *Journal of New Economy*, 2019, no. 20 (3), pp. 51-64. (In Russ.)

14. Topoleva T.N. Geneziskontseptual'nykh podkhodov prostranstvennoj ekonomiki [Genesis of conceptual approaches to spatial economics]. *Vestnik REU im. G.V. Plekhanova*, 2022, vol. 19, no. 4 (124), pp. 94-130. (In Russ.)

15. Trubina V.S. Ustoychivoe prostranstvennoe razvitie regional'noj khoziaistvennoj sistemy: teoreticheskie aspekty [Sustainable spatial development of the regional economic system: theoretical aspects]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. 3. Ekonomika, ekologiya*, 2009, no. 1 (14), pp. 57-62. (In Russ.)

16. Flud N.A., Dashkevich P.M. Integral'nye otsenki ustoychivogo razvitiia Arkticheskoy zony RF: pliusy i minusy [Integral assessments of sustainable development of the Arctic Zone of the Russian Federation: pros and cons]. *Finansy i biznes*, 2022, no. 18 (1), pp. 22-31. (In Russ.)

17. Shcherbakov R.A. *Tsifrovizatsiia gosudarstvennykh uslug* [Digitalization of public services]. Moscow, ISIEZ NIU VShE, 2025. Available at: <https://issek.hse.ru/news/1039474722.html> (accessed: 15.09.2025). (In Russ.)

18. *Ekonomika regiona v tsifrovuiu epokhu: problemy i perspektivy* [Regional economy in the digital age: problems and

prospects] / S.V. Terebova, V.S. Uskov, K.A. Ustinova [et al.]; scientific ed. by S.V. Terebova; Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Vologda: VoINTs RAN, 2022. 346 p. (In Russ.)

19. Menshikov I., Bernadotte A. Intelligent Robotic Motion Copying System

LevshAi for Neurosurgical Endovascular Operations with Haptic Feedback and Preoperative Personalized Simulation. *2022 IEEE International Conference on Cyborg and Bionic Systems (CBS)*, Wuhan, China, 2023, pp. 386-391. (In Eng.)