

# НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ

DOI: 10.15838/esc.2022.2.80.7

УДК 332.1, ББК 65.04

© Попов Е.В., Семячков К.А.

## Методы анализа экономического и социального развития умных городов



**Евгений Васильевич**

**ПОПОВ**

Институт экономики УрО РАН  
Екатеринбург, Российская Федерация  
e-mail: epopov@mail.ru

ORCID: 0000-0002-5513-5020; ResearcherID: H-3358-2015



**Константин Александрович**

**СЕМЯЧКОВ**

Институт экономики УрО РАН  
Екатеринбург, Российская Федерация  
e-mail: k.semyachkov@mail.ru

ORCID: 0000-0003-0998-0183; ResearcherID: F-6974-2017

**Аннотация.** Цель исследования – разработать типологию методов анализа экономического и социального развития умных городов. На основе рассмотрения работ, проиндексированных в мировой базе данных Web of Science Core Collection, отобраны полторы сотни статей по экономическим проблемам развития умных городов, опубликованные в 2015–2021 гг. и находящиеся в открытом доступе. Выделены различные методы анализа экономического и социального развития умных городов, их дифференциация проведена по методу описания исследуемых объектов (статический и динамический) и по методу модельного описания (таблицы, диаграммы, матрицы, графики). К статическим методам отнесены методы оценки характеристик экосистемы, анализа «затраты – выпуск», диаграммы развития, анализа координации экосистем дан-

**Для цитирования:** Попов Е.В., Семячков К.А. (2022). Методы анализа экономического и социального развития умных городов // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. Т. 15. № 2. С. 108–119. DOI: 10.15838/esc.2022.2.80.7

**For citation:** Popov E.V., Semyachkov K.A. (2022). Methods for analyzing economic and social development of smart cities. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 15(2), 108–119. DOI: 10.15838/esc.2022.2.80.7

ных, оценки экосистемы для возрастных жителей; к динамическим – матрицы «захват ценности – создание ценности», стимулирующих элементов управления, «цифровые экосистемы – предпринимательские экосистемы», а также графики жизненного цикла экосистемы умного города, эволюции гражданских экосистем, этапности цифровой трансформации, динамических возможностей инноваций и квадрульной спирали. Показана применимость методов анализа развития умных городов для различных территорий. Приведены авторские результаты оценки развития умных городов Москвы, Екатеринбурга, Осло, Сингапура на основе модели 7I (infrastructure, institutions, intranet, integration, interfaces, innovations, implementation). Теоретическая значимость полученных результатов заключается в развитии теории экосистемного анализа применительно к оценке формирования умных городов; практическая значимость результатов состоит в разработке прикладного инструментария стратегического планирования в сфере развития проектов умных городов.

**Ключевые слова:** умные города, методы анализа, статические методы, динамические методы, таблицы, диаграммы, матрицы, графики.

### Благодарность

Исследование выполнено при поддержке РНФ в рамках научного проекта 22-28-00439 «Институциональная конфигурация устойчивого развития умного города».

### Введение

Развитие цифровых технологий и их приложений привело к формированию качественно нового ландшафта экономических и социальных перемен в развитии человеческого общества. На этом фоне произошло стремительное развитие умных городов (Попов, Семячков, 2020). Под умными городами подразумеваются городские поселения, в которых применение цифровых технологий приводит к существенному экономико-социальному развитию, обеспечивающему значительный рост благосостояния граждан.

Экспоненциальный рост соответствующих научных публикаций, проиндексированных в мировых базах данных, демонстрирует возрастающий интерес исследователей к теме анализа экономического и социального развития умных городов. Вместе с тем до настоящего момента методы анализа развития подобных объектов цифровой экономики не получили систематизированного представления.

В связи с этим целью нашего исследования является разработка типологии методов анализа экономического и социального развития умных городов. Алгоритм подобного исследования должен включать оценку и критику предшествующих работ, формулирование проблемы, решение проблемы типологизации методов анализа экономического

и социального развития умных городов, обобщение полученных результатов и демонстрацию применимости выделенных методов анализа.

Оценку предшествующих исследований по экономическому и социальному развитию умных городов целесообразно проводить в рамках экосистем городских образований. К началу 20-х годов нынешнего столетия стало ясно, что сетевая парадигма экономических отношений не описывает весь ландшафт хозяйственных взаимодействий. Внедрение цифровых технологий стимулировало развитие экономической деятельности с учетом не только партнеров, потребителей, поставщиков и конкурентов, но и влияния общественных организаций, органов власти и социальных медиа. Стала развиваться парадигма экосистемного анализа экономики, первые работы по которому появились в конце двадцатого столетия.

Родоначальником термина «экосистема» применительно к экономике принято считать Дж. Мура. Он определил экосистему как «экономическое сообщество, поддерживаемое базисом из взаимодействующих организаций и отдельных лиц» (Moore, 1997). Анализ экосистем городов предполагает оценку всех заинтересованных в отношениях с данными поселениями индивидов и организаций.

### Экосистемы умных городов

При формировании умных городов происходит развитие ориентированной на человека устойчивой экосистемы городской территории. Это ведет к лучшему миру с улучшенным благосостоянием людей, с лучшими городами, подчеркивающими важность образования и науки, пропагандирующими мудрость и здравый смысл, отвергающими насилие. С этой стороны цифровые технологии обеспечивают успешную основу для развития современного общества (Bliss et al., 2021). С другой стороны, урбанизация второй половины двадцатого века способствовала упадку городов как мест создания экономической ценности. Субурбанизация, сначала жилых домов, а затем промышленности, приводила к опустошению и в некоторых районах уничтожению городской жизни. В первой же половине XXI века города начали возрождаться в качестве двигателей инноваций. Этот ренессанс является органичным ответом на внедрение цифровых технологий (Engel et al., 2018).

Умные города известны как системы материальной инфраструктуры, инфраструктуры цифровых технологий и социальной инфраструктуры, которые обмениваются информацией, текущей между ее многочисленными подсистемами. Встроенная инфраструктура цифровых технологий в умных городах играет решающую роль в функционировании всей системы. Важнейшим производным цифровых технологий являются новые средства коммуникации, известные как сервисы социальных сетей, которые предоставляют умным городам дополнительные возможности (Hajikhani, 2020). Сервисы социальных сетей, в свою очередь, способствуют формированию цифровых социальных инноваций, использующих потенциал цифровых технологий для совместного решения задач в широком спектре социальных потребностей (Certoma, 2020).

Отметим, что цифровые технологии и решения, основанные на принципах устойчивого развития, могут сделать города умнее, представляя собой новый технологический портфель для сохранения биоразнообразия и предоставления целого ряда экосистемных услуг, содействия необходимой адаптации к изменению климата, которой города должны уделять при-

оритетное внимание в целях обеспечения своей устойчивости (Colding et al., 2020). Результаты указывают на пространственную взаимозависимость между экологическими и социально-экономическими процессами в городских условиях, что обеспечивает уникальную основу для стратегий планирования и политического вмешательства при развитии экосистем умных городов (Hazell, 2020). Какова же структура экосистем умных городов?

Поскольку традиционные модели организации малопригодны для умных городов, то их структура основана на сетевых, трансграничных системах деятельности с распределенными инновационными процессами и адаптивным формированием политики. В этом случае могут быть определены пять ключевых измерений в конфигурационных полях умных городов, которые отображаются в пяти организационных структурах: акторах, городских подсистемах, уровнях деятельности, правилах активности акторов на различных уровнях деятельности, институциональном обеспечении этой деятельности (Pierce et al., 2017). Для умных территорий необходимо разрабатывать активные стратегии, включая укрепление интеллектуальных кластеров, создание экосистемы управления и предоставление комплексных услуг, обеспечивающих гибридные стратегии для подхода к планированию на основе восходящего и нисходящего дизайна для развития умных городов (Yuan et al., 2020). В отношении умных городов можно выделить три ключевые характеристики растущего бизнеса и способности занимать лидирующие позиции: совместное создание посредством интеграции ресурсов и обмена услугами предпочтительнее для удовлетворения потребностей рынка; цифровая платформа является критически важной для создания необходимых знаний для интеграции ресурсов и обмена услугами; интеллектуальные сервисы объединяют экосистему города и цифровую платформу и создают результат, который решает определенную проблему бизнеса. Иными словами, все три элемента умного города – экосистема, платформа и интеллектуальные сервисы – создают единую среду, в которой можно развивать бизнес на новом развивающемся рынке (Pulkkinen et al., 2019).

Города становятся экспериментальными площадками для новых форм робототехники и технологий автоматизации, применяемых в самых разных секторах во всех областях экономической и социальной жизни. Системы робототехники и автоматизации накладываются на существующие городские цифровые сети, расширяя возможности инфраструктурных сетей, а также изменяя повседневный опыт города и горожан (Macroe et al., 2021). Интернет вещей, как компонент умного урбанизма, также применяется для решения проблем умных городов. Технологии интернета вещей реконфигурируют соединения между пользователями, поставщиками и инфраструктурами водоснабжения и энергетики, что обеспечивает надежность в хозяйственной деятельности (Chambers, Evans, 2020).

При этом доверие жителей к умному городу имеет основополагающее значение для его прозрачности, участия жителей в управлении и предпринимательских инициативах, следовательно, для роста его экономики. В этом случае технология блокчейна обеспечивает важнейший уровень доверия в умном городе. Ценность технологии блокчейна для умных городов может быть представлена по трем позициям: влияние сети на доверие к обществу, органам управления и производственным предприятиям; расширение прав и возможностей отдельных лиц и укрепление экономики; ликвидная и разделяемая экономика (Kundu, 2019).

Аналитика больших данных и искусственный интеллект в сочетании с технологией блокчейн и интернетом вещей, а также другие новые технологии производят революцию в городском управлении. Благодаря огромным объемам данных, собранных от граждан, цифровых устройств и традиционных источников информации, городские районы впервые в истории имеют возможность управлять городской инфраструктурой в режиме реального времени (Engin et al., 2020). Каким же образом происходит управление экосистемой умного города?

Фрагментарное управление цифровизацией умного города снижает масштабы экономической деятельности и приводит к несовместимости междисциплинарных данных, которые ограничивают последовательность планирования и преимущества открытых данных (Kitchin,

Moore-Cherry, 2020). В этом случае стратегии применения больших данных (Big Data) преобразуют деятельность органов городского управления, с тем чтобы они стали более ориентированными на удовлетворение потребностей граждан (Lee, 2020).

Управление экосистемой умного города опирается на регулятивные, поддерживающие и когнитивные экономические институты. При этом в различных умных городах (например, Амстердаме, Гамбурге и Нимбо) комбинация стратегического управления и динамики применения указанных институтов отличается в пространственных масштабах для учета местных особенностей (Raven et al., 2019).

В умных городах возможен переход к устойчивому развитию для циклической экономики на основе концепции рационального менеджмента, т. е. сочетания сотрудничества и конкуренции. В этом случае необходима поддержка интеллектуальных технологий, развивающих цифровое общество (Hirvensalo et al., 2021). Управление умным городом может происходить на следующих уровнях (на примере Дублина): местные органы власти – руководящий комитет – консультативная сеть – управляющая группа умного города – локальные рабочие группы (Coletta et al., 2019). Но наиболее интересной темой любого исследования является анализ развития умных городов. Каковы перспективы такого развития?

Индустрия 4.0, также называемая четвертой промышленной революцией, накладывает свой отпечаток на развитие территорий, поскольку оказывает влияние на производство в компаниях и, как следствие, на всю экономическую деятельность. Индустрия 4.0 создает новые рынки и дестабилизирует традиционный способ ведения бизнеса. Как только она станет стратегическим подходом к интеграции передовых систем управления с цифровыми технологиями, обеспечивающими связь между людьми, продуктами производства и сложными системами, можно ожидать значительное развитие систем управления умными городами (Storolli et al., 2019).

Важен также вопрос устойчивого развития в контексте проблем, с которыми сталкиваются современные города. Три основополагающих столпа устойчивого развития: экономический

рост, рациональное природопользование и социальная интеграция — проявляются во всех секторах экономики. В основном они влияют на города, на быстрый процесс урбанизации, развитие инфраструктуры, энергетики и транспорта. Городские власти планируют и действуют в направлении более устойчивого будущего, характеризующегося инвестициями в инновационные, интегрированные технологии и услуги, такие как умные здания, мобильность населения, управляемое освещение и широкополосная связь (Derlukiewicz, Mempel-Sniezyk, 2018).

В 2016 году правительство Японии обнародовало инициативу и призыв к действию по внедрению «суперумного общества», объявленного как Общество 5.0. Заявленной целью такого общества является удовлетворение различных потребностей его членов путем предоставления товаров и услуг тем, кто в них нуждается, когда они требуются и в необходимом количестве, что позволит гражданам вести активную и комфортную жизнь. В этом случае интеллектуальное сообщество следует определять как организацию, ориентированную на человека, где технологии используются для предоставления гражданам информации и услуг, которые они могут использовать для обоснования своих решений. Такая перспектива может являться одним из направлений развития умных городов (Iqbal, Olariu, 2021).

Детерминантами развития умных городов выступают внутренние факторы, связанные с вовлеченностью граждан в проекты цифровизации, лидерством органов власти и формированием необходимой инфраструктуры, а также внешние факторы, опирающиеся на политическую волю лиц, принимающих решения, заинтересованность различных сторон и влияние четвертой промышленной революции. Кроме того, необходимо наличие каналов коммуникации и общественных слушаний (Myeong et al., 2018).

Для разработки новых продуктов на основе распределенных знаний как движущей силы устойчивых инноваций применяются городские «живые лаборатории». В лабораториях инновационные идеи сходятся в разработке экспериментальной структуры различных заинтересованных сторон, которая структурирует механизмы и практики в рамках динамичных

экосистем сотрудничества и определяет граничные условия для таких открытых экосистем (Robaeyst et al., 2021).

Оценка предшествующих исследований демонстрирует различные методы анализа экосистем умных городов. Однако систематизация данных методов в настоящее время отсутствует, тогда как системный анализ развития умных городов требует целенаправленного подхода к подобным оценкам. Отсюда возникает проблема, связанная с необходимостью разработать типологию методов анализа экономического и социального развития умных городов.

#### **Процедура исследования**

Объектом исследования выступают экосистемы умных городов. Предмет исследования — экономические и социальные отношения по их развитию. Информационной базой послужила мировая база данных Web of Science Core Collection, в которой по ключевым словам «Smart City Ecosystem» в названиях и аннотациях были отобраны полторы сотни статей, опубликованных в 2015–2021 гг. и находящихся в открытом доступе. Метод исследования — логический иерархический анализ.

После критического анализа предшествующих исследований и формулирования проблемы для изучения были выделены различные методы анализа экономического и социального развития умных городов. Дифференциацию выделенных методов провели по методу описания исследуемых объектов (статический и динамический) и по методу модельного описания (таблицы, диаграммы, матрицы, графики). В этом случае табличный и диаграммный методы описания отнесли к статическим методам анализа, а матричное и графическое моделирование — к динамическим (Попов, 2020). В результате была получена типология методов анализа развития умных городов.

#### **Типология методов анализа развития умных городов**

Полученные в результате проведенного исследования данные сведены в *таблицу*.

#### **Применение методов анализа развития умных городов**

Результаты анализа данных, приведенных в таблице, демонстрируют широкий спектр возможных методов анализа развития умных городов и географии применения данных методов.

Методы анализа развития умных городов

Метод описания (моделирования)	Название метода	Содержание метода
Статический (таблицы)	Оценка характеристик экосистемы	Оценка содержания трех характеристик экосистемы: маркетинг (подчеркивается перспектива пользователя), стратегический менеджмент (используется концепция разумности для привлечения стейкхолдеров в целях принятия решений), технологии (использование искусственного интеллекта, интернета вещей, машинного обучения с анализом данных для обеспечения умных услуг) (Ruohomaa et al., 2019)
	Анализ «затраты – выпуск»	Анализ взаимной корреляции по затратам и выпуску в девяти отраслях: сельское хозяйство, горнодобывающая промышленность, традиционное производство, ИТ-производство, строительство, энергетика, ИТ-услуги, информационные услуги, традиционные услуги и др. (Jo et al., 2021)
Статический (диаграммы)	Диаграмма развития	Экспертная оценка по четырем направлениям: стратегия развития, цифровые технологии (мощности, данные, технологические эксперименты), управление (безопасность, вертикальный и горизонтальный масштабы), стейкхолдеры (фондирование, ценности стейкхолдеров) (Hamalainen, 2020)
	Анализ координации экосистем данных	Три элемента координации в экосистемах данных умного города: открытость (технологическая, организационная), распространение (мобильность знаний, доверительное строительство), общее видение (инструменты управления, центральные координационные структуры) (Gupta et al., 2020)
	Оценка экосистемы для возрастных жителей	Экспертная оценка восьми показателей города: жилищные условия, городская среда, транспорт, социальная вовлеченность, социальное участие, информационные коммуникации, здравоохранение, занятость (работа) (Marston et al., 2020)
Динамический (матрицы)	«Захват ценности – создание ценности»	Четыре бизнес-модели: «стеклянных шариков» (все индивидуально); «тетриса» (ценности создаются индивидуально, но доходные модели занимают часть экосистемы); «джанга» (акторы экосистемы изучают друг друга с ограниченным потенциалом дохода для каждого); «пазлы» (синергия внутри экосистемы для наибольшей ценности для потребителей) (Brock et al., 2019)
	Стимулирующие элементы управления	Оценка на начальном этапе формирования умного города стимулирующих элементов управления (трансформационное лидерство, кооперационные стратегии, целеполагание) и препятствующих элементов управления (отсутствие управления ожиданиями); во время фазы роста стимулирующих элементов (транзакционное лидерство, стратегии творчества, измерение производительности, организация продвижения) и препятствующих элементов (отсутствие лидерства, отсутствие целеполагания, отсутствие фокуса на коммуникациях) (Ooms et al., 2020)
	«Цифровые – предпринимательские экосистемы»	Четыре цифровые предпринимательские экосистемы: цифровое инфраструктурное управление (институты инфраструктуры); цифровые технологии горожан (институты пользователей); цифровое предпринимательство (агенты цифровой инфраструктуры); цифровой рынок (агенты пользователей) (Gorelova et al., 2021)
Динамический (графики)	Жизненный цикл экосистемы	Оценка различных фаз развития города: интеграция инноваций, интеграция функций, управление финансами, управление проектами – City 1.0 – понимание эволюции экосистемы, развитие и корректировка, устойчивый город, интеграция инноваций – City 2.0 – постоянное улучшение (Rochet, Correa, 2016)
	Эволюция гражданских экосистем	Анализ эволюции инновационных экосистем (живых лабораторий и интеграторов знаний) проводится на пространстве «организационного поля», включающего частный сектор, научно-образовательный сектор, общественный сектор и граждан (Claudel, 2018)
	Этапность цифровой трансформации	Этапы оценки: видение и концепции – цифровая экосистема умного района города – распространение (через хакатоны) и события (Elberzhager et al., 2021)
	Динамические возможности инноваций	Экспертная оценка динамических возможностей для экосистемных инноваций: экосистемное зондирование (возможности скрининга, разведка партнеров), использование экосистемы (предложения по развитию ценностей, формирование экосистемы), реконфигурация экосистемы (создание адаптивных ценностей, упругость экосистемы) (Linde et al., 2021)
	Квадрупольная спираль	Оценка развития четырех сторон умного города: гражданского общества населения, частного делового сектора, управления государственным сектором, научно-образовательного сектора (Paskaleva et al., 2021)

Метод оценки характеристик экосистемы (Ruohomaa et al., 2019) реализован при исследовании малых городов Финляндии (Хаменлина, Риихимаки, Форса). Показано, что относительно небольшой город может предпринять значительные шаги в развитии технологий умного города, выбрав конкретную тему для организации мероприятий на его территории. Примеры реализации технологий умного города подчеркнули значение субъектов государственного сектора, играющего ключевую роль в создании основ плодотворной работы по развитию экосистем умных территорий.

Анализ «затраты – выпуск» (Jo et al., 2021) был применен для оценки экосистем умных городов в Корее. Для сравнительного анализа привлекались данные Банка Кореи с 1960 по 2015 год. Исследование показало, что умные отрасли, такие как умные здания и умные транспортные системы, являются якорными отраслями в корейских умных городах и положительно коррелируют с тремя другими отраслями: ИТ-производством, ИТ-услугами и информационными услугами. Результаты анализа показывают, что традиционная промышленная структура трудоемкого производства была преобразована в развивающиеся высокотехнологичные отрасли. Интеллектуальные отрасли, такие как ИТ-производство, ИТ-услуги и информационные услуги, привели к устойчивому национальному экономическому росту с большей добавленной стоимостью, чем в других отраслях промышленности. Следовательно, интеллектуальные отрасли становятся якорными отраслями, которые создают цепочки создания стоимости новых отраслей, выступая в качестве ускорителей или инкубаторов для их развития.

В отношении умного города Хельсинки, столицы Финляндии, применен метод диаграммы развития (Namalainen, 2020), выделены основные направления по реализации инициатив формирования умных территорий. На примере Лондона, столицы Великобритании, исследование проведено методом анализа экосистем координации данных (Gupta et al., 2020). Определены проблемы, с которыми сталкиваются в сложных городских средах данные органы власти, участвующие в таких экосистемах и координирующие инициативы по сбору данных с точки зрения их организации. Также на примере Лондона показана необходимость применять

гибкие подходы в целях развития инициатив по формированию умных территорий. Для этого использовался метод оценки экосистемы для возрастных жителей (Marston et al., 2020).

Внедрение цифровых технологий компании Philips Lighting в городах Нидерландов послужило полигоном для тестирования матрицы «захват ценности – создание ценности» (Brock et al., 2019). Выделены различные бизнес-модели, которые позволяют действующим организациям войти в структуру умных городов. Также на примере Нидерландов проанализированы стимулирующие и препятствующие элементы управления для развития умных городов (Ooms et al., 2020). Обнаружено, что использование конкретных элементов управления варьируется в зависимости от этапов эволюции экосистемы умного города. На начальном этапе ключевыми являются структуры управления, направленные на укрепление внутренних отношений. На этом этапе важны такие элементы, как доверие и приверженность общим целям. На этапе роста экосистема фокусируется на установлении внешних отношений с другими сторонами, такими как конкуренты и поставщики. На этом этапе элементы управления, такие как стратегия совместного творчества и специальная организация для продвижения, приобретают важное значение, поскольку облегчают связь с внешним миром.

Анализ европейских городов по шести основным компонентам умных городов: умные люди, умное управление, умная экономика, умная жилищная среда, умная окружающая среда, умный транспорт – был проведен на основе матрицы «цифровые экосистемы – предпринимательские экосистемы» (Gorelova et al., 2021). Показано, что цифровые предпринимательские экосистемы являются неотъемлемой частью любого умного города.

На примере Вашингтона, столицы США, Сингапура и ряда французских городов продемонстрирована применимость метода анализа жизненного цикла экосистемы умного города для оценки его развития (Rochet, Correa, 2016). Исходя из жизненного цикла можно определять задачи, которые должен выполнять интегратор функций, составляющих умный город. Проведенное исследование определило, что роль интегратора функций должно играть государственное управление.

Амстердам, Барселона, Копенгаген выступили площадками для применения анализа эволюции гражданских инновационных экосистем (Claudel, 2018). Показано, что развитие живых лабораторий и интеграторов инноваций приводит к формированию информационных хабов, которые выступают в виде «ниши», способствующей радикальным инновациям и новым процессам. По мере того как эти прототипы все чаще развертываются и принимаются, происходит смена инновационного режима, создающая новую культуру экспериментаторов. Например, городские живые лаборатории могут эволюционировать в городские экспериментальные платформы (Rehm et al., 2021).

Оценка этапности цифровой трансформации (Elberzhager et al., 2021) осуществлена на примере умных городов Германии. В этом случае пришлось искать новые способы выявления потребностей и требований к цифровым решениям, еще не зная граждан, которые будут жить в новых районах. Следовательно, оценка этапности цифровизации выступает возможной стратегией формирования цифрового общества. Отметим, что подобные стратегии могут быть сформированы на основе цифровых двойников городского масштаба (Nochta et al., 2021).

Анализ динамических возможностей для экосистемных инноваций (Elberzhager et al., 2021) был проведен при исследовании умных городов Швеции. На основании многочисленных интервью выделены три механизма согласования для организации инновации в экосистемах: настрой-

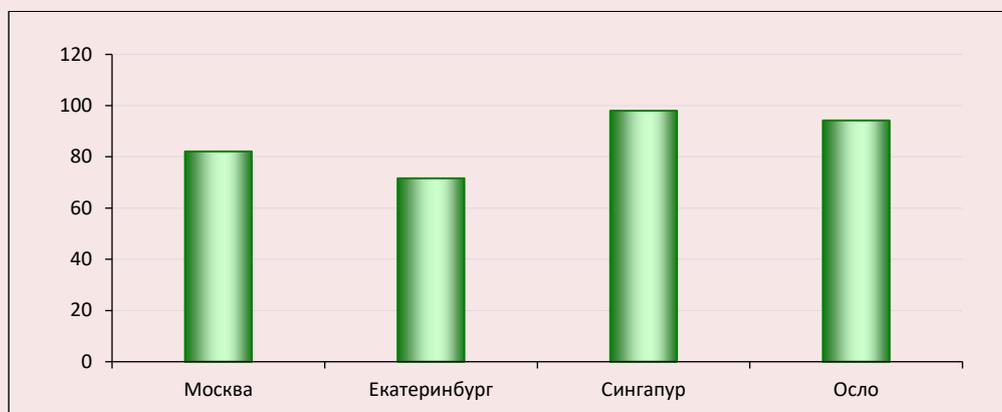
ка партнерских отношений в экосистемах, развертывание ценностных предложений и управление согласованием экосистем.

Для анализа развития Манчестера (Великобритания), Эндховена (Нидерланды) и Ставангера (Норвегия) применен метод оценки квадрупольной спирали (Paskaleva et al., 2021). Показано, что привлечение заинтересованных сторон квадрупольной спирали к совместной оценке деятельности повышает способность проектов обеспечивать и измерять воздействие цифровых технологий и приложений, которое имеет значение для городов и горожан.

Нами ранее предложен метод этапности цифровой трансформации умных городов, разработана схема семи последовательных уровней в развитии умных городов: инженерная инфраструктура (Infrastructure), институты (Institutions), системы связи и коммуникаций (Intranet), интеграция данных (Integration), взаимодействие пользователей и технических систем (Interfaces), инновации (Innovations), применение инноваций в компонентах умного города (Implementation) (Popov, Semyachkov, 2020). Наложение модели 7I на шесть основных компонент развития умного города позволило получить матрицу показателей развития умного города, что дает возможность сравнивать различные территории между собой (Popov, Semyachkov, 2021).

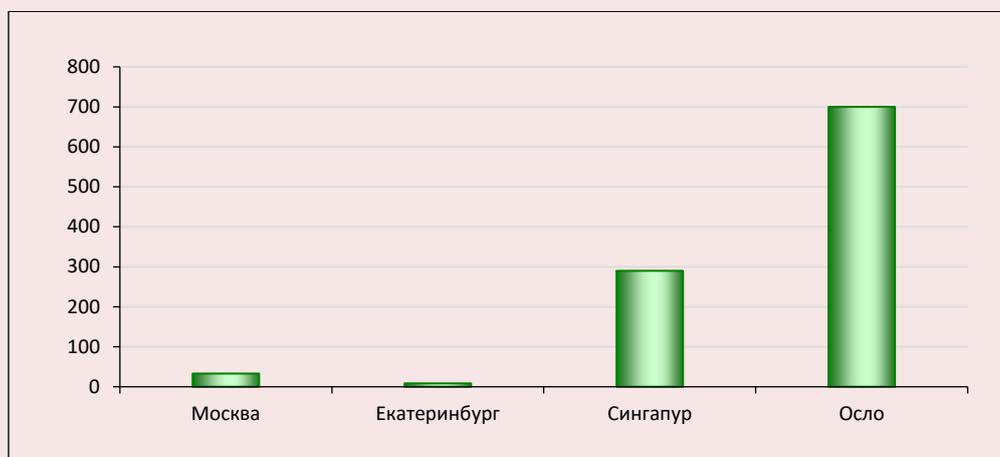
К примеру, на *рисунке 1* представлено сравнение использования цифровых технологий в различных исследованных городах.

Рис. 1. Использование цифровых технологий в домашнем хозяйстве в городах Москве, Екатеринбурге, Сингапуре, Осло, %



Источник: составлено авторами.

Рис. 2. Количество умных приборов учета на 1000 домохозяйств в городах Москве, Екатеринбурге, Сингапуре, Осло



Источник: составлено авторами.

Данные рисунка 1 демонстрируют близкое развитие различных городов в направлении цифровизации домашнего хозяйства.

С другой стороны, данные, представленные на *рисунке 2*, демонстрируют резкое различие цифровых технологий учета коммунальных потребностей в городах, обладающих признаками умного города.

Таким образом, применение различных методов анализа экономического и социального развития умных городов позволяет создавать базу для принятия управленческих решений по стратегическому формированию подобных территорий.

Научная новизна проведенного исследования заключается в типологизации методов анализа экономического и социального развития умных городов, развивающей теорию экосистемного анализа цифровизации территорий.

#### Заключение

В ходе исследования, проведенного с целью разработки типологии методов анализа экономического и социального развития умных городов, получены следующие теоретические и практические результаты.

Во-первых, проанализированы результаты предшествующих исследований экосистемы умных городов, сформулирована проблема,

связанная с необходимостью разработки типологии методов анализа их экономического и социального развития.

Во-вторых, на основе анализа работ, проиндексированных в мировой базе данных Web of Science Core Collection, отобраны полторы сотни статей по экономическим проблемам развития умных городов, опубликованные в 2015–2021 гг. и находящиеся в открытом доступе.

В-третьих, выделены различные методы анализа экономического и социального развития умных городов. Дифференциацию выделенных методов провели по методу описания исследуемых объектов (статический и динамический) и по методу модельного описания (таблицы, диаграммы, матрицы, графики). К статическим методам отнесены методы оценки характеристик экосистемы, анализа «затраты – выпуск», диаграммы развития, анализа координации экосистем данных, оценки экосистемы для возрастных жителей; к динамическим – матрицы «захват ценности – создание ценности», стимулирующих элементов управления, «цифровые экосистемы – предпринимательские экосистемы», а также графики жизненного цикла экосистемы умного города, эволюции гражданских экосистем, этапности цифровой трансформации, дина-

мических возможностей инноваций и квадрупольной спирали.

В-четвертых, показана применимость методов анализа развития умных городов для различных территорий.

В-пятых, для наглядности приведены авторские результаты оценки развития умных городов Москвы, Екатеринбурга, Осло, Сингапура на основе модели 7I (infrastructure,

institutions, intranet, integration, interfaces, innovations, implementation).

Теоретическая значимость полученных результатов заключается в развитии теории экосистемного анализа применительно к оценке формирования умных городов; практическая значимость состоит в разработке прикладного инструментария стратегического планирования в сфере развития проектов умных городов.

## Литература

- Попов Е.В. (2020). Эконотроника. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета. 384 с.
- Попов Е.В., Семячков К.А. (2020). Умные города: монография. М.: Юрайт. 346 с.
- Bliss D., Garbos R., Kane P., Kharchenko V., Kochanski T. Rucinski A. (2021). Homo digitus: Its dependable and resilient smart ecosystem. *Smart Cities*, 4, 514–531.
- Brock K., Ouden E., Klauw K., Podoynitsyna K., Langerak F. (2019). Light the way for smart cities: Lessons from Philips Lighting. *Technological Forecasting & Social Change*, 142, 194–209.
- Certoma C. (2020). Digital social innovation and urban space: A critical geography agenda. *Urban Planning*, 5(4), 8–19.
- Chambers J., Evans J. (2020). Informal urbanism, and the Internet of Things: Reliability, trust, and the reconfiguration of infrastructure. *Urban Studies*, 57(14), 2918–2935.
- Claudel M. (2018). From organizations to organizational fields: The evolution of civic innovation ecosystems. *Technology Innovation Management Review*, 8(6), 34–47.
- Colding J., Wallhagen M., Sorqvist P., Marcus L., Hillman K., Samuelsson K., Barthel S. (2020). Applying a system perspective on the notion of the smart city. *Smart Cities*, 3(22), 1–10.
- Coletta C., Heaphy L., Kitchin R. (2019). From the accidental to articulated smart city: The creation and work of “smart Dublin”. *European Urban and Regional Studies*, 26(4), 349–364.
- Derlukiewicz N., Mempel-Sniezyk A. (2018). European cities in the face of sustainability development. *Ekonomia I Pravo. Economics and Law*, 17(2), 125–135.
- Elberzhager F., Mennig P., Polst S., Scherr S., Stupfert P. (2021). Towards a digital ecosystem for a smart city district: Procedure, results, and lessons learned. *Smart Cities*, 4, 686–716.
- Engel J.S., Berbegal-Mirabent J., Pique J.M. (2018). The renaissance of the city as a cluster of innovation. *Cogent Business and Management*, 5, 1532777, 1–20.
- Engin Z., Dijk J., Lan T., Longley P.A., Treleaven P., Batty M., Penn A. (2020). Data-driven urban management: Mapping the landscape. *Journal of Urban Management*, 9, 1140–1150.
- Gorelova I., Dmitrieva D., Dedova M., Savastano M. (2021). Antecedents and consequences of digital entrepreneurial ecosystems in the interaction process with smart city development. *Administrative Sciences*, 11(94), 1–14.
- Gupta A., Panagiotopoulos P., Bowen F. (2020). an orchestration approach to smart city data ecosystems. *Technological Forecasting & Social Change*, 153, 119929, 1–12.
- Hajikhani A. (2020). Impact of entrepreneurial ecosystem discussions in smart cities: Comprehensive assessment of social media data. *Smart Cities*, 3, 112–137.
- Hamalainen M. (2020). Digital transformation in the Helsinki smart city. In: Ratten V. (Ed.). *Entrepreneurship and the Community: A Multidisciplinary Perspective on Creativity, Social Challenges, and Business*. Springer.
- Hazell E.C. (2020). Disaggregating ecosystem benefits: An integrated environmental-deprivation index. *Sustainability*, 12, 7589, 1–20.
- Hirvensalo A., Teerikangas S., Reynolds N.-S., Kalliomaki H., Mantysalo R., Mattila H., Granqvist K. (2021). Agency in circular city ecosystem – a rationalities perspective. *Sustainability*, 13, 2544, 1–15.
- Iqbal A., Olariu S. (2021). A survey of enabling technologies for smart communities. *Smart Cities*, 4, 54–77.

- Jo S.-S., Han H., Leem Y., Lee S.-H. (2021). Sustainable smart city, and industrial ecosystem; structural and relational changes of the smart city industries in Korea. *Sustainability*, 13, 9917, 1–17.
- Kitchin R., Moore-Cherry N. (2020). Fragmented governance, the urban data ecosystem and smart city-regions: The case of metropolitan Boston. *Regional Studies*, 1735627, 1–11. DOI: 10.1080/00343404.2020.1735627
- Kundu D. (2019). Blockchain and trust in a smart city. *Environment and Urbanization ASIA*, 10(1), 31–43.
- Lee J.W. (2020). Big data strategies for government, society and policy-making. *Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7(7), 475–487.
- Linde L., Sjodin D., Parida V., Wincent J. (2021). Dynamic capabilities for ecosystem orchestration. *Technological Forecasting & Social Change*, 166, 120614, 1–12.
- Macrorie R., Marvin S., While A. (2021). Robotics and automation in the city: A research agenda. *Urban Geography*, 42, 2, 197–217.
- Marston H.R., Shore L., White P.J. (2020). How does a (smart) age-friendly ecosystem look in a post-pandemic society? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 8276, 1–43.
- Moore J.F. (1997). *The Death of Competition: Leadership and Strategy in the Age of Business Ecosystems*. New York: Harper Collins.
- Myeong S., Jung Y., Lee E. (2018). A study on determinant factors in smart city development: An analytical hierarchy process analysis. *Sustainability*, 10, 2606, 1–17.
- Nochta T., Wan L., Schooling J.M., Parlikad A.K. (2021). A socio-technical perspective on urban analytics: The case of city-scale digital twins. *Journal of Urban Technology*, 28, 1-2, 263–287.
- Ooms W., Caniels M.C.J., Roijackers N., Cobben D. Ecosystems for smart cities: Tracing the evolution of governance structures in a Dutch Smart City Initiative. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 16, 1225–1258.
- Paskaleva K., Evans J., Watson K. (2021). Co-producing smart cities: A quadruple helix approach to assessment. *European Urban and Regional Studies*, 28, 4, 395–412.
- Pierce P., Ricciardi F., Zardini A. (2017). Smart Cities as Organizational Fields: A Framework for Mapping Sustainability-Enabling Configurations. *Sustainability*, 9, 1506, 1–21.
- Popov E., Semyachkov K. (2020). 7I-model for smart city development. *Archives of Business Research*, 8(7), 143–157.
- Popov E., Semyachkov K. (2021). Smart city assessment matrix. *SHS Web of Conferences, Socio-Economic Sciences*, 94, 01019, 1–5.
- Pulkkinen J., Jussila J., Trotskii A., Laiho A. (2019). Smart mobility: Services, platforms and ecosystems. *Technology Innovation Management Review*, 9(9), 15–24.
- Raven R., Sengers F., Spaeth P., Xie L., Cheshmehzangi A., Jong M. (2019). Urban experimentation and institutional arrangements. *European Planning Studies*, 27(2), 258–281.
- Rehm S.-V., McLoughlin S., Maccani G. (2021). Experimental platforms as bridges to urban sustainability. *Smart Cities*, 4, 569–587.
- Robaeyst B., Baccarne B., Duthoo W., Schuurman D. (2021). The city as an experimental environment: The identification, selection and activation of distributed knowledge in regional open innovation ecosystems. *Sustainability*, 13, 6954, 1–18.
- Rochet C., Correa J.D.P. (2016). Urban lifecycle management: A research program for smart government of smart cities. *Revista de Gestão e Secretariado -GeSec, São Paulo*, 7(2), 1–20.
- Ruohomaa H., Salminen V., Kunttu I. (2019). Towards a smart city concept in small cities. *Technology Innovation Management Review*, 9(9), 5–14.
- Storolli W.G., Makiya I.K., Cesar F.I.G. (2019). Comparative analyses of technological tools between Industry 4.0 and smart cities approaches: The new society ecosystem. *Independent Journal of Management & Production*, 10(3), 1134–1158.
- Yuan J., Xie H., Yang D., Xiahou X., Skibniewski M.J., Huang W. (2020). Strategy formulation for the sustainability development of smart cities: A case study of Nanjing, China. *International Journal of Strategic Property Management*, 24(6), 379–399.

## Сведения об авторах

Евгений Васильевич Попов — доктор экономических наук, член-корреспондент РАН, профессор, главный научный сотрудник, Институт экономики УрО РАН (620014, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Московская, д. 29; e-mail: epopov@mail.ru)

Константин Александрович Семьячков — кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, Институт экономики УрО РАН (620014, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Московская, д. 29; e-mail: k.semyachkov@mail.ru)

Popov E.V., Semyachkov K.A.

## Methods for Analyzing Economic and Social Development of Smart Cities

**Abstract.** The purpose of the study is to develop a typology of methods for analyzing economic and social development of smart cities. Having reviewed the works indexed in the global database Web of Science Core Collection we selected one and a half hundred articles on economic problems of smart cities development published in 2015–2021 and available in the public domain. We identify various methods for analyzing economic and social development of smart cities, differentiate them using the method of describing the objects under consideration (static and dynamic) and the method of model description (tables, diagrams, matrices, graphs). Static methods include methods for assessing ecosystem characteristics, input-output analysis, development diagrams, data ecosystems coordination analysis, assessment of the ecosystem for elderly residents. Dynamic methods include the Value Creation – Value Capturing matrices, stimulating management elements, “digital ecosystems – entrepreneurial ecosystems”, graphs showing the life cycle of the smart city ecosystem, evolution of civil ecosystems, stage-by-stage digital transformation, dynamic opportunities for innovation and the quadruple helix. We show the applicability of methods for analyzing the development of smart cities for various territories. We present our own results of assessment of the development of smart cities in Moscow, Yekaterinburg, Oslo, Singapore based on the 7I-model (infrastructure, institutions, intranet, integration, interfaces, innovations, implementation). Theoretical significance of the results obtained consists in the development of a theory of ecosystem analysis related to assessing the formation of smart cities; practical significance of the results lies in the development of applied tools for strategic planning in the field of smart city project development.

**Key words:** smart cities, analysis methods, static methods, dynamic methods, tables, diagrams, matrices, graphs.

## Information about the Authors

Evgeny V. Popov – Doctor of Sciences (Economics), Professor, RAS Corresponding Member, Chief Researcher, Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (29, Moskovskaya Street, Yekaterinburg, 620014, Russian Federation; e-mail: epopov@mail.ru)

Konstantin A. Semyachkov – Candidate of Sciences (Economics), Senior Researcher, Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (29, Moskovskaya Street, Yekaterinburg, 620014, Russian Federation; e-mail: k.semyachkov@mail.ru)

Статья поступила 14.01.2022.