

# Исследование потенциала применения сквозных технологий в развитии информационной инфраструктуры города

О.П. Патриевская, С.А. Митягин

**Аннотация**—Развитие современных городов тесно связано с информационными технологиями, внедрение которых позволило ускорить и упростить многие процессы взаимодействия горожан с органами власти и бизнесом. Однако, короткий период жизни современных информационных технологий, и часто отраслевая фокусировка развития информационной инфраструктуры современных городов все чаще приводит к необходимости реинжиниринга и преобразования этой инфраструктуры. Значимую роль в этом играют прорывные информационные технологии, которые одновременно являются источником технологического риска и потенциалом развития. В этой статье авторы рассматривают проблематику внедрения прорывных технологий в условиях сложившейся информационной инфраструктуры, риски и ожидаемые эффекты.

**Ключевые слова**—сквозные технологии, информатизация города, информационная инфраструктура, умный город.

## I. ВВЕДЕНИЕ

В настоящий момент основные процессы государственного управления в городе автоматизированы [1]. Тем не менее, это означает не окончание развития в этой области, а переход к более совершенному уровню автоматизации – цифровизации процессов, когда одновременно с переводом процессов в электронный вид (или пересмотром способа их реализации в электронном виде), происходит их оптимизация. Оптимизация государственного управления – одна из ключевых задач Российской Федерации, реализуемая на протяжении нескольких лет [2][3].

Переход к цифровизации может быть осуществлен с применением новых прорывных информационных технологий. Они позволяют максимально эффективно устранять рутинные процессы и формировать новые возможности в условиях высокой неопределенности.

С течением лет прорывные информационные технологии меняются и совершенствуются, но в течение последних нескольких лет их перечень является достаточно постоянным. Их перечень можно найти среди современных технологических трендов.

В статье представлены рейтинги наиболее популярных технологических трендов, актуальные для

всех сфер применения и представленные крупнейшими исследовательскими компаниями. Эти решения указали на необходимость воспринимать их не просто как еще один тип прорывных технологий, способствующих инновационному росту, но как ведущую прорывную доминанту современного развития государственной экономики и бизнеса и получили отдельное название – цифровые технологии, «сквозные» цифровые технологии (СЦТ) [4].

Необходимость дополнительного стимулирования цифровых технологий на государственном уровне в Российской Федерации стала ясна на этапе очередного пересмотра ряда стратегических документов на следующие годы. Так появился национальный проект «Цифровая экономика», включающий в себя подпроект «Цифровые технологии» (утвержден протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 4 июня 2019 г. № 7). Безусловно, развитие цифровых технологий рано или поздно произошло бы и без государственной поддержки (в связи с огромными ожидаемыми экономическими эффектами от их внедрения [5]), но формирование базовых платформ и субтехнологий (закреплены «дорожными картами» развития цифровых технологий [6]) способствует взрывному росту и популяризации цифровых технологий, аналогично тому, как появление цифровых платформ и агрегаторов на рынке такси способствовало его росту [7], что в свою очередь стимулирует рост экономической выгоды.

В статье исследуется текущий уровень распространения цифровых технологий в государственных информационных системах в Санкт-Петербурге и возможный потенциал их дальнейшего распространения. В частности, рассмотрены проблемы, связанные с текущим определением уровня проникновения технологий и возможностей их дальнейшего мониторинга, предложена методика.

## II. СУЩЕСТВУЮЩАЯ ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ СКВОЗНЫХ ТЕХНОЛОГИИ

Согласно исследованиям крупнейших международных компаний среди прорывных информационных технологий, можно выделить следующие: Искусственный интеллект, большие данные и предиктивная аналитика, интернет вещей и другие (подробнее в таблице 1).

Статья получена 16 ноября 2021.

Ольга Павловна Патриевская, Некоммерческое партнерство «European-Russian InnoPartnership» (email: patrievskaja@yandex.ru).

Сергей Александрович Митягин, Институт дизайна и урбанистики, Университет ИТМО (email: mityagin@itmo.ru).

**Таблица 1.** Сравнение наиболее популярных технологических трендов 2019 года по результатам исследований КПМГ в России и Garthner [8]

№ п.п.	КПМГ	№ п.п.	Garthner
1	Большие данные и предиктивная аналитика	1	Интернет вещей (IoT)
2	Роботизация	2	Большие данные и предиктивная аналитика
3	Искусственный интеллект	3	Искусственный интеллект
4	Чат-боты	4	Цифровые двойники
5	Оптическое распознавание (OCR)	5	Периферийные вычисления
6	Интернет вещей (IoT)	6	Виртуальная реальность (VR, AR)
7	Блокчейн	7	Блокчейн
8	Виртуальная реальность (VR, AR)	8	Смарт пространство
			Другие технологические тренды
		9	Этика и приватность в цифровом мире
		10	Квантовая вычислительная техника

На государственном уровне, на первом этапе рассматривалось использование девяти технологий [4], однако в виде «дорожных карт» был утверждены программы только по 7-ми из них [6]:

- нейротехнологии и искусственный интеллект;
- системы распределенного реестра;
- квантовые технологии;
- новые производственные технологии;
- компоненты робототехники и сенсорики;
- технологии беспроводной связи;

- технологии виртуальной и дополненной реальности.

Такие технологии как «большие данные» и «промышленный интернет» были исключены.

Необходимо отметить, что в процессе появления новых форм поддержки и продолжения работы – рассматривается вопрос о расширении перечня поддерживаемых технологий, появляются новые понятия, новые программы и экспертные советы, ведутся дискуссии [9][10][11].

В рамках проекта «Цифровые технологии» (национальный проект «Цифровая экономика» [12]) одним их показателей является показатель «Увеличение затрат на развитие «сквозных» цифровых технологий». Он также перенесен и на региональный уровень в региональный проект.

В соответствии методикой расчета показателя «Увеличение затрат на развитие «сквозных» цифровых технологий», утвержденной Приказом № 909 от 26.12.2019 «Об утверждении методик показателей федерального проекта «Цифровые технологии», значения показателя рассчитывается исходя из данных Федеральной службы государственной статистики [12]. Источником информации являются данные формы федерального статистического наблюдения № 3-информ «Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг», получаемые ежегодно территориальными органами Росстата субъектов Российской Федерации от юридических лиц (кроме субъектов малого предпринимательства).



**Рис. 1.** Алгоритм оценивания уровня и потенциала внедрения прорывных информационных технологий в органах власти.

Указанная методика является несовершенной ввиду ряда причин:

(1) отсутствие механизмов у исполнительных органов государственной власти для обеспечения гарантированного достижения, установленных целевых значений Показателя;

(2) нет возможности своевременно оценивать значения показателя (первые данные о значениях Показателя будут доступны только в 2022 году после публикации статистических отчетов Росстата за 2021 год);

(3) нет возможности формировать промежуточные (в том числе – прогнозные) значения Показателя;

(4) отсутствуют измерения для государственных информационных систем, которые в настоящий момент составляют существенную часть цифровизации страны.

Таким образом, существует необходимость разработки методики и порядка оценивания уровня и потенциала внедрения прорывных информационных технологий для поддержки решений исполнительных органов государственной власти в их деятельности по развитию регионального информационного пространства.

### III. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УРОВНЯ И ПОТЕНЦИАЛА ВНЕДРЕНИЯ ПРОРЫВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОРГАНАХ ВЛАСТИ

В связи с несовершенством существующих подходов при планировании развития информационной инфраструктуры в органах государственной власти, в данной работе совершена попытка сформировать методику оценки уровня и потенциала внедрения прорывных информационных технологий. Эта методика предназначена для поддержки деятельности региональных исполнительных органов власти при планировании развития информационной инфраструктуры и выборе конкретных направлений информатизации и цифровизации региона.

В основе методики заложен принцип учета уровня распространенности цифровых технологий в государственных информационных системах в регионе по сравнению с некоторым эталонным образом.

Общая схема алгоритма оценивания представлена на рисунке 1.

Согласно рисунку 1 алгоритм включает три основных этапа, а также подготовительный и заключительный этапы.

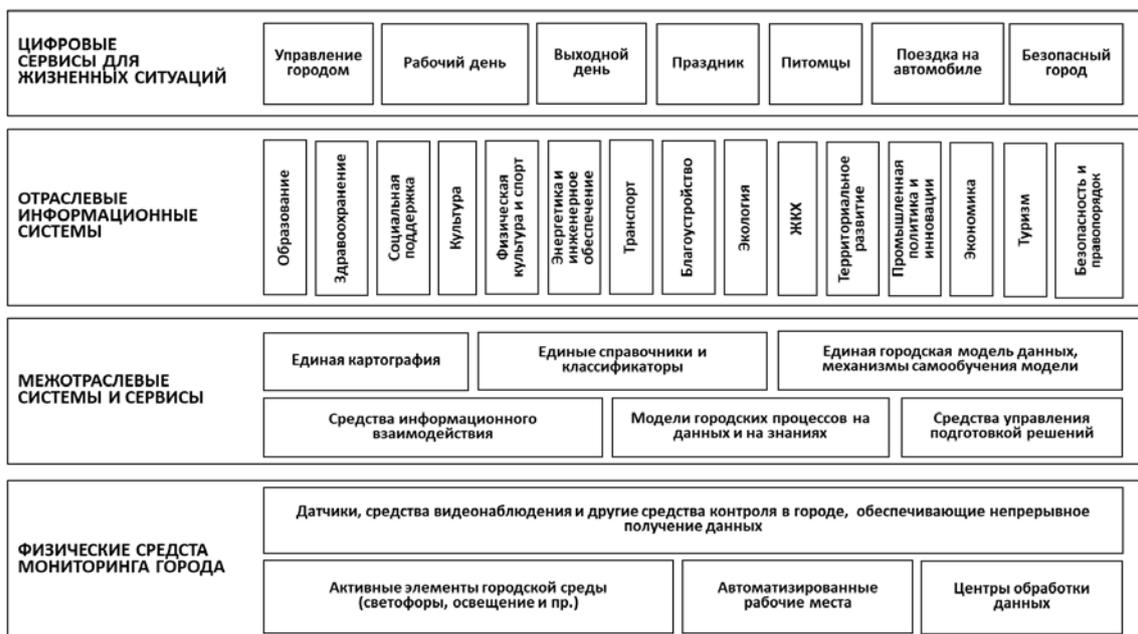
На подготовительном этапе производится сбор исходных данных. Единицей информационной инфраструктуры региона выступает информационная система. Сбор сведений об информационных системах производится путем аудита, целью которого является определение состава и функциональной структуры действующий на территории систем.

**Таблица 2.** Форма представления сведений о государственной информационной системе

№ п.п.	Параметр	Описание
1	Наименование информационной системы	Официальное название, под которым система фигурирует в документах
2	Наименование программного компонента	Пользовательское название функционального элемента информационной системы
3	Функция программного компонента	Конкретная функция, на выполнение которой направлен компонент
4	Используемые прорывные технологии	Технологии из перечня Таблицы 1, используемые для лучшего выполнения функций компонента
5	Назначение программного компонента	На решение проблем какой части населения в какой жизненной ситуации направлен компонент
6	Позиция в модели инфраструктуры	Название блока в модели инфраструктуры, приведенной на рисунке 2.
7	Ведомственная принадлежность	Необходимо для учета федерального, регионального или местного статуса информационной системы
8	Статус системы	Государственный или коммерческий

В таблице 2 представлены важные для настоящего исследования сведения о информационных системах, подлежащих аудиту.

Необходимо отметить, что указанные в таблице 2 сведения не являются исчерпывающими и могут быть дополнены для нужд аудита. Результатом аудита является множество сведений о функционирующих на территории региона.



**Рис. 2.** Целевая модель информационной инфраструктуры региона.

На первом этапе производится анализ покрытия функциональных областей информатизации региона на основе эталонной функциональной модели информационной инфраструктуры.

Мы будем использовать целевую модель информационной инфраструктуры, представленную в работе [14], но доработанной под нужды настоящего

исследования. Целевая модель представлена на рисунке 2.

Для каждого блока модели, представленной на рисунке 2 определяется уровень информатизации в соответствии со следующим выражением:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k a_i(f_{ij})}{kn}, \quad (1)$$

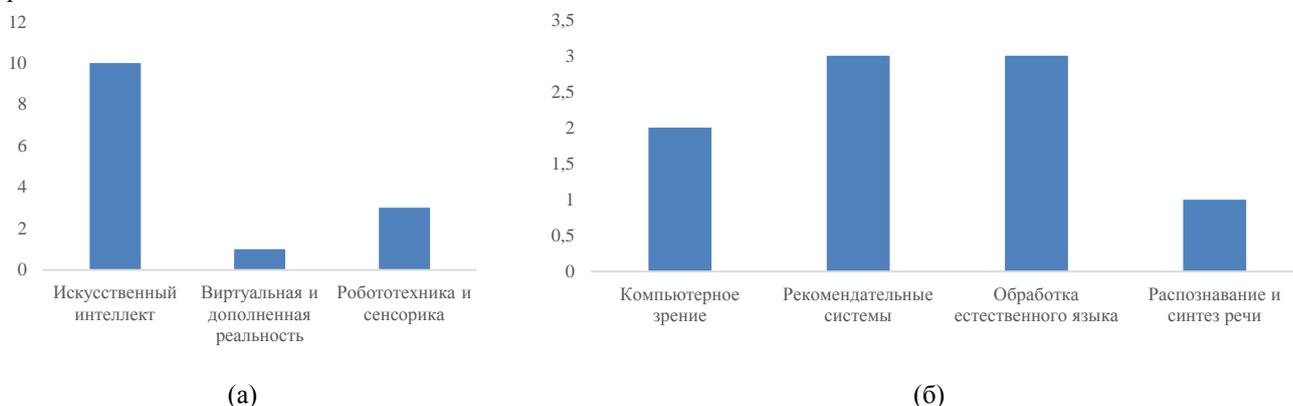
где  $I$  – безразмерный уровень информатизации блока,  $a_i(f_j)$  – количество компонент информационной системы  $i$ , автоматизирующих функцию  $f_j$ .

Из уравнения (1) следует, что возможно наличие нескольких компонент, обеспечивающих выполнение одной и той же функции.  $I = 1$  в том случае, когда все компоненты решают одну функцию и каждая функция обеспечивается одним компонентом.

**Таблица 3.** Фрагмент транзакционной матрицы сквозных технологий

№ п.п.	Наименование субтехнологии	Функция
1	Искусственный интеллект и нейротехнологии	
1.1.	Компьютерное зрение	Класс решений, которые находят, отслеживают и классифицируют объекты, а также синтезируют видеоизображения
1.2.	Обработка естественного языка	Класс решений, направленных на понимание языка и генерацию текста, несущего смысл, а также общение на естественном языке при взаимодействии компьютера и человека
1.3	Распознавание и синтез речи	Класс решений, позволяющих осуществлять перевод речевого запроса в текстовый вид, в том числе анализ тембра и тональности голоса, распознавание эмоций, а также синтезировать речь
...	...	...
2.	Компоненты робототехники и сенсора	
2.1.	Сенсоры и цифровые компоненты РТК для человеко-машинного взаимодействия	Технологии и интерфейсы ассистивной робототехники, Технологии сервисной и социальной робототехники для взаимодействия с людьми ...
2.2.	Технологии сенсорно-моторной координации и пространственного позиционирования	Алгоритмы и технологии управления приводами с сенсорами обратной связи... Алгоритмы и технологии сенсорно-моторной координации и планирования движений для захвата и перемещения физических объектов и контактного взаимодействия...
...	...	...

**На втором этапе** производится анализ внедрения прорывных технологий на основе транзакционной матрицы сквозных технологий.



**Рис. 3.** Статистика применяемых «сквозных» технологиях в государственных информационных системах Санкт-Петербурга:

(а) все «сквозные» технологии; (б) субтехнологии искусственного интеллекта

В Санкт-Петербурге реализованы, были реализованы ранее и функционируют в настоящий момент – более 80 информационных систем, зарегистрированы в

Транзакционная матрица сквозных технологий формируется на основе анализа опыта применения этих технологий для обеспечения выполнения конкретных функций. Фрагмент такой матрицы представлен в таблице 3.

Матрица, фрагмент которой представлен в таблице 3, позволяет определить какие функции, не покрытые информационным пространством, имеют потенциал в цифровизации за счет применения сквозных технологий.

**На третьем этапе** определяется оценка потенциала внедрения прорывных технологий.

Потенциал внедрения сквозных технологий определяется на основе параметра №5 «Назначение программного компонента», представленного в таблице 2. Этот параметр предполагает соотнесение затрат на цифровизацию функции с ожидаемым эффектом с точки зрения улучшения качества жизни представителей соответствующих слоев населения в конкретных жизненных ситуациях.

**На заключительном этапе** формируются выводы относительно наилучших направлений развития информационного пространства. Этот этап в нашей методике не рассматривается, так как выполняется экспертом.

#### IV. ДЕМОНСТРАЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПОДХОДА ДЛЯ АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Демонстрация применения подхода производится для города Санкт-Петербурга, Россия. Основным источником информации о государственных информационных системах в Санкт-Петербурге в настоящий момент является Реестр государственных информационных систем Санкт-Петербурга [1]. Этот ресурс содержит необходимую информацию о государственных информационных системах, что позволяет упростить этап сбора данных и аудита.

настоящий момент – 68. Выявлены 9 информационных систем из 68, использующие «сквозные» цифровые технологии в настоящий момент, одна из которых является одной из самых больших в Санкт-Петербурге и

включает 5 субтехнологий, 2 информационные системы используют более 1 субтехнологии; это неплохой результат в связи с назначением ряда систем, появление в них «сквозных» технологий – маловероятно.

Как можно видеть на рисунке 3 представлена общая статистика применения «сквозных» технологий в государственных информационных системах Санкт-Петербурга. Наиболее распространена технология искусственного интеллекта. Следует отметить, что искусственный интеллект применяется в основном в решении задач безопасности (компьютерное зрение), приема сообщений граждан (распознавание речи). Рекомендательные системы наиболее распространены в планировании стратегического развития города и оперативных мероприятий.

Наиболее популярной «сквозной» технологией является «Искусственный интеллект». Всего из 7 исследуемых «сквозных технологий» в настоящий момент представлены только 3: «Искусственный интеллект», «Компоненты робототехники и сенсорики» и «Технологии виртуальной и дополненной

реальности», такое распределение является вполне обоснованным в связи с тем, что компоненты, где могли бы быть применены «Технологии беспроводной связи» и «Квантовые технологии» – как правило, не являются частью государственных систем, «Новые производственные технологии» в первую очередь применяются при автоматизации производств. Таким образом, наиболее вероятным будет появление систем, использующих «Системы распределенного реестра» и в случае уклона в государственных информационных системах в градостроительные и транспортные модели – «Новые производственные технологии».

Сопоставляя функции информационных систем Санкт-Петербурга с целевой моделью, можно получить схему вида, представленного на рисунке 4.

На рисунке 4 отмечены зеленым блоки, где индекс информатизации составляет от 0,8 и более; оранжевым, где индекс информатизации составляет от 0,4 до 0,8; желтым, где индекс информатизации составляет менее 0,4.

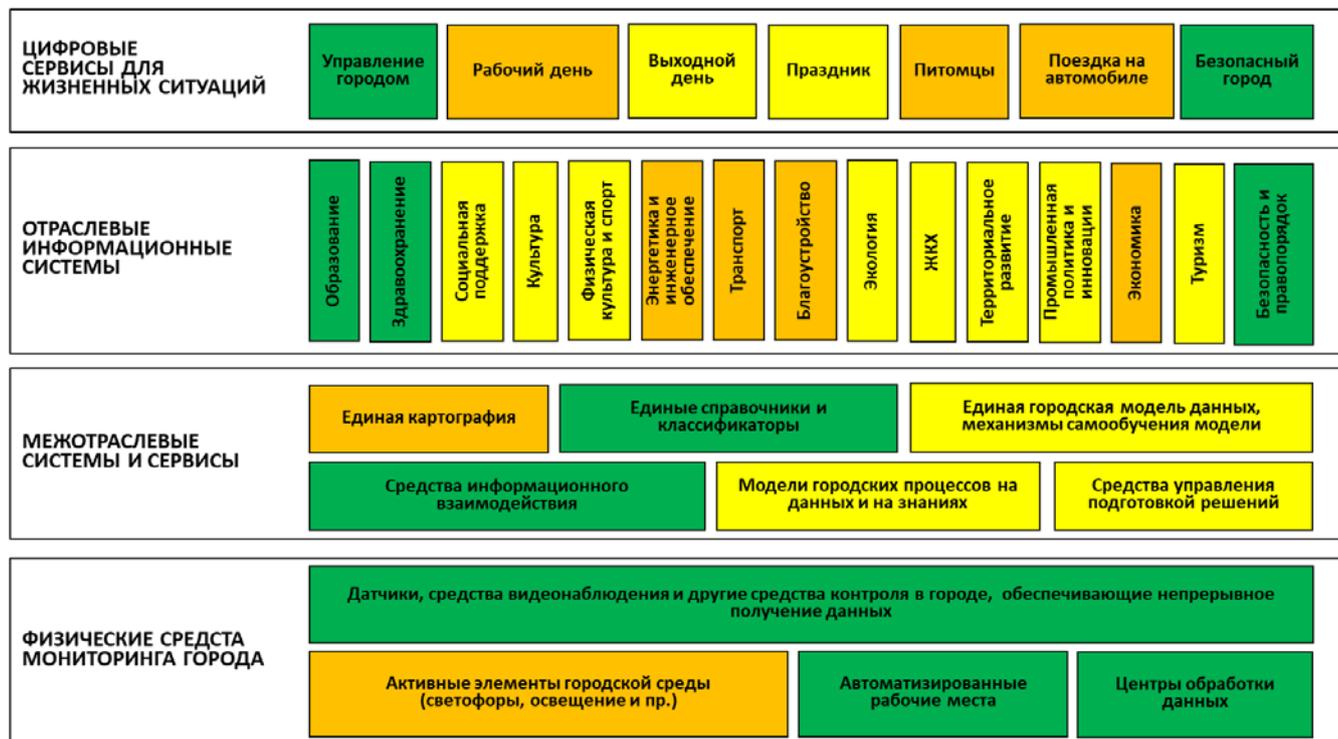


Рис. 4. Уровень покрытия государственными информационными системами целевой модели информационной инфраструктуры.

На основе произведенных оценок могут быть сформулированы рекомендации. Для каждого желтого блока могут быть предложены решения, основанные на применении «сквозных» технологий для обеспечения выполнения востребованных функций.

## VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе представлен метод определения потенциала внедрения прорывных информационных технологий в органах власти. Метод предполагает необходимость проведения аудита регионального информационного пространства для выявления актуальной ситуации в

части покрытия целевой модели функционирующими информационными системами и применением «сквозных» технологий.

Для успешного применения этого метода необходимо заранее обеспечить наличие детализированной целевой модели информационной инфраструктуры и трансляционной матрицы «сквозных» технологий. Для того, чтобы обосновать эффективность развития информационной инфраструктуры необходимо иметь оценку востребованных функций среди населения или информацию о проблемных жизненных ситуациях, не обеспеченных информационной под-держкой со стороны органов власти.

Методика может быть применена другими регионами при определении промежуточных показателей, оценки распространенности «сквозных» технологий на собственной территории и определения промежуточных показателей в целях дальнейшего регулирования.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Коллектив авторов выражает благодарность Комитету по информатизации и связи Санкт-Петербурга (<https://kis.gov.spb.ru/>), Санкт-Петербургскому государственному унитарному предприятию «Санкт-Петербургский информационно-аналитический центр» (<https://iac.spb.ru/>) за разработку и публикацию открытых сведений о государственных информационных системах Санкт-Петербурга, что вносит важный вклад в региональную информатизацию.

#### БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Реестр государственных информационных систем Санкт-Петербурга. URL: <https://reestr-gis.gov.spb.ru/gis> (дата доступа 31.08.2021)
- [2] Портал административной реформы (посвящен вопросам совершенствования государственного управления на территории Российской Федерации). URL: <https://ar.gov.ru/> (дата доступа 31.08.2021)
- [3] Паспорт федерального проекта «Цифровое государственное управление». URL: <https://digital.ac.gov.ru> (дата доступа 31.08.2021)
- [4] Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 № 1632-р. URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (дата доступа 31.08.2021)
- [5] Tadviser: Искусственный интеллект (мировой рынок). URL: <https://www.tadviser.ru> (дата доступа 31.08.2021)
- [6] Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации: «Дорожные карты» цифровых технологий. URL: <https://digitech.ac.gov.ru/technologies/> (дата доступа 31.08.2021)
- [7] Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации: Анализ сегмента такси на рынке городского пассажирского транспорта. URL: <https://ac.gov.ru/files/content/8176/issledovanie-ac-taksi-pdf.pdf> (дата доступа 31.08.2021)
- [8] Kpmg.ru: Цифровые технологии в российских компаниях. Результаты исследования. Январь 2019 г. URL: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ru/pdf/2019/01/ru-ru-digital-technologies-in-russian-companies.pdf> (дата доступа 31.08.2021)
- [9] Comnews.ru: «Сквозные технологии» дали новые всходы. URL: <https://www.comnews.ru/content/213111/2021-02-15/2021-w07/skvoznnye-tehnologii-dali-novye-vskhody> (дата доступа 31.08.2021)
- [10] Национальная технологическая инициатива: Перечень центров компетенций НТИ. URL: <https://nti2035.ru/technology/competence> (дата доступа 31.08.2021)
- [11] Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ): Грант на цифровую трансформацию компаний. Распределение по направлениям развития технологических областей. URL: <https://xn--h1apajh.xn--p1ai/support-measure/grants/grant-na-tsifrovuiu-transformatsiu-kompanii/> (дата доступа 31.08.2021)
- [12] Паспорт федерального проекта «Цифровые технологии». URL: <https://digital.ac.gov.ru/> (дата доступа 31.08.2021)
- [13] Sergey I. Drozhzhin, Artem V. Shiyan, Sergey A. Mityagin: Smart City Implementation and Aspects: The Case of St. Petersburg, Electronic Governance and Open Society: Challenges in Eurasia, Part of the Communications in Computer and Information Science book series, Vol. 947, pp. 14-25

**Ольга Павловна Патриевская**, Некоммерческое партнерство «European-Russian InnoPartnership», Санкт-Петербург, email: [patrievskaja@yandex.ru](mailto:patrievskaja@yandex.ru), ORCID: [orcidID=0000-0003-3095-6209](https://orcid.org/0000-0003-3095-6209)  
**Сергей Александрович Митягин**, канд. технич. наук, директор Института дизайна и урбанистики, Университет ИТМО, Санкт-Петербург (<http://www.idu.itmo.ru/>), email: [mityagin@itmo.ru](mailto:mityagin@itmo.ru), elibrary.ru: [authorid=6641-7219](https://elibrary.ru/authorid=6641-7219), scopus.com: [authorId=56218305500](https://scopus.com/authorId=56218305500), ORCID: [orcidID=0000-0001-9877-1687](https://orcid.org/0000-0001-9877-1687)

# The Potential of Breakthroughs Technologies in the City's Information Infrastructure Renovation

Olga Patrievskaya, Sergey A. Mityagin

**Abstract**—The development of modern cities is closely connected with information technologies, the introduction of which has made it possible to speed up and simplify many processes of interaction of citizens with authorities and business. However, the short life span of modern information technologies, and often the industry focus on the development of information infrastructure of modern cities increasingly leads to the need for reengineering and transformation of this infrastructure. A significant role in this is played by breakthrough information technologies, which are both a source of technological risk and a potential for development. In this article, the authors consider the problems of introducing breakthrough technologies in the conditions of the existing information infrastructure, risks and expected effects.

**Keywords**— breakthroughs technologies, smart city, informatization, information infrastructure management, digital maturity of the city.

## REFERENCES

- [1] Register of State information systems of St. Petersburg. URL: <https://reestr-gis.gov.spb.ru/gis> (31.08.2021)
- [2] Portal of administrative reform (dedicated to the improvement of public administration in the territory of the Russian Federation). URL: <https://ar.gov.ru/> (31.08.2021)
- [3] Passport of the federal project "Digital public Administration". URL: <https://digital.ac.gov.ru> (31.08.2021)
- [4] Decree of the Government of the Russian Federation No. 1632-r dated 28.07.2017. URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (31.08.2021)
- [5] Tadviser: Artificial Intelligence (global market). URL: <https://www.tadviser.ru> (дата доступа 31.08.2021)
- [6] Analytical Center under the Government of the Russian Federation: Digital technology Roadmaps. URL: <https://digitech.ac.gov.ru/technologies/> (31.08.2021)
- [7] Analytical Center under the Government of the Russian Federation: Analysis of the taxi segment in the urban passenger transport market. URL: <https://ac.gov.ru/files/content/8176/issledovanie-ac-taksi-pdf.pdf> (31.08.2021)
- [8] Kpmg.ru: Digital technologies in Russian companies. The results of the study. January 2019. URL: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ru/pdf/2019/01/ru-ru-digital-technologies-in-russian-companies.pdf> (31.08.2021)
- [9] Comnews.ru: "End-to-end technologies" have given new shoots. URL: <https://www.comnews.ru/content/213111/2021-02-15/2021-w07/skvoznje-tehnologii-dali-novye-vskhody> (31.08.2021)
- [10] National Technology Initiative: List of NTI Competence centers. URL: <https://nti2035.ru/technology/competence> (31.08.2021)
- [11] Russian Information Technology Development Fund (RARIT): Grant for digital transformation of companies. Distribution by areas of development of technological areas. URL: <https://xn--h1apajh.xn--p1ai/support-measure/grants/grant-na-tsifrovuiu-transformatsiu-kompanii/> (31.08.2021)
- [12] Passport of the federal project "Digital technologies". URL: <https://digital.ac.gov.ru/> (31.08.2021)
- [13] Sergey I. Drozhzhin, Artem V. Shiyan, Sergey A. Mityagin: Smart City Implementation and Aspects: The Case of St. Petersburg, Electronic Governance and Open Society: Challenges in Eurasia, Part of the Communications in Computer and Information Science book series, Vol. 947, pp. 14-25

**Olga Patrievskaya**, Non-commercial partnership "European-Russian InnoPartnership", Saint-Petersburg, email: [patrievskaja@yandex.ru](mailto:patrievskaja@yandex.ru), ORCID: [orcidID=0000-0003-3095-6209](https://orcid.org/0000-0003-3095-6209)

**Sergey Aleksandrovich Mityagin**, Ph.D, head of Institute of design and Urban Studies ITMO University, Saint-Petersburg (<http://www.idu.itmo.ru/>), email: [mityagin@itmo.ru](mailto:mityagin@itmo.ru), elibrary.ru: [authorid=655152](https://elibrary.ru/authorid=655152), scopus.com: [authorId=56218305500](https://scopus.com/authorId=56218305500), ORCID: [orcidID=0000-0001-9877-1687](https://orcid.org/0000-0001-9877-1687)