



**Ксения Радкевич,**  
научный сотрудник научно-исследовательского отдела цифровых технологий центра перспективных исследований ОАО «Гипросвязь», магистр управления



**Сергей Кругликов,**  
генеральный директор Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси, доктор военных наук, кандидат технических наук, доцент



**Николь Юневич,**  
научный сотрудник научно-исследовательского отдела цифровых технологий центра перспективных исследований ОАО «Гипросвязь», аспирант кафедры информационных технологий в управлении Международного института дистанционного образования БНТУ

# Архитектура и структура умного города

Умный город – это более рациональный подход к развитию города, основанный на использовании информационных технологий нового поколения: Интернета вещей, облачных вычислений и других основных средств для изменения способа взаимодействия правительства, предприятий и людей друг с другом для удовлетворения различных потребностей, включая средства к существованию, охрану окружающей среды, общественную безопасность, городские службы, промышленную и коммерческую деятельность. Он направлен на быстрое и разумное реагирование для повышения эффективности городских операций и улучшения качества жизни жителей города. То есть это система, видоизменяющаяся под влиянием технологий, как любая другая отрасль экономики. Умный город не может существовать «сам в себе» по причине того, что его социальная инфраструктура состоит из множества компонентов – образования, здравоохранения, безопасности, энергетики и пр. Это означает, что его развитие возможно не только по принципу отраслей, но и в активном взаимодействии с ними (рис. 1).

Как было отмечено, концепция умного города неоднородна: она включает разноплановые составляющие, которые в совокупности определяют ее сущность. Среди наиболее значимых – городская

инфраструктура, ориентация на генерацию и использование новых знаний, снижение экологической нагрузки на территорию на основе цифровизации и информатизации социально-экономического пространства [1]. Одним из важнейших факторов развития умных городов является наличие прогрессивной, современной институциональной среды, развитой инфраструктуры, в том числе ИКТ, и возможности для реализации инновационных проектов и направлений, мониторинга, сбора данных, их обработки, принятия управленческих решений. Среди других критериев следует назвать систему управления городом «умными» пользователями как со стороны населения, так и представителей власти, высокий уровень готовности самой системы к изменениям, обеспечивающим потребление услуг в условиях цифровизации, а также стимулирование ее дальнейшего становления.

## Подходы к определению архитектуры умного города

Умный город – это не только концепция, но и технологическое, и социальное явление, которое необходимо рассматривать с точки зрения архитектуры ее построения. Сегодня ведущие мировые корпорации в сфере ИКТ разрабатывают обоб-



Рис. 1. Умный город и цифровая экономика  
 Источник: разработка авторов

ценные модели таких структур. К примеру, американская транснациональная компания Cisco представляет четырехуровневую архитектуру умного города [2], где к первому уровню отнесены сетевые устройства, способствующие интеграции контекстно-зависимых сенсорных датчиков и устройств, что в итоге позволяет повысить устойчивость процессов управления городской средой. Ко второму – распределенная система сбора, обработки и хранения данных о городской среде. К третьему – система централизованного сбора данных, реализующая вычисления и аналитику, в сочетании со встроенными и открытыми стандартами прикладного программирования. На четвертом расположены новые инновационные приложения и сервисы как для населения, так и непосредственно для органов власти и управления (рис. 2).

В качестве архитектуры умного города сообществом The City Protocol была разработана подробная и детализированная многоуровневая архитектура, получившая название «Анатомия города» (рис. 3) [3], которая стала основой для реализации инициативы Barcelona Smart City – городом Барселоной (Испания), а в после-

дующем легла в основу международного стандарта ISO 37105:2019 «Устойчивые города и сообщества. Описательная основа для городов и сообществ» [4]. В нем представлена городская экосистема, состоящая из трех ключевых элементов: физическая структура, взаимодействие и общество, которые, в свою очередь, подразделяются на слои более низкого порядка: окружающая среда, застроенная территория (по сути – строительная единица, объект) и инфраструктура для первого элемента; функции и сферы деятельности, информационные потоки

и платформы, данные и приложения – для второго; различные социальные группы граждан и правительство – для третьего.

Международный союз электросвязи в отчете «Технические отчеты и спецификации МСЭ-Т при формировании более умных и устойчивых городов» [5] рассматривает архитектуру умных городов с разных точек зрения: ИКТ-составляющей, общей метаархитектуры (рис. 4), а также архитектуры с точки зрения разработки программного обеспечения, коммуникаций и потоков данных.

Согласно представленной метаархитектуре, выделяются 5 уровней:

- *окружающая среда: ландшафт, леса, озера, реки, которые характеризуют и определяют расположение города;*
- *жесткая инфраструктура, не базирующаяся на ИКТ, состоящая из элементов физической городской среды, таких как здания, энергетика, ЖКХ и пр.;*
- *жесткая инфраструктура, базирующаяся на ИКТ, включающая аппаратную*



Рис. 2. Многоуровневая архитектура Cisco. Источник: [2]

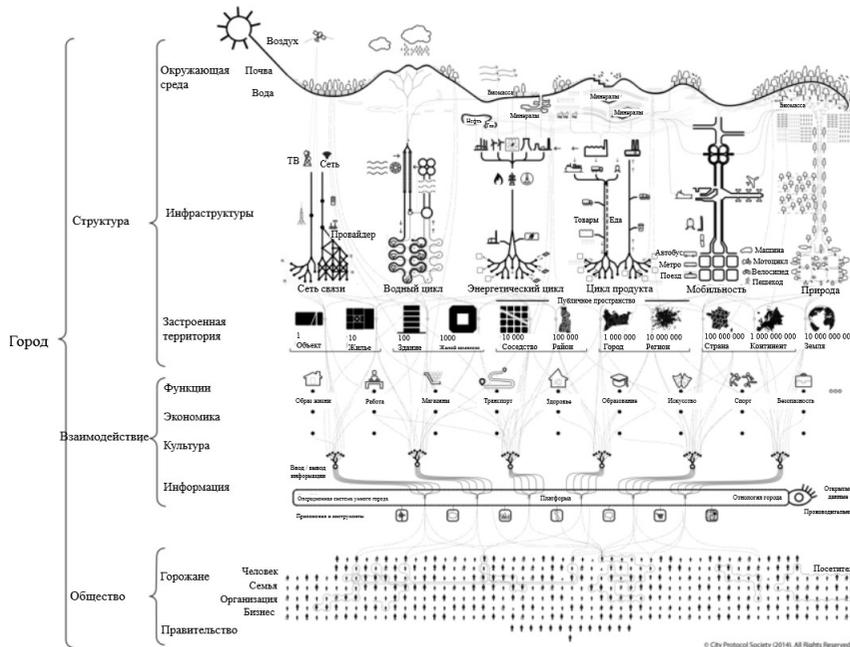


Рис. 3. Анатомия умного города. Источник: [3]

часть и средства: телекоммуникационные и инфокоммуникационные сети, сенсоры, датчики Интернета вещей, системы мониторинга и видеонаблюдения, центры хранения и обработки данных и т.д.;

- услуги, то есть все сервисы, которые предлагаются через аппаратную и программную инфраструктуру (интеллектуальные транспортные системы, электронное правительство, интеллектуальные системы безопасности и т.д.);
- мягкая инфраструктура – непосредственно пользователи, отдельные лица или их группы, а также приложения, базы данных, программное обеспечение и данные, с помощью которых реализуются услуги умного города.

Вариант четырехуровневой архитектуры и основных составляющих компонентов умного города дан Межамериканским банком развития (IADB) (рис. 5) [6].

Модель выглядит следующим образом:

- инфраструктура подключений – объединяет сети широкополосного Интернета для отправки и получения данных;

- сенсоры и связанные устройства – охватывают различные сигналы городской среды и производят передачу данных (о ситуации на дорогах, безопасности, помощи населению, чрезвычайных ситуациях, предупреждениях о стихийных бедствиях) в центры контроля и управления;
- интегрированные центры управления и контроля – осуществляют обработку и анализ данных, собранных на предыдущем уровне архитектуры, дистанционное управление устройствами, распределение информации между ведомствами, учреждениями и населением;
- интерфейсы связи – представлены веб-порталами, онлайн-сервисами, мобильными приложениями, используемыми для обмена информацией между гражданами, бизнесом и органами власти [7]. Выстраивание логичной архитектуры умного города необходимо

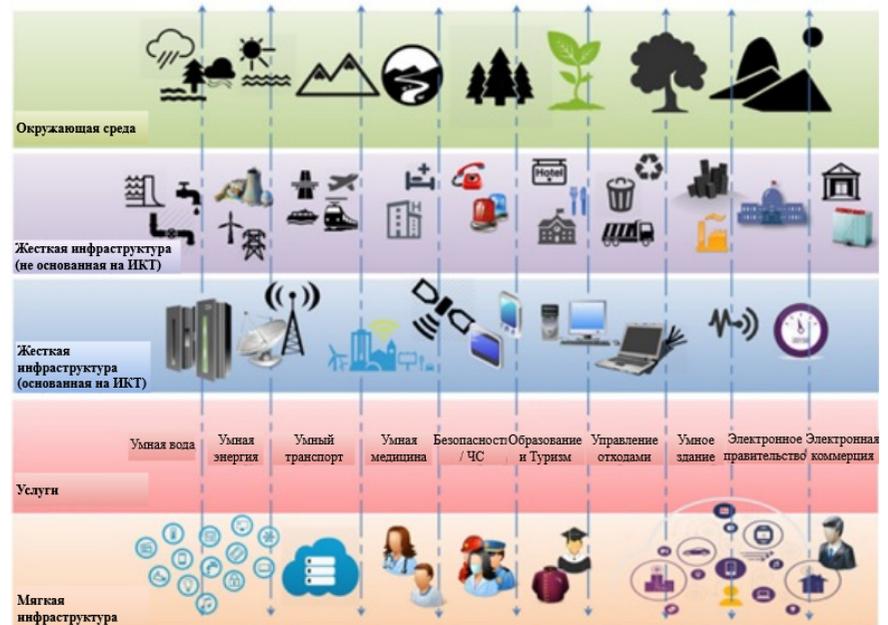


Рис. 4. ИКТ-метаархитектура умного устойчивого города

Источник: [5]

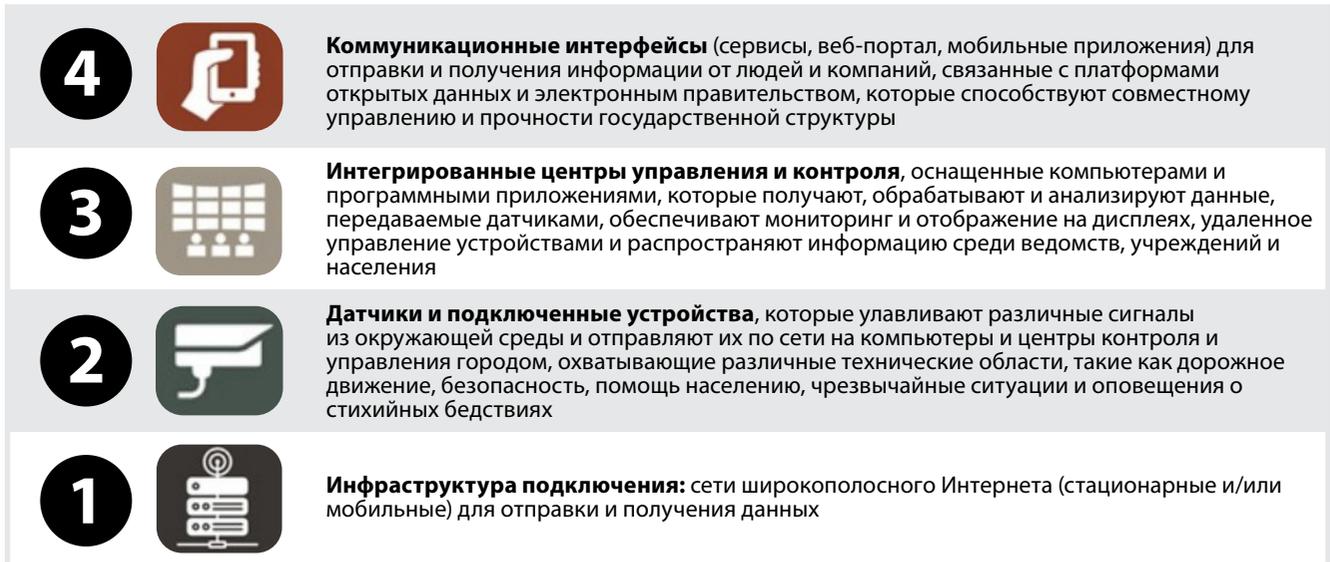


Рис. 5. Модель умного города IADB. Источник: [6]

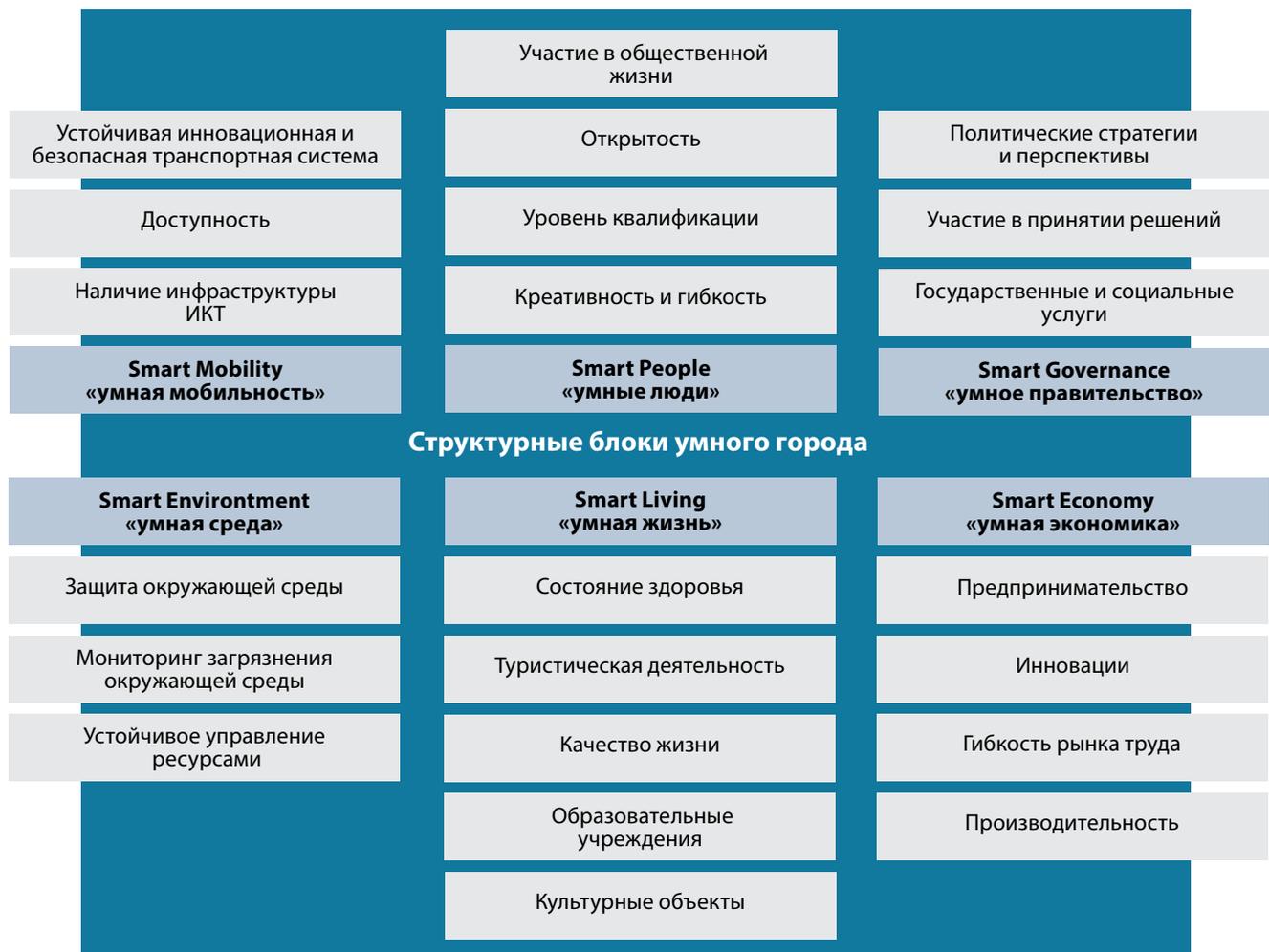


Рис. 6. Блочная структура умного города. Источник: разработка авторов

для того, чтобы услуга, которую получает каждый житель, предоставлялась эффективно, то есть это внедрение и настраивание инфраструктуры, с помощью которой будет функционировать данный проект, систем серверов и датчиков, алгоритмов и процессов работы, контроль по предоставлению услуг, наконец, внедрение удобного сервиса [8].

## Структурные компоненты умного города

Структуру умного города можно представить в виде нескольких составляющих, включая мобильность, окружающую среду, людей, «умную» жизнь, управление и экономику (рис. 6).

Ее можно рассмотреть с точки зрения взаимосвязей с различными секторами экономики и социотехническими вертикалями.

Smart Mobility – «Умная мобильность» – заключается в повышении эффективности и качества обслуживания транспортной инфраструктуры с применением информационных и цифровых технологий, оптимизации улично-дорожной среды, клиентоориентированном и инклюзивном подходе ко всем категориям граждан, а также ориентации на целевую инвестиционную деятельность для повышения мобильности в виде внедрения новых видов транспорта (как общественного, так и индивидуального назначения) с целью снижения воздействия на окружающую среду.

«Умная мобильность» в контексте умного города (рис. 7) достигается за счет создания интегрированной инфраструктуры ИКТ для предоставления транспортных и логистических услуг учреж-



Рис. 7. Подструктура «умная мобильность»

Источник: разработка авторов

дениям и людям, в том числе безопасной, стабильной, интегрированной и диверсифицированной транспортной системы, куда включены интеллектуальный транспорт, интеллектуальное управление дорожным движением, логистическими системами.

Концепция Smart People – «Умные люди» – нацелена на преобразование способов взаимо-

действия граждан посредством информации или предоставления услуг с государственным и частным сектором (как с отдельными лицами, так и с предприятиями), а также на обеспечение социальной и цифровой интеграции/цифрового равенства с помощью образовательных предложений. Эта подструктура является одним из ключевых элементов,

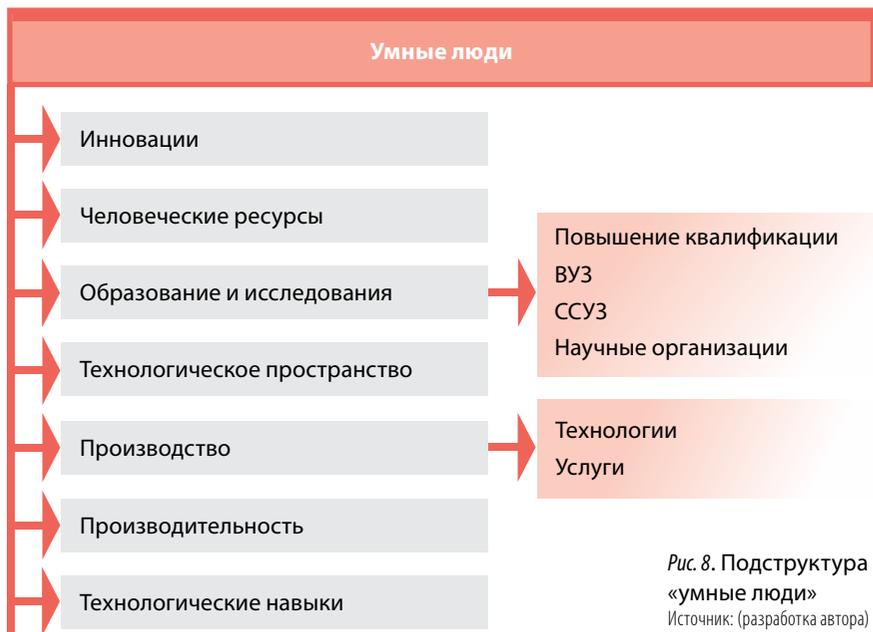


Рис. 8. Подструктура «умные люди»  
Источник: (разработка автора)

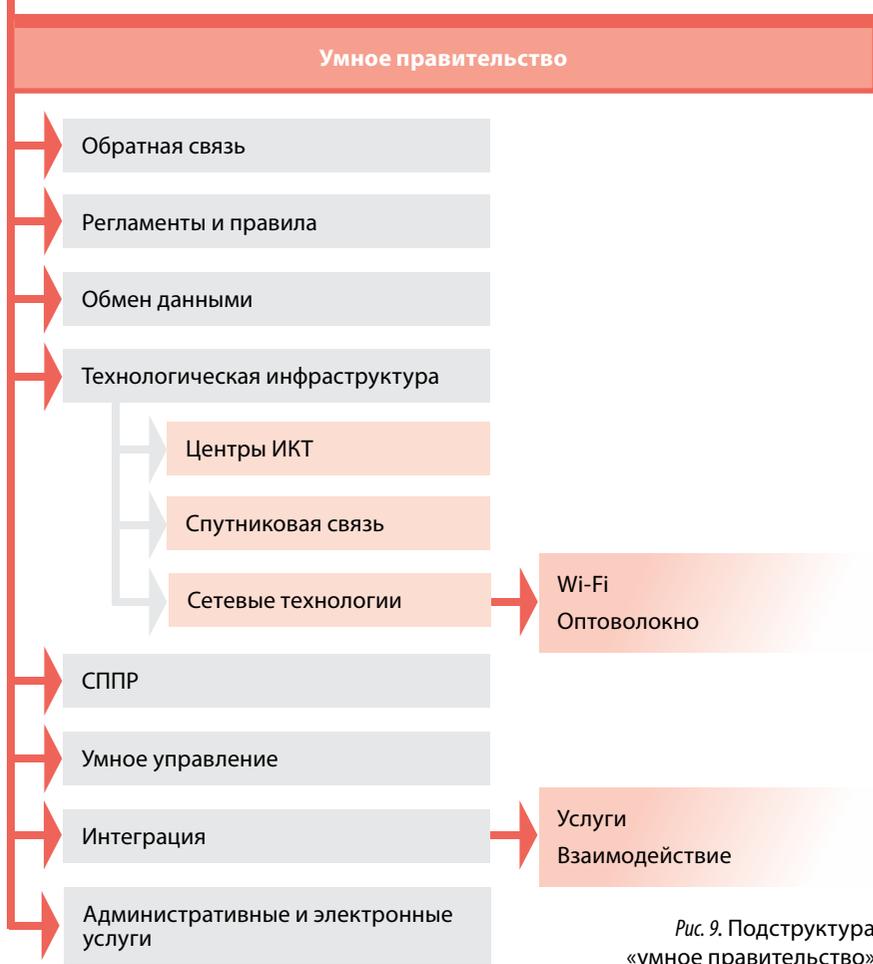


Рис. 9. Подструктура «умное правительство»  
Источник: разработка авторов

так как для получения и выработки смарт-ресурсов и технологий необходим соответствующий уровень знаний и понимания, адаптивность и производительность граждан как единиц общества (рис. 8). В связи с этим под «умными» людьми подразумевается наличие у них технических навыков и возможности их получения благодаря «умному» образованию для повышения компетенций. Это включает и использование человеческих ресурсов в выработке социального капитала города, управление мощностями и производительностью, производство услуг и технологий, обработку и анализ данных, которые поощряют, улучшают и продвигают инновации.

Smart Governance – «Умное правительство» – заключается в укреплении связей и взаимодействий между государством и всеми заинтересованными сторонами – гражданами, бизнесом и др. Оно предполагает применение инновационных способов сбора и анализа данных, обработка которых в режиме реального времени способна не только дополнить традиционные типы информации о городе, но и изменить скорость принятия решений, повлиять на их качество и в конечном счете кардинально трансформировать принципы управления городом, способствуя сбалансированному экономическому росту и формированию цифровой экономики [9].

«Умное правительство» в виде компонента «умного управления» представляет собой региональное и общегосударственное управление, посредством которого предоставляемые услуги и взаимодействие частных, общественных и государственных организаций могут быть интегрированы в общую

эффективную комплексную систему (рис. 9). Для этого необходимы: технологическая инфраструктура, элементы электронного правительства, правила и регламенты, касающиеся управления данными умного города и персональными данными граждан, системы поддержки принятия решений, обратная связь для их отслеживания, непосредственно электронные и цифровые услуги и их интеграция, а также вовлеченность жителей в управление.

Smart Environment – «Умная среда» – показывает, как городские власти управляют всеми видами ресурсов, уделяя внимание зеленой экономике, сокращению производства отходов, мониторингу загрязнений и выбросов для достижения энергоэффективности и минимизации воздействия на окружающую среду.

«Умная среда» включает такие факторы, как «умная» энергетика, распределенная сеть восстанавливающейся и воспроизводимой энергии, интеллектуальное обслуживание сетей водоснабжения, электричества и газа, оптимизация потребления электроэнергии, интеллектуальный мониторинг и контроль загрязнения, включая контроль уровня шума и качества питьевой воды, интеллектуальные здания и управление отходами, Интернет вещей и интеллектуальные технологии в медицине (рис. 10). Данные факторы обеспечивают улучшение качества жизни граждан путем создания более здоровых и безопасных условий.

Smart Living – «Умная жизнь» – направлена непосредственно на повышение качества жизни жителей и гостей города за счет комплексного стратегического подхода для всех возрастных и демографических групп, новой методологии гражданского и социального участия, а также



Рис. 10. Подструктура «умная среда»  
Источник: разработка авторов

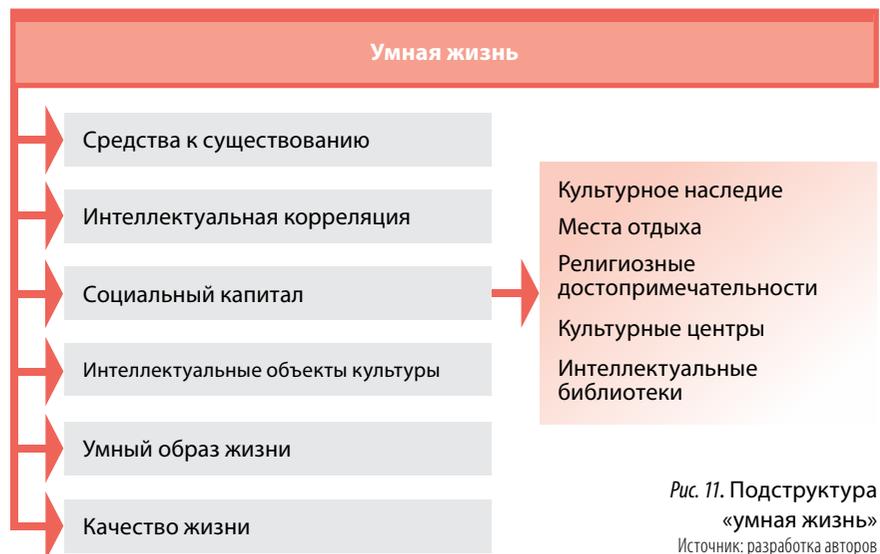


Рис. 11. Подструктура «умная жизнь»  
Источник: разработка авторов

использования инновационных решений для улучшения доступности для граждан и их опыта во всех основных областях.

Компонент «умная жизнь» (рис. 11) в рамках умного города подразумевает обеспечение безопасных и здоровых условий



Рис. 12. Подструктура «умная экономика». Источник: разработка авторов

жизни, а также агрегацию культурных центров, библиотек, религиозных объектов, древних памятников и уникальных мест отдыха.

Smart Economy – «Умная экономика» – содержит все действия, направленные на преобразование и укрепление экономики городского управления с использованием информационных и цифровых технологий, а также интеллектуальных подходов. Для описания этого термина применяют следующие понятия: продуктивность, четкое определение того, как связаны и как разделены между собой личная и публичная сферы, развитие предпринимательства как способ роста экономики города, соблюдение и поддержание экономических трендов в обществе и тесная связь жизни с экономикой [10].

«Умная экономика» предполагает обеспечение конкурентоспо-

собности города, основанной на новых бизнес-моделях, электронной коммерции, создании инновационных и креативных продуктов, предпринимательстве, услугах на основе ИКТ, умных продажах и маркетинге, промышленности, сельского хозяйства и туризме (рис. 12).

Представленные структурные блоки позволяют выделить базовые сервисы умного города, необходимые для каждого участника городской жизни, начиная с органов государственного управления («умная» милиция или «умная» медицина) и бизнеса («умная» парковка или интеллектуальные здания) и заканчивая гражданами и туристами («умный» аэропорт).

При разработке и реализации систем умного города необходимо выделить конкретную структуру из многообразия возможных архитектур, корреляцию нормативной правовой и технической

базы с учетом быстро развивающихся технологий, возможность адаптации управления цифровыми решениями как на общегосударственном, региональном уровнях, так и на уровне городов в постоянной увязке с потребностями всех субъектов цифровой экономики, включая бизнес и промышленность, общество и население как основных получателей и пользователей электронных и цифровых услуг. ■

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Веселова А.О. Перспективы создания «умных городов» в России: систематизация проблем и направлений их решения / А.О. Веселова, А.Н. Хацкелевич, Л.С. Ежова // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика». 2018. Т. 13. №1. С. 75–89.
2. Smart Cities and the Internet of Everything: The Foundation for Delivering Next-Generation Citizen Services // [https://www.cisco.com/c/dam/en\\_us/solutions/industries/docs/scc/ieo\\_citizen\\_svcs\\_white\\_paper\\_idc\\_2013.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/industries/docs/scc/ieo_citizen_svcs_white_paper_idc_2013.pdf).
3. CPA-I\_001-v2\_City Anatomy City Anatomy: A Framework to support City Governance, Evaluation and Transformation Developed by Task Team – ancha 6 November 2015 // [https://cityprotocol.cat/wp-content/uploads/2019/07/CPA-I\\_001-v2\\_City\\_Anatomy.pdf](https://cityprotocol.cat/wp-content/uploads/2019/07/CPA-I_001-v2_City_Anatomy.pdf).
4. ISO 37105:2019 Sustainable cities and communities – Descriptive framework for cities and communities // <https://www.iso.org/standard/62064.html>.
5. Shaping smarter and more sustainable cities. Striving for sustainable development goals. ITU-T's Technical Reports and Specifications // [https://www.unclearn.org/wp-content/uploads/library/itu-tech-rep-specs-2016\\_.pdf](https://www.unclearn.org/wp-content/uploads/library/itu-tech-rep-specs-2016_.pdf).
6. The Road toward Smart Cities. Inter-American Development Bank // <https://publications.org/bitstream/The-Road-to-SCities.pdf>.
7. Саак А.Э. Модели информационно-технологической структуры умного города / А.Э. Саак, В.Н. Тюшняков, Е.В. Пахомов // Фундаментальные исследования. 2017. № 10-2. С. 387–391.
8. Kumar A., & Singh Rattan, J. (2020). A Journey from Conventional Cities to Smart Cities. Smart Cities and Construction Technologies. // [https://www.researchgate.net/publication/341356003\\_A\\_Journey\\_from\\_Conventional\\_Cities\\_to\\_Smart\\_Cities](https://www.researchgate.net/publication/341356003_A_Journey_from_Conventional_Cities_to_Smart_Cities).
9. Баранов А.В., Гарас Л.Н. «Умный город» в социально-политической проекции (кейс Барселоны) // Управленческое консультирование. 2022. №1. С. 103–114.
10. Шестакова А.Ю. Градостроительная концепция «умный город»: понятие, структура, базовые стандарты разработки / А.Ю. Шестакова // Тенденции развития науки и образования. 2020 г. №63, Ч. 3. С. 75–80.