

Научная статья
УДК 681.5 (-21)
ББК 32.965:85.118
Б 87
DOI: 10.53598/2410-3225-2022-2-301-91-98

**Оценка актуальности и концепция развития умного города
на базе технологии искусственного интеллекта**
(Рецензирована)

**Олег Михайлович Брехов¹, Николай Николаевич Касатиков²,
Анна Дмитриевна Фадеева³**

^{1, 2, 3} *Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва, Россия*

¹ *obrekhov@mail.ru*

² *nick925@yandex.ru*

³ *an314@mail.ru*

Аннотация. Развитие информационных технологий вносит весомый вклад в решение профессиональных и бытовых задач в современной человеческой жизнедеятельности. Особенно актуальным становится вопрос использования технологии искусственного интеллекта и машинного обучения при решении различных прикладных задач. Основной целью представленной работы является изучение аспектов актуальности развития умной городской среды на основе технологии искусственного интеллекта, а также собственное предложение использования систем искусственного интеллекта в качестве инструмента в системе умного города. Авторами проанализированы основные достоинства и преимущества разработки концепции умного города за счет интеллектуальных средств, а также выполнен анализ концепции в целом. В работе применяются теоретические, статистические и эмпирические методы исследования. С целью получения наиболее актуальной и объективной информации авторами используются научные материалы отечественного и зарубежного авторства. Преимущественная часть статьи посвящена именно вопросу развития умного города на базе технологии искусственного интеллекта.

Ключевые слова: умный город, искусственный интеллект, информационные технологии, городская среда, машинное обучение

Original Research Paper

**Assessment of relevance and concept of smart city development
based on artificial intelligence technology**

Oleg M. Brekhov¹, Nikolay N. Kasatikov², Anna D. Fadeeva³

¹⁻³ *Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia*

¹ *obrekhov@mail.ru*

² *nick925@yandex.ru*

³ *an314@mail.ru*

Abstract. The development of information technologies makes a significant contribution to the solution of professional and everyday problems in modern human life. An issue of using artificial intelligence technology and machine learning in solving various applied problems is becoming particularly relevant. The main purpose of the presented work is to study the aspects of the relevance of the development of a smart urban environment based on artificial intelligence technology, as well as to present our own proposal for the use of artificial intelligence systems as a tool in the smart city system. We analyze the main advantages of developing the concept of a smart city at the expense of intellectual means, as well as make an analysis of the concept as a whole. The paper uses theoretical, statistical and empirical research methods. In order to obtain the most relevant and objective information, we used scientific materials of domestic and foreign authorship. The predominant part of the pa-

per is devoted specifically to the issue of the development of a smart city based on artificial intelligence technology.

Keywords: *smart city, artificial intelligence, information technology, urban environment, machine learning*

Введение. В рамках современного технологического прогресса особую актуальность получает развитие различного рода цифровых и информационных технологий (ИТ). Именно посредством данных технологий на сегодняшний день достигается и обеспечивается высокая эффективность и рациональность использования ресурсов предприятия, а также разрабатываются инновационные решения, используемые не только в профессиональной сфере жизнедеятельности человека, но и в бытовой. Таким образом, в современном мире прослеживается достаточно интенсивная динамика интеграции цифровых технологий в повседневной жизни людей, которые, в свою очередь, позволяют автоматизировать те или иные процессы, а также упростить жизнь человека в целом. Современные разработки из сферы ИТ позволяют экономить время, трудовые ресурсы и выполнять рутинные задачи без использования человеческих рук [1].

Таким образом, одной из наиболее актуальных и инновационных сфер из области разработки информационных технологий является Интернет вещей (IoT). Концепция Интернета вещей строится на основе сети передачи данных, посредством которой люди получают возможность общаться с техническими устройствами, а технические устройства – с людьми. Данная технология получает интенсивное развитие, а также имеет колоссальные результаты и богатый опыт практического использования. На сегодняшний день практически в каждой квартире можно встретить умные вещи, активно используемые в повседневной жизни.

Материалы и методы. Преимущественно в работе используются статистические и теоретические методы исследования. Авторами проводится анализ существующей ситуации на рынке и обосновывается актуальность разработки концепции умного города, основывающегося на интеллектуальных средствах Интернета вещей.

В работе использованы научные материалы таких отечественных и зарубежных авторов, как: Осина Е.С., Никоненко Н.Д., Рычкова В.А., Alferov O.L., Карницкий В.Ю., Ершов С.В., Vlanutsa V.I., Цибарева М.Е., Васяйчева В.А. и других. В каждой из данных работ отдельно исследуются вопросы, необходимые для комплексного изучения концепции данной статьи. Так, в работах этих авторов рассматриваются следующие проблемы: современные реалии искусственного интеллекта в «умном городе»; надежность системы «умный дом» как основного критерия эффективности функционирования объекта; особенности энергообеспечения системы «умный дом»; оценка эффективности внедрения элементов «умного города» в процессе цифровизации городской среды и другие.

Актуализация и принцип работы Интернета вещей (IoT). С помощью Интернета вещей происходит объединение устройств в единую компьютерную сеть, посредством чего предоставляется возможность сбора, анализа, обработки и передачи данных между объектами за счет специализированного программного обеспечения или иного технического устройства. Умные устройства функционируют автономно, при этом у пользователя появляется возможность их настройки и разрешения доступа к данным. Технологии Интернета вещей работают в режиме реального времени, а в их состав нередко и входят сети умных устройств и облачной платформы, к которой производится их подключение с помощью Bluetooth, WiFi или иных видов связи. Технологии Интернета вещей способны существенно рационализировать и повысить эффективность выполнения как повседневных задач человека дома и на работе, так и выполнение профессиональных задач на предприятиях и в промышленности [2].

При работе устройства производят сбор данных, например, о температуре в квартире или внутри скважины, далее полученные данные отправляются для анализа в облако. В облаке посредством специально разработанного программного обеспечения производится их обработка. Также стоит отметить, что работа IoT неразрывно связана с использованием технологии BigData, позволяющей хранить и обрабатывать колоссальное количество данных. Помимо данной технологии, в IoT важны аналитика, соединения, устройства и опыт. Данный принцип представляется в качестве ABCDE, то есть: Analytics, BigData, Connection, Devices, Experience, каждый из которых отвечает за отдельную функцию.

Согласно данным последних исследований из области IoT, к 2020 году наибольшее проникновение Интернета вещей наблюдалось в таких сферах, как транспорт, энергетика, здравоохранение и промышленность. Помимо всего этого, технология Интернета вещей находит свое активное применение в городской среде. Таким образом, как вариант, IoT-решения используются для создания автоматического освещения, сокращая расходы электропотребления до 50%. Также активно разрабатываются и интегрируются умные счетчики, самостоятельно фиксирующие и передающие информацию управляющим компаниям и избавляющие жителей от рутинных сверок и отправок показаний по расходам энергии.

Актуальность развития технологии искусственного интеллекта (ИИ) и его значение в рамках городской среды. Как уже было изложено выше, технологии искусственного интеллекта представляют высокую актуальность в рамках современного технологического прогресса. В Российской Федерации на сегодняшний день производятся активные инвестиции в рынок развития интеллектуальных средств, суммарно составляющих порядка 140 миллионов долларов (рис. 1) [3].

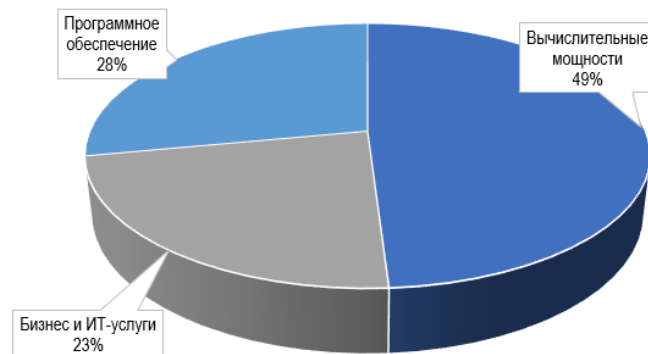


Рис. 1. Распределение инвестиций в рынок ИИ

Fig. 1. Allocation of investment in the artificial intelligence market

Ключевым инструментом повышения эффективности и рациональности работы информационных технологий при решении различных задач является разработка интеллектуальных средств, способных самообучаться и решать трудновычислимые задачи, работая с большим объемом данных (рис. 2). Данные факторы позволяют отладить более качественное производство, повышая экономический эффект современных предприятий. Исходя из этого, в течение последних лет наблюдается значительное повышение доходности мирового рынка ИИ [4].

Зарекомендовав себя в качестве ключевого инструмента повышения эффективности и качества работы, искусственный интеллект становится основой создания умной городской среды на сегодняшний день, которая, в свою очередь, основывается на концепции Интернета вещей.

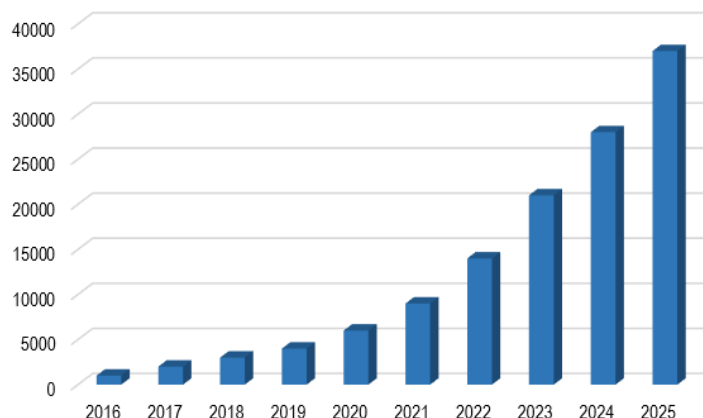


Рис. 2. История и прогноз доходов рынка ИИ (в миллионах \$)

Fig. 2. Artificial intelligence market revenue history and forecast (\$ Million)

Учитывая данные аналитической компании MarketsandMarkets, можно отметить, что суммарный объем рынка умных городов к 2025 году в инвестиционном аспекте увеличится до 750 миллиардов долларов. Россия также является инициатором разработки проектов умных городов. Одной из национальных программ в данном направлении является «Цифровая экономика», а также проект «Умный город». В ближайшие годы планируется переход на цифровые технологии каждого из городов нашей страны. Для этого со стороны каждого города необходимо разработать проект, в котором будет описана комплексная цифровизация городского хозяйства с учетом проблем и особенностей каждого из регионов.

Концепция развития умного города на базе интеллектуальных средств. Умный город является одной из ключевых частей цифровизации экономики. Концепция умного города включает в себя множество подсистем, огромное множество интегрированных электронно-вычислительных машин, контроллеров и датчиков, посредством которых происходит управление городской средой, начиная от его имущества и заканчивая обеспечением энергетического снабжения с целью экономии энергоресурсов.

При использовании систем искусственного интеллекта появляется ряд значительных преимуществ при управлении умным городом. На рисунке 3 представлены основные достоинства, повышающие актуальность использования ИИ в концепции умного города [5].

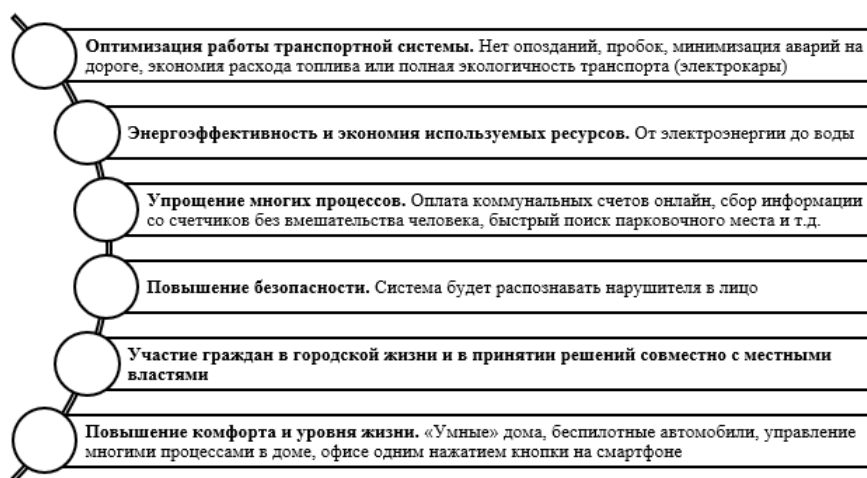


Рис. 3. Преимущества интеллектуального управления городом

Fig. 3. Benefits of intelligent city management

Инфраструктура умного города со стороны цифрового обеспечения является очень сложной системой, которая, как уже было отмечено ранее, состоит из множества средств информационных технологий. Каждое из данных устройств в результате своей работы порождает огромное количество данных, которые требуется собирать, анализировать и обменивать между информационными системами. Для корректной работы умного города требуется, в первую очередь, дорогая инфраструктура, а также понимание того, какие именно задачи и в какой очередности необходимо решать.

Необходимо отметить, что первоначальным шагом создания умного города является сбор новых и более эффективных данных. Именно посредством их предоставляется возможность использования аналитических методов, включая методы предиктивной аналитики, позволяющей решать проблемы до их возникновения. Данная задача имеет достаточно сложный характер, исходя из чего помощь городам в сборе и обработке данных является одним из основных направлений, выполняемых посредством интеллектуальных систем. Источниками данных в системе умного города являются всевозможные датчики, данные о продаже в магазинах и компаниях, статистика покупок билетов на транспорт, о потреблении услуг жилищно-коммунального хозяйства, отчеты муниципальных служб и многое другое [6].

Основная особенность концепции умного дома заключается во вбирании в себя возникшей ранее концепции умного дома. В концепции умного дома реализуется функция включения и выключения света, домашней сигнализации или же кондиционера с помощью смартфона или заранее установленного режима. Посредством умных вещей человек получает возможность настройки работы холодильника, климатических систем, кофеварки и иной бытовой техники. Так, например, человек с помощью Интернета вещей получает возможность заранее установить время варки кофе и увеличить тем самым количество утреннего сна. Также посредством IoT пользователь может настроить через телефонное приложение отопление в своем автотранспортном средстве для того, чтобы автомобиль успел прогреться и человек сел в теплый салон, не испытывая дискомфорта от холода. Это только единичные примеры использования Интернета вещей в бытовых вопросах, которые доказывают высокую актуальность и перспективность его использования [7].

Инновационное решение в развитии умного города посредством технологии Интернета вещей «I-генератор энергии». Как уже было отмечено, интеграция систем искусственного интеллекта и информационных технологий в системе умного города в целом является достаточно актуальной задачей. На сегодняшний день разрабатывается множество решений в данной области, каждое из которых регулирует ту или иную проблему в городской системе.

Одним из направлений использования интеллектуальных технологий является контроль освещения. Далее будет рассмотрен инновационный метод использования интеллектуальных технологий в работе осветительных устройств в рамках системы умного города.

Основной задачей является обеспечение энергией различных близлежащих источников (фонарей, освещение фасадов и т.п.). Система сама, не препятствуя движению транспорта, должна вырабатывать энергию с помощью нажатия транспорта на специальные датчики при проезде. Материальные ресурсы: дорога, на которую устанавливается система по сбору энергии. Машины при нажатии на систему осуществляют сбор энергии. Временные ресурсы: движение транспорта – это время, когда осуществляется сбор энергии.

Эффект, который можно применить к выявленным ресурсам – это преобразование механической энергии транспортных средств, производимой во время движения, в «зеленое» электричество для его дальнейшего использования.

Технологии искусственного интеллекта в решении «I-генератор» будут использоваться для мониторинга подъезжающего транспорта для активации системы, генерирующей энергию при проезде автотранспортных средств, что значительно повышает экономию ресурсов. Устанавливать систему по сбору энергии необходимо на дорогах с большим потоком машин, такое условие благоприятно влияет на работу системы, так как совершается большое количество нажатий, а значит, вырабатывается много энергии. Также можно установить систему в виде лежачего полицейского, которая служит препятствием для движения транспорта, устанавливая на сложных и аварийных участках дорог и трасс, где максимальная скорость не может превышать 40 км/ч и меньше, а также перед оживленными пешеходными переходами (рис. 4).

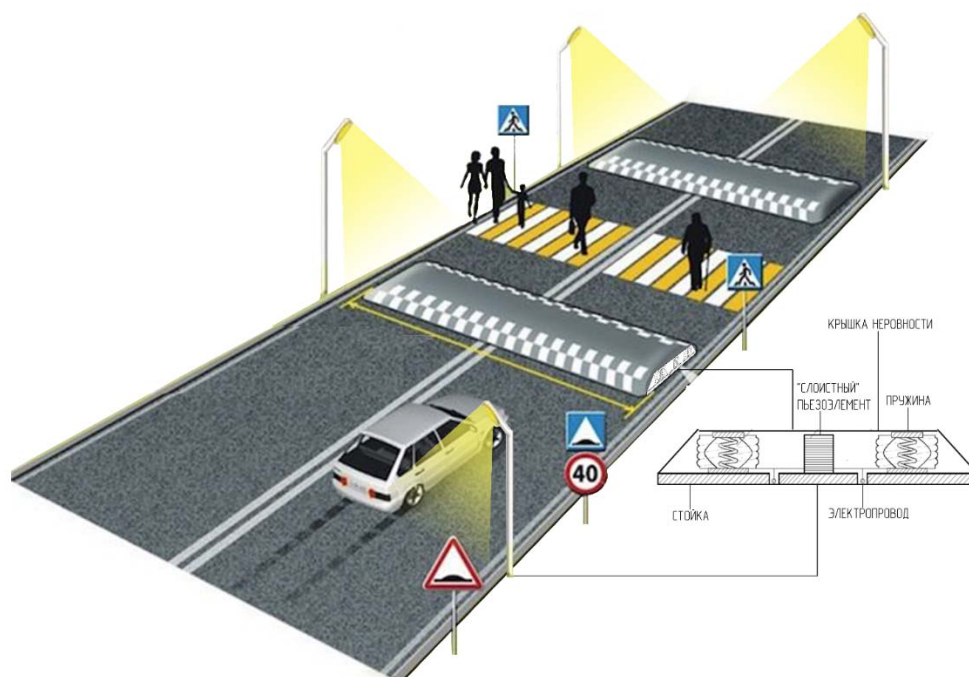


Рис. 4. Проектируемая система по сбору энергии «I-генератор»

Fig. 4. Designed energy collection system “I-Generator”

Итоговая система может состоять из искусственной неровности, в которую помещают электромеханический генератор энергии, а также специальных камер контроля, которые посредством компьютерного зрения производят непрерывный контроль над движением транспорта (рис. 4). Систему предполагается сделать из смеси металла и плотной резины. В сечении система приближена к форме трапеции. Электромеханический генератор энергии состоит из двух пружин, слоистого пьезоэлемента, крышки неровности, электропровода и стойки. Такой генератор превращает энергию механических напряжений от нажатия транспортных средств на крышку неровности в электрическую. Такая система позволит заменить устаревшие электрические сети питания дорожных знаков, светофоров, уличного освещения, позволит обеспечить энергией киоски, малые архитектурные формы, освещение фасадов. Система является экологически чистым источником энергии.

На рисунке 5 представлена схема, отображающая этапы внедрения предложенного интеллектуального решения. На рисунке 6 представлено схематическое описание принципа работы предложенного интеллектуального решения.

Заключение. Таким образом, основной целью данной статьи являлось изучение актуальности и концепции развития умного города на основе создания систем искусственного интеллекта.

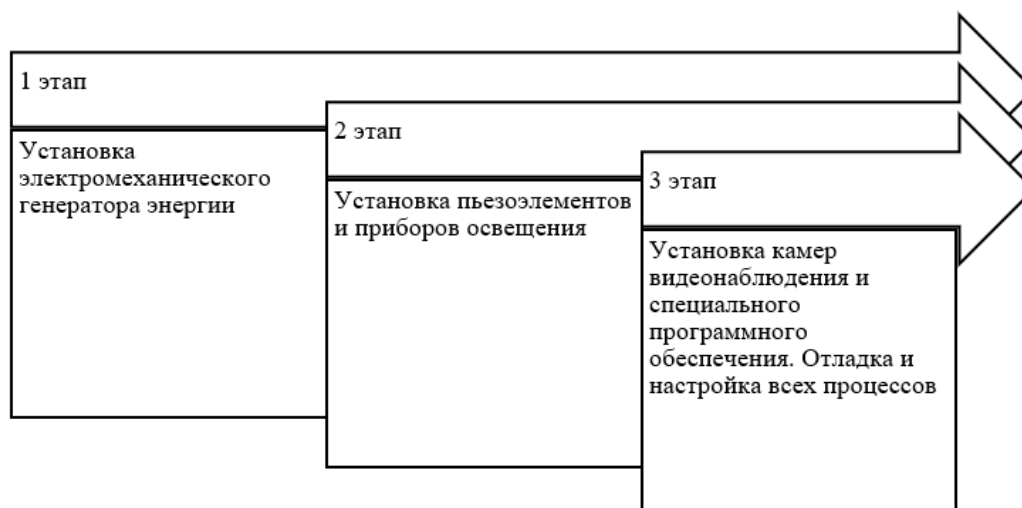


Рис. 5. Этапы внедрения системы «I-генератор»

Fig. 5. Stages of implementation of the “I-Generator” system



Рис. 6. Принципиальная схема работы системы «I-генератор»

Fig. 6. Schematic diagram of “I-Generator” system operation

В результате работы были рассмотрены такие аспекты как: актуализация и принцип работы Интернета вещей, технология которого используется при создании умного города; актуальность развития технологии искусственного интеллекта, его значение в рамках городской среды, а также статистические данные, подтверждающие заявленные тезисы; концепция и преимущества развития умного города на базе интеллектуальных средств. Помимо этого, в работе был предложен уникальный подход к использованию систем искусственного интеллекта как инструмента для решения задачи по преобразованию собранной энергии с проезжающего транспорта для питания близстоящих осветительных фонарей. В дальнейших исследованиях планируется более детальная разработка представленной концепции, а также практическая реализация системы.

В заключение необходимо отметить, что одной из последних тенденций, касающихся темы текущего исследования, является использование в качестве источника данных информации со спутников. По ней, в частности, можно оценить процент загружен-

ности парковок. Считается, что большой объем общественной инфраструктуры в городах используется неэффективно из-за отсутствия актуальной, собираемой в реальном времени информации. Практическая значимость данной работы заключается в результатах комплексного исследования представленного вопроса и углублении понимания формирования системы умного города на основе ИИ. Данные результаты могут быть полезны и использованы в практической деятельности по разработке новых проектов умного города.

Примечания

1. Осина Е.С., Никоненко Н.Д. Искусственный интеллект в «умном городе»: современные реалии // Инновационные аспекты развития науки и техники. 2021. № 1. 23 с.
2. Рычкова В.А. Надежность системы «умный дом» как основного критерия эффективности функционирования объекта // Вестник науки и образования. 2019. № 2. 98 с.
3. Alferov O.L. The concept of “smart city” – the project of intellectual infrastructure of human habitat // Social and Humanitarian Sciences. Domestic and Foreign Literature. Ser. 4: State and Law: An abstract Journal. 2021. No. 1. 19 p.
4. Карницкий В.Ю., Ершов С.В., Рюмов А.Ю. Особенности энергообеспечения системы «Умный дом» // Известия ТулГУ. Технические науки. 2017. № 12-1. 176 с.
5. Зорин Г.Е. Технологии «умный город» и их применение в управлении территорией // Вестник РУК. 2021. № 1. 59 с.
6. Blanutsa V.I. Prospects of economic and geographical research in the field of artificial intelligence // Earth Sciences. 2019. No. 3. 113 p.
7. Цибарева М.Е., Васяйчева В.А. Оценка эффективности внедрения элементов «умного города» в процессе цифровизации городской среды // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2020. № 2. 83 с.

References

1. Osina E.S., Nikonenko N.D. Artificial intelligence in the “smart city”: modern realities // Innovative Aspects of the Development of Science and Technology. 2021. No. 1. 23 p.
2. Rychkova V.A. The reliability of the system “smart house” as the main criterion of efficiency of functioning of object // Bulletin of Science and Education. 2019. No. 2. 98 p.
3. Alferov O.L. The concept of “smart city” – the project of intellectual infrastructure of human habitat // Social and Humanitarian Sciences. Domestic and Foreign Literature. Ser. 4: State and Law: An abstract Journal. 2021. No. 1. 19 p.
4. Karnitsky V.Yu., Ershov S.V., Ryumov A.Yu. Peculiarities of energy security of the “Smart House” system // News of TlSU. Technical Sciences. 2017. No. 12-1. 176 p.
5. Zorin G.E. The technologies “Smart City” and their application in the territory management // Bulletin of the Russian University of Cooperation. 2021. No. 1. 59 p.
6. Blanutsa V.I. Prospects of economic and geographical research in the field of artificial intelligence // Earth Sciences. 2019. No. 3. 113 p.
7. Tsibareva M.E., Vasyaycheva V.A. Assessment of the effectiveness of implementing “smart city” elements in the process of digitalization of the urban environment // Bulletin of Samara University. Economics and Management. 2020. No. 2. 83 p.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 20.05.2022; одобрена после рецензирования 19.06.2022; принята к публикации 19.06.2022.

The article was submitted 20.05.2022; approved after reviewing 19.06.2022; accepted for publication 19.06.2022.

© О.М. Брехов, Н.Н. Касатиков, А.Д. Фадеева, 2022