KATTA HAJMDAGI MA'LUMOTLARNI (BIG DATA) QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA AQLLI SHAHAR (SMART CITY) TIZIMLARINI YARATISH VA BOSHQARISHNING INNOVATSION YECHIMLARI

Gulmirzayeva Zulayho Ko'klanboy qizi
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi
Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
magistri
gulmirzayevazulya@gmail.com
+998940477439
https://doi.org/10.5281/zenodo.20337217

Annotatsiya: Mazkur maqolada katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash texnologiyalarining aqlli shahar tizimlarini shakllantirish va boshqarishdagi o'rni tahlil qilinadi. Smart City konsepsiyasi zamonaviy urbanizatsiya jarayonida transport, energetika, sog'liqni saqlash, ekologiya, kommunal xizmatlar va xavfsizlik tizimlarini raqamlashtirish orqali samarali boshqaruvni ta'minlashga qaratilgan. Tadqiqot davomida Big Data texnologiyalarining Hadoop, Spark, IoT, sun'iy intellekt va bulutli hisoblash tizimlari bilan integratsiyasi ko'rib chiqildi. Shuningdek, Barselona, Singapur, Dubay va Seul kabi ilg'or aqlli shaharlar tajribasi o'rganildi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, katta hajmdagi ma'lumotlarni real vaqt rejimida tahlil qilish transport oqimlarini optimallashtirish, energiya sarfini kamaytirish hamda ekologik monitoring samaradorligini oshirish imkonini beradi. Shu bilan birga, axborot xavfsizligi, maxfiylik va texnologik infratuzilma bilan bog'liq muammolar ham tahlil qilindi. Maqola aqlli shaharlarni boshqarishda Big Data texnologiyalarining innovatsion imkoniyatlarini ilmiy asosda yoritadi.
Kalit so'zlar: Big Data, Smart City, IoT, Hadoop, Spark, sun'iy intellekt, raqamli infratuzilma, bulutli hisoblash, urbanizatsiya, aqlli transport, ma'lumotlar tahlili.

Аннотация: В данной статье анализируется роль технологий обработки больших данных в формировании и управлении системами умного города. Концепция Smart City направлена на обеспечение эффективного управления в условиях современной урбанизации посредством цифровизации транспортной системы, энергетики, здравоохранения, экологии, коммунальных услуг и систем безопасности. В ходе исследования была рассмотрена интеграция технологий Big Data с Hadoop, Spark, IoT, искусственным интеллектом и облачными вычислительными системами. Также был изучен опыт передовых умных городов, таких как Барселона, Сингапур, Дубай и Сеул. Результаты исследования показали, что анализ больших данных в режиме реального времени позволяет оптимизировать транспортные потоки, снижать потребление энергии и повышать эффективность экологического мониторинга. Вместе с тем были проанализированы проблемы информационной безопасности, конфиденциальности и технологической инфраструктуры. Статья научно обосновывает инновационные возможности технологий Big Data в управлении умными городами.
Ключевые слова: Big Data, Smart City, IoT, Hadoop, Spark, искусственный интеллект, цифровая инфраструктура, облачные вычисления, урбанизация, умный транспорт, анализ данных.

Abstract: This article analyzes the role of big data processing technologies in the development and management of smart city systems. The Smart City concept is aimed at ensuring efficient governance in the context of modern urbanization through the digitalization of transportation, energy, healthcare, ecology, public utilities, and security systems. The study examines the integration of Big Data technologies with Hadoop, Spark, IoT, artificial intelligence, and cloud computing systems. In addition, the experiences of advanced smart cities such as Barcelona, Singapore, Dubai, and Seoul were explored. The research results indicate that real-time analysis of large-scale data makes it possible to optimize traffic flows, reduce energy consumption, and improve the efficiency of environmental monitoring. At the same time, issues related to information security, privacy, and technological infrastructure were also

analyzed. The article scientifically highlights the innovative potential of Big Data technologies in smart city management.

Keywords: Big Data, Smart City, IoT, Hadoop, Spark, artificial intelligence, digital infrastructure, cloud computing, urbanization, smart transportation, data analytics.

Kirish

XXI asrda urbanizatsiya jarayonlarining jadallashuvi dunyo mamlakatlarida yirik shaharlarga yuklamaning ortishiga sabab bo‘lmoqda. Birlashgan Millatlar Tashkiloti ma’lumotlariga ko‘ra, 2050-yilga borib dunyo aholisining qariyb 68 foizi shaharlarda yashashi prognoz qilinmoqda [1]. Bu esa transport tirbandligi, ekologik muammolar, energiya tanqisligi va kommunal xizmatlarga bo‘lgan talabning oshishiga olib keladi.

Shu sababli “aqlli shahar” konsepsiyasi global rivojlanish strategiyasining muhim tarkibiy qismiga aylandi. Smart City — bu axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, sensorlar, Internet of Things (IoT), sun’iy intellekt va Big Data texnologiyalaridan foydalangan holda shahar infratuzilmasini samarali boshqarishga asoslangan tizimdir [2].

Big Data texnologiyasi aqlli shahar tizimlarining asosiy elementi hisoblanadi. Sensorlar, mobil qurilmalar, videokuzatuv tizimlari, GPS qurilmalari va ijtimoiy tarmoqlar orqali ulkan hajmdagi ma’lumotlar hosil bo‘ladi. Ushbu ma’lumotlarni tezkor qayta ishlash va tahlil qilish shahar boshqaruvida aniq qarorlar qabul qilish imkonini beradi [3].

Bugungi kunda Singapur, Barselona, Amsterdam va Dubay kabi shaharlarda Big Data asosidagi aqlli transport, aqlli energetika va ekologik monitoring tizimlari muvaffaqiyatli joriy etilgan [4]. Ushbu texnologiyalar shahar resurslaridan samarali foydalanish va aholining turmush sifatini yaxshilashga xizmat qilmoqda.

Metodologiya

Tadqiqot davomida ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish, qiyosiy tahlil, statistik ma’lumotlarni o‘rganish va xalqaro tajribalarni umumlashtirish metodlaridan foydalanildi. Big Data asosidagi Smart City tizimlarining samaradorligi xalqaro tashkilotlar hisobotlari, IEEE, Elsevier, Springer va Scopus bazalaridagi ilmiy maqolalar asosida baholandi.

Big Data texnologiyalarining ishlash mexanizmi quyidagi bosqichlar asosida o‘rganildi:

- ma’lumotlarni yig‘ish;
- ma’lumotlarni saqlash;
- ma’lumotlarni qayta ishlash;
- tahlil qilish;
- boshqaruv qarorlarini qabul qilish.

Ma’lumotlarni yig‘ish jarayonida IoT sensorlari, GPS tizimlari, videokameralar va mobil qurilmalar asosiy manba sifatida xizmat qiladi [5]. Ushbu ma’lumotlar Hadoop Distributed File System (HDFS) hamda Apache Spark platformalari orqali qayta ishlanadi.

Tadqiqotda quyidagi texnologiyalar o‘rganildi:

- Apache Hadoop;
- Apache Spark;
- NoSQL ma’lumotlar bazalari;
- bulutli hisoblash texnologiyalari;
- mashinaviy o‘qitish algoritmlari;
- sun’iy intellekt tizimlari.

Shuningdek, xalqaro tajribalarni tahlil qilishda Singapurning “Smart Nation”, Barselonaning “Smart City Barcelona” va Dubayning “Dubai Smart City” dasturlari asosiy obyekt sifatida tanlandi [6].

Natijalar

Tadqiqot natijalari Big Data texnologiyalarining aqlli shahar infratuzilmasida yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatdi.

Transport tizimlarida real vaqt rejimida ma’lumotlarni tahlil qilish orqali tirbandliklarni kamaytirish imkoniyati yaratildi. Masalan, Singapurda sun’iy intellekt va Big Data asosida ishlovchi transport monitoring tizimi transport oqimini 15–20 foizga optimallashtirgan [7].

Energetika tizimlarida aqlli hisoblagichlardan foydalanish energiya iste’molini kamaytirishga xizmat qilmoqda. Xalqaro Energetika Agentligi ma’lumotiga ko‘ra, aqlli energetika tizimlari energiya sarfini o‘rtacha 10–15 foizgacha qisqartirishi mumkin [8].

Ekologik monitoring tizimlarida havo sifati, chiqindilar va suv resurslari haqidagi ma’lumotlarni tahlil qilish orqali ekologik xavfsizlik oshirilmoqda. Barselonada o‘rnatilgan aqlli sensorlar suv iste’molini 25 foizga kamaytirishga yordam bergan [9].

Sog‘liqni saqlash tizimlarida Big Data texnologiyalari kasalliklarni prognozlash va epidemiyalarni monitoring qilishda qo‘llanilmoqda. COVID-19 pandemiyasi davrida Janubiy Koreyada real vaqt monitoring tizimlari epidemiologik nazorat samaradorligini oshirdi [10].

Kommunal xizmatlarda esa chiqindilarni boshqarish tizimlari optimallashtirilmoqda. Sensorlar bilan jihozlangan chiqindi konteynerlari to‘lish darajasini avtomatik aniqlaydi va transport xarajatlarini kamaytiradi [11].

Tahlil va muhokama

Big Data texnologiyalarining rivojlanishi zamonaviy Smart City tizimlarining shakllanishida strategik omilga aylandi. Raqamlashtirish jarayonlarining jadallashuvi natijasida shahar infratuzilmasida hosil bo‘layotgan ma’lumotlar hajmi keskin ortmoqda. Sensorlar, videokuzatuv tizimlari, IoT qurilmalari, mobil ilovalar va ijtimoiy tarmoqlar orqali har soniyada ulkan hajmdagi ma’lumotlar generatsiya qilinadi. Ushbu ma’lumotlarni real vaqt rejimida qayta ishlash va tahlil qilish esa shahar boshqaruvining samaradorligini oshirish imkonini bermoqda [6].

Smart City konsepsiyasi an’anaviy shahar boshqaruv tizimidan tubdan farq qiladi. An’anaviy boshqaruvda qarorlar ko‘pincha statistik hisobotlar va davriy monitoring natijalariga asoslangan bo‘lsa, aqlli shahar tizimlarida boshqaruv real vaqt ma’lumotlari asosida amalga oshiriladi. Bu esa transport oqimlarini boshqarish, energiya iste’molini nazorat qilish, xavfsizlikni ta’minlash hamda ekologik monitoringni avtomatlashtirish imkonini beradi [2].

Big Data texnologiyalarining Smart City tizimlaridagi eng muhim yo‘nalishlaridan biri transport boshqaruvi hisoblanadi. Zamonaviy shaharlarda transport tirbandligi iqtisodiy zarar, vaqt yo‘qotilishi va ekologik muammolarning asosiy sabablaridan biridir. INRIX Global Traffic Scorecard hisobotiga ko‘ra, yirik shaharlarda tirbandliklar sabab haydovchilar yiliga o‘rtacha 100 soatdan ortiq vaqt yo‘qotadi. Shu sababli transport oqimini optimallashtirish Smart City tizimlarining ustuvor vazifalaridan biri hisoblanadi [12].

Aqlli transport tizimlarida GPS sensorlari, videokuzatuv kameralar, RFID texnologiyalari va mobil qurilmalar orqali ma’lumotlar yig‘iladi. Ushbu ma’lumotlar Apache Hadoop va Apache Spark platformalari yordamida qayta ishlanadi. Spark platformasi ayniqsa real vaqt ma’lumotlarini tahlil qilishda yuqori samaradorlikka ega bo‘lib, katta hajmdagi ma’lumotlarni parallel qayta ishlash imkonini beradi [13].

Singapur tajribasi Smart City transport tizimining eng muvaffaqiyatli namunalaridan biri hisoblanadi. “Smart Nation” dasturi doirasida transport vositalarining harakati real vaqt rejimida monitoring qilinadi. Sun’iy intellekt algoritmlari tirbandlik yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan hududlarni oldindan prognoz qiladi hamda svetofor tizimlari avtomatik ravishda boshqariladi. Natijada ayrim markaziy hududlarda transport oqimi 20 foizgacha optimallashtirilgan [7].

Shuningdek, aqlli transport tizimlari ekologik barqarorlikka ham xizmat qiladi. Transport tirbandligining kamayishi atmosferaga chiqariladigan karbonat angidrid miqdorini kamaytiradi. Xalqaro Energetika Agentligi ma’lumotlariga ko‘ra, transport sektorida raqamli monitoring tizimlarini joriy etish orqali yoqilg‘i sarfini 10–15 foizgacha qisqartirish mumkin [8].

Big Data texnologiyalarining yana bir muhim yo‘nalishi aqlli energetika tizimlaridir. Energiya resurslariga bo‘lgan talabning ortib borishi elektr tarmoqlarini samarali boshqarishni talab etmoqda. Smart Grid texnologiyalari yordamida energiya ishlab chiqarish va iste’mol qilish jarayonlari real vaqt

rejimida nazorat qilinadi. Aqlli hisoblagichlar iste'molchilar tomonidan foydalanilayotgan energiya miqdorini doimiy monitoring qiladi va energiya taqsimotini optimallashtirish imkonini beradi [5].

AQSh va Yevropa mamlakatlarida Smart Grid tizimlari keng joriy qilinmoqda. Ushbu tizimlar elektr energiyasi yo'qotilishini kamaytirish hamda favqulodda holatlarni tez aniqlash imkonini beradi. Masalan, AQSh Energetika Departamenti ma'lumotlariga ko'ra, aqlli tarmoqlar energiya uzilishlarini 30 foizgacha kamaytirgan [8].

Bulutli hisoblash texnologiyalari Smart City tizimlarining asosiy texnologik komponentlaridan biri hisoblanadi. Big Data bilan ishlash uchun katta hajmdagi server resurslari talab qilinadi. Shu sababli Amazon Web Services, Microsoft Azure va Google Cloud kabi bulutli platformalardan keng foydalanilmoqda [13].

Bulutli texnologiyalarning asosiy afzalligi ma'lumotlarni markazlashtirilgan holda saqlash va masofadan boshqarish imkoniyatidir. Bu esa server xarajatlarini kamaytirish, tizimlarning moslashuvchanligini oshirish hamda ma'lumotlarga tezkor kirishni ta'minlaydi. Bundan tashqari, bulutli platformalar ma'lumotlarni zaxiralash va tiklash imkoniyatlarini ham takomillashtiradi.

Sun'iy intellekt va mashinaviy o'qitish algoritmlari Big Data texnologiyalarining samaradorligini yanada oshirmoqda. AI algoritmlari katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilib, prognozlash va avtomatik boshqaruv imkoniyatlarini yaratadi. Masalan, jinoyatchilik darajasini prognozlash tizimlari huquqni muhofaza qilish organlariga xavfli hududlarni oldindan aniqlash imkonini beradi [14].

Shuningdek, sun'iy intellekt asosidagi videokuzatuv tizimlari jamoat xavfsizligini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. Yuzni aniqlash texnologiyalari, harakatlarni monitoring qilish va shubhali vaziyatlarni aniqlash tizimlari ayrim davlatlarda keng qo'llanilmoqda. Xitoyning ayrim yirik shaharlarida sun'iy intellekt asosidagi kuzatuv tizimlari orqali jinoyatchilik darajasini kamaytirishga erishilgan [16].

Sog'liqni saqlash tizimlarida ham Big Data texnologiyalarining roli ortib bormoqda. Elektron tibbiy kartalar, telemeditsina va IoT qurilmalar orqali bemorlar haqidagi ma'lumotlar yig'iladi. Ushbu ma'lumotlar yordamida kasalliklarni erta aniqlash va epidemiyalarni prognozlash mumkin [10].

COVID-19 pandemiyasi davrida Big Data texnologiyalarining ahamiyati ayniqsa yaqqol namoyon bo'ldi. Janubiy Koreya, Singapur va Tayvan davlatlari mobil monitoring tizimlari va real vaqt ma'lumotlar tahlili orqali pandemiya tarqalishini nazorat qilishga muvaffaq bo'ldi [10]. Bu esa Smart City texnologiyalarining sog'liqni saqlash sohasidagi istiqbollarini namoyish etdi.

Ekologik monitoring ham aqlli shahar tizimlarining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Atmosfera havosi sifati, suv resurslari holati va chiqindilar hajmini monitoring qilish uchun IoT sensorlari qo'llaniladi. Barselona shahrida joriy qilingan aqlli suv boshqaruvi tizimi suv iste'molini sezilarli darajada kamaytirgan [9].

Chiqindilarni boshqarish tizimlarida Big Data texnologiyalari logistika xarajatlarini kamaytirishga yordam beradi. Sensorlar bilan jihozlangan konteynerlar to'lish darajasini aniqlaydi va chiqindi tashish yo'nalishlari avtomatik optimallashtiriladi [11]. Bu esa transport xarajatlarini kamaytirish va ekologik samaradorlikni oshirish imkonini beradi.

Biroq Big Data asosidagi Smart City tizimlarini joriy etishda bir qator muammolar ham mavjud. Eng dolzarb muammolardan biri axborot xavfsizligi hisoblanadi. Aqlli shahar tizimlarida millionlab fuqarolarning shaxsiy ma'lumotlari yig'iladi. Ushbu ma'lumotlarning noqonuniy foydalanilishi yoki sizib chiqishi jiddiy xavf tug'diradi [15].

Yevropa Ittifoqida General Data Protection Regulation (GDPR) qoidalari aynan ma'lumotlar xavfsizligini ta'minlash maqsadida ishlab chiqilgan. Ushbu qonunchilik shaxsiy ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlash jarayonlarini qat'iy nazorat qiladi [15].

Kiberxavfsizlik muammolari ham Smart City tizimlarining zaif nuqtalaridan biri hisoblanadi. Aqlli transport, energetika va kommunal tizimlarga uyushtiriladigan kiberhujumlar butun shahar infratuzilmasiga zarar yetkazishi mumkin [17]. Shu sababli zamonaviy shifrlash algoritmlari, autentifikatsiya tizimlari va tarmoq xavfsizligi texnologiyalarini joriy etish zarur.

Texnologik infratuzilma yetishmasligi rivojlanayotgan davlatlarda Smart City tizimlarini joriy etishni murakkablashtirmoqda. Yuqori tezlikdagi internet, ma'lumot markazlari va IoT infratuzilmasi katta investitsiyalar talab qiladi [16]. Ayniqsa 5G texnologiyalarining yetarli darajada rivojlanmaganligi real vaqt ma'lumotlar uzatish samaradorligini pasaytiradi.

Moliyaviy omillar ham Smart City loyihalarining amalga oshirilishiga ta’sir ko‘rsatadi. Sensor tarmoqlari, ma’lumot markazlari va bulutli platformalarni yaratish katta xarajat talab qiladi. Shu sababli ko‘plab davlatlarda davlat-xususiy sheriklik mexanizmlaridan foydalanilmoqda.

IoT qurilmalarining standartlashtirilmaganligi ham muhim muammolardan biridir. Turli ishlab chiqaruvchilarning sensor va qurilmalari o‘rtasidagi moslik muammolari ma’lumot almashish samaradorligini kamaytiradi. Shu sababli xalqaro standartlarni ishlab chiqish Smart City tizimlarining barqaror ishlashi uchun muhim ahamiyatga ega [5].

Bugungi kunda O‘zbekistonda ham Smart City elementlarini joriy etish bo‘yicha qator loyihalar amalga oshirilmoqda. “Raqamli Toshkent”, “Xavfsiz shahar”, elektron hukumat va raqamli transport tizimlari shular jumlasidandir. Mazkur loyihalar shahar boshqaruvini avtomatlashtirish, davlat xizmatlarini raqamlashtirish va jamoat xavfsizligini ta’minlashga qaratilgan.

Kelajakda 5G texnologiyalari, sun’iy intellekt va kvant hisoblash tizimlarining rivojlanishi Big Data asosidagi Smart City tizimlarini yanada takomillashtiradi. Ayniqsa real vaqt rejimida ultra tezkor ma’lumot almashish imkoniyati transport, energetika va sog‘liqni saqlash tizimlarining samaradorligini sezilarli oshiradi.

Umuman olganda, Big Data texnologiyalari Smart City konsepsiyasining asosiy texnologik poydevorini tashkil etadi. Ushbu texnologiyalar shahar infratuzilmasini samarali boshqarish, resurslardan oqilona foydalanish va aholining turmush sifatini yaxshilash imkonini beradi. Shu bilan birga, axborot xavfsizligi, kiberxavfsizlik va texnologik infratuzilma bilan bog‘liq muammolarni bartaraf etish Smart City tizimlarining muvaffaqiyatli rivojlanishi uchun muhim omil hisoblanadi.

Xulosa

Tadqiqot natijalari Big Data texnologiyalarining Smart City tizimlarini yaratish va boshqarishda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatdi. Katta hajmdagi ma’lumotlarni real vaqt rejimida qayta ishlash transport tizimlarini optimallashtirish, energiya samaradorligini oshirish, ekologik monitoringni takomillashtirish va kommunal xizmatlarni avtomatlashtirish imkonini beradi.

Hadoop, Spark, IoT va sun’iy intellekt texnologiyalarining integratsiyasi aqlli shahar infratuzilmasining samaradorligini oshiradi. Singapur, Barselona va Dubay tajribasi Big Data asosidagi boshqaruv tizimlarining iqtisodiy va ijtimoiy samaradorligini amalda isbotlamoqda.

Shu bilan birga, axborot xavfsizligi, maxfiylik va texnologik infratuzilma bilan bog‘liq muammolarni hal etish Smart City tizimlarining muvaffaqiyatli faoliyati uchun muhim omil hisoblanadi. Kelajakda sun’iy intellekt, 5G va kvant hisoblash texnologiyalarining rivojlanishi Smart City platformalarining yanada takomillashishiga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. United Nations. World Urbanization Prospects 2018. New York: UN Publishing, 2019. – pp. 15–22.
2. Batty M. Smart Cities of the Future. London: UCL Press, 2018. – pp. 45–61.
3. Mayer-Schönberger V., Cukier K. Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work and Think. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2013. – pp. 72–95.
4. Townsend A. Smart Cities: Big Data, Civic Hackers and the Quest for a New Utopia. New York: W.W. Norton & Company, 2014. – pp. 101–125.
5. Gubbi J., Buyya R., Marusic S., Palaniswami M. “Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions”. Future Generation Computer Systems, 2013. – Vol. 29, No. 7. – pp. 1645–1660.
6. Kitchin R. The Real-Time City? Big Data and Smart Urbanism. GeoJournal, 2014. – Vol. 79. – pp. 1–14.
7. Singapore Smart Nation Programme Office. Smart Nation Strategy Report. Singapore Government Publications, 2022. – pp. 28–35.
8. International Energy Agency. Digitalization and Energy Report. Paris: IEA Publications, 2017. – pp. 50–68.
9. Bakıcı T., Almirall E., Wareham J. “A Smart City Initiative: The Case of Barcelona”. Journal of the Knowledge Economy, 2013. – Vol. 4, No. 2. – pp. 135–148.

10. Kim J., Kwan M. “COVID-19 and Smart City Technologies in South Korea”. Sustainable Cities and Society, 2021. – Vol. 65. – pp. 1–9.
11. Zanella A., Bui N., Castellani A., Vangelista L., Zorzi M. “Internet of Things for Smart Cities”. IEEE Internet of Things Journal, 2014. – Vol. 1, No. 1. – pp. 22–32.
12. IBM Corporation. Intelligent Transportation Systems White Paper. IBM Research Publications, 2020. – pp. 17–29.
13. Hashem I., Yaqoob I., Anuar N., Mokhtar S., Gani A., Khan S. “The Rise of Big Data on Cloud Computing”. Information Systems, 2015. – Vol. 47. – pp. 98–115.
14. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th edition. Pearson Education, 2021. – pp. 210–248.
15. European Union Agency for Cybersecurity (ENISA). Security and Resilience in Smart Cities. Brussels, 2019. – pp. 33–49.
16. Anthopoulos L. Smart City Emergence: Cases from Around the World. Elsevier, 2017. – pp. 88–104.
17. Cisco Systems. Smart City Cybersecurity Framework. Cisco White Paper, 2021. – pp. 12–27.