УДК 007:004.56:351.824.11(824.11(477) DOI 10.33042/2522-1809-2021-1-161-241-249

В.Д. Бойко, М.Д. Василенко

Національний університет «Одеська юридична академія», Україна

"РОЗУМНЕ МІСТО" В КОНТЕКСТІ СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА ВЕЛИКИХ ДАНИХ: МОЖЛИВІ СТРАТЕГІЇ, РИЗИКИ

У роботі розглядаються стратегії впровадження систем штучного інтелекту (СШІ) для обробки великих даних і підтримки прийняття рішень в контексті роботи розумного міста. Аналізуються і даються рекомендації щодо можливого використання СШІ для обробки даних і підтримки прийняття рішень в середовищі розумного міста. Аналіз проводиться з точки зору основних стейкхолдерів міської інформаційної екосистеми. Також розглядаються горизонтальна (платформна) і вертикальна стратегії розвитку інформаційних систем в додатку до використання СШІ і великих даних. Показано, що найбільш вигідним з точки зору розвитку міської інформаційної екосистеми є використання максимально відкритих даних і рішень.

Ключові слова: *розумне місто, інформаційні екосистеми, кібербезпека, муніципальне господарство, ризики, загрози, великі дані, штучний інтелект.*

Постановка проблеми

За останні 50 років відсоток людей, що живуть у містах по всьому світу, подвоївся-і продовжує зростати. Згідно з прогнозами ООН до 2050 року в містах житиме більше двох третин населення Землі [1]. Зростання міського населення, розвиток міської інфраструктури, розширення і укрупнення міських господарств, злиття окремих населених пунктів в міські та регіональні агломерації, впровадження нових технологій привів до різкого ускладнення соціально-економічних систем міста і прискоренню процесів, що відбуваються в них. В таких умовах відносно прості і доступні методи підвищення ефективності діяльності з управління містом виявилися вичерпаними, внаслідок цього значно ускладнилися умови управління.

Міські та сільські райони еволюціонують і в своїй еволюції спираються на технологічні інновації – зокрема впровадження інформаційно-комунікаційних технологій, пов'язаних з ними технологій "Інтернету речей" та інших технологічних та інформаційних рішень.

До певного часу розвиток систем подібних систем розумного міста стримувався невисокою продуктивністю інформаційно-комунікаційних систем і дефіцитом оперативної інформації. Однак інтенсивне і екстенсивне зростання інформаційно-комунікаційних систем, широке поширення " розумних технологій "і початок впровадження" Інтернету речей" призвели до того, що тепер розвиток розумного міста і міської інформаційної екосистеми стикається не з дефіцитом, а з достатком даних.

Через збільшення складності і пов'язаності міських систем істотно зросла ціна управлінського рішення – і пов'язана з цим ціна помилок у прийнятті рішень. Зменшився час на прийняття рішення, (відповідно зменшився і час, що відводиться на аналіз доступної інформації), зросла відповідальність за його якість. Наприклад, для аналізу і прийняття рішень з управління дорожнім рухом в Ханчжоу потрібно одноразовий аналіз того, що відбувається на 1300 перехрестях і даних з більш ніж 4500 відеокамер [2] – що далеко перевищує межі сприйняття однієї людини-експерта або навіть групи експертів.

В таких умовах особливої цінності набувають системи-як технологічні, так і організаційні дозволяють забезпечити якісний і швидкий аналіз інформації та прийняття більш якісного рішення. Їх цінність зростає, якщо враховувати, що в багатьох випадках саме управлінське рішення є критичним фактором для розвитку міської системи, а дані, що надходять можуть бути свідомо неточними, недостовірними, засміченими випадковими і навмисними перешкодами.

У роботі в якості вирішення перерахованих проблем розглядається можливість впровадження систем штучного інтелекту (СІІ) для обробки даних і підтримки прийняття рішень. Використання СІІ дозволить зібрати і очистити дані, щоб отримати достовірну інформаційну картину міського ландшафту (information landscape). Далі, на основі отриманої картини, ці можуть бути використані для оперативного аналізу і реагування на виникаючі кризові ситуації, для аналізу середньострокової перспективи і балансування оптимального

© Бойко В.Д., Василенко М.Д.

використання міських ресурсів, для довгострокового планування розвитку міського середовища. В даний час виділяється дві стратегії розвитку інформаційних систем – вертикальна і горизонтальна. У статті аналізується можливість застосування цих двох стратегій до питань використання ШІ в міському середовищі. Показано, що найбільш вигідним з точки зору розвитку міської інформаційної екосистеми є використання максимально відкритих даних і рішень.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Проблема сталого розвитку розумного міста на основі аналізу даних та управління системою через інформаційно-комунікаційні мережі в цілому в даний час приваблює безліч дослідників. Зокрема, серед основних робіт можна виділити наступні:

У роботі [3] показано, що досі не існує загального визначення поняття "розумне місто", плюс відсутні сформовані концепції стратегічного моделювання в цій галузі. Розглядаються сили, які можуть формувати концепцію "розумного міста" і взаємодія яких може дати цілісне уявлення про розумне місто. Описано дві основні галузі розвитку- Економіка знань та інновацій, яка потребує розвитку інформаційно-комунікаційної структури міст та загальної інформаційної екосистеми та перспективний міський розвиток, який стимулює попит на "розумні" технології для підвищення стійкості та ефективності використання ресурсів міського середовища.

Структурування міського середовища і основних стейкхолдерів розумного міста детально розбирається в роботах [4] і [5], де показано, що структура розумного міста призначена в першу чергу для управління локальними міськими ресурсами, роботи локальної влади і бізнес-гравців місцевого ринку, а так само обслуговування жителів і гостей міста. У статті виділено десять основних напрямків використання розумних технологій в міському середовищі: розумна енергетика, розумний транспорт, Розумна логістика (як забезпечення ресурсами міського середовища), розумне здоров'я і медицина, розумний агрокультурний і Фермерський комплекс, розумне будівництво, розумна експлуатація житла, розумна безпека, розумна робота з туристським і готельним сектором і розумна освіта.

Автори бачать розвиток міської інформаційної екосистеми як шість прольотів або викликів, які виникають на шляху перетворення зібраних даних в інформацію, що має цінність для "розумних міст".

Ці шість проблем наступні:

* управління якістю даних;

* інтеграція використання та аналізу різнорідних даних з різних систем;

* виявлення потреб і проблем жителів, гостей міста і міських службовців;

* удосконалення та робота з системами геопозиціонування;

* розробка міських служб і сервісів;

* забезпечення конфіденційності та приватності використовуваних даних.

Заслуговує на увагу, що з шести питань чотири присвячено роботі з даними. Разом з поширенням "інтернету речей" (IoT) розширення інформаційно-комунікаційної міської інформаційної екосистеми призведе до зростання потоків інформації. Це відкриє великі можливості для управління міським господарством на основі одержуваних даних-часто в режимі реального часу, однак у міру розширення зібраних даних виникає проблема "брудних даних".

Проблеми забезпечення конфіденційності та приватності використовуваних даних, а так само кібербезпеки розумних міст детально розглядалися в попередніх роботах [6] і [7].

У роботах [8] і [9] розглядається проблематика використання СІІ для роботи з великими і "брудними" даними. У роботі [8] – в основному в контексті роботи з інформацією в середовищах MapReduce і Hadoop – показано, що обсяг зібраних великих даних безперервно зростає і що велика частина зібраних даних – "брудна" – неточна і недостовірна інформація, а також, що ці різних напрямків можуть бути використані як для аналізу великих даних, так і для їх очищення - виявлення та усунення неточностей і визначення недостовірних ділянок зібраних даних.

У роботі [9] увагу приділено проблемі "брудних" даних як таких і розглядаються можливості визначення якості даних на основі аналізу самих даних, а так само оптимізація компромісу між співвідношенням ефективності та результативності аналізу даних. Проблема великих даних розглядається з точки зору чотирьох V: volume, velocity, variety, veracity (обсяг, швидкість, різноманітність і достовірність).

У роботі [10] проводиться аналіз використання "Інтернету речей" (Internet of Things - IoT) в сучасних розумних містах і в розумних містах найближчого майбутнього – в тому числі в десяти напрямках перерахованих в [5]. Робиться висновок про те, що зібрані дані вимагають максимально ефективного аналізу і обробці (в статті велика частина присвячена використанню алгоритмів глибинного навчання).

І, нарешті, стаття [11] розглядає роботу міської інформаційної структури на свіжому прикладному прикладі системи Alibaba's City Brain, впровадження якої з одного боку підтвердило ефективність використання СІ і "великих даних" в управлінні міською інфраструктурою, а з іншого боку породило дискусію про шляхи розвитку подібних інновацій.

Учасники подібних дискусій (зокрема [12]) вказують, що якщо на заході набула поширення

"шумпетеріанська", "вертикальна" модель розвитку – коли учасники змагаються на вузькоспеціалізованому полі IT-технологій і щоб завоювати ринкову нішу намагаються пропонувати більш якісні і революційні рішення і широко використовувати інновації, то на сході, в Китаї інновації пішли шляхом "горизонтального" поширення. У цьому випадку гравець прагне зайняти якомога більше Ніш різного призначення, приблизно одного рівня, за рахунок мережевих ефектів витісняючи і перекриваючи доступ іншим гравцям в цю область ринку.

Робота [12] розглядає теорію подібної горизонтальної конкуренції. У роботах [13], [14] і [15] вводиться термін – Platform Business Group (PBG) і розглядається "горизонтальна", "платформна" стратегія впровадження на ринок великих китайських цифрових платформ: Baidu, Alibaba і Tencent (на момент написання статей Huawei ще тільки знаходиться на шляху до отримання статусу лідера), завдяки якій користувачі збираються під одну корпоративну парасольку. Така стратегія робить доступними великі мультифасетні масиви даних та інші мережеві ефекти, які дають можливість займати "горизонтальні" позиції, витісняючи звідти конкурентів. Автори припускають, що якщо такі платформи досягнуть успіху і вийдуть на глобальний ринок, то "горизонтальна стратегія" створить серйозну загрозу для західних корпорацій – зокрема автори називають Apple, Amazon, Facebook, Google, and Microsoft.

Мета статті полягає в аналізі і виробленні рекомендацій щодо можливого використання систем штучного інтелекту (СШІ) для обробки даних і підтримки прийняття рішень в середовищі розумного міста. Аналіз проводиться з точки зору основних стейкхолдерів міської інформаційної екосистеми. Також аналізується можливість застосування горизонтальної (платформної) і вертикальної стратегій розвитку інформаційних систем в додатку до використання СШІ й великих даних в умовах розумного міста.

Виклад основного матеріалу дослідження

СШІ в аналізі даних

В даний час, будь-яка розвинена IT-система включає в себе технології СШІ – у вигляді окремих елементів або цілком. Ці вважаються "парасольковим терміном", що включає в себе широкий набір інструментів – від експертних систем, до нейромереж – призначених для вирішення проблем, погано піддаються алгоритмізації, або пов'язаних з великими витратами обчислювальних ресурсів для отримання точного або вичерпного рішення (наприклад, дерево рішень, що породжує комбінаторний вибух) [16].

Зазвичай структурно СШІ складається з трьох основних складових: отримання даних, Обробка даних і навчання. Отримання даних відбувається за допомогою фізичних пристроїв (сенсорів, датчиків) і може проходити передобробку з метою підвищення достовірності даних. Обробка даних – це набір програмних рішень по обробці даних.

З яких зазвичай виділяють приблизно 10 базових алгоритмів – описаних в [17] – і додатково в [18], а саме: C4.5 – алгоритм для побудови дерев рішень, розроблений Джоном Квинланом, k-Means – найбільш популярний метод кластеризації, який прагне мінімізувати сумарну квадратичне відхилення точок кластерів від центрів цих кластерів, SVM – метод опорних векторів – алгоритми навчання з вчителем для задач класифікації і регресійного аналізу та інші – Apriori, EM, PageRank, AdaBoost, kNN, Naive Bayes, CART.

Навчання як правило проводиться на спеціально сформованій навчальній вибірці – до тих пір поки ці не почне видавати прийнятне для замовника співвідношення вірних і помилкових рішень. При цьому, в окремих випадках допускається довчення СШІ в реальному світі на реальних прикладах і випадках, що виникають в процесі експлуатації СШІ. Наприклад, в роботі [19] наводиться оригінальна методика оцінки ефективності роботи і часу реакції при роботі зі складними соціо-технічними системами.

Як правило, перелік завдань розв'язуваних СШІ може включати в себе:

* датамайнінг – витяг інформації з первинних даних;

* аналіз отриманої інформації для виявлення спотворених та / або недостовірних ділянок даних;

* розпізнавання образів – у вузькому сенсі виявлення схожих зображень (наприклад, зіставлення фотографії людини з образами на зображенні Відеокамери), в широкому сенсі-виявлення закономірностей в різних патернах даних;

* діагностика та прогнозування несправностей – при цьому об'єктом може бути не тільки технічна система, а й складний технологічний процес, система міського трафіку і навіть в медичних Сії-людське тіло;

* структурний аналіз складних об'єктів і виявлення загальних закономірностей їх побудови;

* вибір конфігурації складних багатокомпонентних систем (систем транспортної логістики, прокладка нафтопроводів за певними маршрутами, організація розподілених комп'ютерних систем);

* планування послідовності виконання операцій, що призводять до заданої мети (наприклад, Індивідуальна оптимізація дорожнього трафіку, на основі наявних даних, аналіз і оптимізація промислових технологічних процесів і так далі).

Всі ці можливості представляються перспективними з точки зору використання СШІ для аналізу великих даних і підтримки прийняття рішень в умовах впровадження, розгортання, експлуатації та вдосконалення систем управління розумним містом.

Розумне місто та великі дані

Використання систем штучного інтелекту для очищення і верифікації зібраних в "розумному місті" даних відкриє можливості для максимально ефективної роботи з управління містом і дозволить уникнути ситуації "сміття на вході – сміття на виході" ("Garbage in – garbage out"), коли найдосконаліші системи управління виявляться неефективними в умовах інформаційного дефіциту і наявності великої кількості недостовірних і спотворених даних.

Розглянемо основні можливості для використання СІІ і великих даних в рамках міської інформаційної екосистеми.

Структурування міського середовища та основних стейкхолдерів розумного було детально розроблено в [5]. У даній роботі показується, що основними гравцями, джерелами даних і бенефіціарами при роботі з системами розумного міста є місцева влада і представники бізнесу з одного боку і жителі і гості міста з іншого боку. На противагу роботам, що представляють потік даних і керуючих впливів, як односторонню систему, в якій одна з груп є активною, а інша пасивною, в даній роботі показано, що процес взаємодії та обміну даними є двостороннім, причому кожна з груп може виступати одночасно і джерелом даних і бенефіціаром їх використання. Спираючись на роботи [5], [20] і [21] можна визначити чотири основні способи взаємодії між двома основними гравцями в рамках інформаційної екосистеми розумного міста, в кожному з яких можна оптимально використовувати СШІ і аналіз великих даних. Якщо характеризувати гравців з боку влади і бізнесу, як А-категорію, а жителів і гостей міста – як категорію В – можна виділити наступні схеми взаємодії та використання інформації.

1. А-А: Оперативне високорівневе управління міським середовищем

У даному виді діяльності джерелом і бенефіціаром інформації є місцева влада і бізнес. Найбільш відома і поширена форма використання даних в рамках середовища розумного міста і міста з розвиненою інформаційно-комунікаційною структурою. Прикладами можуть служити: попередження і профілактика вуличної злочинності, попереджувальна профілактична робота по запобіганню аварій в комунальному господарстві і робота з цивільними скаргами, управління громадськими заходами, управління і маневр ресурсами в рамках міської інфраструктури.

2. В-В: Мережецентрична низинна самоорганізація

Джерелом і бенефіціаром даних є жителі і гості міста. Прикладами можуть бути різні форми міської самоорганізації: координація роботи волонтерських і благодійних організацій та установ, різні системи і ринки спільного споживання (collaborative consumption) і Шерінг (англ. sharing), наприклад, спільні покупки, пошук попутників для спільних поїздок, будь-які системи однорангової (пірингової) економіки і розподілу ресурсів.

3. В-А: Випереджувальне міське управління

Бенефіціаром є місцева влада і бізнес, джерелом інформації – жителі і гості міста. Прикладом такої діяльності є управління споживанням ресурсів на основі аналізу даних споживання (наприклад, виявлення піків споживання електроенергії і підключення додаткових систем акумуляції і розподілу електроенергії), інтелектуальний збір і вивезення сміття, інтелектуальне управління міським дорожнім рухом і запобігання пробок.

4. А-В: Системи суспільного інформування

В даному випадку джерелом інформації є місцева влада і бізнес, бенефіціарами – жителі і гості міста. Прикладами реалізації систем даного класу можуть служити: системи інтелектуальної навігації в міському середовищі, моніторинг і прогнозування забруднення повітря, Моніторинг і прогнозування погоди, попередження про стихійні або техногенні лиха, організація муніципальної роботи по забезпеченню сфери туризму та екскурсій – наприклад у вигляді віртуальних турів.

Alibaba Brain – аналіз використання

Наочним прикладом використання СШІ і великих даних для управління міським середовищем є досвід корпорації Alibaba – одного з трьох найбільших китайських представників цифрового ринку (два інших-Tencent і Baidu, за якими слід Huawei). Alibaba починав свій шлях надихаючись прикладом нинішнього конкурента Amazon-зокрема таким чином були збудовані перші версії Apsara System [22].

До 2018ого року, основними гравцями хмарної індустрії були Amazon AWS, Microsoft Azure і Alibaba Cloud. При цьому Alibaba – у повній відповідності зі стратегією "горизонтального" розвитку – почала розширювати свої межі: від платформи хмарних обчислень до рішень з аналізу та збору даних, потім як платформи індустріальних і промислових рішень. На базі цієї платформи були розгорнуті ET City Brain (запущений в 2015 році), ET Industrial Brain (2016) і ET Agricultural Brain (2018) еволюція поглядів керівництва компанії і

розширення сфери діяльності детально висвітлені в [23].

У 2016 році місцева влада Ханчжоу звернулася до Alibaba Cloud за допомогою в організації та вирішенні проблем дорожнього руху в місті і його околицях. У тому ж році був анонсований старт міської програми "City Brain". Через рік програма була визнана успішною. Регіон Ханчжоу являє собою міську агломерацію-місто субпровінціального значення, який є "економічним локомотивом" області з населенням в 9.4 мільйона чоловік (за переписом 2017го року), це великий регіон і завдання управління дорожнім рухом являє собою регулювання руху на більш ніж 1300 дорожніх перехрестях, при цьому для аналізу дорожнього руху на момент впровадження системи було задіяно більше 4500 камер.

Система в основному використовується для управління дорожнім трафіком. За вказаною вище класифікацій вона відноситься до систем класу B-A (випереджаюче міське управління). В якості вхідних даних використовуються дані по міському трафіку (показання автомобільних GPS-навігаторів цивільного, службового і державного транспорту і системи розпізнавання автомобільних номерів), показання дорожніх камер, дані операторів стільникового зв'язку. Також проект широко використовує системи геопозиціонування та засоби зв'язку різного рівня.

За допомогою одержуваних даних здійснюється аналіз і управління дорожнім рухом – на основі показань дорожніх відеокамер шляхом управління світлофорами регулюється рух на перехрестях. Оптимізація досягається, як для окремих перехресть, так і для системи дорожнього руху для районів цілком. Підстроювання планів управління дорожнім рухом відбувається кожні 15 хвилин. Це дозволяє обробляти більше 37000 подій для світлофорів. Крім цього, система використовується для оптимізації міського громадського транспорту. Зокрема, творці системи повідомляють про те, що завдяки оптимізації автобусних маршрутів і розкладів вдалося досягти 17% зростання пасажироперевезень. За кількістю пробок місто змістилося з займаного ним 5го на 57ое місце серед китайських міст.

Також система використовується для виявлення і купірування наслідків подій. Перша версія ET City Brain в 2018 році була здатна розпізнавати на зображеннях відеокамер 12 різних типів подій. Більше 2,5 тисяч пригод на дорогах щодня оброблялися з точністю в 95%. Система так само включає в себе більше 200 офіцерів, пов'язаних мобільним зв'язком, які отримують оповіщення в реальному часі про обстановку на дорогах.

Ще одна область застосування системи-розпізнавання і відстеження порушників, які прагнуть сховатися з місця вчиненого правопорушення (hit-and-run). Завдяки перерахованим вище джерелам інформації: відстеження інцидентів, розпізнавання автомобільних номерів, ведення машини в трафіку по зображеннях камер, зв'язок між офіцерами в реальному часі вдалося значно зменшити відсоток переховуються з місця події зловмисників.

Також, не дивлячись на свою B-A-спрямованість, система включає в себе і A-B-елементи – зокрема, за даними систем управління трафіком, з урахуванням стану доріг, погоди і завантаженості вулиць будуються громадські інформаційні та рекомендаційні системи.

Машинам швидкої допомоги в регіоні Ханчжоу Сяошань більше не потрібно поліцейський ескорт для швидкого руху по вулицях. ET City Brain дозволяє проаналізувати і спрогнозувати обстановку на вулицях ще до виїзду швидкої допомоги, визначити оптимальну траєкторію руху і на всьому протязі маршруту забезпечити рух наскрізною роботою світлофорів на перехрестях. Порівняно зі старим режимом руху – у супроводі дорожньої поліції – час у дорозі скоротився вдвічі [23].

Діяльність Alibaba Cloud не обмежується управлінням дорожнім рухом – було розроблено додаток "Smart Healthcare", яке працює в хмарі і веде 8 мільйонів електронних медичних карт для 11 муніципальних лікарень. Це дозволяє економити в середньому по дві години під час прийому хворих. Особливої актуальності така система набуває зараз – через пандемію коронавірусу. Завдяки інтеграції міських інформаційних систем стає можливим швидке бронювання та обслуговування в готельному комплексі, виключаються черги на парковках, введена система цифрових проїзних на громадському транспорті [24].

Програма City Brain після вдалого досвіду з впровадженням в Ханчжоу була розширена до 23 міст по всій Азії. Процес розгортання і впровадження системи займає 6-12 місяців. За даними її творців, вона обслуговує 48 різних напрямків в 11 основних сферах міського життя, включаючи транспорт, міське самоврядування, культурний туризм і охорону здоров'я. Друга версія розширюється з метою оптимізувати і поліпшити процес гасіння пожеж, надаючи для цього такі параметри як тиск води в системах пожежогасіння, наявність гідрантів в районі ушенія пожежі, наявність небезпечних матеріалів (типу залягання газових труб) і так далі [24].

В цілому хоча система ET City Brain є вражаючим прикладом використання великих даних і СІІ для управління комунальним господарством, вона використовує далеко не всі можливості, що надаються міською інформаційною екосистемою.

Також важливим моментом у розгортанні і розробці систем управління ET City Brain є те, що послуги з управління міським господарством надаються за системою IaaS (Infrastructur e as a

Service-Інфраструктура як сервіс) і PaaS (Platform as a Service, Платформа як сервіс), що загрожує ризиками в довгостроковій перспективі, які докладно висвітлювалися в роботі [6] – в даному випадку ризики збільшуються, оскільки поставка послуги "як сервіс" ставить споживача (в даному випадку – муніципалітети) в ситуацію залежності від постачальника послуги – оскільки інфраструктура і платформа монопольно залежать від нього. Можлива, зміна постачальника в майбутньому (наприклад, у разі банкрутства Alibaba, або застосування до неї санкцій - що як показує приклад Huawei є цілком вірогідним в умовах китайсько-американських торгових воєн) спричинить за собою не просто зміну програмного і апаратного забезпечення, а вибудовування всієї інфраструктури збору, аналізу та управління інформацією заново. До цього додаються звичайні ризики – вже перераховані в [6] - "vendor lock - in" – прагнення постачальників послуг замкнути клієнта на себе, можлива наявність "чорних ходів" ("backdoors") і супутні цьому проблеми.

Стратегії розвитку використання СШІ та великих даних

Як описувалося вище – в роботах [12], [13], [14] і [15] вводиться термін – Platform Business Group (PBG) і розглядається "горизонтальна", "платформна" стратегія впровадження на ринок великих китайських цифрових платформ: Baidu, Alibaba і Tencent, до яких зараз додався Huawei.

Горизонтальний (або платформно-орієнтований) розвиток розуміється як "особливий", східний шлях розвитку, при якому управління міською інформаційною екосистемою у всіх областях здійснюється одним великим гравцем ринку. Вертикальний розвиток, розуміється, як конкуренція великих гравців за свої спеціалізовані ніші – коли кожен гравець займається не стільки горизонтальним зростанням, скільки вдосконаленням і оптимізацією своїх послуг майже не роблячи зусиль з диверсифікації послуг і ресурсів в Інші сфери.

Прямим наслідком горизонтальної стратегії є уніфікація та інтеграція систем збору, аналізу та використання інформації – примітно, що Alibaba починала свій шлях, як платформа хмарних обчислень, а потім перейшла до рішень по збору інформації. Переваги інтеграції та уніфікації зібраної інформації очевидні. Уніфікація систем управління, полегшує реалізацію рішень з управління міським господарством. Інтеграція систем управління зменшує час реагування системи на кризові події.

Така система дозволяє отримати синергетичний ефект в цілому. В аналізі даних можна використовувати інформацію з самих різних джерел. Наприклад, аналізувати не тільки дорожній трафік по GPS-навігаторам машин, а й пішохідний рух по переміщенню абонентів в мобільних стільниках і на основі аналізу цих же даних передбачати піки навантаження на комунальні мережі та установи. За рахунок різноманітності і підвищення достовірності зібраних даних, моделі побудовані на їх основі виходять повніше і достовірніше, а це позначається на якості прийнятих рішень і швидкості їх прийняття. При обміні даними відбувається менше "міжвідомчого тертя" – суміжні структури можуть оперативно обмінюватися даними (пожежна і медична служби отримувати "зелене світло" від дорожніх служб і, навпаки, дорожня поліція може швидко викликати потрібні служби на місце події). Аналогічним чином, управлінські рішення з управління однієї структури приймаються з урахуванням стану інших структур.

Відкривається можливість балансувати розподіл ресурсів по різних областях розвитку. Одні області можуть забезпечуватися за рахунок інших. Робота по різних областях йде більш рівномірно – навіть малоперспективні спочатку ніші можуть отримувати забезпечення ресурсами за рахунок інших ніш, що часто позитивно позначається на системі в цілому.

Однак, якщо брати довгострокову перспективу, "горизонтальна" стратегія не виглядає ні оптимальною, ні загрозливою. Перш за все монополізація інформаційного ландшафту міста одним гравцем призводить до "інформаційної монокультури" – з усіма наслідками, що випливають з цього негативними наслідками і ризиками. Відсутність конкуренції в довгостроковій перспективі може негативно позначитися на темпах розвитку та інноваціях – однорідні структури схильні набирати інерцію і "тертя". Ще одним наслідком монополізації міських інформаційних екосистем кількома великими гравцями (в сучасному Китаї, як було сказано, їх в даний час чотири) може винести ситуацію фрагментації різних інформаційних екосистем на рівень регіонів країни, коли виникне кілька "доменів", в межах яких інформаційна екосистема буде вибудувана одним з цифрових гігантів, при цьому зовнішні зв'язки таких "доменів" між собою будуть слабкими через конкуренцію різних платформ. Як було показано вище, монополізація і надання послуг "як сервісів" передає частину влади від міських структур власникам інформаційної системи, які в таких умовах отримують право голосу і важіль тиску на муніципалітети.

Все це не йде на користь "горизонтальної стратегії". На перший погляд представники "вертикальної стратегії" позбавлені переваг синергетичних ефектів від інтегрування різних рішень на одній платформі, і в теорії не можуть рівномірно розподіляти ресурси розвитку для рівномірної підтримки різних ніш. Однак, обидва протиріччя знімаються при використанні відкритих рішень і відкритих

моделей розвитку інформаційно-комунікаційних систем. Можна припустити, що відомі Open Source рішення існують (і фінансуються "вертикальними гравцями") в тому числі з цієї причини. Відносини такого типу добре розкриваються в роботах Еріка Реймонда ([25], [26]), які показує, що відкриті проекти працюють в якості балансира ресурсів, займаючи ті ніші, які слаборозвинені через відсутність комерційного інтересу до сфери, проте їх розвиток позначається на всій інформаційній екосистемі в цілому.

Більш того, "вертикальні гравці" мають шанси проникнути на ринки, зайняті горизонтальними платформами в тому випадку, якщо вони будуть пропонувати відкриті рішення. У цьому плані найбільш показовою є історія пошукової системи Google, яка опинившись в положенні "наздоганяючого" (ринок в цей момент вже був зайнятий пошуковими гігантами) змогла зайняти домінуюче становище за рахунок пропозиції відкритих і прозорих рішень [27].

З точки зору міської інформаційної екосистеми, "горизонтальні" і "платформні" рішення дозволяють отримувати більший ефект від вкладень в короткостроковій перспективі (і взагалі служать наочним доказом працездатності концепції використання СШІ і великих даних для аналізу та управління міським господарством), однак, при довгостроковому плануванні варто робити ставку на відкриті системи, що дозволить забезпечити набагато більш стійкий і незалежний розвиток міських інформаційно-комунікаційних систем і рішень.

Висновки

Таким чином, впровадження СШІ в міські інформаційно-комунікаційні системи для обробки даних і підтримки прийняття рішень дозволить здійснювати збір, аналіз і обробку даних для вироблення і прийняття рішень з реагування на виникаючі кризові ситуації, для аналізу середньострокової перспективи і балансування оптимального використання міських ресурсів, для довгострокового планування розвитку міського середовища. На прикладі досвіду впровадження (ET City Brain) можна зробити з одного боку висновки про довгострокові вигоди такого впровадження, з іншого – про ризики, пов'язані з "vendor lock-in" – прагнення постачальників послуг замкнути клієнта на себе, можливу наявність "чорних ходів" ("backdoors") і супутні цьому проблеми. Один з найбільших ризиків – подальша монополізація системи управління і надання послуг "як сервісів" передає частину влади від міських структур власникам інформаційної системи, які в таких умовах отримують право голосу і важіль тиску на муніципалітети. На наш погляд, ці проблеми можуть бути зняті шляхом широкого впровадження і використання відкритих рішень. Це дозволить в довгостроковій перспективі компенсувати і купірувати ризики які, представляє, використовувана великими китайськими цифровими платформами (Baidu, Alibaba, Tencent, Huawei) "горизонтальна", "платформна" стратегія охоплення ринку.

Література

1. *Ritchie H., Roser M. Urbanization // Our world in data. — 2018. URL: https://ourworldindata.org/urbanization#:~:text=In%202007%2C%20urban%20and%20rural,equal%20at%203.33%20billion%20each.&text=UN%20estimates%20therefore%20report%20that,55%20percent%20of%20the%20world*
2. *Dauvergne P. The globalization of artificial intelligence: consequences for the politics of environmentalism //Globalizations. – 2021. – Is. 18. – №. 2. – P. 285–299.*
3. *Angelidou M. Smart cities: A conjuncture of four forces // Cities. — 2015. — Is. 47. — P. 95–106.*
4. *Bibri S. E., Krogstie J. ICT of the new wave of computing for sustainable urban forms: Their big data and context-aware augmented typologies and design concepts // Sustainable Cities and Society. — 2017. — Vol. 32. — P. 449–474.*
5. *Lim C., Kim K.-J., Maglio P. P. Smart cities with big data: Reference models, challenges, and considerations // Cities. — Elsevier, 2018. — Vol. 82. — P. 86–99.*
6. *Boyko V., Vasilenko M. «Smart city» in the context of cybersecurity: Incidents, risks, threats // Municipal economy of cities. — 2020. — Vol. 4, no. 157. — P. 184–191.*
7. *Boyko V., Vasilenko M. Cybersecurity of smart cities: Social aspects, risks of deanonymization and doxing // Municipal economy of cities. — 2020. — Vol. 6, no. 159. — P. 186–195.*
8. *O'Leary D. E. Artificial intelligence and big data // IEEE Intelligent Systems. — 2013. — Vol. 28, no. 2. — P. 96–99.*
9. *Saha B., Srivastava D. Data quality: The other face of big data / 2014 ieee 30th international conference on data engineering. — 2014. — P. 1294–1297.*
10. *Bhattacharya S., Somayaji S. R. K., Gadekallu T. R., Alazab M., Maddikunta P. K. R. A review on deep learning for future smart cities // Internet Technology Letters. — Vol. n/a, no. n/a. — P. e187.*
11. *Caprotti F., Liu D. Platform urbanism and the chinese smart city: The co-production and territorialisation of hangzhou city brain // GeoJournal. — Springer, 2020. — P. 1–15.*
12. *Thomas E., Geoffrey P., Marshall V. A. Platform envelopment // Strategic Management Journal. — John Wiley; Sons, 2011. — Vol. 32, no. 12. — P. 1270–1285.*
13. *Kenney M., Zysman J. The rise of the platform economy // Issues in science and technology. — Issues in Science; Technology, 2016. — Vol. 32, no. 3. — P. 61.*
14. *Jia K., Kenney M. Mobile internet business models in china: Vertical hierarchies, horizontal conglomerates, or business groups // Berkeley Roundtable on the International Economy Working Paper. — 2016. — Vol. 6. Retrieved from https://brie.berkeley.edu/sites/default/files/working-paper-2016-6.jiakenney.pdf*
15. *Jia K., Kenney M., Mattila J., Seppala T. The application of artificial intelligence at Chinese digital platform giants: Baidu, alibaba and tencent // ETLA reports. — 2018. — Is. 81. Retrieved from:*

https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3154038

16. Jackson P. Introduction to expert systems. — Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1998. 542 p.

17. Wu X., Kumar V., Quinlan J. R., Ghosh J., Yang Q., Motoda H., McLachlan G. J., Ng A., Liu B., Philip S. Y., others. Top 10 algorithms in data mining // Knowledge and information systems. — Springer, 2008. — Vol. 14, no. 1. — P. 1–37.

18. Settouti N., Bechar M. E. A., Chikh M. A. Statistical comparisons of the top 10 algorithms in data mining for classification task // International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence. — 2016. — Vol. 4, no. 1. — P. 46–51.

19. Бойко В. Событийно-ориентированное моделирование восстановления работоспособности сложных организационно-технических систем // Розвиток транспорту. — Одеський національний морський університет, 2017. — Is. 1. — P. 161–170.

20. Appio F. P., Lima M., Paroutis S. Understanding smart cities: Innovation ecosystems, technological advancements, and societal challenges // Technological Forecasting and Social Change. — Elsevier, 2019. — Vol. 142. — P. 1–14.

21. Kong L., Liu Z., Wu J. A systematic review of big data-based urban sustainability research: State-of-the-science and future directions // Journal of Cleaner Production. — Elsevier, 2020. — P. 123–142.

22. The Chronicles of Cloud Building in Hangzhou: Part 1 / Alibaba Cloud Community. — 2020 Retrieved from: https://www.alibabacloud.com/blog/the-chronicles-of-cloud-building-in-hangzhou-part-1_594241

23. The Chronicles of Cloud Building in Hangzhou: Part 2 / Alibaba Cloud Community. — 2020 Retrieved from: https://www.alibabacloud.com/blog/the-chronicles-of-cloud-building-in-hangzhou-part-2_594242

24. City Brain Now in 23 Cities in Asia / Alibaba Cloud Community. — 2020 Retrieved from: https://www.alibabacloud.com/blog/city-brain-now-in-23-cities-in-asia_595479

25. Raymond E. The cathedral and the bazaar // Knowledge, Technology & Policy. — Springer, 1999. — Vol. 12, no. 3. — P. 23–49.

26. Raymond E. S., others. The magic cauldron. — Citeseer, 1999 Retrvied from: http://www.catb.org/~esr/writings/magic-cauldron/magic-cauldron.html

27. Weber S. The success of open source. — Harvard University Press, 2009. Retrieved from: https://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674018587

References

1. *Ritchie H., Roser M.* (2018). Urbanization. Our world in data. URL: https://ourworldindata.org/urbanization#:~:text=In%202007%2C%20urban%20and%20rural,equal%20at%203.33%20billion%20each.&text=UN%20estimates%20therefore%20report%20that,55%20percent%20of%20the%20world

2. *Dauvergne P.* (2021). The globalization of artificial intelligence: consequences for the politics of environmentalism //Globalizations. Is. 18. Vol. 2. 285–299.

3. *Angelidou M.* Smart cities: A conjuncture of four forces // Cities. — 2015. — T. 47. — C. 95–106.

4. *Bibri S. E., Krogstie J.* (2017). ICT of the new wave of computing for sustainable urban forms: Their big data and context-aware augmented typologies and design concepts // Sustainable Cities and Society. Vol. 32. 449–474.

5. *Lim C., Kim K.-J., Maglio P. P.* (2018). Smart cities with big data: Reference models, challenges, and considerations // Cities. — Elsevier, Vol. 82. 86–99.

6. *Boyko V., Vasilenko M.* (2020). «Smart city» in the context of cybersecurity: Incidents, risks, threats // Municipal economy of cities. Vol. 4, no. 157. 184–191.

7. *Boyko V., Vasilenko M.* (2020). Cybersecurity of smart cities: Social aspects, risks of deanonymization and doxing // Municipal economy of cities. Vol. 6, no. 159. 186–195.

8. *O'Leary D. E.* (2013). Artificial intelligence and big data // IEEE Intelligent Systems. Vol. 28, no. 2. 96–99.

9. *Saha B., Srivastava D.* (2014). Data quality: The other face of big data / 2014 ieee 30th international conference on data engineering. 1294–1297.

10. *Bhattacharya S., Somayaji S. R. K., Gadekallu T. R., Alazab M., Maddikunta P. K. R.* A review on deep learning for future smart cities // Internet Technology Letters. Vol. n/a, no. n/a. e187.

11. *Caprotti F., Liu D.* (2020). Platform urbanism and the Chinese smart city: The co-production and territorialisation of hangzhou city brain. GeoJournal. — Springer, 1–15.

12. *Thomas E., Geoffrey P., Marshall V. A.* (2011). Platform envelopment. Strategic Management Journal. — John Wiley; Sons, Vol. 32, no. 12. 1270–1285.

13. *Kenney M., Zysman J.* (2016). The rise of the platform economy. Issues in science and technology. — Issues in Science; Technology, Vol. 32, no. 3. 61.

14. *Jia K., Kenney M.* (2016). Mobile internet business models in china: Vertical hierarchies, horizontal conglomerates, or business groups. Berkeley Roundtable on the International Economy Working Paper. Vol. 6. Retrieved from: https://brie.berkeley.edu/sites/default/files/working-paper-2016-6.jiakenney.pdf

15. *Jia K., Kenney M., Mattila J., Seppala T.* (2018). The application of artificial intelligence at Chinese digital platform giants: Baidu, alibaba and tencent. ETLA reports. Is. 81. Retrieved from: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3154038

16. *Jackson P.* (1998). Introduction to expert systems. — Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 542.

17. *Wu X., Kumar V., Quinlan J. R., Ghosh J., Yang Q., Motoda H., McLachlan G. J., Ng A., Liu B., Philip S. Y., others.* (2008). Top 10 algorithms in data mining. Knowledge and information systems. — Springer, Vol. 14, no. 1. 1–37.

18. *Settouti N., Bechar M. E. A., Chikh M. A.* (2016). Statistical comparisons of the top 10 algorithms in data mining for classification task // International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence. Vol. 4, no. 1. 46–51.

19. *Bojko V. (2017). Sobytijno-orientirovannoe modelirovanie vosstanovleniya rabotosposobnosti slozhnykh organizacionno-tekhnicheskikh sistem //* Rozvytok transportu. — Odeskyi natsionalnyi morskyi universytet, Is. 1. 161–170

20. *Appio F. P., Lima M., Paroutis S.* (2019). Understanding smart cities: Innovation ecosystems, technological advancements, and societal challenges // Technological Forecasting and Social Change. — Elsevier, Vol. 142. 1–14.

21. *Kong L., Liu Z., Wu J.* (2020). A systematic review of big data-based urban sustainability research: State-of-the-science

and future directions // Journal of Cleaner Production. — Elsevier, 123–142.
22. The Chronicles of Cloud Building in Hangzhou: Part 1 (2020). Alibaba Cloud Community. Retrieved from: https://www.alibabacloud.com/blog/the-chronicles-of-cloud-building-in-hangzhou-part-1_594241
23. The Chronicles of Cloud Building in Hangzhou: Part 2 (2020). Alibaba Cloud Community. Retrieved from: https://www.alibabacloud.com/blog/the-chronicles-of-cloud-building-in-hangzhou-part-2_594242
24. City Brain Now in 23 Cities in Asia (2020). Alibaba Cloud Community. Retrieved from: https://www.alibabacloud.com/blog/city-brain-now-in-23-cities-in-asia_595479
25. *Raymond E.* (1999). The cathedral and the bazaar // Knowledge, Technology & Policy. — Springer 9. Vol. 12, no. 3. 23–49.
26. *Raymond E. S., others*. (1999). The magic cauldron. — Citeseer, Retrvied from: http://www.catb.org/~esr/writings/magic-cauldron/magic-cauldron.html
27. *Weber S.* (2009). The success of open source. — Harvard University Press. Retrieved from: https://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674018587

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Тупкало, Інститут інтелектуальної власності та права Національного Університету "Одеська юридична академія", Україна.

Автор: БОЙКО Віктор Дмитрович
кандидат технічних наук, доцент кафедри кібербезпеки
Національний університет «Одеська юридична академія»
E-mail – boyko-work@ukr.net
ID ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5929-657X

Автор: ВАСИЛЕНКО Микола Дмитрович
доктор фізико-математичних наук, доктор юридичних наук, професор, завідувач кафедри кібербезпеки
Національний університет «Одеська юридична академія»
E-mail – nvas08@ukr.net
ID ORCID: http://orcid.org/0000-0002-8555-5712

«SMART CITY» IN THE CONTEXT OF INTELEGENT SYSTEM AND BIG DATA: STRATEGIES, RISKS

V. Boyko, M. Vasilenko
National University "Odessa Law Academy", Ukraine

According to UN forecasts, by 2050 more than two-thirds of the world's population will live in cities. Urban and rural areas are evolving and their evolution are based on wide use of broadband Internet systems, cloud computing platforms, geoinformation and geo-positioning systems, high-load computing clusters, wireless telecommunications, "Internet of Things" systems and other technological and information innovations. With the increasing complexity and cohesion of urban systems, the cost of management decisions - and the associated cost of decision errors - has increased significantly. The time for deciding has on the contrary decreased. Incoming data may be deliberately inaccurate, unreliable, clogged with random and intentional interference. And in many cases, it is the management decision that is a critical factor for development and proper functioning of the urban system especially in the context of the formation of a smart city infrastructure. The paper studies use cases of artificial intelligence systems (AI) for processing big data and decision support as a solution to the problems listed above. Use of AI systems allow collecting and cleaning data to obtain a reliable information landscape of the urban systems. Further, on the basis of the obtained picture, AI systems can be used for operational analysis and response to emerging crisis situations, for analyzing the medium-term perspective and balancing the optimal use of urban resources, for long-term planning of the urban environment development. Currently, according to experts, there are two main strategies for the development of information systems - vertical and horizontal. The article analyzes the possibility of applying these two strategies to the use of AI in an urban environment. Using the example of the implementation experience (ET City Brain), on the one hand, conclusions can be drawn about the long-term benefits of such an implementation, on the other, about the risks associated with "vendor lock-in" and the associated problems. One of the biggest risks is the subsequent monopolization of the management system, which transfers part of the power from city structures to the owners of the information system, who, in such conditions, gain the right to vote and leverage on municipalities. It is shown that maximal use of open data and open source software solutions are the most beneficial from the point of view from the point of view of the city and urban systems as stakeholders in the formation of a smart city.

Keywords: *smart city, information ecosystems, cybersecurity, municipal economy, risks, threats, Big Data, Artificial Intelligence.*