

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет соціології і права

Кафедра теорії та практики управління

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»
В. о. завідувача кафедри

_____ Ростислав ПАШОВ

« ____ » _____ 20 ____ р.

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 281 Публічне управління та адміністрування

освітньо-професійна програма «Електронне урядування»

на тему: «УПРАВЛІННЯ РОЗУМНИМ МІСТОМ ІЗ

ЗАСТОСУВАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ»

Виконала:

студентка IV курсу, групи ЕУ-91
Шумська Лідія Олександрівна _____

Керівник:

професор кафедри теорії та практики
управління, д. наук з держ. упр.,
професор, Чукут Світлана Анатоліївна _____

Рецензент:

професор кафедри соціології, д. пед. н., професор,
Панченко Любов Феліксіна, _____

Засвідчую, що у цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.
Студентка _____

Київ – 2023 року

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗУМНОГО МІСТА	9
1.1. Поняття та сутність концепції «розумного міста»	9
1.2. Роль розумних енергосистем для розвитку розумного міста	12
1.3. Штучний інтелект та сучасні трансформації в публічному управлінні	15
Висновки до розділу 1	18
РОЗДІЛ 2. КРАЩІ ЗАРУБІЖНІ ПРАКТИКИ УПРАВЛІННЯ РОЗУМНИМ СЕРЕДОВИЩЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	20
2.1. Досвід впровадження розумних енергосистем в Великобританії	20
2.2. Розумні енергосистеми як пріоритет державної політики США	28
2.3. Досвід впровадження розумних енергосистем в Канаді	36
Висновки до розділу 2	42
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ РОЗУМНИМИ ЕНЕРГОСИСТЕМАМИ В УКРАЇНІ З УРАХУВАННЯМ ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ	44
3.1. Дослідження стану впровадження розумної енергосистеми в Україні в умовах війни	44
3.2. Надання рекомендацій із урахуванням поточних загроз та викликів використання штучного інтелекту	53
Висновки до 3 розділу	59
ВИСНОВКИ	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65
ДОДАТКИ	79

ВСТУП

Актуальність і доцільність обраної теми. Оскільки сьогодні міста – це найпоширеніша форма проживання населення землі, науковцями та міськими управліннями була розроблена концепція, яка має ефективно реагувати на виклики всередині такої екосистеми. Так було запропоноване поняття *розумного міста*, що базується на залученні численних інформаційно-комунікаційних можливостей сьогодення для кращого управління містом.

Незважаючи на те, що міста займають лише 3% земної поверхні, на них припадає до 80% світового споживання енергії [1]. Електроенергія нагадує кисень – це те, про що ми зрідка задумуємось, але без чого ми не можемо жити. В цьому довелось особисто пересвідчитися громадянам України, що зазнали масових скорочень електроенергії внаслідок російських атак на українську енергетичну інфраструктуру під час повномасштабного вторгнення в 2022 році. За останнє століття ні одна країна в Європі не зазнавала таких ударів по енергетичній системі з часів Другої світової війни [2]. Міські керівники по всій Україні зіткнулися із необхідністю прийняття швидких та ефективних управлінських рішень щодо поводження з електроенергією, вжиття необхідних заходів серед населення та укладання довгострокових стратегій на зміцнення енергетичних систем міста.

Таким чином, управління розумним містом в умовах війни набрало особливого значення в контексті критичної інфраструктури, зокрема національних та міських енергосистем. Тому особливої уваги викликає аналіз управління розумним містом на прикладі *розумних енергосистем* зокрема з використанням штучного інтелекту. Розумні енергосистеми виникли як результат об'єднання та трансформації фізичних, цифрових та людських потужностей для ефективнішого використання енергетичних ресурсів в розумних містах [3]. Розумні енергосистеми мають ряд ключових переваг. По перше, застосування розумних енергосистем дозволяє користувачам контролювати точне споживання електроенергії в режимі реального часу, надаючи динамічну інформацію про ціноутворення; по друге, застосовуючи

концепцію розумних енергосистем, споживачі, маючи інформацію щодо їхнього внеску у викиди вуглецю, зможуть приймати більш розумні рішення [4]; по третє, підвищення енергоефективності в належним чином організованих містах є прямим шляхом досягнення амбітних екологічних цілей [5], [6].

Для вдосконалення переваг розумних енергосистем людство звернулось до важливої сучасної розробки – *штучного інтелекту*. Очікується, що до 2030 року вартість ринку штучного інтелекту зросте у двадцять разів до майже двох трильйонів доларів США [4]. На сьогодні штучний інтелект є багатообіцяючою технологією, що знайшла своє місце в освіті, медицині, бізнесі, і розумне місто одна із таких сфер. Для управління розумним містом розвиток штучного інтелекту означає створення нових технологій та рішень, які покращать надання послуг для населення та значно вплинуть на сектор комунальних послуг у громаді. Серед переваг штучного інтелекту для розумних енергосистем може бути автоматизація процесів, зниження витрат на обслуговування, залучення споживачів, демократизація та прозорість управління енергетичними ресурсами, що в свою чергу підвищить довіру громадян.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Кваліфікаційна робота виконана на кафедрі теорії та практики управління факультету соціології і права Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» згідно з ініціативною темою *«Цифрова трансформація державного управління та місцевого самоврядування: виклики та можливості для досягнення ЦСР»* (ДР №0123U101483 від 06.03.2023 р.), в межах якої автором досліджено кращий зарубіжний досвід використання штучного інтелекту.

Стан наукової розробленості проблеми. Дослідженням концепції розумного міста займались Лі Дж. Х [14], Нам. Т, Падро Т. А. [13], Коен Б. [15], О'Лірі М. [16], Занелла А. [17], Пенг Г. К. А., Нунес М., Чжен Л. [18] та інші; розумні енергосистеми в управлінні розумним містом досліджували Чукут С., Шумська Л. [6], [7], Кан Т. [28], Енсафісорор Г., Хамуоші М.,

Егеліоглу Ф., Пархем, К. [22], Аллен М., Прейс А., Ікбаль М., Уітл, Е. Дж. [23], Гольдштейн П. [24], Фарманбар М. [27]; дослідженням штучного інтелекту займались Курцвайль Р. [38], Вінстон П. [37], Чарняк Е. [36], Маккарті Дж. [35] та інші вчені.

Мета роботи: дослідження управління розумним містом на прикладі розумних енергосистем із застосуванням штучного інтелекту та розробка рекомендацій відповідно до сучасних викликів та загроз в Україні.

Для досягнення поставленої мети потрібно виконати наступні основні завдання:

- Обґрунтувати теоретичні засади поняття розумного міста.
- Дослідити концептуальні особливості впровадження розумних енергосистем в розумному місті.
- Проаналізувати тенденції використання штучного інтелекту в управлінні розумним містом.
- Систематизувати кращий зарубіжний досвід із впровадження розумних енергосистем із застосуванням штучного інтелекту.
- Дослідити інституційне та нормативно-правове забезпечення управління розумним містом на прикладі розумних енергосистем в українському місті із застосуванням штучного інтелекту.
- Охарактеризувати поточні загрози та ризики, пов'язані із впровадження розумних енергосистем в умовах війни та використанням штучного інтелекту.
- Надати рекомендації із прийняття кращих управлінських рішень із вдосконалення управління розумним містом на прикладі розумних енергосистем в Україні із застосуванням штучного інтелекту.

Об'єкт дослідження: розумні міста.

Предмет дослідження: управління розумним містом на прикладі розумних енергосистем із застосуванням штучного інтелекту.

Перелік використаних методів дослідження. У роботі використана система загальнонаукових та спеціальних, емпіричних і теоретичних методів

дослідження. Зокрема, використовувалися методи: порівняння – для порівняння міжнародного і вітчизняного досвіду та виявлення можливостей імплементації кращих практик; системно-пошуковий метод використовувався для пошуку необхідних джерел кращого досвіду управління розумними містами на прикладі розумних енергосистем із застосуванням штучного інтелекту, синтезу – для виокремлення сучасних тенденцій в управлінні розумними містами на прикладі розумних енергосистем з використанням штучного інтелекту; метод аналогії для формування рекомендацій щодо імплементації зарубіжного досвіду запровадження його в Україні; метод прогнозування – для обґрунтування важливості запровадження.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в дослідженні кращих зарубіжних практик управління розумним містом на прикладі розумних енергосистем, а також розробці рекомендацій щодо можливості його імплементації в Україні та подолання потенційних загроз та ризиків, пов'язаних із впровадженням розумних енергосистем в умовах війни та використанням штучного інтелекту. Удосконалено поняття розумної енергосистеми як оновленої системи електромережі, яка використовує інформаційні та комунікаційні технології для автоматизованого збору доступних даних, таких як інформація про поведінку постачальників і споживачів, і дії з ними, щоб додати в систему нові показники та використання отриманих даних для прийняття ефективних управлінських рішень щодо належної експлуатації та керування електромережами [6].

Практичне значення роботи. Сформовані практичні рекомендації для розвитку розумних міст України, наведені в роботі, можуть бути застосовані органами місцевого самоврядування в розумних містах України, комунальними та приватними установами в сфері енергетики. Зокрема, в Довідці про впровадження від Солом'янської РДА в місті Києві відзначено, що на тлі зростання вартості енергоресурсів набуває особливої актуальності запровадження розумних енергосистем із врахуванням зарубіжного досвіду, зокрема в частині, що стосується встановлення та підключення розумних

лічильників, а також залучення громадян до цього процесу з метою формування у них відповідального споживання електроенергії та інших ресурсів. Адаптація до використання у діяльності Солом'янської районної державної адміністрації зарубіжного досвіду із запровадження розумних енергосистем, зокрема розумного вимірювання за допомогою розумних лічильників, дозволить удосконалити використання розумних енергосистем в розумному місті Києві та зробити комунальні послуги якісними та доступними. Також в Довідці про впровадження ВП «Хмельницька АЕС» ДП «НАЕК «Енергоатом» зазначено, що результати роботи можуть бути використані в адаптованому вигляді в у діяльності підрозділів підприємства.

Отримано довідки про впровадження від Солом'янської РДА в місті Києві, Хмельницької АЕС ДП «НАЕК «Енергоатом». Робота пройшла **апробацію** під час Міжнародного конкурсу студентських наукових робіт «Управлінські, соціальні та поведінкові науки у реалізації засад сталого розвитку» у 2022/2023 н.р (I місце), Міжнародного конкурсу студентських наукових робіт «Black Sea Science» 2023, Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей у 2021/2022 навчальному році у секціях «Управління е-бізнесом та смарт-технологіями» та «Публічне управління та адміністрування». За результатами дослідження **опубліковано статтю та матеріали для конференції:**

1. Чукут С. А, Шумська Л. О. Запровадження розумних енергосистем як складової розумного міста з використанням великих даних: сучасні виклики та тенденції. Інвестиції: практика та досвід. 2022. № 3. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/3_2022/16.pdf [6]
2. Нормативно-правове забезпечення відкритих даних в Данії. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми управління: трансформація публічного управління у постковідному світі». Київ, 2021. – С. 332-335. URL: <https://ktpu.kpi.ua/wp-content/uploads/2021/12/spu2021.pdf> [7]

Структура роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг роботи – 88

стор., з них основний зміст – 53 стор. Список використаних джерел налічує 120 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗУМНОГО МІСТА

1.1. Поняття та сутність концепції «розумного міста»

З розвитком суспільства незмінно розвивалися форми його поселення. Перші міста з'явилися в епоху неоліту, коли розвиток сільськогосподарських технологій забезпечив надлишки врожаїв, достатньо великі для підтримки постійного населення. Під час Середньовіччя міста були важливим осередком розвитку цивілізації, науки, мистецтва. Після промислової революції, переходу від ручного до машинного виробництва, міста були флагманами у розвитку людства, що призвело до стрімкої урбанізації [9].

З плином часу наше життя почали поглинати технології – за даними звіту Digital 2020 більш ніж 4,5 млрд людей є користувачами інтернету, що становить майже 60% світового населення [10]. Тому міська влада поступово почала реагувати на ці зовнішні зміни та адаптуватись до технологічної революції. Міста почали стрімко розвиватися в цьому напрямку. Від інтелектуального освітлення до розумного паркування та відстеження явищ навколишнього середовища, керівники міст встановлюють тисячі пристроїв для збору даних, які можна аналізувати, щоб забезпечити кращий досвід мешканців і підвищити ефективність міських систем [11]. Очікується, що витрати розумних міст на технології в наступні шість років зростуть на 22,7%, досягнувши 327 мільярдів доларів до 2025 року з 96 мільярдів доларів у 2019 році. Такі технології, як штучний інтелект і великі дані, будуть користуватися великим попитом для боротьби з пандемією, із зростаючими можливостями для аналітики натовпу, панелей відкритих даних і міських онлайн-сервісів [12].

Як зазначають науковці Нам. Т та Падро Т. А. поняття розумного міста значною мірою суміжні з іншими підходами, зокрема: «місто знань», «стале місто», «місто талановитих», «провідне місто», «цифрове місто» та «еко-місто» [13]. На нашу думку, *розумні міста* — це міста, які мають на меті сприяти досягненню цілей сталого розвитку за допомогою сучасних інформаційно комунікаційних технологій, насамперед з використанням технологій інтернет

речей, аналітики даних та штучного інтелекту для задоволення існуючих та виникаючих потреб громадян, заохочуючи заходи участі та громадянську участь [6]. Детальніше ознайомитися із науковими інтерпретаціями визначення розумного міста можна за інформацією в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Розвиток наукової думки щодо визначення розумного міста

Дослідник(-и)	Визначення
Лі Дж. Х	Розумне місто має бути креативним, стійким районом, який покращує якість життя, створює більш сприятливе середовище, робить перспективи економічного розвитку є сильнішими [14].
Коен Б.	Розумне місто включає широкий інтегрований підхід до підвищення ефективності роботи міста, якості життя його громадян та розвитку місцевої економіки [15].
О'Лірі М.	Розумне місто стійке і має технологічні можливості, зв'язані між собою та швидко у вирішенні екологічних, соціальних та економічних проблем 21-го століття [16].
Занелла А.	Кінцевою метою розумного міста є краще використання державних ресурсів, покращення якості послуг, що пропонуються громадянам, при зниженні операційних витрат державного управління [17].
Пенг, Г. К. А., Нунес М., Чжен, Л.	Використання набору передових технологій, таких як бездротові датчики, розумні лічильники, інтелектуальні транспортні засоби, смартфони, мобільні мережі або технології зберігання даних [18].

Генеральна Дирекція Внутрішньої Політики Європейського Парламенту у 2014 році запропонувала визначення таких шести характеристик розумного міста задля кращого розуміння концепції [39]:

- *Розумне управління (Smart Governance)*. Це об'єднане міське та міжміське управління, включаючи послуги та взаємодії, які пов'язують та, якщо доречно, інтегрують державні, приватні, громадянські організації, щоб місто могло ефективно функціонувати як єдиний організм. Основним інструментом для досягнення цієї мети є ІКТ (інфраструктури, апаратне та програмне забезпечення), що забезпечуються розумними процесами та сумісністю та підживлюються даними.

- *Розумна економіка (Smart Economy)*. Це електронний бізнес та електронна комерція, підвищення продуктивності, передове виробництво та

інновації за допомогою ІКТ, а також нові продукти, нові послуги та бізнес-моделі. Також сюди відносяться розумні кластери та екосистеми (наприклад, цифровий бізнес і підприємництво).

- *Розумна мобільність (Smart Mobility)*. Це інтегровані транспортні та логістичні системи з підтримкою ІКТ. Наприклад, стійкі, безпечні та взаємопов'язані транспортні системи можуть охоплювати трамваї, автобуси, потяги, метро, автомобілі, велосипеди та пішоходів у ситуаціях, які використовують один або кілька видів транспорту. Громадськість може отримати доступ до відповідної інформації в режимі реального часу, щоб заощадити час та покращити ефективність поїздок на роботу, заощадити витрати та скоротити викиди CO₂.

- *Розумне середовище (Smart Environment)*. Це розумна енергія, включаючи відновлювані джерела енергії, енергетичні системи з підтримкою ІКТ, вимірювання, контроль і моніторинг забруднення, реконструкцію будівель, зелені будівлі, зелене міське планування, а також ефективність використання ресурсів, повторне використання та заміну ресурсів. Міські послуги, такі як вуличне освітлення, управління відходами, дренажні системи та системи водних ресурсів, які контролюються для оцінки системи, зменшення забруднення та покращення якості води, також є хорошими прикладами.

- *Розумні люди (Smart People)*. Це електронні навички у населення, робота з підтримкою ІКТ, доступ до освіти та навчання, управління людськими ресурсами та потенціалом в інклюзивному суспільстві, яке покращує креативність та сприяє інноваціям.

- *Розумне життя (Smart Living)*. Це стиль життя, поведінка та споживання за допомогою ІКТ. Розумне життя також означає здорове і безпечне життя у культурно насиченому місті з різноманітними культурними закладами та включає в себе житло хорошої якості. Розумне життя також пов'язане з високим рівнем соціальної згуртованості та соціального капіталу.

Слід відзначити, що хоча багато різних зацікавлених сторін беруть участь

у процесі перетворення міста на розумне місто, але кінцевим бенефіціаром є (або повинен бути) кожен житель цього міста [6] .

Існує широка згода з тим, що державна політика відіграє вирішальну роль у сприянні розумним містам, і це добре вписується в перспективу державного управління, яка підкреслює, що вирішення суспільних проблем — це не просто питання розробки ефективної політики, а значно більше управлінське питання організації тісної співпраці між урядом та іншими зацікавленими сторонами [19].

1.2. Роль розумних енергосистем для розвитку розумного міста

Розумні енергосистеми це яскравий приклад розумного середовища. Відповідно до звіту Департаменту енергетики США, розумні енергосистеми складаються з управління інформацією, технологій контролю, цифрових датчиків, комунікаційних технологій і пристроїв, які функціонують для координації багатьох електричних процесів [20].

Застосування розумної електромережі може варіюватися від розумного вимірювання та розумного освітлення до розумного керування енергією. Популярність цієї технології викликана з одного боку тим, що від цієї технології залишаються задоволені велика кількість стейкхолдерів: громадяни, що отримують нижчі тарифи в результаті грамотної енергетичної політики міста; екологи, що дотримуються усіх екологічних стандартів, пов'язаних із енергетикою; енергетичні компанії, що оптимізують свою діяльність та зменшують витрати. З іншого боку, цей проект може успішно реалізовуватися не лише в рамках концепції розумного міста, але й на регіональному рівні, максимізуючи таким чином свої корисні результати майже безкінечно [21].

Розумні енергосистеми змінили звичайні проблеми планування та експлуатації мережі принаймні в трьох основних сферах, насамперед: у здатності відстежувати або вимірювати процеси, передавати дані назад до операційних центрів і часто автоматично реагувати на коригування процесу; обмінюватися даними між пристроями та системами; і обробляти, аналізувати та допомагати операторам отримувати доступ до даних, що надходять від

цифрових технологій, і застосовувати їх у всій мереж [25].

Розумна енергосистема також інтегрується з системами виробництва електроенергії, що належать клієнтам, включаючи системи відновлюваної енергії [24]. Модель розумної інфраструктури, що будується навколо розумних енергосистем, включає в себе такі складові: електричні транспортні засоби; гідроелектростанції; теплоелектростанції; атомні електростанції; місто та будівлі; повітряні та сонячні електростанції; розумні домівки; заводи [20]. Ще однією зі складових розумних енергосистем є електричні транспортні засоби - автомобілі, скутери, велосипеди, які стають все більш популярними в сучасних містах, і це дає змогу розумним енергосистемам виявляти та приймати вироблену/збережену енергію зі сторони споживачів для подолання, наприклад, «резерву обертання» вітрових турбін [27].

Іншою складовою є гідроелектростанції. Дефіцит і розподіл води це дві переважно найбільші дві основні проблеми сучасних муніципалітетів. Розумні водопровідні системи дозволяють водоканалам оптимізувати свою роботу, ефективно контролювати витік води та мінімізувати період обслуговування [20].

Однак, слід відзначити, що розумна енергосистема – це набагато більше, ніж просто розумні вимірювання, а деякі інші елементи включають розподільні лінії та підстанції (автоматизація підстанцій, цифрові підстанції), технології та механізми для запобігання відключень електроенергії та забезпечення якості електроенергії, інтеграція енергії з різних джерел з підвищеним акцентом на «зелену енергію», розумне виробництво електроенергії, автоматизація енергосистеми, включення мікрогенерації, за допомогою якої, особливо організації та більші об'єкти, можуть виробляти власну енергію та постачати його в центральну мережу, кращі та додаткові можливості зберігання електроенергії, способи підвищення безпеки та проектування більш сучасних і стабільних електричних мереж у країнах і регіонах, де старі мережі потребують заміни.

Таким чином, розумна енергосистема — це електрична мережа, яка може

інтелектуально інтегрувати дії всіх підключених до неї користувачів — генераторів, споживачів і тих, хто робить і те й інше — для ефективного забезпечення сталого, економічного та безпечного постачання електроенергії [29]. На нашу думку, це поняття може бути доповнене наступним чином. Розумна енергосистема це оновлена системи електромережі, яка використовує інформаційні та комунікаційні технології для автоматизованого збору доступних даних, таких як інформація про поведінку постачальників і споживачів, і дії з ними, щоб додати в систему нові показники та використання отриманих даних для прийняття ефективних управлінських рішень щодо належної експлуатації та керування електромережами [6].

Якщо узагальнити, до переваг розумних енергосистем можна віднести:

- полегшення підключення та роботи генераторів будь-яких розмірів і технологій;
- надання споживачам більше інформації, варіантів того, як вони використовують своє підключення та можливості брати участь в оптимізації роботи енергосистеми;
- значне зменшення впливу на навколишнє середовище всієї системи енергопостачання;
- підтримка та покращення рівня надійності, якості та безпеки постачання;
- ефективна підтримка та покращення існуючих послуг із постачання електроенергії.

Для того, щоб концепція розумних мереж успішно реалізувалась, потрібен план дій, який дозволить оптимізувати багато аспектів технічних, регуляторних, екологічних і культурних проблем. Це забезпечить послідовне розгортання результатів досліджень, інтегрованих з існуючою інфраструктурою та технологіями, забезпечуючи переваги, зберігаючи при цьому стабільний прогрес і досягнення до основних цілей [25].

Розумні міста залежать від розумних енергосистем, адже вони забезпечують стійку доставку енергії для виконання багатьох функцій

розумного міста. Розумні енергосистеми відкривають можливості для збереження енергії в місті, покращують ефективність і, що найважливіше, забезпечують координацію між *міською владою, системою інфраструктури, і громадськістю*. Енергія, вода, транспорт, охорона здоров'я, безпека та інші аспекти розумного міста мають працювати узгоджено, щоб підтримувати безперебійну роботу критичної інфраструктури, забезпечуючи при цьому чисте, економічне та безпечне середовище для життя, роботи та розваг.

Хоча низка країн визнає необхідність реформування політики щодо розвитку розумних енергосистем, реалізація такої політики зазвичай стикається з проблемами чи труднощами, такими як інституційний супротив та інертність. Такі інституційні бар'єри іноді є наслідком фінансових обмежень та/або ризиків безпеки та конфіденційності щодо розумних мереж [30]. Поки що технологічні ризики є критичною перешкодою для впровадження розумних енергетичних систем, оскільки влада часто не бажає бути першою у впровадженні проектів з новими технологічними рішеннями, не перевіреними часом та досвідом.

1.3. Штучний інтелект та сучасні трансформації в публічному управлінні

Сьогодні складно переоцінити вплив штучного інтелекту на розвиток суспільства. Наприклад, дослідницька організація Precedence Research оцінила розмір ринку програмного забезпечення штучного інтелекту в 138,4 мільярда доларів у 2022 році [31]. В цьому ж дослідженні йдеться про те, що програмне забезпечення зі штучним інтелектом здатне навчатися, міркувати, сприймати та вирішувати проблеми. Таким чином, штучний інтелект вивчає різні дані та на їх основі виконує функції, набуваючи людської поведінки або інтелекту.

Перспективи впровадженні штучного інтелекту в управлінні містами містять багато переваг, таких як скорочення часу на обробку запитів та надання послуг, покращення аналізу населення та зворотного зв'язку, зменшення людської помилки, автоматизація повторюваних завдань та запитів. Загалом, вдале використання штучного інтелекту сприяє підвищенню продуктивності та

кращому обслуговування населення. Проте флагмани в застосуванні ІІІ, як це зазвичай відбувається із технологіями, став саме бізнес і на сьогодні потенціал цієї методики не асоціюється в першу чергу з державним сектором.

Введення терміну штучний інтелект часто приписують Джону Маккарті у 1956 році під час знаменитої Дартмутської конференції, яка вважається місцем народження ІІІ як галузі досліджень [32]. Однак він не був першою людиною, яка працювала або теоретизувала можливість створення розумних машин. Вчені досліджували концепцію штучного інтелекту протягом десятиліть до знаменитої конференції Маккарті. Наприклад, у 1950-х роках Алан Тюрінг запропонував теоретичну машину, яка могла б симулювати процеси мислення будь-якої людини, а Клод Шеннон розробив теорії навколо машинного навчання та ігор [33],[34].

Із деякими інтерпретаціями ІІІ можна ознайомитись із табл. 1.2.

Таблиця 1.2. Наукові підходи до визначення поняття штучного інтелекту

Дослідник (-и)	Визначення
Курцвайль Р.	Мистецтво створювати машини, які виконують функції, які вимагають розуму, коли їх виконують люди [38].
Вінстон П.	Дослідження обчислень, які дозволяють сприймати, міркувати та діяти [37].
Чарняк Е.	Дослідження розумових здібностей за допомогою обчислювальних моделей [36].
Маккарті Дж.	Наука та інженерія створення інтелектуальних машин, особливо інтелектуальних комп'ютерних програм. ІІІ пов'язаний зі схожим завданням використання комп'ютерів для розуміння людського інтелекту, але не повинен обмежуватися методами, які є біологічно спостережуваними [35].
Європейська комісія	Це програмні (і, можливо, також апаратні) системи, розроблені людьми, які, враховуючи складну мету, діють у фізичному або цифровому вимірі, сприймаючи своє оточення за допомогою збору даних, інтерпретації зібраних структурованих або неструктурованих даних, міркування на основі знань або обробки інформації, отриманої з цих даних, і прийняття рішення щодо найкращих дій для досягнення поставленої мети [40].

На думку американського вченого Аренд Хінце штучний інтелект можна класифікувати на чотири типи [41]. До першого типу належать так звані *«реактивні машини»*, тобто такі системи штучного інтелекту, що не мають пам'яті, а лише відповідають конкретним завданням. Прикладом є відома шахова програма *Deer Blue*, яка перемогла радянського шахматиста Гаррі Каспарова в 1990-х роках. *Deer Blue* може ідентифікувати фігури на шахівниці та робити прогнози, але оскільки він не має пам'яті, він не може використовувати минулий досвід, щоб інформувати про майбутнє. Наступною категорією є *машини з обмеженою пам'яттю*. Ці системи штучного інтелекту вже мають пам'ять, на відміну від попередніх, тож вони можуть використовувати попередній досвід для прийняття майбутніх рішень. Деякі функції прийняття рішень у безпілотних автомобілях розроблені таким чином. Наступна категорія відносить до теорій розуму, психологічного терміну. У застосуванні до ШІ це означає, що система матиме соціальний інтелект, щоб розуміти емоції. Цей тип штучного інтелекту зможе визначати людські наміри та передбачати поведінку, що є необхідним навиком для систем ШІ, щоб стати невід'ємними членами людських команд. І, нарешті, останній етап розвитку ШІ, на думку вченого, це досягнення самосвідомості. У цій категорії системи штучного інтелекту мають самосвідомість, а отже розуміють свій поточний стан. На даний момент, такого типу ШІ, звісно, ще не існує.

Говорячи про розумні міста, штучний інтелект можна використовувати у багатьох областях, в тому числі для впровадження розумних енергосистем. Штучний інтелект впроваджується в ландшафт розумного міста, щоб підвищити ефективність і сталість. За допомогою технологій штучного інтелекту можна відстежувати та коригувати всі аспекти міського життя, від поїздки на роботу й до ланцюгів постачання послуг, щоб зменшити навантаження на інфраструктуру та підвищити якість життя населення. Зосереджуючись на оптимізації процесів, штучний інтелект також може оптимізувати витрати, роблячи міське планування та експлуатацію міської інфраструктури більш бюджетним [42]. Розумні міста можуть використовувати

штучний інтелект, щоб побачити їх вплив на місцеве навколишнє середовище, глобальне потепління, а також рівень забруднення. Використання штучного інтелекту та машинного навчання для контролю забруднення та споживання енергії дозволить владі та містам приймати обґрунтовані рішення, які є найкращими для навколишнього середовища. Розумні міста вже також активно використовують штучний інтелект для виявлення викидів CO², що допомагає прийняттю рішень щодо транспортування [43].

Що стосується розумної енергії, штучний інтелект може допомогти в аналізі та відстеженні того, як підприємства та мешканці використовують енергію для своїх потреб, наприклад, за допомогою лічильників. Це у свою чергу, допомогло б прийняти рішення та політики про те, де і як слід використовувати відновлювані джерела енергії. Також аналіз із використання штучного інтелекту може показати міським планувальникам, де та як витрачається енергія та як її можна заощадити.

Завдяки інтеграції передових обчислювальних і комунікаційних технологій в формі штучного інтелекту, розумна енергосистема стає більш вразливою до кібератак на електромережі. Найбільш вірогідними наслідками кібератак на інтелектуальну мережу є збої в роботі, втрата синхронізації, переривання електропостачання, значні фінансові збитки, збитки для соціального забезпечення, крадіжка даних, та повне відключення [25].

Таким чином, застосування штучного інтелекту в управлінні розумними енергосистемами має ряд суттєвих переваг та недоліків, на які варто звернути увагу міським керівникам, які планують впроваджувати дану технологію.

Висновки до розділу 1

Отже, в цьому розділі було досліджено та систематизовано концептуальні засади розумного міста, розумної енергосистеми, як складової розумного міста, а також встановлено переваги застосування штучного інтелекту в контексті запровадження розумних енергосистем задля прийняття кращих управлінських рішень місцевою владою. Встановлено, що сьогодні перетворення міст на розумні міста є пріоритетною стратегічною задачею для

міських управлінців по всьому світу. Розумні міста використовують технологію інтернету речей, аналітики даних та штучного інтелекту у шести цільових напрямках, таких як розумне управління, розумна економіка, розумна мобільність, розумне середовище, розумні люди, розумне життя [5],[39]. Розвиток розумних енергосистем в Україні можна класифікувати як завдання із управління складовою розумне середовище. Відповідно, розумна енергосистема це електрична мережа, яка може інтелектуально інтегрувати дії всіх підключених до неї користувачів — генераторів, споживачів і тих, хто робить і те й інше — для ефективного забезпечення сталого, економічного та безпечного постачання електроенергії [29]. Застосування розумної електромережі може варіюватися від розумного вимірювання та розумного освітлення до розумного керування енергією. Розумні енергосистеми забезпечують покращену комунікацію між міською владою, системою інфраструктури і громадськістю на якісно новому рівні. Для посилення ефекту від розумних енергосистем міським очільникам варто звернути увагу на швидко зростаючу технологію штучного інтелекту. В першу чергу це стосується автоматизації процесів, аналізу даних та прийняття оптимальних рішень у сфері постачання електроенергії на цій основі. Штучний інтелект відкриває безліч варіантів до оптимізації та автоматизації процесів прийняття кращих управлінських рішень в розумному місті.

РОЗДІЛ 2

КРАЩІ ЗАРУБІЖНІ ПРАКТИКИ УПРАВЛІННЯ РОЗУМНИМ СЕРЕДОВИЩЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

2.1. Досвід впровадження розумних енергосистем в Великобританії

Для кращого розуміння сучасних тенденцій управління розвитком розумних енергосистем проаналізуємо відповідний досвід розробки управлінських стратегій із використанням штучного інтелекту в Великобританії, США та Канаді.

Розпочати варто з того, що сьогодні багато країн намагаються досягти показників чистих нульових викидів, це є світовою тенденцією. Проте для ефективного досягнення такої мети потрібно зробити багато реформ на рівні уряду. У Великобританії однією з ключових ініціатив, спрямованих на скорочення викидів і підвищення енергоефективності, є розвиток розумних енергосистем. Цей напрямок є лише частиною більш широкої стратегії «*Net Zero: Відновити Екологічність*», що визначає галузеву політику та пропозиції щодо декарбонізації всіх секторів економіки Великої Британії для досягнення нульових карбонових викидів до 2050 року [44]. План із десяти пунктів зеленої промислової революції закладає основу для відновлення зеленої економіки після наслідків COVID-19, і має за мету помістити Велику Британію на передній край зростаючої глобальної зеленої економіки. Ця стратегія включає: шляхи декарбонізації до «чистого нуля» до 2050 року з розробкою ілюстративних сценаріїв; політики та пропозиції щодо скорочення викидів для кожного сектора економіки; наскрізні дії для підтримки переходу [44].

В згаданій стратегії стверджується, що саме розумні лічильники мають стати ключовим засобом для формування гнучкості попиту споживання електроенергії, що є можливим із розробкою інноваційних продуктів та послуг, таких як розумні тарифи за часом використання. За задумом споживачі отримують фінансове винагородження за використання енергії поза часом пік, коли попит низький або коли доступна надлишкова генерація електроенергії. Такі технології, як електромобілі та розумні прилади, можна автоматично

запрограмувати, щоб скористатися перевагами нижчих тарифів, економічно ефективно інтегруючи їх із відновлюваними джерелами енергії та заощаджуючи гроші споживачів. Така концепція, що є основним мотивом Стратегії, наголошує на покращенні розуміння громадськістю використання енергії та енергоефективності. Встановлення розумних лічильників покликано надати точну інформацію про споживання енергії, щоб допомогти домогосподарствам легко зрозуміти, як використовувати менше енергії та заощадити гроші на своїх рахунках.

У 2014 році *Міністерство енергетики та зміни клімату* у співпраці з державним регулятором ринків газу та електроенергії *Ofgem* вперше опублікували своє бачення та план розвитку розумних енергосистем «*Бачення і дорожня карта розумних енергосистем*», стратегії що охоплює період з 2014 до 2030 року [45]. У своєму документі організації визначили розумну енергосистему як «модернізовану електромережу, яка використовує інформаційні та комунікаційні технології для моніторингу та активного контролю за виробництвом і попитом майже в реальному часі, що забезпечує більш надійну та економічно ефективну систему для транспортування електроенергії. від генераторів до будинків, підприємств і промисловості».

Зокрема, в документі наводиться ряд переваг від застосування технології розумних енергосистем. В рамках користі для користувачів та споживачів, по-перше, йдеться про зменшення рахунків за електроенергію. Більш ефективного використання електроенергії допомагає зменшити потребу в інвестиціях у дорогу інфраструктуру та, зрештою, зменшує витрати, що перекладаються на рахунки споживачів. Передбачається, що до 2050 року розумні енергосистеми зменшать вартість додаткових інвестицій на 2,5–12 мільярдів фунтів стерлінгів (зменшення на 20–30%). По-друге, посилення залученості громади. Розумна енергосистема може мати трансформаційний вплив на взаємодію споживачів і громади з енергетичною системою. Системи розумних лічильників нададуть споживачам точнішу інформацію про споживання ними енергії, а постачальники зможуть пропонувати тарифи, які більше відображатимуть

витрати. Це винагороджуватиме споживачів за використання енергії в періоди, що не є піковими та за нижчими цінами, або за виробництво енергії в години пік. Згадуються також більші економічні вигоди. Наприклад, запровадження розумних енергосистем передбачає створення робочих місць та підтримку економічного зростання. Розумні енергосистеми відкривають захоплюючі можливості для бізнесу Великобританії. Такі переваги як, наприклад, сприяння використанню технологій з низьким вмістом вуглецю, також значні. Це також стосується збільшення пропускної здатності мережі для швидшого та дешевшого підключення. З точною технічною інформацією про попит і пропозицію в режимі реального часу, а також варіантами балансування пропозиції на місцевому рівні, оператори мереж зможуть звільнити існуючі потужності та краще використовувати існуючі активи. Це може допомогти забезпечити швидші та дешевші підключення для підприємств і генераторів, а також допоможе відкласти або уникнути необхідності дорогого підсилення ширшої мережі. Беззаперечно, найбільшими є переваги в сфері енергетичної безпеки та низьковуглецевого переходу. Запровадження розумних енергосистем підвищує енергетичну безпеку та надійність. Розумна енергосистема є засобом для більш оперативного контролю та керування мережею, що покращує стабільність і надійність системи. Це допомагає своєчасно й ефективно замінити обладнання, зменшити ризик будь-яких локальних відключень або перебоїв у електропостачанні та забезпечує швидше відновлення живлення у разі виникнення несправностей. Звісно, це також стосується розгортання нових технологій з низьким вмістом вуглецю. Теплові насоси та електричні транспортні засоби забезпечать значне скорочення викидів вуглецю, але збільшать попит на електроенергію. Використовуючи технологію розумної енергосистеми для поетапного розподілу часу роботи, ці пристрої можуть бути включені в мережу разом із розподіленою генерацією, щоб збалансувати попит і пропозицію, зменшуючи потребу у дорогому посиленні мережі. Розумна енергосистема може стати шлюзом для ширшої інтеграції енергетичної системи, охоплюючи газові та теплові мережі, щоб

отримати додаткові можливості для синергії та арбітражу. З цією метою розумні енергосистеми сприятимуть реалізації ініціатив «розумного міста» та енергетичних схем громади. Деталізація інформації про споживання енергії, доступна завдяки розумній енергосистемі, дозволить уряду та іншим органам більш ефективно орієнтуватися на ініціативи щодо зменшення викидів вуглецю. Наприклад, знання про те, як будівлі споживають енергію при зміні зовнішньої температури, можна використовувати для цільових інвестицій у будівлі, які марно витрачають енергію через погану ізоляцію.

Міністерство визначило три фази впровадження стратегії.

- Під час фази розробки з 2014 по 2020 роки основна увага зосереджена на розвитку попередніх успіхів і підготовці до викликів 2020-х років. Це включає кілька ключових ініціатив, спрямованих на перехід від проектної роботи до більш сталої бізнес-моделі. Одним з важливих аспектів була розробка нормативної та комерційної *базис* для забезпечення безперебійної та ефективної роботи. Ці рамки забезпечили необхідні вказівки та правила для управління галуззю та сприяли вдалому середовищу для зростання та інновацій. Одночасно було докладено зусиль для встановлення та розробки галузевих стандартів для забезпечення взаємодії та сумісності різних систем і технологій. Ця стандартизація зіграла вирішальну роль у створенні цілісної та інтегрованої екосистеми. Іншим важливим елементом фази розробки було зростання ланцюжка поставок. Це передбачало пошук і підтримку надійних і спроможних постачальників, підрядників і партнерів, які могли б сприяти успішній реалізації різних проектів. Значною віхою, досягнутою в цей період, стало загальнонаціональне впровадження розумних лічильників у Великобританії. Розумні лічильники зробили революцію в моніторингу споживання енергії, надаючи точні дані в реальному часі як споживачам, так і постачальникам послуг. Ця ініціатива була спрямована на підвищення енергоефективності, зниження витрат і сприяння сталому розвитку. Загалом фаза розробки з 2014 по 2020 рік ознаменувала собою ключовий період прогресу та підготовки для енергетичного сектору. Перехід від проектів до

звичайного бізнесу, створення нормативної та комерційної бази, розробка стандартів і широке впровадження розумних лічильників заклали основу для більш ефективного та сталого енергетичного майбутнього.

- Наступна фаза повинна була розпочатись у 2020 році і тривати до 2030 року. Тобто станом на 2023 вона повинна реалізовуватись у Великій Британії. Однак такі непередбачувані виклики як пандемія коронавірусу, що забрала майже 200, 000 життів стали серйозною перешкодою для реалізації подібних програм [46]. Іншим політичним фактором, що сповільнив впровадження стратегії, безумовно став вихід Великобританії з ЄС. Коли Британія вийшла з Європейського Союзу 31 січня 2020 року, Борис Джонсон, тодішній прем'єр-міністр, проголосив, що Британія «знову скористається м'язами, якими ми не користувалися десятиліттями». Через три роки після розриву економічних зв'язків з Європою країна виглядає не такою потужною в економічному сенсі. Британія має найнижчі темпи зростання серед країн G7 [47]. Втім згідно стратегії, на другому етапі розгортання інтелектуальної мережі більший акцент робиться *на залученні споживачів до енергетичної системи*. Це стало можливим завдяки успішному впровадженню розумних лічильників по всій Великобританії. Споживачі тепер мають можливість відстежувати та контролювати споживання енергії, що стало звичайною частиною їхнього щоденного розпорядку. Цей розвиток також сприяв зростанню індустрії розумних приладів. Серед громадських енергетичних груп і місцевих органів влади зростає тенденція до створення місцевих джерел відновлюваної енергії. Це обумовлено бажанням зменшити витрати та сприяти децентралізованому виробництву енергії. Зі збільшенням використання електричного опалення та транспорту, а також зростанням розподіленого виробництва енергії, існує більша потреба збалансувати систему електроенергії на місцевому рівні. Прогрес, досягнутий на першому етапі розгортання інтелектуальної мережі, разом із прогресом у технології накопичення енергії та коригуванням нормативно-правової бази, створив можливості для операторів розподільчих мереж взяти на себе роль операторів локальних систем. Це

означає, що вони можуть керувати локальними системними обмеженнями та потенційно пропонувати послуги для балансування електричної мережі.

- Третій етап передбачав часовий проміжок від 2030 року і далі. На третьому етапі розгортання інтелектуальної мережі Велика Британія прагне досягти всіх своїх цілей бачення. Це передбачає створення розумної електромережі, яка дозволить країні розробити *повністю інтегровану розумну енергетичну систему*. Розумна енергосистема слугуватиме платформою для подальшого розвитку технологій, підтримки зростаючої електрифікації секторів опалення та транспортування, а також розвитку розумніших будинків і бізнесу. Ці досягнення також відіграють важливу роль в *еволюції розумних міст*. Завдяки процесу впровадження та вдосконалення інтелектуальної мережі у Великій Британії набудуть відповідних знання, досвід та навички. У результаті країна матиме розвинений ланцюжок поставок, який використовуватиме значні експортні можливості. Це означає, що досвідом, отриманим у результаті розгортання розумної мережі, можна буде поділитися з іншими країнами, що призведе до економічної вигоди для Великої Британії.

Ключовою подією у переході до розумної енергосистеми у Великобританії є розгортання розумних лічильників. На відміну від традиційних лічильників, які просто реєструють поточну загальну кількість використаної енергії, розумні газові та електричні лічильники в Великобританії можуть записувати дані про ціну та споживання щопівгодини та надавати автоматичні показання лічильника постачальнику енергії. Більшість будинків мають два лічильники, один для газу та один для електроенергії – обидва замінюються на розумні лічильники. Споживачам також пропонують домашній дисплей, простий у використанні портативний пристрій, який розміщується у домі. Він показує вартість і кількість енергії, яка використана та оновлюється кожні 30 хвилин для газу та майже в режимі реального часу для електроенергії. Інсталяція усієї системи також передбачає розгортання так званого комунікаційного вузла, який дозволяє інтелектуальним лічильникам і дисплею обмінюватися даними, а також з'єднується з безпечною національною

мережею розумних лічильників [48]. Що стосується дисплею, його можна розмістити будь-де у домі споживача через розетку або з використанням батарейок, проте без використання роутеру Wi-Fi. За допомогою дисплея можна не лише побачити кількість спожитої електроенергії в кВт/год, але й одразу оцінити вартість, в яку обходиться електроенергія. Більше того, по-черзі вимикаючи різні прилади в будинку можна оцінити, який із них є найбільш дорожчим та переосмислити своє використання цього приладу. Ще однією цікавою особливістю дисплея є можливість встановити щоденний, тижневий або місячний бюджет споживача. Таким чином, дисплей попереджує споживачів, якщо їхнє споживання електроенергії перевищує встановлену суму. В подальшому споживачі можуть перевіряти, які прилади варто використовувати менше, або ввімкнути параметри енергозбереження, щоб не виходити за встановлений бюджет. Якщо в споживача є інвалідність або йому важко використовувати домашній дисплей, постачальник повинен надати доступний дисплей за прохання [49].

Урядова програма впровадження інтелектуального вимірювання мала на меті встановити 53 мільйони розумних лічильників для всіх побутових споживачів і невеликих небудинкових приміщень до кінця 2020 року. Ці пристрої є цінними для формування розумної енергосистеми завдяки своїм можливостям датчиків і пристроїв інтерфейсу для домівок і малого бізнесу. Однак, з урахуванням згаданих викликів, що постали в Великобританії, такої мети не було досягнуто. Щоб прискорити темпи збільшення кількості лічильників, з січня 2022 року всі постачальники газу та електроенергії мають формувати щорічні цілі встановлення розумних лічильників для своїх споживачів. Постачальники повинні публікувати свої річні цілі на власних веб-сайтах. Щороку річні цілі встановлюються заново на основі частки клієнтської бази постачальника без розумного лічильника. Згідно з останнім звітом, опублікованим у березні 2023 року Департаментом енергетичної безпеки та Net Zero та Департаментом бізнесу, енергетичної та промислової стратегії, наприкінці 2022 року у Великій Британії був 31,3 мільйон розумних

лічильників у будинках і на малих підприємствах. Таким чином, 55% усіх лічильників в країні – це розумні лічильники [50].

Серед інших законодавчих актів, що існують у сфері розгортання розумних енергосистем варто згадати Закон про розумні лічильники 2018 року [52], Закон про енергію 2008 року [53], Закон про електроенергію 1989 року [54] та Закон про газ 1986 року [55].

Але на розгортанні технології розумних лічильників задля зменшення карбонових викидів Сполучене Королівство не зупинилось. Для посилення ефекту від розумних енергосистем Департамент бізнесу, енергетики та промислової стратегії Великобританії запустив програму штучного інтелекту вартістю 1,5 мільйона фунтів стерлінгів для зменшення викидів вуглецю [56]. Очікується, що програма штучного інтелекту для декарбонізації збільшить зростання ринку у Великій Британії, знизить вартість енергії для розвитку більш конкурентоспроможної промисловості Великої Британії, залучить приватні інвестиції в проєкти штучного інтелекту та посилить увагу до етики та справедливості в технологіях штучного інтелекту. Метою програми є розвиток подальших інновацій у Великобританії в секторі штучного інтелекту, стимулювання зростання та досягнення чистих нульових амбіцій шляхом заохочення співпраці в галузі технологій, енергетики та промисловості. Програма ґрунтується на ідеях, розроблених у «Національній стратегії штучного інтелекту», яка визначає шляхи, за допомогою яких штучний інтелект може підтримати Велику Британію у досягненні цілей декарбонізації [57]. Згідно зі Стратегією, штучний інтелект є найбільш ефективним, коли його застосовують до конкретних проблем, які мають чітко визначені межі та включають великі обсяги даних. У таких ситуаціях штучний інтелект може аналізувати складні шаблони, відкривати нові ідеї та надавати вказівки щодо оптимізації вхідних даних у системі для досягнення бажаних цілей. Одним із прикладів є використання машинного зору, де ШІ може аналізувати візуальні дані для моніторингу навколишнього середовища. Інша програма включає в себе алгоритми машинного навчання для прогнозування виробництва

електроенергії та попиту, а також керування її розподілом по енергосистемі. Аналіз даних також можна використати для виявлення неефективності в галузях, які спричиняють значний внесок у викиди. Крім того, ШІ можна використовувати для моделювання складних систем, таких як клімат Землі, щоб ефективніше готуватися до майбутніх змін. Хоча додатки штучного інтелекту для вирішення енергетичних і кліматичних проблем вже розробляються, наразі вони обмежені за обсягом і не мають широкого застосування в секторі захисту навколишнього середовища.

2.2. Розумні енергосистеми як пріоритет державної політики США

Сполучені штати Америки можна вважати флагманом у сфері розвитку розумних енергосистем, адже станом на 2021 рік електроенергетичні підприємства США мали близько 111 мільйонів розумних лічильників, що дорівнює приблизно 69% від загальної кількості усіх лічильників [58]. *Міністерство енергетики США* серед переваг розумної енергосистеми відзначає ефективнішу подачу електроенергії, а також прискорене відновлення виробництва електроенергії після перебоїв в електропостачанні. Сюди також відноситься зниження операційних та управлінських витрат для комунальних підприємств і, в кінцевому підсумку, зниження тарифів на електроенергію для споживачів. З іншого боку, суттєвою перевагою є зменшення пікового попиту, що також сприяє зниженню вартості електроенергії. Розумні енергосистеми посилюють взаємодію широкомасштабних систем відновлюваної енергетики та надають кращу взаємодію систем виробництва електроенергії «клієнт-власник», в тому числі в контексті систем відновлюваної енергетики. Наостанок, розумні енергосистеми сприяють підвищенню безпеки національної енергосистеми [59].

На відміну від Великобританії, де уряд встановлює розумні лічильники, у США вони впроваджуються на рівні штатів і територій. У кожному штаті є власні газові та електричні підприємства, які, у свою чергу, вирішують, коли розпочати впровадження розумних лічильників. Це означає, що аналізувати загальний стан розвитку розумних лічильників в США дуже складно. Кожен

штат ставиться до цього дещо по-різному та має свої локальні особливості [60].

Основним документом, що слугує дорожньою картою розвитку цієї технології в Сполучених штатах стала стратегія «"Мережа 2030" – Національна візія з розвитку електроенергетики на наступні 100 років», що була випущена Управлінням електроенергетики Міністерства енергетики США. Головною ідеєю Стратегії стало об'єднання всіх головних стейкхолдерів навколо доступної, недорогої, чистої, надійної, ефективної та стабільної електроенергії в будь-який час і в будь-якому місці, а також надання найякісніших та найбезпечніших послуг з електропостачання, що доступні у світі [61]. Згідно зі стратегією, Шлях до реалізації передбачуваної інтелектуальної мережі розгортатиметься в три окремі етапи.

- На першому етапі, що мав завершитися до *2010 року*, основна увага приділяється розвитку досліджень, розробок і демонстрації передових технологій. Крім того, повинні бути докладені зусилля для оновлення та оптимізації нормативно-правової бази, щоб пристосувати її до вимог модернізованої розумної енергосистеми. Цей початковий етап слугує важливою основою для подальшого прогресу. На цьому етапі повинен бути розроблений споживчий "шлюз" для розумного лічильника наступного покоління, що забезпечує двосторонній зв'язок та операційний інтерфейс між клієнтом та комунальними службами. До 2010 року також повинні бути вжиті заходи щодо розгортання розумних будинків та приладів, підключених до електромережі, а також розроблені програми для участі клієнтів в електроенергетичних ринках через управління попитом та розподілену генерацію. На цьому етапі приділяється увага вдосконаленню електроенергетичних провідників з нових композитних матеріалів для більшої пропускну здатності. І, нарешті, впроваджуються регіональні плани розширення та модернізації енергосистем.

- Другий етап, що тривав до *2020 року*, позначав істотний трансформаційний процес, оскільки існуючий капітальний фонд електроенергетичних активів мав зазнати оновлення і бути заміненим на більш

сучасні системи. Одночасно концепції та технології «Мережі 2030» повинні впроваджуватися на місцевому та регіональному рівнях. Цей етап передбачає розгортання запланованої розумної енергосистеми у відчутному масштабі з акцентом на конкретні територіальні зони. Зокрема, передбачається запровадження клієнтські системи повної потужності для електропостачання, опалення, охолодження та контролю вологості з технологією «підключи і працюй», які можна взяти в оренду під заставу. Очкується досягнення бездоганної якості електроенергії завдяки автоматичній корекції напруги, частоти та коефіцієнта потужності.

- У міру того, як розумна енергосистема набирає обертів і демонструє свої можливості, третя фаза, що повинна розгоратися до *2030 року*, передбачає розширення сфери застосування концепцій і технологій за межі місцевих і регіональних рамок. Мета цього етапу полягає в тому, щоб розширити структуру розумних енергосистем, охопивши національні та міжнародні ринкові майданчики. Цей етап є ключовим, оскільки під час нього вигоди від повністю впровадженої розумної енергосистеми повинні мати глобальний характер. Під час цієї фази з'являється високонадійне, безпечне, цифрове живлення для будь-якого клієнта, включно з доступом до недорогої, екологічно чистої, низьковуглецевої електроенергії, виробленої в будь-якій точці країни. На цьому етапі також розробляються та розповсюджуються доступні пристрої зберігання енергії, доступні кожному. Наостанок, завершується створення національної (або континентальної) надпровідної магістралі.

У 2007 році Міністерство енергетики випустило аналітичний матеріал під назвою «Бачення Для Сучасної Мережі», в якому дорожня карта із впровадження технології розумних енергосистем доповнюється у відповідності до нових викликів, що постали з моменту релізу згаданої Стратегії [62]. Головним чином в цьому документі порівнюються наявні досягнення з розвитку розумної енергосистеми з перевагами майбутньої вдосконалені її версії. Наприклад, модернізована енергосистема покликана автоматично

виявляти та реагувати на поточні та майбутні загрози передачі та розподілу даних. Удосконалена енергосистема використовує профілактику запобігання пошкодженням у системі та мінімізує негативний ефект на споживачів. Щодо них, сильною стороною такої енергосистеми є підвищення поінформованості, залученість та активність споживачів. Цей аспект згадується зокрема як ключова перевага і в Стратегії 2003 року. Серед інших переваг енергосистеми: стійкість до атак та стихійних лих з можливістю швидкого відновлення; якість електроенергії відповідає галузевим стандартам та потребам споживачів; більша увага до відновлюваних джерел енергії та доступ до них.

У цьому ж 2007 році президентом Джорджем Бушем був підписаний *«Закон про енергетичну незалежність та безпеку»*, спрямований на підвищення енергоефективності, збільшення використання відновлюваних джерел енергії та сприяння енергетичній незалежності та безпеці США [63]. І по сьогодні він вважається основним нормативно-правовим актом на національному рівні, що регулює питання впровадження розумних енергосистем. Закон включає низку положень та ініціатив, пов'язаних з енергетичною політикою, транспортом, будівлями, приладами, дослідженнями та розробками. Наприклад, він передбачає підвищення стандартів середньої корпоративної паливної економічності для легкових і легких вантажівок, вимагаючи, щоб до 2020 року вони досягли середнього показника по всьому автопарку в 35 миль на галон. Закон також встановлює вищі стандарти енергоефективності для широкого спектру товарів, включаючи побутову техніку, освітлення, комерційні та житлові будівлі, а також об'єкти федерального уряду. Цікаво, що цим Законом встановлюється обов'язкове фінансування програм досліджень і розробок, пов'язаних з енергоефективністю, відновлюваними джерелами енергії та передовими транспортними технологіями.

Що стосується розумних енергосистем Закон передбачає декілька ключових моментів. По-перше, в Законі проголошується надійна та чітка політична підтримка модернізації енергетичної системи, що задовольняла б

виклики майбутнього. По-друге, Закон проголошує створення Консультативного комітету та дорадчої групи з розвитку розумної енергосистеми. Робоча група зобов'язана проводити дослідження та розробки, Консультативний комітет повинен на основі отриманих результатів консультувати політиків щодо особливостей переходу до розумної енергосистеми, а Міністр енергетики – звітувати перед Конгресом США про прогрес у розвитку технології на території країни кожні два роки. По-третє, Закон запроваджує грантову програму для забезпечення відшкодування однієї п'ятої документально підтверджених витрат для осіб, що здійснили відповідні інвестиції в розвиток розумної енергосистеми.

Розробляють політику розумних мереж також Управління електроенергетики, Управління з енергоефективності та відновлюваних джерел енергії, Національна лабораторія енергетичних технологій [64].

Міністерство енергетики США у своєму останньому «Звіті про розуму енергосистему», що був випущений у 2022 році, повідомляє, що електрична мережа значно розвинулася за останнє десятиліття. Але прискорене розгортання відновлюваних джерел енергії за останні п'ять років і поява таких технологій, як електромобілі та інтерактивні будинки, створюють значну складність і невизначеність для планувальників і операторів мереж [65]. Зокрема у звіті зазначається про існування п'яти головних викликів (або «сил»), що постали сьогодні перед США в контексті розвитку розумних енергосистем. Першою силою, що стимулює трансформацію електромереж, є розвиток технологій у трьох ключових сферах. По-перше, це застосунки розумних енергосистем, які розширяють операційні можливості комунальних підприємств. По-друге, значний прогрес у технологіях відновлюваних і розподілених енергетичних ресурсів. Нарешті, зростаюча електрифікація споживчих товарів, таких як електромобілі та теплові насоси, зумовлює потребу в мережевій інфраструктурі для задоволення їхніх потреб в енергії. На додаток до технологічного прогресу, другою силою, що стимулює трансформацію електромереж, є вплив державної політики на національному,

регіональному та місцевому рівнях. Ця політика заохочує використання відновлюваних і розподілених джерел енергії та стимулює споживачів до енергоменеджменту. Формуючи структуру ринку та нормативно-правову базу, ці політики сприяють інтеграції рішень у сфері сталої енергетики та розширюють участь споживачів у цьому процесі. Третя рушійна сила - поява нових учасників в енергетичному ландшафті. Традиційні споживачі комунальних послуг, енергосервісні компанії та торговці технологіями сьогодні активно беруть участь в управлінні та виробництві електроенергії, а також у наданні мережевих послуг. Така диверсифікація учасників привносить нову динаміку в екосистему енергосистеми і вимагає спільних підходів для ефективної координації та експлуатації. Четвертою силою, що формує трансформацію електромереж, є *інтеграція електромереж з іншими інфраструктурами*, такими як газові, транспортні та будівельні системи. Ці взаємопов'язані системи, інтегровані з електромережею, відкривають можливості для підвищення ефективності та отримання синергетичних переваг. Наприклад, використання електромережі для підтримки інфраструктури зарядки електромобілів або використання відновлюваних джерел енергії для живлення систем опалення та охолодження в будівлях. Нарешті, п'ятим фактором, що стимулює трансформацію розумоні енергосистеми, є зростаюче розуміння необхідності підвищення безпеки та стабільності енергосистеми. Оскільки мережа стає все більш оцифрованою та взаємопов'язаною, зростає ризик кібер- та фізичних загроз. Для розв'язання цих проблем впроваджуються превентивні та пом'якшувальні стратегії, в тому числі вивчення альтернативних конфігурацій мереж, таких як мікросистеми. Ці стратегії спрямовані на підвищення безпеки та стійкості мережі шляхом включення заходів з виявлення, запобігання та реагування на потенційні загрози. Таким чином, трансформація енергосистеми відбувається завдяки розвитку технологічних досягнень, сприятливій державній політиці, появі нових учасників, інтеграції з іншими системами, а також необхідності підвищення безпеки та стійкості енергосистеми. Ці фактори формують

функціональні можливості енергосистеми, а комунальні підприємства та регулятори повинні адаптуватися, щоб ефективно використовувати переваги технології розумної енергосистеми у цьому динамічному ландшафті.

Щоб зрозуміти, як встановлюються розумні лічильники в США, потрібно звернутись до прикладу конкретного штату. В Каліфорнії встановлення розумних лічильників в основному здійснюється комунальними компаніями, які відповідають за розподіл електроенергії та природного газу. Однією з найбільших таких компаній є Pacific Gas and Electric Company (PG&E). Кожен розумний лічильник цієї компанії оснащений мережевою радіостанцією, яка періодично передає ваші погодинні показання лічильника до точки доступу до електричної мережі. Потім ці дані передаються до PG&E через спеціальну радіочастотну мережу. Радіочастотна технологія дозволяє лічильникам та іншим сенсорним пристроям безпечно передавати та маршрутизувати дані. Електричні точки доступу та лічильники створюють «сітку» покриття мережі [66].

Як вказано на сайті компанії, розумний лічильний збирає дані про використання електроенергії та природного газу у будинку користувача або на підприємстві. Лічильники електроенергії фіксують домашнє використання щогодини, а на підприємствах – кожні 15 хвилин. За допомогою розумного лічильника споживання енергії можна відстежити в будь-який час протягом місяця, що допомагає приймати розумні рішення та контролювати витрати. З іншого боку, працівникам комунальних служб більше не потрібно навідувати споживачів, щоб отримати показання з лічильників, адже тепер це відбувається автоматично. Для того, щоб переглядати статистику свого використання енергії, необхідно увійти у свій обліковий запис на веб-сайті компанії (https://www.pge.com/en_US/residential/home.page?) із можливістю переглядати споживання енергії за місяцями, днями та годинами. Також існує функція отримання сповіщень електронною поштою, текстовими повідомленнями чи телефоном, коли використання електроенергії переходить на дорожчий рівень [67].

Штучний інтелект в управлінні розумним середовищем запроваджується в США також здебільшого окремими компаніями у співпраці з штатом, містом або за іншої підтримки уряду. Так, у 2020 році Міністерство енергетики США оголосило, що надасть 130 мільйонів доларів на фінансування до 80 проектів, покликаних покращити ефективність сонячних технологій, знизити витрати на електроенергію, удосконалити управління сонячною енергією та забезпечити поєднання сонячної енергії з сільським господарством [68]. Десять із цих проектів отримують приблизно 7,3 мільйона доларів, щоб зосередитися на рішеннях машинного навчання та іншому штучному інтелекті для сонячних додатків [69]. Програма штучного інтелекту від IBM для ініціативи SunShot Міністерства енергетики США, поєднала модель погоди, що самонавчається, набори історичних даних про погоду, вимірювання в реальному часі з місцевих метеостанцій, мережі датчиків і інформацію про хмари, отриману із супутникових зображень. Результатом стало 30-відсоткове покращення точності прогнозування сонячної енергії, що призвело до успіхів у багатьох сферах [70]. *Національна прискорювальна лабораторія ім. Енріко Фермі* Міністерства енергетики, якою керує Стенфордський університет, використовує машинне навчання та штучний інтелект для виявлення вразливих місць в електромережах, їхнього зміцнення перед збоями та швидшого відновлення електропостачання, коли вони трапляються. Спочатку система досліджує частину електромережі в Каліфорнії, аналізуючи дані з відновлюваних джерел енергії, акумуляторних батарей і супутникових знімків, які можуть показати, де дерева, що ростуть над лініями електропередач, можуть спричинити проблеми під час шторму. Мета проекту полягає в тому, щоб розробити мережу, яка може автоматично керувати відновлюваною енергією без перебоїв і відновлюватися після збоїв системи з мінімальним втручанням людини [71]. *Національне управління океанічних і атмосферних досліджень США* надає значну частину технологічної, дослідницької та наукової підтримки не тільки для задоволення потреб у прогнозуванні погоди, але й для моніторингу океанічних і атмосферних умов, що постійно

змінюються, дослідження і складання карт світу і морів навколо нас, включаючи глибоководні дослідження, а також допомагає управляти і захищати природні морські ресурси світу для рибальства і захисту морських тварин [72].

За словами Еріка Кіна, директора Центру узбережжя, океанів та геофізики при Управлінні, державний сектор в США має доступ до цінних даних, пов'язаних з навколишнім середовищем, суспільством, географією та іншими важливими сферами. Наразі ці дані зберігаються в локальних архівах, але є можливість перенести їх у хмару. Співпрацюючи з промисловістю та науковими колами, державний сектор може скористатися перевагами технологій обробки даних та штучного інтелекту, щоб краще використовувати ці дані. Одним із прикладів є проект *Реаналіз традиційного спостереження*, спрямований на покращення моніторингу, дослідження та прогнозування клімату. Дані проекту мають різні застосування, в тому числі в Національній службі погоди. Розповсюджуючи дані проекту через хмару у форматах, готових до використання штучного інтелекту, людям буде легше використовувати ці дані та інтегрувати їх у свою поточну діяльність і дослідження. Широкий доступ до набору даних також дозволить Національному управлінню океанічних і атмосферних досліджень отримувати зворотній зв'язок і швидше вдосконалювати продукт. Загалом, державний сектор має унікальні можливості для використання даних і штучного інтелекту у співпраці з іншими секторами для покращення своєї діяльності та процесів прийняття рішень [72].

2.3. Досвід впровадження розумних енергосистем в Канаді

Як і в США, в Канаді розумні лічильники впроваджуються на рівні провінцій, але не самостійно, а зі значною підтримкою від держави. Так, розвиток розумної енергосистеми підтримується *Міністерством природних ресурсів та Управлінням енергетичних досліджень та розвитку* в рамках фінансування проєктів по всій країні, що допомагають здійснити зелений перехід на рівні громад [73]. Загалом, фінансування здійснюється як частина

більшої Програми *«Інвестиції в інфраструктуру Канади»*, що також підтримує проекти в галузі удосконалення інфраструктури громадського транспорту, місцевої культури й відпочинку, а також інфраструктури сільської місцевості та північних громад [74]. Інвестиційна категорія зеленої інфраструктури спонукає до розвитку проектів у трьох важливих сферах: пом'якшення наслідків зміни клімату (збільшення виробництва та удосконалення транспортування чистої енергії, а також підвищення енергоефективності будівель); адаптації, стійкості та пом'якшення наслідків стихійних лих (удосконалення інфраструктурної або екологічної спроможності адаптуватися до наслідків зміни клімату, стихійних лих або екстремальних погодних явищ); якості довкілля (модернізація інфраструктури очищення та утилізації стічних вод, очищення та постачання питної води та розвиток спроможності скорочувати або усувати вплив шкідливих речовин на ґрунт та повітря). *«Програма розумних енергосистем»* виділяє до 100 мільйонів доларів США у проекти, що здійснюються під керівництвом комунальних підприємств, які покликані скоротити викиди парникових газів, покращити використання існуючих електроенергетичних активів та сприяти інноваціям і чистим робочим місцям для із використанням розумних енергосистем [75]. Реалізується Програма як частина державних зусиль згідно з *«Панканадською рамковою програмою з питань чистого зростання та зміни клімату»*, що була розроблена спільно з провінціями та територіями за погодженням з корінними народами Канади для досягнення цілей скорочення викидів, розвитку економіки та підвищення стійкості до зміни клімату [76]. В зазначеній стратегії неодноразово згадуються розумні енергосистеми та їх важливість для формування національних політик в сфері екології. Уряд особливо акцентує увагу на тому, що модернізація електроенергетичних систем нерозривно пов'язана з виробництвом та розподілом електроенергії, дозволяючи збільшення кількості можливостей для зберігання енергії, оновлення фізичних конструкцій та обладнання, а також використання розумних технологій для кращого управління та контролю над електромережею. Аналізуючи документ

можна дійти висновку, що перехід до розумної енергосистеми покликаний перетворити електропостачання на якомога більш надійне і стабільне. Ключовим компонентом в цьому переході є затосування більшої кількості відновлюваних джерел енергії.

Щоб спостерігати за прогресом у реалізації Програми, Міністерство публікує звіти із впровадження розумних енергосистем, що надають вичерпну інформацію про прогрес у цій галузі. Так, в останньому звіті за 2020 рік зазначається, що рівень запровадження застосунків розумної енергосистеми є змішаним в залежності від провінції, оскільки, як зазначалось вище, впровадження Програми відбувається неоднорідно [77]. Зокрема, в документі наводиться система зрілості розумної енергосистеми із трьома ступенями: базовий, ключовий та просунутий. За її допомогою оцінюються декілька провінцій, що займаються впровадженням. Так, однією з провінцій із максимальним ступенем розгортання розумної енергосистеми є Онтаріо. Ініціатива розумного вимірювання (Smart Metering Initiative) в Онтаріо, провінції розташованій у східній Канаді, покликана частково створити культуру збереження та підтримати управління попитом шляхом розгортання розумних лічильників у масштабах провінції [78]. Серед суб'єктів, що були залучені до ініціативи: *Міністерство енергетики Онтаріо* відповідало за розробку та впровадження політик, а також законодавчих та нормативних змін, надання вказівок та прийняття рішень з питань політики протягом усього проєкту, підтримка зв'язку з усіма видами діяльності робочої групи та відстежування їх; *Енергетична рада Онтаріо* — за перегляд та затвердження витрат, пов'язаних з розумними лічильниками, регулювання Незалежного оператора електроенергетичної системи як об'єкту інтелектуального вимірювання, надання рекомендацій дистриб'юторським компаніям з питань відшкодування витрат, встановлення та перегляд тарифів за час проєкту, збір інформації про хід виконання; *Незалежний оператор електроенергетичної системи* — за розробку, експлуатацію та керування центральним сховищем даних лічильників (центр обробки даних провінційний), сприяння інтеграції

дистриб'юторських компаній з провінційним центром обробки даних, збір, перевірка, оцінка та редагування даних інтелектуальних лічильників для отримання даних розрахунків для дистриб'юторських компаній; 73 *дистриб'юторських компаній*, власники систем розумного вимірювання — за придбання, встановлення, експлуатація та обслуговування розумних лічильників і пов'язаних систем, збереження відповідальності за виставлення рахунків платникам тарифів і обслуговування клієнтів, доступ до да них із централізованого провінційного центру обробки даних [79]. Було запропоновано модель тарифів під назвою "time-of-use" або "тариф за час використання", згідно з якою тарифи на електроенергію найвищі вдень, але знижуються вночі, у вихідні та святкові дні. Очікувалося, що комбінація розумних лічильників і ціноутворення за цим принципом стимулюватиме економію електроенергії та зменшуватиме попит у часи пік, надаючи платникам податків інформацію та стимули для управління їх використанням електроенергії шляхом: 1) переміщення споживання з пікових годин до непікових (наприклад, запуск посудомийної машини або сушарки на ніч, а не вдень); 2) зменшення споживання в часи пік (наприклад, установка кондиціонера на кілька градусів теплішою в літні дні) [80] (Додаток Є). Майже 5 мільйонів розумних лічильників було встановлено в Онтаріо, що надало значні переваги споживачам та місцевим дистриб'юторським компаніям [6]. Щогодини розумні лічильники передають дані дистриб'юторським компаніям по всій провінції. Потім ці дані завантажуються в центральну базу даних, що робить сховище даних розумних лічильників в Онтаріо одним із найбільших у світі – щодня додається понад 125 мільйонів нових записів [81]. Дані публікуються на сайті Незалежний оператор електроенергетичної системи (<https://www.ieso.ca/>) (Додаток Ж). Окрім цього, деякі дистриб'юторські компанії пропонують отримання сповіщення в особистому акаунті споживача у разі перевищення рекомендованої кількості спожитої енергії [82].

Відповідно до Звіту «Стан відкритих розумних спільнот у Канаді», підготованому НУО Північна Зірка, що займається розвитком розумних міст у

Канаді, штучний інтелект ще не отримав широкого поширення на рівні місцевого управління в Канаді [83]. У Звіті пропонується надавати можливість місцевій владі проактивно розробляти стандарти та механізми дотримання вимог щодо використання автоматизованого прийняття рішень на основі штучного інтелекту та машинного навчання перед їх широким впровадженням. Ключовим акцентом виступає розбудова соціальної довіри до штучного інтелекту завдяки залученню різноманітних груп зацікавлених сторін до обговорення та прийнятті рішень, а також на забезпеченні персоналу, який відповідає за впровадження цих систем, інструментами, необхідними для належного зменшення потенційних ризиків і збільшення корисних результатів.

На національному рівні штучний інтелект активно досліджується урядом. Так, у 2017 році була випущена *«Панканадська стратегія з розвитку штучного інтелекту»* [84]. Стратегія стала першою у світі подібною урядовою програмою, зосереджуючись на трьох основних аспектах. По-перше, це допомога приватним компаніям та бізнесу використовувати національні досягнення з розвитку штучного інтелекту у своїх ініціативах. Так, три національні інститути штучного інтелекту, серед яких Амії в Едмонтоні, Міла в Монреалі та Інститут Вектора в Торонто, допомагають впровадити свої досягнення в цій царині знань формуючи партнерство з глобальними національними кластерами штучного інтелекту. Такий підхід допомагає знанням та розробкам циркулювати від наукових інституцій до прикладного застосування. Таким чином, реципієнти знань – компанії – та їх донори – інститути штучного інтелекту – отримують користь від взаємодії одне з одним. По-друге, стратегія зосереджується на розробках Радою з питань стандартів Канади відповідних нормативів у сфері штучного інтелекту. Свідоме використання штучного інтелекту є одним із пріоритетів уряду Канади, особливо після невдалого проєкту із набережною в Торонто [85]. Уряд проголошує низку керівних принципів у сфері штучного інтелекту, за якими повинні реалізовуватись проєкти та інновації в цій сфері. Зокрема, це *розуміння та вимірювання впливу* використання штучного інтелекту із розробкою та

обміном інструментами та підходами; *прозорість* щодо того, як і коли використовується штучний інтелект, зосереджуючись на чітких потребах користувачів і суспільної користі; *надання змістовних пояснень* щодо прийняття рішень на основі штучного інтелекту, а також надання можливостей для перегляду результатів і оскарження цих рішень; *максимальна відкритість*, що означає поширення вихідного коду, навчальних даних та іншої відповідної інформації, захищаючи при цьому конфіденційність, системну інфраструктуру, а також національну безпеку та оборону; *цілісна та належна підготовка державних службовців*, які розробляють і використовують рішення зі штучного інтелекту, надання їм навичок відповідального проектування, функціонування та впровадження штучного інтелекту, необхідних для покращення державних послуг [86]. І, нарешті, третім ключовим елементом Стратегії є пошук та розвиток талантів на основі згаданих національних інститутів штучного інтелекту із залученням їх до розробок інновацій та рішень у цій галузі.

Що стосується нормативно-правового забезпечення, у червні 2022 року урядом Канади було прийнято «*Закон про штучний інтелект і дані*», який наголошує на тому, що канадці повинні довіряти цифровим технологіям, які вони використовують щодня, в тому числі розробка штучного інтелекту. Уряд зазначає, що проектування, розробка та використання систем штучного інтелекту мають бути безпечними та поважати цінності канадців [87]. На урядовому веб-сайті реалізація Закону пояснюється трьома головними аспектами [88]. По-перше, що Закон має на меті забезпечити, щоб системи штучного інтелекту зі значним ступенем дотримувалися тих самих стандартів безпеки та поваги до прав людини, які очікують канадці. По-друге, Міністр інновацій, науки та промисловості відповідатиме за адміністрування та забезпечення виконання закону, щоб йти в ногу з технологічним прогресом. Буде також створено нову посаду Комісара з питань штучного інтелекту та даних, який надаватиме експертну допомогу в розробці нормативно-правової бази та адмініструванні Закону. Спочатку роль комісара буде зосереджена на

освіті та допомозі, але поступово вона буде розширюватися і включатиме дотримання та забезпечення дотримання законодавства в міру того, як Закон набуде чинності і екосистема штучного інтелекту адаптується. І, по-третє, Закон запровадить нові положення кримінального права, які заборонятимуть необдумане та зловмисне використання штучного інтелекту, що завдає серйозної шкоди канадцям та їхнім інтересам.

Висновки до розділу 2

Отже, для ефективного запровадження розумних енергосистем в Україні необхідно враховувати відповідний досвід інших урядів, що досягли успіху в цій сфері. Для дослідження було обрано Великобританію, США та Канаду, адже для всіх цих країн розвиток розумної енергетики є пріоритетним завданням, встановленим законодавчо. У Великій Британії розумна енергосистема запроваджується на національному рівні, в той час як в США та Канаді існує децентралізований підхід, завдяки якому кожна регіональна адміністративна одиниця (провінція/штат) має змогу адаптувати національні вимоги згідно свого бачення. Підсумувавши, можна зробити висновок, що національні програми усіх трьох країн орієнтуються на досягнення успіху, відповідно: А) *з боку споживача* – за рахунок залучення громади до комунікації з постачальником через веб-застосунки, мобільні додатки, гаджети та інші пристрої зі зручного відображення кількості спожитої енергії, що заохочує до переосмислення свого енергоменеджменту та заощаджує кошти з оплати тарифів; Б) *з боку енергосистеми* – задля проведення оперативного контролю та керування мережею, покращення стабільності і надійності енергетичної системи всієї країни, вчасного реагування на аварії та їх ліквідацію і, нарешті, розвитку сучасних технологій з низьким вмістом вуглецю в рамках концепції розумного міста.

Ініціативи штучного інтелекту набувають все більшого значення для управління розумним містом на прикладі розумних енергосистем та підтримуються урядами країн на національному рівні. В Великобританії використовується машинне навчання для прогнозування виробництва

електроенергії та попиту, керування її розподілом; моделювання складних систем, таких як клімат Землі; застосування машинного зору для аналізу візуальних даних навколишнього середовища. В США запущена програма з підтримки проєктів штучного інтелекту задля покращення ефективності сонячних технологій, зниження витрат на електроенергію, удосконалення управління сонячною енергією та поєднання її з сільським господарством. В Канаді уряд першим в світі прийняв Стратегію з розвитку штучного інтелекту [84]. Найбільшим акцентом канадського уряду є захист персональних даних та конфіденційності споживачів.

РОЗДІЛ 3

УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ РОЗУМНИМИ ЕНЕРГОСИСТЕМАМИ В УКРАЇНІ З УРАХУВАННЯМ ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ

3.1. Дослідження стану впровадження розумної енергосистеми в Україні в умовах війни

Для оцінки поточного стану розвитку розумної енергосистеми в Україні потрібно згадати найбільшу загрозу, що постала перед галуззю сьогодні. Збройна російська агресія, безсумнівно, є найбільшим викликом для сучасної української енергетичної системи. Росія спрямувала близько 1 000 ракет і безпілотників на знищення енергетичних об'єктів, заявив у листопаді 2022 року генеральний директор «Укренерго» Володимир Кудрицький [2]. За словами експерта, мільйони українців постраждали від відсутності світла та доступу до побутової техніки. Домогосподарства та підприємства були не в змозі забезпечити себе необхідною енергією для нормальної життєдіяльності, тому по всій країні були створені так звані «Пункти Незламності», де люди мали доступ до світла, опалення та води [2].

Атаки росіян спричинили масові відключення електроенергії в Україні, від яких постраждали не лише будинки, але й державні та приватні підприємства, адже збої в роботі енергетичної інфраструктури зменшили постачання електроенергії для всіх споживачів. Скорочення поставок енергоносіїв та поломки в енергетичній інфраструктурі призвели до зростання вартості енергоносіїв для українців, що призвело до економічних втрат для країни та регіону в цілому, включаючи скорочення торгівлі та інвестицій. Відключення електроенергії та скорочення енергопостачання безпосередньо вплинули на життя звичайних людей в Україні, зокрема, збільшивши труднощі та зменшивши доступ до основних послуг, таких як опалення та освітлення.

Окремо необхідно згадати окупацію росіянами Запорізької атомної електростанції, яка є значним генератором електроенергії в Україні, що збільшило негативний вплив на ситуацію в енергетичному секторі країни [89].

До того ж альтернативні джерела енергії, що здебільшого знаходяться на Півдні країни, значна територія якої є також окупованою, на разі не доступні для використання, хоча їхня загальна частка складає лише 10%, як зазначає український постачальник електроенергії Yasno (ДТЕК «Енерго») [90]. З огляду на це значні переваги розумної енергосистеми у поєднанні з штучним інтелектом можуть пом'якшити негативні наслідки атак, а отже необхідно розробити комплекс рекомендацій із впровадження.

Окрім російських атак, іншою актуальною передумовою розвитку розумної енергосистеми є євроінтеграційні процеси. У 2014 році була підписана Угода про Асоціацію між Україною та Європейським Союзом, внаслідок чого Україна зобов'язана враховувати європейські практики в різних галузях економіки [6]. Зважаючи на значний успішний досвід впровадження технології розумних енергосистем в ЄС, сьогодні нашим урядовцям варто звернути особливу увагу на розкриття потенціалу розумних енергосистем і в Україні [6]. Особливого значення це набуло після здобуття Україною статусу кандидата на вступ в ЄС, що відбулось у червні 2022 року [91]. Європейська спільнота однією з перших підтримала Україну під час повномасштабного вторгнення. Наприклад, відбулось довгоочікуване приєднання до європейської енергетичної системи *ENTSO-E (Європейська мережа системних операторів передачі електроенергії)*, що стало важливим етапом у розвитку енергетичної галузі України у 2022 році [92]. ENTSO-E та її члени, як Європейське співтовариство операторів систем передачі електроенергії, мають спільну місію, яку віднині розділятиме Україна. По-перше, це підтримка безпеки об'єднаної енергетичної системи в будь-який час на загальноєвропейському рівні. В умовах російсько-української війни це надзвичайно актуальне питання для енергосистем нашої країни, які систематично піддавались атакам з боку ворога. По-друге, це забезпечення оптимального функціонування та розвитку європейських об'єднаних ринків електроенергії, що допоможе українській енергетиці та суспільству в цілому швидше інтегруватися в європейський контекст із більшою прозорістю та меншою політизованістю. Іншими

перевагами приєднання до європейської енергетичної системи для України є сприяння розвитку відновлюваних джерел енергії та залучення зацікавлених сторін, таких як уряд, регулятори електроенергетики та споживачі, до процесу прийняття рішень в системі передачі електроенергії [93]. Зрештою, для України повна синхронізація енергосистем з ENTSO-E означає формування остаточної незалежності від російської та білоруської енергосистем. Інтеграція має відбуватися в кілька етапів. На першому очікується переоснащення мережі, яке коштуватиме 130 млн євро. Далі планується налагодження диспетчеризації – 92 млн євро та вдосконалення резерву генерації і автоматичного управління ним – 130 млн євро. Загальна вартість інтеграції української енергосистеми в Європу оцінювалася в 352 млн євро, з яких частка від компанії «Укренерго» мала скласти 222 млн євро [94]. Іншим проектом допомоги від ЄС є закупка 30 млн LED-лампочок, які з січня 2023 р. поетапно й безкоштовно передаються Україні. Цей проєкт реалізується як один з інструментів підтримки ЄС енергетичного фронту України, які дозволяли б вистояти під час енергокризи та забезпечити баланс енергоспоживання в пікові години [95].

В Україні вперше на офіційному рівні важливість запровадження розумних енергосистем згадується в *Енергетичній стратегії на період до 2035 року*, що була опублікована 2017 року [96]. В українському законодавстві, згідно з *Законом України «Про енергетичну ефективність»*, наводиться поняття *розумні мережі*, що визначаються як *електричні мережі, що об'єднують в економічно доцільний спосіб учасників ринку електричної енергії та дозволяють керувати передачею енергії та її споживанням з метою підвищення надійності електропостачання та безвідмовності роботи енергетичної системи* [97]. В цьому ж Законі згадується поняття *інтелектуального лічильника*, що є *багатофункціональним лічильником, що забезпечує вимірювання та обмін вимірюваною інформацією з інтелектуальною системою обліку за допомогою каналу зв'язку* [97].

Важливою віхою в розвитку розумних енергосистем в Україні стала публікація *Концепції впровадження “розумних мереж” в Україні до 2035 року*,

а також *Плану заходів із упровадження Концепції* незадовго до початку масштабних аварійних відключень електроенергії в Україні [98]. З огляду на це, існує ризик часткової втрати актуальності положень Концепції. Даний документ, на нашу думку, є досить змістовним і дотримання його пунктів вимагає значних фінансових вкладень на реформування процесу енергопостачання. Проте це потребує згоди усіх стейкхолдерів, у тому числі підприємств електроенергетичного сектору. Концепцією не визначено, яким чином здійснюватиметься заохочення до переходу на розумний облік компаніями-постачальниками. Як один із заходів плану щодо реалізації Концепції згадується створення стимулів та інших механізмів заохочення. Проте як і в цьому питанні, так і в питанні, наприклад, соціальної інклюзії та доступності технології для населення конкретні принципи не згадуються. Їх розробкою мають займатись профільні міністерства – Міністерство енергетики, Міністерство цифрової трансформації, Міністерство освіти та науки та інші. На нашу думку, Концепція має дещо описовий характер та потребує створення додаткових дорожніх карт, що може викликати неузгодженість численних документів. Ця ситуація може призвести до проблем із координацією впровадження Концепції, адже різні органи влади мають різні особливості імплементації розумних енергосистем, а також різні потреби. Іншою прогалиною в Концепції є, на нашу думку, недостатня увага до роботи із населенням, адже розумні лічильники самі по собі не призводять до енергоефективності, якщо їх використання не буде впливати на споживчу діяльність користувачів.

В рамках інституційного забезпечення управління розумних енергосистем насамперед слід відзначити *Міністерство енергетики України та Національну комісію, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг* (НКРЕКП), до основних завдань якої належать забезпечення ефективного функціонування та розвитку ринків у сферах енергетики та комунальних послуг, сприяння ефективному відкриттю та інтеграції ринків, забезпечення захисту прав споживачів товарів, послуг тощо

[99]. На сайті НКРЕКП опубліковані заходи з енергозбереження у сфері електропостачання. Серед них є використання енергоефективної побутової техніки, економія на освітленні, правильна експлуатація холодильників, кондиціонерів, електроплит, електрочайників, використання пральних і посудомийних машин в режимі повного завантаження, вчасне очищення порохотягів, вимкнення електроприладів, якими не здійснюється користування тощо. Окремим пунктом зазначається, що громадянам варто здійснити перехід на зонні тарифи на електроенергію. Як зазначає НКРЕКП, якщо для побутових потреб використовувати електроенергію з 23:00 до 7:00 год, то тарифи зменшаться удвічі [100]. Зробити цей перехід можливо лише за наявності встановленого у населення розумного лічильника.

Управління енергосистемами України покладено на об'єднану енергетичну систему України (ОЕС України) – сукупність атомних, теплових, гідравлічних і гідроакумуючих електростанцій, теплоелектроцентралі, а також електростанції з відновлювальних джерел енергії (вітряні, сонячні та інші), магістральні електричні мережі Укренерго та розподільчі електромережі (обленерго), які об'єднані спільним режимом виробництва, передачі та розподілу електричної та теплової енергії [101]. Централізоване диспетчерське управління ОЕС України здійснює «Укренерго». Зв'язок з енергосистемами інших країн здійснюється через міждержавні лінії електропередачі. Режим роботи ОЕС визначається виходячи з балансу виробництва та споживання потужності, ремонтів електромереж та генеруючого обладнання, а також можливості ліквідації аварійних ситуацій у разі відключення генеруючого обладнання на електростанціях та магістральних ліній електропередачі. Для запобігання порушенням режиму роботи ОЕС України або її окремих частин внаслідок певних факторів Компанія вживає необхідні заходи для обмеження споживання електричної енергії та потужності, а також застосовує спеціальні графіки і протиаварійні системи зниження електроспоживання [6]. Сектор енергетики Офісу ефективного регулювання (BRDO) в Україні займається регулюванням ряду питань [102]. Насамперед, впровадженням ефективного

регулювання і полегшення ведення бізнесу в галузі енергетики. До пріоритетів роботи сектору належать: реформа процедури приєднання до інженерних мереж; створення ринку рідкого моторного біопалива; підвищення енергетичної безпеки; імплементація принципів European Green Deal в Україні; стимулювання зниження викидів CO₂ від автомобільного транспорту.

В Україні розумні мережі впроваджуються вже згаданою компанією «Укренерго». Зокрема, на їхній офіційній вебсторінці зазначено, що проект реалізовується в рамках Проекту передачі електроенергії-2 за фінансуванням Міжнародного банку реконструкції та розвитку та за сприянням Фонду Чистих Технологій. Сума кредиту – 48,5 млн. доларів. Мета проекту – зменшення викидів CO₂ за рахунок забезпечення технічної можливості збільшення долі генерації з відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) в загальному енергобалансі країни [103]. З березня 2020 року в Україні діє неприбуткова організація Громадська спілка «Розумні електромережі України» (ГС «РЕУ»). Як зазначають засновники, метою їхньої діяльності є об'єднати позиції різних операторів систем розподілу електроенергії [104].

Для оцінки стану впровадження розумних енергосистем варто зазначити, що сьогодні в Україні здебільшого ручний спосіб зчитування та обслуговування лічильників, коли контролери вимушені ходити по домівках, щоб отримати показники. На думку аналітиків, 90% всіх лічильників електроенергії влаштовані саме так [105]. Проте галузь розумного енергоменджменту в Україні не стоїть на місці. Розгортання розумних лічильників вже розпочалось за добровільною згодою громадян в українських будинках. Компанія ДТЕК встановила понад 500 000 тисяч розумних лічильників в Україні, до кінця 2021 року планувала встановити ще понад 300 000 таких пристроїв [106]. Слід відзначити, що якщо ДТЕК займається встановленням лічильників за кошти свої інвестиційних проектів, інша компанія - АТ «Прикарпаттяобленерго» - робить те ж саме за кошти громадян. Темпи та результати такої діяльності також є досить показовими: 30 000 лічильників на рік [106], [6].

Основним, хоча не єдиним, аргументом на користь встановлення розумних лічильників для споживачів в Україні є потенційна фінансова вигода, пов'язана з їх користуванням. Наприклад, розумні лічильники надають можливість клієнтам користуватися перевагами нічного тарифу на електроенергію, меншим за тариф денний (він є дешевшим на 50%) [107], [6]. Як зазначає онлайн-видання Українська Енергетика, термін окупності такого лічильника може бути від 2 років до 7-8 місяців [108].

В Україні існує два варіанти тарифікації за електроенергію для побутових споживачів: двоставкова (розрахунок йде за години з 7:00 до 23:00 і з 23:00 до 7:00) та триставкова (розрахунок йде з 23:00 до 7:00 (ніч), з 8:00 до 11:00 (ранковий пік), з 20:00 до 22:00 (вечірній пік), а також з 7:00 до 8:00, з 11:00 до 20:00, з 22:00 до 23:00 (напівпіки)) [108]. Опція користуватись подібною тарифікацією доступна тим громадян, у кого встановлений розумний лічильник. Побутовим користувачам найбільш вигідно використовувати саме двоставковим тарифом і економити на споживаннях електроприборів (пральні машини, бойлери, пароварки), ввімкнених вночі.

Іншою важливою перевагою, пов'язаною зі встановленням розумних лічильників в українських будинках та квартирах, називається (не безпідставно) покращення сервісу та надання послуг. Наприклад, маючи встановленими вдома такий лічильник, громадянин може бути захищеним від аварійних перенавантажень, а інформація про такі ситуації швидко передається в компанію-постачальника за принципом «зворотного зв'язку» [107].

Користування розумними лічильниками автоматизує процес збору показників: мешканцям більше не потрібно заходити на сайт, шукати чат-бот, телефонувати або їздити, щоб передати дані про спожиту енергію. Це дуже економить час та підвищує комфорт населення [6]. Однак дана перевага є корисною не тільки для громадян, але і для компаній-постачальників. Серед інших переваг, якими вони керуються, говорячи про встановлення розумних лічильників, є можливість припиняти постачання електроенергією дистанційно у разі несплати або ж перевищень лімітів за договором [109].

Як згадувалося вище, використання штучного інтелекту дозволить покращити роботу енергетичної системи. Завдяки цій технології можна також налагодити роботу з клієнтами, оскільки штучний інтелект дозволить надавати інформацію, яка буде першочергово цікавити клієнта, прогнозувати роботу. Також, завдяки аналізу навколишнього середовища, він може допомогти вибрати найкраще місце для розміщення вітрових і сонячних електростанцій. Крім того, в результаті знаходження слабких місць в енергетичній мережі, технологія штучного інтелекту зможе підвищити рівень безпеки і протистояти кібератакам. Завдяки цьому можна визначити оптимальне використання електроенергії. При цьому, враховуючи постійні ракетні обстріли електроенергетичної системи України, штучний інтелект зможе оперативно надавати рекомендації щодо розподілу електроенергії між споживачами з урахуванням поточного стану [110].

Використання штучного інтелекту в енергетиці України поки що не набуло масового характеру, проте окремі спроби його імплементації існують. В Україні компанія ДТЕК «Енерго» використовує штучний інтелект у сфері управління виробничими процесами, коли алгоритм підказує вибір драйверів для оптимального управління енергоблоком. Штучний інтелект аналізує велику кількість даних та на основі аналізу надає рекомендації для персоналу, що обслуговує теплоелектростанції, щодо кращих рішень керування системою. Таким чином знижується фактор людської помилки, що може завдати значні економічні втрати та стати серйозною перешкодою на шляху до енергоефективності, особливо коли йдеться про величезну кількість показників та індикаторів в електростанціях. В результаті, за даними ДТЕК «Енерго», було зекономлено палива на суму 480 млн грн (з моменту запуску у 2019 - 2021 роках) [111]. Ще один приклад застосування штучного інтелекту також відноситься до роботи згаданої компанії, яка запозичила технологію швидкого реагування на ракетні обстріли від Росії та адаптацію системи [112]. Іншим прикладом застосування штучного інтелекту вже в промисловій площині можна згадати МХП Еко Енерджи, що запустила розробку «віртуального

помічника енергетика». Проєкт дозволяє на основі даних прогнозувати, як і скільки електроенергії потрібно буде для використання на виробництві, а на основі цих рішень оптимізувати процес закупівлі електроенергії для своїх потреб [113].

В Україні немає надійного механізму інституційного та правового регулювання використання штучного інтелекту в застосунках для розумних міст, що створює перешкоди для запровадження технології, її невисоку розповсюдженість. Визначення штучного інтелекту закріплене в *Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні* та є наступним: «штучний інтелект - організована сукупність інформаційних технологій, із застосуванням якої можливо виконувати складні комплексні завдання шляхом використання системи наукових методів досліджень і алгоритмів обробки інформації, отриманої або самостійно створеної під час роботи, а також створювати та використовувати власні бази знань, моделі прийняття рішень, алгоритми роботи з інформацією та визначати способи досягнення поставлених завдань» [114]. В Концепції згадується важливість державно-приватного партнерства та розвитку комерційних проєктів із застосуванням штучного інтелекту, яке поки що впроваджується лише окремими компаніями, згаданими в прикладах вище. Проте енергетичний сектор прямо не зазначається як один із пріоритетних сфер розвитку штучного інтелекту в Україні. Натомість пропонується зосередитись на таких сферах як, наприклад, оборона та публічне управління. В сфері оборони штучний інтелект може бут застосований для підвищення надійності та безпеки розумної енергосистеми та критичної інфраструктури відповідно. В галузі публічного управління застосування штучного інтелекту допоможе місцевій владі приймати кращі рішення із надання комунальних послуг населенню.

Загалом, незмінним принципом, що є запорукою розвитку розумних енергосистем як в Україні, так і закордоном є робота з населенням. Як такий, українських розумний лічильник не гарантує зменшення квитанцій за спожиту електроенергію, адже автоматична регуляція в квартирах не відбувається і

основна відповідальність все ж таки лежить на населенні, його бажанні бути залученим до енергоменеджменту своєї домівки. З огляду на це відкривається безмежний простір для досліджень і експериментів, яким чином можна популяризувати цю технологію серед громадян та заохотити їх до свідомості в цій галузі. Водночас, застосування переваг штучного інтелекту допоможе автоматизувати процеси роботи з населенням. Прикладом може стати налаштування та відправлення сповіщення користувачам у разі перевищення ліміту споживання електроенергії, функція, що користується популярністю в країнах, чий досвід запровадження штучного інтелекту в сфері розумної енергетики було досліджено. Іншим прикладом є створення чат-ботів консультантів із можливістю аналізувати споживчу поведінку громадян та формувати перелік рекомендацій із підвищення енергоефективності на основі проаналізованих даних.

3.2. Надання рекомендацій із урахуванням поточних загроз та викликів використання штучного інтелекту

Масові обстріли, які Росія здійснювала по об'єктам критичної інфраструктури сколихнули Україну на початку осені 2022 року. Серед мотивів таких атак, на думку експертів, є тиск на Україну зі схилянням до ведення переговорів, адже Росія значно програвала на полі бою [115]. Згідно *Закону «Про критичну інфраструктуру»* порушення енергозабезпечення спричиняє негативний вплив на національну безпеку [116], а в *«Стратегії енергетичної безпеки»* загрози фізичній безпеці об'єктів енергетичної інфраструктури визначаються як протиправні дії, фізичні атаки, диверсії, спрямовані на відключення або пошкодження роботи операційних систем або систем забезпечення фізичної безпеки об'єкта критичної інфраструктури енергетичного сектору [117]. Проте в згаданій Стратегії, що була опублікована до початку повномасштабного вторгнення, не згадується запровадження розумних енергосистем, ані використання штучного інтелекту в сфері захисту енергетики. Таким чином, при імплементації кращого зарубіжного досвіду з прийняття управлінських рішень в сфері розумних енергосистем слід

враховувати переваги, які існують для підвищення захищеності критичної інфраструктури перед можливими майбутніми загрозами з боку РФ. Серед таких переваг є, безсумнівно підтримка та покращення високого рівня надійності, якості та безпеки постачання, можливість до швидкого виявлення та реагування на аварію в режимі реального часу, інтеграція відновлювальних джерел енергій в кризових станах.

Однак значним викликом залишаються кібератаки, кількість яких зростає з кожним роком. Серед найбільш вразливих об'єктів цих атак розумні енергосистеми посідають чільне місце. В цьому контексті слід пригадати події, які відбулися 14 серпня 2003 року, коли постраждали 50 мільйонів людей, у тому числі жителі Нью-Йорка, Клівленда та Детройта, а також Торонто та Оттави. Хоча енергокомпанії змогли відновити деякі роботи всього за дві години, в інших місцях електроенергія залишалася відключеною більше доби. Відключення зупинило роботу поїздів і ліфтів, а також порушило роботу всього - від стільникового телефонного зв'язку до роботи в лікарнях, до руху в аеропортах. Тільки в Нью-Йорку вартість відключення електроенергії склала понад 500 мільйонів доларів [118]. Хоча в звіті Управління електроенергетики *«Blackout 2003: Остаточний звіт про відключення електроенергії від 14 серпня 2003 року в США та Канаді: причини та рекомендації»* [119] не встановлено прямий зв'язок з кібератакою, однак було зазначено, що потенційний ризик цього є значним, а також відзначені вразливості систем електропостачання до кібернетичних загроз, насамперед використання системи наглядового контролю та збору даних, які розроблялися і запроваджувалися з 1980-х років та планувалися виключно для ізольованої роботи. Слід відзначити, що ці системи є надзвичайно поширеними в світі, зокрема і в Україні [6].

Як зазначають Роб Кітчин та Мартін Додж [120], у період з 2010 по 2014 рік Міністерство енергетики США, яке здійснює нагляд за енергосистемою, регулює виробництво електроенергії та управляє арсеналом ядерної зброї, задокументувало 1131 кібератаку, з яких 159 були успішними. Це зумовлено тим, що всі основні міські послуги, включаючи електромережу,

водопостачання та управління дорожнім рухом, мають за основу системи наглядового контролю та збору даних (SCADA), які використовуються для контролю функцій та матеріальних потоків. Ці системи вимірюють, як працює інфраструктура в режимі реального часу, і дозволяють або автоматизованим, або людським операторам, змінювати налаштування. Низка цих систем були скомпрометовані хакерами, які змінюють те, як інфраструктура працює або викликає відмову в обслуговуванні [6].

В Україні розпочинаючи з 2015 року кількість кібератак на енергетичні мережі зростає – найбільш відома з них найперша атака, яка відбулася в грудні 2015 року та призвела до того, що на західній Україні [121] залишилися протягом 6 годин без світла та тепла 225 000 людей. Хакери також саботували електророзподільне обладнання, ускладнюючи спроби відновити електроенергію. Однак, як зазначають експерти: «системи управління в Україні були на диво більш безпечними, ніж деякі в США, оскільки вони були добре сегментовані від бізнес-мереж центрів управління з надійними брандмауерами. Але зрештою вони все ще були недостатньо захищеними – працівники, які віддалено входили в мережу SCADA, мережу контролю та збору даних, яка контролювала мережу, не повинні були використовувати двофакторну аутентифікацію, що дозволяло зловмисникам захопити їхні облікові дані та отримати важливий доступ до систем, які контролювали зловмисники» [121]. Наступна відома атака відбулася 17-18 грудня 2016 року, під час якої робочі станції та системи наглядового контролю та збору даних (SCADA), пов'язані з підстанцією 330 кіловат «Північ», зазнали впливу зовнішніх джерел [121], [6].

Одним із ключових висновків, які можна зробити за результатами проведеного дослідження, це те, що будь-яка технологія, не зважаючи на свою інноваційність та технічну складність, існує нерозривно з людиною. Саме споживачі – кінцевий бенефіціар переваг розумних лічильників як в Україні, так і за кордоном. Через це, надзвичайно важливим є запуск національної освітньої кампанії щодо можливих позитивних змін, що можуть бути викликані використанням технології: в екологічному, економічному та особистому

аспекті.

З досвіду Канади видно, що споживачі, які мають швидкий та зручний доступ до даних про спожиту електроенергію, більш охочі до змін своєї поведінки на більш енергоефективну. Це принцип, за яким громадяни стають більш обізнаними не лише в цілях підвищення власних вигод, але також стають і більш екологічно відповідальними. З іншого боку, це ще один спосіб створити комунікацію між державою (місцевою владою) та громадянином, тим самим підвищити довіру та прозорість. Особливо це актуально, оскільки в Україні вже є певний досвід в розборці подібних застосунків – наприклад, ДІЯ – однак, такі застосунки потребують вдосконалення, зокрема в питаннях конфіденційності даних.

Щоб забезпечити належне та своєчасне вирішення проблем платників тарифів, а також щоб платникам виставлялися чіткі, вчасні та точні рахунки, органи місцевого самоврядування мають налагодити співпрацю та комунікацію з компаніями-постачальниками та експертами в галузі розумних енергосистем. Доречно буде долучити їх не лише до консультування на етапі прийняття управлінських рішень, але й у процесі безпосередньої їх реалізації.

Галузь енергетики та впровадження управлінських рішень на основі технології розумних енергосистем з застосуванням штучного інтелекту мають супроводжуватися відповідними інноваціями. Наявність сучасних передових розробок, що будуть враховувати комфорт та потреби населення, зможе зробити енергосистему по-справжньому «розумною».

На основі проаналізованого світового досвіду впровадження технології розумних енергосистем і використання штучного інтелекту в управлінні розумним містом на прикладі Канади, Великобританії та США, а також з урахуванням поточного стану впровадження технології в Україні, нами було розроблено наступні рекомендації:

1. Започаткування багатостороннього партнерства із залученням інвестицій. Варто признати, що для пост-воєнної України зайвих фінансів не буде, надто для розвитку науки. В такій стрімко зростаючій сфері як штучний

інтелект і розвиток енергетичного сектору ключовим є створення інтелектуальних центрів, лабораторій, експериментальних майстерень із обов'язковою підтримкою молодих стартапів і науковців. Кожна з проаналізованих програм ставить наперед інвестування в наукову царину. В США частину коштів держава повертає для організаторів проєктів, що сприяли розвитку енергосистем. Для реалізації цього завдання Україна може звернутися до європейських та світових партнерів. З огляду на, поки що, недостатній рівень децентралізації України, на нашу думку, саме досвід Великобританії може стати найбільш релевантним в українському контексті. На відміну від США та Канади, у Великобританії впровадження розумної енергосистеми відбувається на загальнодержавному рівні.

2. Впровадження інтерактивної форми комунікації між постачальниками та споживачами. Для уряду, який будує екологічно свідому націю, надзвичайно важливо створити сприятливий контекст і умови, в яких громадянам буде цікаво навчатись ефективному енергоменеджменту. Як показує досвід Великобританії, дисплей для відображення даних розумного лічильника є важливим інструментом наочного, ілюстративного та зрозумілого для споживачів способу продемонструвати кількість спожитої енергії. Проте навіть звичайний доступ до даних лічильника через веб-сайт або мобільний застосунок можуть бути надзвичайно корисними для таких функцій як оповіщення про перевищення спожитої електроенергії та зміну тарифів. Оскільки Україна в рамках роботи Міністерства цифрової трансформації вже має значний досвід у розробці застосунків та веб-порталів, цей досвід можна використати і в сфері розумної енергетики. Штучний інтелект може допомогти із функціонуванням чат-ботів, онлайн-консультантів та помічників, які формують за результатами аналізу споживчої поведінки поради для населення.

3. Забезпечення інклюзивності в роботі розумної енергосистеми. Бар'єри негативно впливають на бажання користуватися розумними технологіями, тому впровадження технологій має відбуватися з максимальним забезпеченням доступності та справедливості. Впровадження соціальної

інклюзії в розумних енергосистемах потрібно з широким забезпеченням безпеки, встановлення довірливих стосунків, прагненням забезпечення стабільності використання технологій, для того аби процес розвитку і використання розумних технологій набував перманентного характеру. Це також стосується.

4. Розгортання національної освітньої програми з метою підвищення обізнаності щодо ефективного енергоменеджменту населення. Одним із ключових висновків, які можна зробити за результатами проведеного дослідження, це те, що будь-яка технологія, не зважаючи на свою інноваційність та технічну складність, існує нерозривно з людиною. Саме споживач – кінцевий бенефіціар переваг розумних лічильників як в Україні, так і закордоном. Через це, надзвичайно важливим є запуск національної освітньої кампанії щодо можливих позитивних змін, що можуть бути викликані використанням технології: в екологічному, економічному та особистому аспекті. Це стосується в першу чергу надання базових інструментів із проведення самооцінки свого використання електроенергії та кліматичного сліду, що кожна особа залишає. Громадяни повинні не лише в зручному форматі отримати доступ про спожиту електроенергію, але й розуміти, які рішення прийняті на їх основі. Тут у допомозі може стати штучний інтелект, який на основі аналізу даних може сформувати індивідуальні рекомендації щодо зменшення споживання тих чи інших приборів.

5. Формування комплексу стандартів із дотримання етики штучного інтелекту на національному рівні. Сфера розумної енергетики є особливою вразливою в контексті збереження конфіденційності. Наприклад, у постачальника може накопичуватися інформація про споживчу активність мешканців, в який період в оселі проживають люди, коли їх там немає і навіть скільки людей користуються приборами. Належне державне регулювання у сфері забезпечення захищеності персональних даних допоможе підвищити довіру населення. Більше того, гучні випадки кібертак, що мали місце в світі та в Україні, показали, наскільки вразливою є інфраструктура. З огляду на це,

варто підвищувати обізнаність про загрозу фішингу, досягати та забезпечувати резервування, посилити обов'язкове звітування уряду у цій сфері, набирати та утримувати кіберпрацівників, щоб відповідати на поточні загрози у сфері кібербезпеки — заохочувати програми обміну між державним і приватним секторами [6].

Висновки до 3 розділу

Таким чином, встановлено, що збройна російська агресія є найбільшим викликом для сучасної української енергетичної системи в контексті управління розумним містом на прикладі розумних енергосистем. Збоїв в роботі енергетичної інфраструктури, викликані атаками, зменшили постачання електроенергії для всіх споживачів, що призвело до зростання вартості енергоносіїв для українців, економічних втрат для країни та регіону в цілому, включаючи скорочення торгівлі та інвестицій. З огляду на це, розвиток розумних енергосистем із застосуванням штучного інтелекту може допомогти відновити пошкоджену інфраструктуру через зменшення навантаження та підвищення надійності, заощадити економічні ресурси, підвищити захищеність національної енергосистеми та критичної інфраструктури відповідно. Окрім цього, застосування штучного інтелекту допоможе місцевій владі приймати кращі рішення із надання комунальних послуг населенню. Прикладом може стати налаштування та відправлення сповіщення користувачам у разі перевищення ліміту споживання електроенергії, функція, що користується популярністю в країнах, чий досвід запровадження штучного інтелекту в сфері розумної енергетики було досліджено. Іншим прикладом є створення чат-ботів консультантів із можливістю аналізувати споживчу поведінку громадян та формувати перелік рекомендацій із підвищення енергоефективності на основі проаналізованих даних.

Розвиток розумних енергосистем в Україні встановлено законодавчо «Концепцією впровадження “розумних мереж” в Україні до 2035 року» [98]. На нашу думку, документ встановлює інституційні засади та правові рамки для подальшого розвитку розумних енергосистем, проте він не є вичерпним

документом. На його основі повинні розроблюватися дорожні карти для окремих органів влади, що може призвести до юридичної неузгодженості та нагромадженості. Окрім того, в Концепції не обговорюються питання механізмів заохочення компаній-постачальників електроенергії та інших стейкхолдерів до переходу на застосунки розумної енергосистеми. Також недостатня увага приділена соціальній інклюзії, захисту даних та попередження кіберзагроз.

Споживачі, які мають швидкий та зручний доступ до даних про спожиту електроенергію, більш охочі до змін своєї поведінки на більш енергоефективну. Це принцип, за яким громадяни стають більш обізнаними не лише в цілях підвищення власних вигод, але також стають і більш екологічно відповідальними. З іншого боку, це ще один спосіб створити комунікацію між державою (місцевою владою) та громадянином, тим самим підвищити довіру та прозорість. Особливо це актуально, оскільки в Україні вже є певний досвід в розборці подібних застосунків – наприклад, ДІА – однак, такі застосунки потребують вдосконалення, зокрема в питаннях конфіденційності даних.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі вирішено актуальне наукове завдання, яке полягає в аналізі теоретичних засад із управління розумним містом на прикладі розумних енергосистем в із застосуванням штучного інтелекту та розробки рекомендацій із прийняття кращих управлінських рішень в Україні. Отримані результати підтверджують досягнення поставленої мети й вирішення основних завдань, а також, дають підстави для формування таких висновків:

1. Розумні міста — це міста, які мають на меті сприяти досягненню цілей сталого розвитку за допомогою сучасних інформаційно комунікаційних технологій, насамперед з використанням технологій інтернету речей, аналітики даних та штучного інтелекту для задоволення існуючих та виникаючих потреб громадян, заохочуючи заходи участі та громадянську участь [6]. Розумні міста використовують технологію інтернету речей, аналітики даних та штучного інтелекту у шести цільових напрямках, таких як розумне управління, розумна економіка, розумна мобільність, розумне середовище, розумні люди, розумне життя [5],[39]. Розвиток розумних енергосистем в Україні можна класифікувати як завдання із управління складовою розумне середовище.

2. Розумна енергосистема це електрична мережа, яка може інтелектуально інтегрувати дії всіх підключених до неї користувачів — генераторів, споживачів і тих, хто робить і те й інше — для ефективного забезпечення сталого, економічного та безпечного постачання електроенергії [6]. Розумні енергосистеми забезпечують покращену комунікацію між міською владою, системою інфраструктури і громадськістю на якісно новому рівні. Серед переваг розумних енергосистем: полегшення підключення та роботи генераторів будь-яких розмірів і технологій, надання споживачам більше інформації, варіантів того, як вони використовують своє підключення і можливості брати участь в оптимізації роботи енергосистеми, значне зменшення впливу на навколишнє середовище всієї системи енергопостачання, підтримка та покращення рівня надійності, якості та безпеки постачання, ефективна підтримка та покращення існуючих послуг із постачання

електроенергії.

3. Штучний інтелект це програмні (і, можливо, також апаратні) системи, розроблені людьми, які, враховуючи складну мету, діють у фізичному або цифровому вимірі, сприймаючи своє оточення за допомогою збору даних, інтерпретації зібраних структурованих або неструктурованих даних, міркування на основі знань або обробки інформації, отриманої з цих даних, і прийняття рішення щодо найкращих дій для досягнення поставленої мети. [40]. Штучний інтелект може допомогти в аналізі та відстеженні того, як підприємства та мешканці використовують енергію для своїх потреб, наприклад, за допомогою розумних лічильників. Це у свою чергу, допоможе прийняти рішення та політики про те, де і як слід використовувати відновлювані джерела енергії. Також аналіз із використання штучного інтелекту може показати міським планувальникам, де та як витрачається енергія та як її можна заощадити.

4. Було проаналізовано досвід Канади, США та Великої Британії у впровадженні розумної енергосистеми із запровадженням штучного інтелекту. У Великій Британії розумна енергосистема запроваджується на національному рівні, в той час як в США та Канаді існує децентралізований підхід, завдяки якому кожна регіональна адміністративна одиниця (провінція/штат) має змогу адаптувати національні вимоги згідно свого бачення. В Великобританії використовується машинне навчання для прогнозування виробництва електроенергії та попиту, керування її розподілом; моделювання складних систем, таких як клімат Землі; застосування машинного зору для аналізу візуальних даних навколишнього середовища. В США запущена програма з підтримки проєктів штучного інтелекту задля покращення ефективності сонячних технологій, зниження витрат на електроенергію, удосконалення управління сонячною енергією та поєднання її з сільським господарством. В Канаді уряд першим в світі прийняв Стратегію з розвитку штучного інтелекту. Найбільшим акцентом канадського уряду є захист персональних даних та конфіденційності

споживачів.

5. Розвиток розумних енергосистем в Україні встановлено законодавчо «Концепцією впровадження “розумних мереж” в Україні до 2035 року» [98]. На нашу думку, документ встановлює інституційні засади та правові рамки для подальшого розвитку розумних енергосистем, проте він не є вичерпним документом. На його основі повинні розроблюватися дорожні карти для окремих органів влади, що може призвести до юридичної неузгодженості та нагромадженості. Окрім того, в Концепції не обговорюються питання механізмів заохочення компаній-постачальників електроенергії та інших стейкхолдерів до переходу на застосування розумної енергосистеми. Також недостатня увага приділена соціальній інклюзії, захисту даних та попередження кіберзагроз. Для компаній в Україні встановлення розумних лічильників несе ряд переваг, зокрема: автоматизація процесу збору показників, можливість припиняти постачання електроенергією дистанційно у разі несплати або ж перевищень лімітів за договором. Серед корисних аспектів для громадян: переваги нічного тарифу на електроенергію, що є меншим за тариф денний, покращення сервісу та надання послуг. Власникам розумних лічильників не потрібно заходити на сайт, шукати чат-бот, телефонувати або їздити до постачальника, щоб передати дані про спожиту енергію.

6. Завдяки інтеграції передових обчислювальних і комунікаційних технологій в формі штучного інтелекту, управління розумним містом на прикладі розумних енергосистем стає більш вразливим в контексті збереження конфіденційності та кібератак на електромережі. Наприклад, у постачальника може накопичуватися інформація про споживчу активність мешканців, в який період в оселі проживають люди, коли їх там немає і навіть скільки людей користуються приборами.. Найбільш вірогідними наслідками кібератак на інтелектуальну мережу є збої в роботі, втрата синхронізації, переривання електропостачання, значні фінансові збитки, збитки для соціального забезпечення, крадіжка даних, та повне відключення

[25].

7. На основі проаналізованого світового досвіду впровадження технології розумних енергосистем і використання штучного інтелекту в управлінні розумним містом на прикладі Канади, Великобританії та США, а також з урахуванням поточного стану впровадження технології в Україні, нами було розроблено наступні рекомендації. Вони стосуються започаткування багатостороннього партнерства із залученням інвестицій, впровадження інтерактивної форми комунікації між постачальниками та споживачами, забезпечення інклюзивності в роботі розумної енергосистеми, розгортання національної освітньої програми з метою підвищення обізнаності щодо ефективного енергоменеджменту населення, формування комплексу стандартів із дотримання етики штучного інтелекту на національному рівні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Generating power. United Nations. URL: <https://www.un.org/en/climatechange/climate-solutions/cities-pollution> (дата звернення: 03.05.2023).
2. Голос Америки. «Вражаючи об'єкти енергетичної інфраструктури в Україні, Росія переслідує декілька цілей» – Зеркаль. *Радіо Свобода*. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/zerkal-pro-te-shcho-treba-shchob-vidnovyty-enerhosystemu-ukrayiny/32174965.html> (дата звернення: 04.06.2023).
3. Energy and smart cities. Energy. URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/research-and-technology/energy-and-smart-cities_en (дата звернення: 08.06.2023).
4. New IDC spending guide forecasts \$124 billion will be spent on smart cities initiatives in 2020. Business Wire. URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20200210005215/en/New-IDC-Spending-Guide-Forecasts-124-Billion> (дата звернення: 01.05.2023).
5. Cities and climate change. UNEP. URL: <https://www.unep.org/explore-topics/resource-efficiency/what-we-do/cities/cities-and-climate-change> (дата звернення: 25.09.2021)
6. Чукут С. А, Шумська Л. О. Запровадження розумних енергосистем як складової розумного міста з використанням великих даних: сучасні виклики та тенденції. Інвестиції: практика та досвід. 2022. № 3. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/3_2022/16.pdf (дата звернення: 01.06.2023).
7. Шумська Л. Нормативно-правове забезпечення відкритих даних в Данії. XI Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми управління: трансформація публічного управління у постковідному світі». Київ, Україна, 2021. URL: <https://doi.org/10.20535/spu2021.249157> (дата звернення: 10.06.2023).
8. Artificial intelligence market size 2030. Statista. URL: <https://www.statista.com/statistics/1365145/artificial-intelligence-market-size/> (дата звернення: 29.05.2023).

9. A brief history of cities and urbanization. Encyclopedia Britannica. URL: <https://www.britannica.com/summary/city> (дата звернення: 29.05.2023).
10. Digital 2020: global digital overview. DataReportal – Global Digital Insights. URL: <https://datareportal.com/reports/digital-2020-global-digital-overview> (дата звернення: 29.05.2023).
11. IoT survey informs how smart cities will evolve – smart cities connect. Smart Cities Connect – Where the Smart Cities Community Meets. URL: <https://smartcitiesconnect.org/iot-survey-informs-how-smart-cities-will-evolve/> (дата звернення: 29.05.2023).
12. Valente F. Smart cities to create business opportunities worth \$2.46 trillion by 2025, says frost & sullivan. Frost & Sullivan. URL: <https://www.frost.com/news/press-releases/smart-cities-to-create-business-opportunities-worth-2-46-trillion-by-2025-says-frost-sullivan/> (дата звернення: 29.05.2023).
13. Nam T., Pardo T. A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research. 2011.
14. Lee J. H., Hancock M. G., Hu M.-C. Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco. Technological forecasting and social change. 2014. Т. 89. С. 80–99. URL: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.08.033> (дата звернення: 30.05.2023).
15. Cohen B. What exactly is A smart city?. fastcompany. URL: <https://www.fastcompany.com/1680538/what-exactly-is-a-smart-city> (дата звернення: 03.05.2023).
16. O’Leary M. Cities of the future: the importance of making the Twin Cities smart. MINNPOST. URL: <https://www.minnpost.com/community-voices/2017/04/cities-future-importance-making-twin-cities-smart/> (дата звернення: 03.05.2023).
17. Internet of things for smart cities / A. Zanella та ін. IEEE internet of things journal. 2014. Т. 1, № 1. С. 22–32. URL: <https://doi.org/10.1109/jiot.2014.2306328>

(дата звернення: 30.05.2023).

18. Peng G. C. A., Nunes M. B., Zheng L. Impacts of low citizen awareness and usage in smart city services: the case of London's smart parking system. *Information systems and e-business management*. 2016. Т. 15, № 4. С. 845–876. URL: <https://doi.org/10.1007/s10257-016-0333-8> (дата звернення: 30.05.2023).
19. Meijer A., Bolívar M. P. R. Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance. *International review of administrative sciences*. 2015. Т. 82, № 2. С. 392–408. URL: <https://doi.org/10.1177/0020852314564308> (дата звернення: 30.05.2023).
20. United States Department of Energy. Smart grid system report. Washington, DC 20585, 2018.
21. Simic M., Vučetić M., Stankovic M. S. Big Data and Development of Smart City. Conference: Sinteza 2019. 2019. С. 581–588.
22. Ensafisoroor, H.; Khamooshi, M.; Egelioglu, F.; Parham, K. An experimental comparative study on different configurations of basin solar still. *Desalin. Water Treat.* 2016, 57, 1901–1916
23. Allen, M.; Preis, A.; Iqbal, M.; Whittle, A.J. Case study: A smart water grid in Singapore. *Water Pract. Technol.* 2012, 7
24. Goldstein P. Smart grid technology and solutions for smart cities. *StateTech*. URL: <https://statetechmagazine.com/article/2020/09/smart-grid-technology-and-solutions-smart-cities-perfcon> (дата звернення: 06.12.2021).
25. Omitaomu O. A., Niu H. Artificial Intelligence Techniques in Smart Grid: A Survey. *Smart Cities*. 2021. Т. 4, № 2. С. 548–568. URL: <https://doi.org/10.3390/smartcities4020029> (дата звернення: 04.06.2023).
26. Smart grid technology and solutions for smart cities. *Technology Solutions That Drive Government*. URL: <https://statetechmagazine.com/article/2020/09/smart-grid-technology-and-solutions-smart-cities-perfcon> (дата звернення: 03.05.2023).
27. A widespread review of smart grids towards smart cities / M. Farmanbar та ін. *Energies*. 2019. Т. 12, № 23. С. 4484. URL: <https://doi.org/10.3390/en12234484> (дата звернення: 29.05.2023).

28. Kang T. South Korea's experience with smart infrastructure services: smart grids. Inter-American Development Bank, 2020. 36 с. URL: <https://publications.iadb.org/publications/english/viewer/South-Koreas-Experience-with-Smart-Infrastructure-Services-Smart-Grids.pdf> (дата звернення: 01.06.2023).
29. European Technology Platform. "Smart grids" – strategic deployment document for Europe's electricity networks of the future. 2008.
30. Smart grid and energy storage: policy recommendations / К. К. Заме та ін. *Renewable and sustainable energy reviews*. 2018. Т. 82. С. 1646–1654. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.07.011> (дата звернення: 30.05.2023).
31. Artificial intelligence (AI) software market size, report 2032. *Precedence Research - Market Research Reports & Consulting Firm*. URL: <https://www.precedenceresearch.com/artificial-intelligence-software-market> (дата звернення: 01.06.2023).
32. Artificial intelligence (AI) coined at dartmouth. *Dartmouth*. URL: <https://home.dartmouth.edu/about/artificial-intelligence-ai-coined-dartmouth> (дата звернення: 01.06.2023).
33. Turing A. M. Computing machinery and intelligence. Harmondsworth : Penguin, 1981.
34. Shannon C. E. XXII. Programming a computer for playing chess. *The london, edinburgh, and dublin philosophical magazine and journal of science*. 1950. Т. 41, № 314. С. 256–275. URL: <https://doi.org/10.1080/14786445008521796> (дата звернення: 02.06.2023).
35. McCarthy J. What is artificial intelligence?. 2007.
36. Charniak E. Introduction to artificial intelligence. Reading, Mass : Addison-Wesley, 1985. 701 с.
37. Winston P. H. Artificial intelligence. 3-тє вид. Reading, Mass : Addison-Wesley, 1992. 735 с.
38. Kurzweil R. The age of intelligent machines. Cambridge, Mass. 565 с.
39. European Parliament's Committee on Industry, Research and Energy. Mapping Smart Cities in the EU. European Union : European Parliament, 2014. 196 с.

40. High-level expert group on artificial intelligence. *Shaping Europe's digital future*. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/expert-group-ai> (дата звернення: 01.06.2023).
41. Understanding the four types of AI, from reactive robots to self-aware beings. *The Conversation*. URL: <https://theconversation.com/understanding-the-four-types-of-ai-from-reactive-robots-to-self-aware-beings-67616> (дата звернення: 01.06.2023).
42. What are smart cities? *Artificial Intelligence+*. URL: <https://www.aiplusinfo.com/blog/what-are-smart-cities/> (дата звернення: 01.06.2023).
43. 10 ways AI can be used in smart cities. *Home of AI and Artificial Intelligence News*. URL: <https://aimagazine.com/top10/10-ways-ai-can-be-used-smart-cities> (дата звернення: 01.06.2023).
44. HM Government. Net zero strategy: build back greener. 2021. 367 с. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1033990/net-zero-strategy-beis.pdf (дата звернення: 01.06.2023).
45. HM Government. Smart grid vision and routemap. 2014. 58 с. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/285417/Smart_Grid_Vision_and_RoutemapFINAL.pdf (дата звернення: 01.06.2023).
46. Deaths in England. *England summary. Coronavirus (Covid-19) in the UK*. URL: <https://coronavirus.data.gov.uk/details/deaths?areaType=nation&areaName=England> (дата звернення: 03.05.2023).
47. Three years on, brexit casts a long shadow over the UK economy. *Tony Blair Institute for Global Change*. URL: <https://www.institute.global/insights/geopolitics-and-security/three-years-brexit-casts-long-shadow-over-uk-economy> (дата звернення: 03.06.2023).
48. Department for Energy Security and Net Zero. Smart meters: a guide for households. *GOV.UK*. URL: <https://www.gov.uk/guidance/smart-meters-how-they->

work (дата звернення: 03.06.2023).

49. Using your smart meter's in-home display. *Citizens Advice*. URL: <https://www.citizensadvice.org.uk/consumer/energy/energy-supply/your-energy-meter/using-the-energy-monitor-for-your-smart-meter/> (дата звернення: 03.06.2023).

50. Smart meter transition and the data communications company. *Ofgem*. URL: <https://www.ofgem.gov.uk/energy-policy-and-regulation/policy-and-regulatory-programmes/smart-meter-transition-and-data-communications-company-dcc> (дата звернення: 03.06.2023).

51. Department for Energy Security, Net Zero and Department for Business, Energy & Industrial Strategy. Smart meter statistics in Great Britain: quarterly report to end december 2022smart meter statistics in great britain: quarterly report to end december 2022. London : Crown copyright, 2023. 16 с. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1143890/Q4_2022_Smart_Meters_Statistics_Report.pdf (дата звернення: 05.05.2023).

52. Smart meters act 2018 : Закон від 23.05.2018 р. URL: <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2018/14/enacted> (дата звернення: 01.05.2023).

53. Energy act 2008 : Закон від 26.11.2008 р. URL: <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/1989/29/introduction> (дата звернення: 01.05.2023).

54. Electricity act 1989 : Закон від 27.07.1989 р. URL: <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/1989/29/introduction> (дата звернення: 01.05.2023).

55. Gas act 1986 : Закон від 25.07.1986 р. URL: <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/1986/44/introduction> (дата звернення: 01.05.2023).

56. Department for Business, Energy & Industrial Strategy, George Freeman MP. Government launches £1.5 million AI programme for reducing carbon emissions.

- GOV.UK. URL: <https://www.gov.uk/government/news/government-launches-15-million-ai-programme-for-reducing-carbon-emissions> (дата звернення: 03.06.2023).
57. The United Kingdom Government. National AI strategy. Crown copyright, 2021. 64 с. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1020402/National_AI_Strategy_-_PDF_version.pdf (дата звернення: 01.06.2023).
58. Frequently asked questions. How many smart meters are installed in the United States, and who has them?. *U.S. Energy Information Administration (EIA)*. URL: <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=108&t=1> (дата звернення: 03.06.2023).
59. Smart grid: the smart grid | smartgrid.gov. *Home | SmartGrid.gov*. URL: https://www.smartgrid.gov/the_smart_grid/smart_grid.html (дата звернення: 04.06.2023).
60. US smart meters explained: what is a smart meter and should you opt out?. *The Ambient*. URL: <https://www.the-ambient.com/guides/us-smart-meters-explained-799> (дата звернення: 04.06.2023).
61. United States Department of Energy Office of Electric Transmission and Distribution. “Grid 2030” – A national vision for electricity’s second 100 years. 2003. 44 с. URL: <https://www.energy.gov/oe/articles/grid-2030-national-vision-electricitys-second-100-years> (дата звернення: 04.06.2023).
62. National Energy Technology Laboratory for the U.S. Department of Energy, Office of Electricity Delivery and Energy Reliability. A vision for the modern grid. 2007. 10 с. URL: https://netl.doe.gov/sites/default/files/Smartgrid/Whitepaper_The-Modern-Grid-Vision_APPROVED_2009_06_18.pdf (дата звернення: 01.06.2023).
63. Energy independence and security act of 2007 : Закон від 19.12.2007 р. URL: <https://www.congress.gov/bill/110th-congress/house-bill/6>.
64. Federal smart grid task force. *Energy.gov*. URL: <https://www.energy.gov/oe/federal-smart-grid-task-force> (date of access: 04.06.2023).

65. United States Department of Energy. Smart grid system report. Washington, DC, 2022. 154 с. URL: https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-05/2020%20Smart%20Grid%20System%20Report_0.pdf (дата звернення: 01.06.2023).
66. SmartMeter™ Network. *PG&E, Pacific Gas and Electric - Gas and power company for California*. URL: https://www.pge.com/en_US/residential/save-energy-money/analyze-your-usage/your-usage/view-and-share-your-data-with-smartmeter/smartmeter-network.page (дата звернення: 04.06.2023).
67. SmartMeter FAQ. *PG&E, Pacific Gas and Electric - Gas and power company for California*. URL: https://www.pge.com/en_US/residential/save-energy-money/analyze-your-usage/your-usage/view-and-share-your-data-with-smartmeter/smartmeter-faq.page (дата звернення: 04.06.2023).
68. Solar energy technologies office fiscal year 2020 funding program (SETO 2020). *Energy.gov*. URL: <https://www.energy.gov/eere/solar/solar-energy-technologies-office-fiscal-year-2020-funding-program-seto-2020> (дата звернення: 04.06.2023).
69. Solar Energy Technologies Office. SETO 2020 – Artificial intelligence applications in solar energy. *Energy.gov*. URL: <https://www.energy.gov/eere/solar/seto-2020-artificial-intelligence-applications-solar-energy> (дата звернення: 04.06.2023).
70. Machine learning helps IBM boost accuracy of U.S. Department of energy solar forecasts by up to 30 percent. *PR Newswire: press release distribution, targeting, monitoring and marketing*. URL: <https://www.prnewswire.com/news-releases/machine-learning-helps-ibm-boost-accuracy-of-us-department-of-energy-solar-forecasts-by-up-to-30-percent-300114222.html> (дата звернення: 04.06.2023).
71. Cho R. Artificial intelligence– a game changer for climate change and the environment. *State of the Planet*. URL: <https://news.climate.columbia.edu/2018/06/05/artificial-intelligence-climate-environment/> (дата звернення: 04.06.2023).
72. Schmelzer R. How NOAA is applying AI beyond forecasting: interview with

- Eric Kihn. *Forbes*. URL: <https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2022/01/09/how-noaa-is-applying-ai-beyond-forecasting-interview-with-eric-kihn/?sh=4d85da3451ca> (дата звернення: 04.06.2023).
73. Government of Canada. Green infrastructure programs. *Natural Resources Canada*. URL: <https://natural-resources.canada.ca/climate-change/green-infrastructure-programs/19780> (дата звернення: 02.06.2023).
74. Government of Canada. Infrastructure Canada - Investing in Canada Infrastructure Program. *Infrastructure Canada*. URL: <https://www.infrastructure.gc.ca/plan/icp-pic-INFC-eng.html> (дата звернення: 04.06.2023).
75. Natural Resources Canada. Smart grid. Program overview. 2021. 19 с. URL: https://natural-resources.canada.ca/sites/nrcan/files/environment/Smart%20Grid_E_2021_accessible.pdf (дата звернення: 02.06.2023).
76. Government of Canada. Pan-canadian framework on clean growth and climate change. URL: <https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/climatechange/pan-canadian-framework/climate-change-plan.html> (дата звернення: 04.06.2023).
77. Smart grid in Canada 2020-21 / S.-R. McLean та ін. Natural Resources Canada, 2022. 48 с. URL: <https://natural-resources.canada.ca/sites/nrcan/files/canmetenergy/pdf/Smart-Grid-in-Canada-2020-2021.pdf> (дата звернення: 01.06.2023).
78. Smart metering initiative. The IT Law Wiki. URL: https://itlaw.fandom.com/wiki/Smart_Metering_Initiative (дата звернення: 12.04.2023).
79. Annual Report of the Office of the Auditor General of Ontario. Queen's Printer for Ontario, 2014. 596 p.
80. Electricity pricing and costs. *Hydro One*. URL: <https://www.hydroone.com/rates-and-billing/rates-and-charges/electricity-pricing->

and-costs (дата звернення: 04.06.2023).

81. Smart metering entity. *ieso.ca*. URL: <https://www.ieso.ca/en/Sector-Participants/Smart-Metering-Entity/Data-Sharing> (дата звернення: 01.06.2023).

82. What are smart meters?. *Hydro One*. URL: <https://www.hydroone.com/rates-and-billing/meters/smart-meters> (дата звернення: 04.06.2023).

83. State of open smart communities in Canada / С. Pembleton та ін. *Open North*. URL: <https://opennorth.ca/reports/state-of-open-smart-communities-in-canada> (дата звернення: 04.06.2023).

84. Pan-Canadian artificial intelligence strategy. *ised-isde.canada.ca*. URL: <https://ised-isde.canada.ca/site/ai-strategy/en> (дата звернення: 04.06.2023).

85. Bliss L. How smart should a city be? Toronto is finding out. *bloomberg.com*. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-09-07/what-s-behind-the-backlash-over-sidewalk-labs-smart-city> (дата звернення: 04.06.2023).

86. Responsible use of artificial intelligence. *Canada.ca*. URL: <https://www.canada.ca/en/government/system/digital-government/digital-government-innovations/responsible-use-ai.html> (дата звернення: 04.06.2023).

87. BILL C-27. An Act to enact the Consumer Privacy Protection Act, the Personal Information and Data Protection Tribunal Act and the Artificial Intelligence and Data Act and to make consequential and related amendments to other Acts : Закон від 16.06.2022 р. URL: <https://www.parl.ca/DocumentViewer/en/44-1/bill/C-27/first-reading> (дата звернення: 01.06.2023).

88. The artificial intelligence and data act (AIDA) – companion document. *ised-isde.canada.ca*. URL: <https://ised-isde.canada.ca/site/innovation-better-canada/en/artificial-intelligence-and-data-act-aida-companion-document> (date of access: 04.06.2023).

89. ЕкоРайон. Хроніки окупації Запорізької атомної електростанції. URL: <https://eco.rayon.in.ua/news/537867-khroniki-okupatsii-zaporizkoi-atomnoi-elektrostantsii> (дата звернення: 01.06.2023).

90. YASNO. YASNO про енергетику: як працює енергосистема України, 2023. *YouTube*. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=gpyygeFUKyE> (дата

звернення: 04.06.2023).

91. Юзвяк Р. Україна – кандидат на членство у ЄС. Пояснюємо, що це означає. *Радіо Свобода*. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/yes-ukrayina-status-kandydat-na-vstup/31912331.html> (дата звернення: 04.06.2023).

92. Володимир Зеленський. Україна стала членом «енергетичного Євросоюзу». Завершилось об'єднання української та європейської енергосистем. Тепер наша електроенергія тече в ЄУ, а європейська – в. *Twitter*. URL: <https://twitter.com/ZelenskyyUa/status/1504091132640251904> (дата звернення: 04.06.2023).

93. Mission statement. *entsoe.eu*. URL: <https://www.entsoe.eu/about/inside-entsoe/objectives/> (date of access: 04.06.2023).

94. Економічна правда. Україна стала частиною енергетичної системи Євросоюзу. *Економічна правда*. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2022/03/16/684140/> (дата звернення: 04.06.2023).

95. Обмін лампочок. *svitlo.diia.gov.ua*. URL: <https://svitlo.diia.gov.ua/> (дата звернення: 04.06.2023).

96. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність” : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 18.08.2017 р. № 605-р : станом на 21 квіт. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-p#Text> (дата звернення: 04.06.2023).

97. Про енергетичну ефективність : Закон України від 21.10.2021 р. № 1818-IX : станом на 1 січ. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text> (дата звернення: 04.06.2023).

98. Про схвалення Концепції впровадження “розумних мереж” в Україні до 2035 року : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 14.10.2022 р. № 908-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/908-2022-p#Text> (дата звернення: 04.06.2023).

99. Основні завдання та функції. Національна комісія, що здійснює державне

регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. URL: <https://www.nerc.gov.ua/pro-nkrekp/osnovni-zavdannya-ta-funkciyi> (дата звернення: 10.04.2023).

100. Заходи з енергозбереження у сфері електропостачання. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. URL: <https://www.nerc.gov.ua/sferi-diyalnosti/elektroenergiya/naselennya/zahodi-z-energozberezhennya-u-sferi-elektropostachannya> (дата звернення: 12.04.2023).

101. Оператор ринку. *oree.com.ua*. URL: <https://www.oree.com.ua/index.php/vocabulary> (дата звернення: 04.06.2023).

102. Енергетика. BRDO. URL: <https://brdo.com.ua/sectors/energetyka/> (дата звернення: 10.04.2023).

103. Розумні мережі (smart grid). Укренерго. URL: <https://ua.energy/majbutnye-ukrenergo/smart-grid/> (дата звернення: 12.04.2023).

104. Громадська спілка «Розумні електромережі України» (ГС «РЕУ»). URL: <https://smartgrids.com.ua/about/> (дата звернення: 12.05.2023).

105. Ткачук В. Коли Україна запровадить розумний облік споживання енергії. *Українська Енергетика*. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/koly-ukraina-zaprovadyt-rozumnyi-oblik-spozhyvannia-enerhii> (дата звернення: 04.06.2023).

106. ЕК Мережі у 2021р збільшать кількість «розумних» лічильників на 15% - до 820 тис. ExPro. URL: <https://expro.com.ua/novini/dtek-merej-u-2021r-zblshat-klkst-rozumnih-lchilnikov-na-15-do-820-tis> (дата звернення: 12.05.2023).

107. Знайомтеся: «розумний лічильник». Що він уміє. Прикарпаттяобленерго. URL: <https://oe.if.ua/uk/articles/603e326adb9c425afe0312c4> (дата звернення: 04.10.2023).

108. Коли лічильники менше рахують за світло?. Українська енергетика. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/koly-prylady-pratsiuiut-a-lichylnyky-menshe-rakhuiut> (дата звернення: 04.05.2023).

109. Знайомтеся: «розумний лічильник». Що він уміє. Прикарпаттяобленерго. URL: <https://oe.if.ua/uk/articles/603e326adb9c425afe0312c4> (дата звернення: 04.10.2023).

13.12.2021).

110. Штучний інтелект в енергетиці : аналіт. доповідь / Суходоля О. М. – К. : НІСД, 2022. – 49 с. – <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2022.09>

111. Штучний інтелект для ДТЕК Енерго. *dtek.com*. URL: <https://dtek.com/media-center/news/iskusstvennyy-intellekt-dlya-dtek-energo/> (дата звернення: 04.06.2023).

112. Ложкін Б. *Facebook*. URL: <https://www.facebook.com/boris.lozhkin.7/posts/pfbid02apRXhrN4Sxi2EP949uL5PBXEbxSnWTr4kG6LuhK6SN9v8yHXAM8ZNN2L79GE3vafl> (дата звернення: 02.06.2023).

113. Ukrinform. МХП: штучний інтелект покращує роботу енергетиків. *Укрінформ*. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3074929-mhp-stucnij-intelekt-pokrasue-robotu-energetikiv.html> (дата звернення: 04.06.2023).

114. Про схвалення Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 02.12.2020 р. № 1556-р : станом на 29 груд. 2021 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-p#Text> (дата звернення: 04.06.2023).

115. Чорна лампа. "Скоро прийдуть тисячі навчених за кордоном воїнів ЗСУ і ми побачимо ефект"- Вадим Черниш, 2022. *YouTube*. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=j9FXP5PP3LE> (дата звернення: 04.06.2023).

116. Про критичну інфраструктуру : Закон України від 16.11.2021 р. № 1882-IX : станом на 5 груд. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20#Text> (дата звернення: 04.06.2023).

117. Про схвалення Стратегії енергетичної безпеки : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 04.08.2021 р. № 907-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/907-2021-p#Text> (дата звернення: 04.06.2023).

118. New York City Blackout of 2003. URL: <https://www.nytimes.com/topic/subject/new-york-city-blackout-of-2003> (дата звернення 01.05.2022)

119. Final report on the August 14, 2003 blackout in the United States and Canada: causes and recommendations. U.S. Canada Power System Outage Task Force. 2018. URL: <https://www.energy.gov/sites/default/files/oeprod/DocumentsandMedia/BlackoutFinalWeb.pdf> (дата звернення 01.05.2023).
120. Dodge M., Kitchin R. The challenges of cyber security for smart cities. Creating Smart Cities. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.4324/978135118240916>.
121. Inside the cunning, unprecedented hack of Ukraine's power grid. URL: <https://www.wired.com/2016/03/inside-cunning-unprecedented-hack-ukraines-power-grid/> (дата звернення 29.12.21).

ДОДАТКИ

Додаток А

Довідка про впровадження від Хмельницької АЕС ДП «НАЕК
«Енергоатом».

ДП НАЦІОНАЛЬНА АТОМНА ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧА КОМПАНІЯ		Відокремлений підрозділ «ХМЕЛЬНИЦЬКА АЕС»	
			
ЧИСТА ЕНЕРГІЯ МАЙБУТНЬОГО		National Nuclear Energy Generating Company «Energoatom» SE «Khmelnitsky NPP»	
вул. Енергетиків, 20, м. Нетішин, Хмельницька обл., Україна 30100 ЄДРПОУ 21313677		20 Enerhetykiv Str., Netishyn, Khmelnitsky Reg., Ukraine, 30100	
Телефон: +38 (03842) 90262. Факс: +38 (03842) 90260		Office: +38 (03842) 90262. Fax: +38 (03842) 90260	
Комутатор: +38 (03842) 40400 E-mail: office@khnpp.atom.gov.ua		Switchboard: +38 (03842) 40400	
<u>02.02.2022</u> № <u>60-13/97</u>			
На № _____			

ДОВІДКА ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ

Результати наукового дослідження студентки III курсу факультету соціології та права спеціальності «Публічне управління та адміністрування» денної форми навчання Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Шумської Лідії Олександрівни за темою «Запровадження розумних енергосистем як складової розумного міста: сучасні тенденції та загрози» становлять інтерес і можуть бути використані в адаптованому вигляді у діяльності підрозділів ВП «Хмельницька АЕС» ДП «НАЕК «Енергоатом».

Проблеми, які досліджені в роботі, є актуальними для ВП «Хмельницька АЕС». Зокрема, в 2021 році з метою удосконалення та розвитку інтегрованої системи управління (безпеки, якості, екології, охорони здоров'я та безпеки праці) на доповнення до встановлених стратегічних цілей та планів було визначено «Цілі ДП «НАЕК «Енергоатом» з удосконалення та розвитку інтегрованої системи управління в інтересах забезпечення безпеки на 2021 рік». До кінця 2021 року планувалося забезпечити відповідність вимогам міжнародних стандартів та кращій світовій практиці.

Особливу актуальність мають пропозиції щодо забезпечення кібербезпеки як складової критичної інфраструктури України в умовах зростаючих кібернетичних загроз.

Генеральний директор



Андрій КОЗІОРА

№ 211501

Додаток Б

Довідка про впровадження від Солом'янської РДА в місті Києві



УКРАЇНА

**СОЛОМ'ЯНСЬКА РАЙОННА В МІСТІ КИЄВІ
ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ**

просп. Повітрофлотський, 41, м. Київ, 03020, тел. (044) 226 20 88,
E-mail: zagal@solor.gov.ua, Код ЄДРПОУ 37378937

04.02.2022 № 108-1602

на № _____ від _____

ДОВІДКА ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ

Результати наукового дослідження студентки 3 курсу факультету соціології та права спеціальності «Публічне управління та адміністрування» денної форми навчання Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Шумської Лідії Олександрівни з тематики запровадження розумних енергосистем з використанням великих даних становлять інтерес і можуть бути використані в адаптованому вигляді у діяльності Солом'янської райдержадміністрації.

У Солом'янській районній державній адміністрації постійно приділяється увага поліпшенню якості надання комунальних послуг та їх доступності для громадян. На тлі зростання вартості енергоресурсів набуває особливої актуальності запровадження розумних енергосистем із врахуванням зарубіжного досвіду, зокрема в частині, що стосується встановлення та підключення розумних лічильників, а також залучення громадян до цього процесу з метою формування у них відповідального споживання електроенергії та інших ресурсів.

Адаптація до використання у діяльності Солом'янської районної державної адміністрації досвіду Канади, Данії та Південної Кореї із запровадження розумних енергосистем, зокрема розумного вимірювання за допомогою розумних лічильників дозволить удосконалити використання розумних енергосистем в місті Києві та зробити комунальні послуги якісними та доступними.

167938

Перший заступник голови



Олександр СМІК

Додаток В

Диплом І ступеня з Міжнародного конкурсу студентських наукових робіт
«Управлінські, соціальні та поведінкові науки у реалізації засад сталого
розвитку» у 2022/2023 н.р



Додаток Г

Чукот С. А., Шумська Л. О. «Запровадження розумних енергосистем як складової розумного міста з використанням великих даних: сучасні виклики та тенденції».

ДЕРЖАВНЕ УПРАВЛІННЯ

UDK 35.075:004

2. **З. А. Чусовий**, професор, професор кафедри теорії та практики управління, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", м. Київ
ORCID ID: 0000-0001-9829-0218
E-mail: chusoviy@ukr.net

3. **А. О. Шумський**, асистент кафедри теорії та практики управління, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", м. Київ
ORCID ID: 0000-0002-4256-8054

DOI: 10.32702/2306-6814.2022.3.81

ЗАПРОВАДЖЕННЯ РОЗУМНИХ ЕНЕРГОСИСТЕМ ЯК СКЛАДОВОЇ РОЗУМНОГО МІСТА З ВИКОРИСТАННЯМ ВЕЛИКИХ ДАНИХ: СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ТЕНДЕНЦІЇ

I. Shamshuk
Student of the Department of Sociology and Law, National Technical University
of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

[illegible]

The article analyzes the conceptual foundations of a smart city, big data, smart grids and their relationships. The essence of a smart grid as a component of a smart city is revealed. The theoretical foundations of a smart city, which is considered to be a city that aims to promote sustainable development through modern information technologies, are investigated. The main approaches to the use of a smart grid in a smart city are highlighted. Smart grid systems have been identified as coordinated cyber systems that use information and communication technologies to enable the efficient and reliable operation of the power system.

8.8

Інвестиції: проєктно та дослід № 3/202

ДЕРЖАВНЕ УПРАВЛІННЯ

[illegible]

- швидкість (Velocity) — це характеристика об'єкту, струму швидкості, а якщо дані збираються в сайті, тоді, ці характеристики мають виходити за об'єкт, тоді дані мають об'єктову кількість критичної інформації в момент часу, коли дані значно актуальніші, ніж велика кількість інформації, яку ти не можеш використати;
- достовірність (Veracity) — цей компонент відно відно: за нього дані, якщо надійшли поставили дані, чи розпочати збір даних;
- різноманітність (Variety) — місце, куди отримати дані з багатьох пристроїв, клієнтів чи з різноманітних форм даних — структуровані чи неструктуровані;
- змінність (Variability) — якщо дані будуть не відповідати, ці ускладнює процесів аналізу та обробки.

Федеральні комісії з регулювання енергетики США розглядають розумну енергетичність — як опанування сучасними електронними, ані ж використання інформаційної та комунікаційної технологій для автоматизованого збору доступних даних, таких як інформація про поведінку постачальників і споживачів, і дії з ними, щоб додати системно нові показники [14]. Такі підходи до управління енергосистемами не лише відтворюють передумови у системі та експлуатації приладів, що автоматизовано збирають внутрішні дані спожитої енергії у домогосподарств та підприємств, тем самим до звичайної підвищення надійності, якості та адекватності пропусків комунікацій між ними.

зокрем (грознаднимом) та комбінацію постачальником. На нашу думку, до наведеного виду визначення розумієть непереклад додати не лише збір нових позначень, а наслідком – використання отриманих показників (дані) для прийняття ефективних управлінських рішень щодо належної експлуатації та керування електромобілями.

Технологізацію мереж нашої країни можна розглядати як процес, який передбачає застосування нових технологій для розвинутих мереж, які впроваджені в сучасні інформаційні системи. Це означає, що впровадження нових технологій в інформаційні системи, які використовуються в мережах, є важливим етапом впровадження нових технологій в мережі. Це означає, що впровадження нових технологій в мережі є важливим етапом впровадження нових технологій в мережі.

[illegible]

ДЕРЖАВНЕ УПРАВЛІННЯ

technologies to automate collection of available data, such as information on and actions of suppliers and consumers, and to add *metriums* to the system. The experience of developing management strategies using big data and smart grids is being shared by the Israeli Electric Company (Dekel), the Israeli Electric Company (Dekel), the Danish EnerGrid 2.0, a flexible electricity consumption project for private households, and the South Korean Smart Grid Test Project. Again, we studied the state of development of the system of smart metering of electricity in Israel. The system of smart metering is being developed by the Israel Electric Company (Dekel) in cooperation with government institutions, but by private ones – by electricity supply companies. It is noted that in Israel there is no single legal approach to the definition of such concepts as “smart grids” or “smart meters”. Also at the regulatory level there is no approval of a way or plan for the transition to smart electricity metering systems. Risks associated with the implementation of smart metering systems are being studied by the Israel Electric Company (Dekel) in cooperation with government institutions. The system of smart metering is paid for those related to the protection of consumer privacy and security due to increased cyberattacks. It is proposed to use the US experience to prevent cyber threats to smart power systems. As practical recommendations for the development of smart metering systems in Israel, it is proposed that smart metering be developed, as a way to avoid cyber threats in Ukraine have been proposed.

Key words: smart cities, big data, smart grid, city management, protection of privacy, cyber threats.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

[illegible][illegible]

• **METODO STATISTICO**

Метою статті є дослідити сучасні виклики та тенденції запровадження розумних енергосистем як складової розумного міста з використанням великих даних.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Дослідження концепції розуміння нестатейна
Корієлю М. [5], Коєн Б. [7], О'Рі М., Цадік Дж.
Карпелло А. [10] та інші; великі дії вивчення Кан-
Сіань М. [14], Ротаро М. [14], Станіслав М.С. [14],
Дж. Б. [11], Ротаро О.Е., Хан З., Андрюх А., Кіт-
додж М. та інші; розуміння енергосистем в управ-
ляючому нестатейна досліджує Кан Т. [24], Ен-
сдорф Г., Жейковіч М., Елєнішвілі П., Парієн, К. [4], А.
М. [16], Прайс А. [16], Мілья М. [16], Уїтте, Е. Дж.
Гольдштейн П., Фішерман Б. [4], Арієло О. [10].
[4] та інші вчені. Переважно в цих дослідженнях ак-
тується увага на перевагах розвитку розуміння не-

ВІКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Перша жінка перетворила це величезне поняття "розуми мислі" порівняно зварувати, що в науковому світі поняття даронок варіювалося в розумінні цього терміну. Це було логічно те, що являв "розуми мислі" відносною, тому трактується по-різному в залежності від особливостей міста. Таких чотирьох міст, що називають себе розуми мислі нестями, кожен з них відображає один з чотирьох в залежності від їхнього дивергентного складу, політичного та економічного ситуації, історії та культури.

На нашу думку, розуми мислі, — це міста, які мають на меті сприяти досягненню цієї сталої розвитку за допомогою суцільного інформаційно-комунікаційної технологій, наслідують за використання технологій інформ

89

[illegible]

Знаючи ці дані до розвитку розумних енергосистем можна простежити в Данії, в якій понад 50% енергії електричної енергії надходить з відновлюваних джерел та має один із найвищих показників у світі [26]. Тоді був реалізований проєкт розумної енергосистеми з метою розподілу енергії з цієї видів відновлюваних джерел. Однією з причин автоматизації проєкту SmartGrid 2.0 був період від виснаженого палива до зношеної енергетичної системи, що зробило електричну систему Данії залуженою від гвинтів вітрів – завантажувати різні види енергетичних систем, коли вони потрібні. SmartGrid 2.0 – це проєкт розумної електричної енергосистеми, що проєкт розумної електричної енергосистеми для приватних домогосподарств, був реалізований в Данії протягом 3,5 років (закінчилися у червні 2019 року), в якому 800 родин на острові Бронхольм були оснащені розумними електричними автоматизованими пристроями [21].

Гибкость — это основной компонент проекта. Это означает, что клиент может приступить к подделке, но не имеет цели, а затем, в зависимости от поведения, может задаться вопросом о системе электронного. Например, тем же часом, который увеличивается через первичную оценку в электронном, электронном, или аддитивной своей цели, может быть, что балансировка системы риска в электронном, или сложной системы, или клиент, или клиента, корректировать свою систему, например, например, или излучается [22]. Работать с целью того, чтобы баланс в уд, или энергии, требуется больше, или более

© 2006 The Authors
Journal compilation © 2006 Blackwell Publishing Ltd

[illegible]

Тяжкий підхід, забезпечення чіткості процесу і дозволити механізмів, уникнути експерименту, виконати своє бачення в перебіг процесу та бути активно залученим до його реалізації. Також він корисний тим, що кожен механізм має свої особисті графік та потреби, а тому, виконав свої побажання (потреби), дозволяє як зробити процес більш точним та результативним.

Певним чином, ціт цього процесу схожі з проектом. Отже — зробіть користування електропрототипами більш гнучким та адаптованим, залучте громадян до процесу, покажіть їм, як впровадити енергосистема в місті та як це вплине на них, зокрема на цінах (згоріли при експлуатації наслідки, виклики СО₂). Склад відвідувати, що відходить це як першому, так і другому процесу.

Укладений Крим розвитком технологій розвитку енергостанції займається вже тринадцять час. Ще у 2003 році уряд Криму зняв з Електростанції Ріпін (Т. Таш) (Робочу групу у інформаційній системі управління енергостанції) з метою розробки стратегії та політики у галузі енергетики та Т. Основною метою Робочої групи була розробка детального плану розвитку національної електроніки шляхом застосування інформаційних технологій у енергетичній системі. Робоча група [24] розуміла енергетику розглядала без ширшої енергетичної системи насьогоднішнього покоління, яка інтегрує інформаційні технології в систему енергетики. Робоча група розробила стратегію розвитку енергетичної системи об'єкта інформаційної системи об'єкта інформації про електроенергію з низькою потужністю та споживанням у режимі реального часу [25]. Детальніше проєктом розвитку енергетичної системи в Південній Криму є будівництво у 2011 році двох електростанцій: однієї на півострові Крим та однієї на острові Чану, найбільшому острові країни [26]. Це була виробничою проєктом, реалізацією якого займався

8

Baptista, J. / *Journal of Interpersonal Violence* 25(10) 2010

91

Додаток Г

Порівняння традиційного та розумного лічильників у Великобританії



Додаток Д

Дисплей для відображення даних розумного лічильника у Великобританії



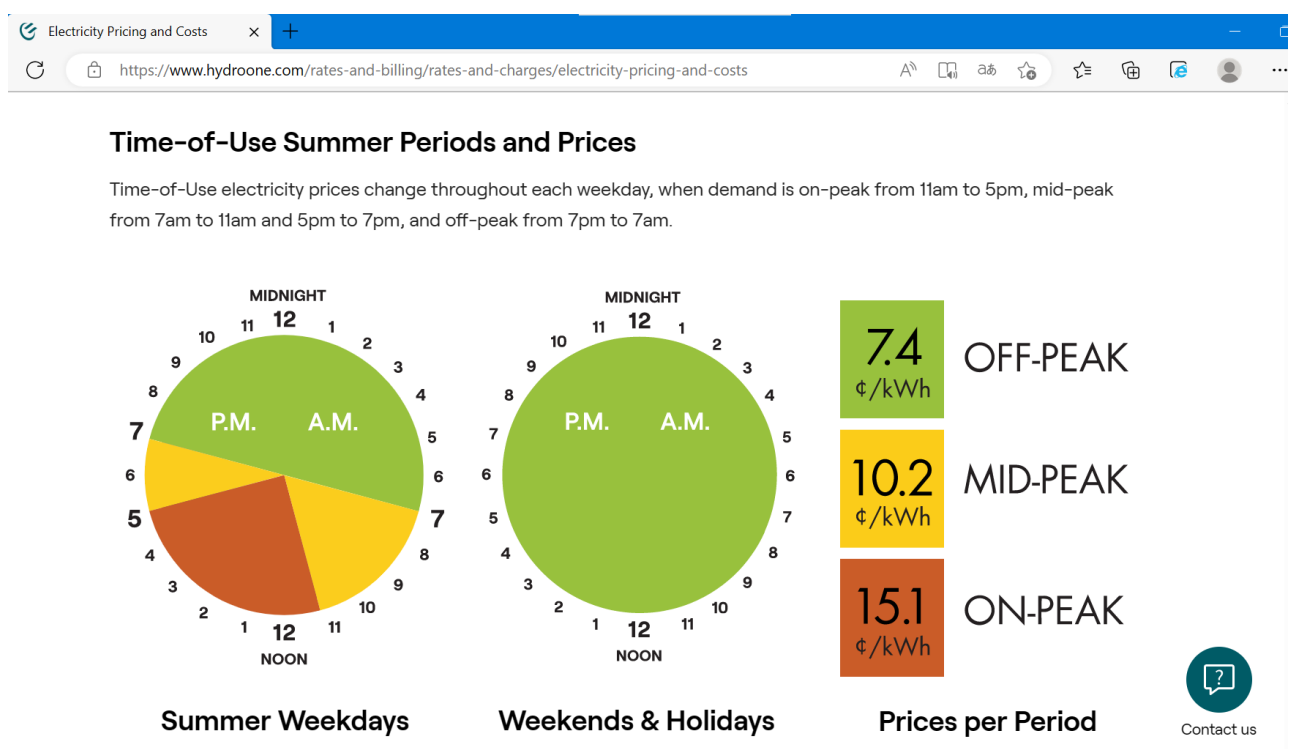
Додаток Е

Розумні лічильники, що встановлюються компанією PG&E в Каліфорнії, США



Додаток Є

Модель time-of-use



Додаток Ж

Дані про попит, постачання та ціну електроенергії в Онтаріо

