

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(назва факультету)
Кафедра комп'ютерних наук
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

магістр

(освітній рівень)

на тему: **Критерії та засоби визначення "розумності" міст**

Виконав: студент 6 курсу, групи СНм-61

спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

(шифр і назва спеціальності)

Палка О. В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Мацюк О. В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Мацюк О. В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Муж В. В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

Кафедра комп'ютерних наук

Освітній ступінь магістр

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри *к.т.н., доц. Боднарчук І. О.*

« 27 » _____ травня 2020 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Палці Олегу Вікторовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Критерії та засоби визначення "розумності" міст

Керівник роботи Мацюк Олександр Васильович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від « 27 » грудня 2019 року № 4/7-1166

2. Термін подання студентом роботи 28.05.2020

3. Вихідні дані до роботи наукові літературні джерела

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1 Аналіз наукових публікацій. 2 Огляд методологій визначення розумності міста.

3 Дослідження розумності українських міст. 4 Спеціальна частина.

5 Обґрунтування економічної ефективності. 6 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 7 Екологія. Перелік використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Дипломна робота на тему: «Критерії та засоби визначення "розумності" міст».

2. Актуальність теми роботи. 3. Мета і завдання дослідження. 4. Об'єкт та предмет дослідження

5. Наукова новизна та практичне значення одержаних результатів. 6. Поняття «розумного»

міста та чинники його розвитку. 7. Зацікавленість «розумним» містом. 8. Моделі розумного

міста. 9. Метод визначення розумності європейських міст. 10. Метод визначення розумності

міст в середземноморському регіоні. 11. Метод визначення розумності індійських міст.

12. Методологія визначення розумності міста у Туреччині. 13. Методологія визначення

розумності міста в Україні. 14. Вимоги до ПЗ для визначення розумності міста.

15. Проектування бази даних. 16. Розробка ПЗ. 17. Інтерфейс ПЗ. 18. Анкетування жителів міста

19. Оцінка українських міст із використанням програми «Визначення розумності міста».

20. Згенерована таблиця результатів. 21. Порівняння із містом-конкурентом. 22. Висновки.

23. Дякую за увагу!

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Литвиненко Я. В., доцент	06.04.20	12.04.20
Обґрунтування економічної ефективності	Матійчук Л. П., доцент	13.04.20	19.04.20
Охорона праці	Дмитроца Л. П., доцент	20.04.20	26.04.20
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стадник І. Я., професор	20.04.20	26.04.20
Екологія	Лясота О. М., доцент	27.04.20	03.05.20

7. Дата видачі завдання 29 жовтня 2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Затвердження теми дипломної роботи	29.10.2019	Виконано
2	Аналіз літературних джерел	30.10-10.11.19	Виконано
3	Обґрунтування актуальності дослідження	11.11-18.11.19	Виконано
4	Аналіз предмету дослідження та предметної області	19.11-24.11.19	Виконано
5	Оформлення розділу «Аналіз наукових публікацій»	25.11-22.12.19	Виконано
6	Оформлення розділу «Огляд методологій визначення розумності міста»	13.01-16.02.20	Виконано
7	Оформлення розділу «Дослідження розумності українських міст»	17.02-05.04.20	Виконано
8	Оформлення розділу «Спеціальна частина»	06.04-12.04.20	Виконано
9	Оформлення розділу «Обґрунтування економічної ефективності»	13.04-19.04.20	Виконано
10	Оформлення розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»	20.04-26.04.20	Виконано
11	Оформлення розділу «Екологія»	27.04-03.05.20	Виконано
12	Нормоконтроль	04.05-08.05.20	Виконано
13	Перевірка дипломної роботи на плагіат	13.05.2020	Виконано
14	Попередній захист дипломної роботи	14.05.2020	Виконано
15	Захист дипломної роботи	28.05.2020	

Студент

(підпис)

Палка О. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Мацюк О. В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Критерії та засоби визначення "розумності" міст // Дипломна робота ОР «Магістр» // Палка Олег Вікторович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СНм-61 // Тернопіль, 2020 // с.162, рис. – 87, табл. – 19, бібліогр. – 104, додат. – 8.

Ключові слова: РОЗУМНЕ МІСТО, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ХАРАКТЕРИСТИКИ, ФАКТОРИ, ІНДИКАТОРИ, МЕТОДОЛОГІЯ, ВАГИ.

У дипломній роботі проведено дослідження критеріїв та засобів визначення "розумності" міст.

Основним завданням дипломної роботи є аналіз методів визначення розумності, їх можливий синтез і застосування для українських міст.

В першому розділі було здійснено огляд наукових публікацій. Розглянуто огляд концепції розумного міста, проаналізовано математичні моделі розумного міста такі як розумна економіка, розумна мобільність, розумне середовище, розумні мешканці, розумний спосіб життя, розумне управління і моделі розумного міста. Також здійснено загальний огляд методологій визначення розумності міста, серед яких – метод визначення європейських, середземноморських та індійських міст, огляд розвитку розумних міст і сформовано науково-технічну задачу.

В другому розділі було здійснено огляд методологій визначення розумності міста, серед яких – детально ознайомлено із методологією визначення розумності міст в середземноморському регіоні, методологія визначення розумності міста у Туреччині, Китаї та Україні.

В третьому розділі було здійснено дослідження розумності українських міст. Для цього вибрано методологію для дослідження, визначено 6 характеристик, 25 факторів і 50 індикаторів. Сформовано вимоги до ПЗ для

визначення розумності міста, серед яких – наявність різних типів користувачів та порівняння міст між собою. Спроектовано базу даних та розроблено ПЗ «Визначення розумності міста», розглянуто його інтерфейс, алгоритм дій користувача і оцінено українські міста.

ANNOTATION

Criteria and tools of city “smartness” definition // Diploma thesis Master degree // Palka Oleh Viktorovych // Ternopil Ivan Pul’uj National Technical University, Faculty of Computer Information System and Software Engineering, Department of Computer Science, group SNnm-61 // Ternopil, 2020 // P. 162, Fig. – 87, Tables – 19, References – 104, Annexes – 8.

Keywords: SMART CITY, INFORMATION TECHNOLOGY, CHARACTERISTICS, FACTORS, INDICATORS, METHODOLOGY, WEIGHTS.

The diploma thesis studies of the criteria and and tools of city “smartness” definition.

The main task of the thesis is the analysis of methods for determining the “smartness”, their possible synthesis and application for Ukrainian cities.

The first section reviewed scientific publications. An overview of the concept of a smart city is considered, mathematical models of a smart city such as smart economy, smart mobility, smart environment, smart residents, smart lifestyle, smart management and smart city models are analyzed. A general review of methodologies for determining the reasonableness of the city, including the method of determining European, Mediterranean and Indian cities, a review of the development of smart cities and formed a scientific and technical problem.

The second section reviews the methodologies for determining the reasonableness of the city, among which - in detail the methodology for determining the reasonableness of cities in the Mediterranean region, the methodology for determining the reasonableness of the city in Turkey, China and Ukraine.

In the third section studies of the reasonableness of Ukrainian cities was carried out. For this purpose, the methodology for the study was chosen, 6 characteristics, 25 factors and 50 indicators were identified. Software requirements for determining the reasonableness of the city, including the presence of different types of users and

comparison of cities with each other. The database was designed and the software "Estimating a smart city" was developed, its interface, algorithm of user actions were considered and Ukrainian cities were evaluated.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології.

ІТ – інформаційні технології.

ОС – операційна система.

ГІС – геоінформаційна система.

БД – база даних.

СКБД – система керування базою даних.

ПЗ – програмне забезпечення.

ООП – об'єктно-орієнтоване програмування.

ПП – програмний продукт.

ПК – персональний комп'ютер.

НДР – науково-дослідна робота.

Децидент – особа або група осіб, які приймають рішення.

MySQL – вільна система керування реляційними базами даних.

ІоТ (англ. Internet of Things) – це мережа фізичних об'єктів, які мають вбудовані технології, що дозволяють здійснювати взаємодію з зовнішнім середовищем, передавати відомості про свій стан і приймати дані ззовні.

BSI (англ. British Standards Institution) – британський інститут стандартів.

ESPON (англ. European Spatial Planning Observation Network) – європейська мережа спостереження за просторовим плануванням.

NUTS (англ. Nomenclature of territorial units for statistics) – номенклатура територіальних одиниць статистики.

NFC (англ. Near Field Communication) – технологія бездротового високочастотного зв'язку малого радіуса дії «в один дотик».

CVV (англ. Card Verification Value) – тризначний код перевірки дійсності картки платіжної системи Visa.

QA (англ. Quality Assurance) – сукупність заходів, охоплюючих абсолютно усі етапи розробки, випуску та експлуатації ПЗ (або тестувальник).

ЗМІСТ

Вступ.....	11
1 Аналіз наукових публікацій.....	13
1.1 Огляд концепції розумного міста.....	13
1.2 Аналіз математичних моделей розумного міста.....	21
1.2.1 Розумна економіка.....	21
1.2.2 Розумна мобільність.....	22
1.2.3 Розумне середовище.....	25
1.2.4 Розумні мешканці.....	26
1.2.5 Розумний спосіб життя.....	28
1.2.6 Розумне управління.....	30
1.2.7 Моделі розумного міста.....	31
1.3 Загальний огляд методологій визначення розумності міста.....	34
1.3.1 Метод визначення розумності європейських міст.....	34
1.3.2 Метод визначення розумності міст в середземноморському регіоні...	36
1.3.3 Метод визначення розумності індійських міст.....	39
1.4 Розвиток розумних міст: систематичний огляд наукових публікацій.....	45
1.5 Формулювання науково-технічної задачі.....	46
1.6 Висновки до першого розділу.....	47
2 Огляд методологій визначення розумності міста.....	48
2.1 Детальний огляд методології визначення розумності міст в середземноморському регіоні.....	48
2.2 Методологія визначення розумності міста у Туреччині.....	56
2.3 Методологія визначення розумності міста у Китаї.....	63
2.4 Методологія визначення розумності міста в Україні.....	75
2.5 Висновки до другого розділу.....	82
3 Дослідження розумності українських міст.....	83
3.1 Вибір методології для дослідження.....	83
3.2 Вимоги до ПЗ для визначення розумності міста.....	84

3.3	Проектування бази даних.....	86
3.4	Розробка ПЗ.....	90
3.5	Використання розробленого ПЗ для здійснення оцінки міста.....	96
3.5.1	Інтерфейс ПЗ та алгоритм дій користувача при його використанні...	96
3.5.2	Оцінка українських міст із використанням програми «Визначення розумності міста».....	101
3.6	Висновки до третього розділу.....	105
4	Спеціальна частина.....	106
4.1	Елементи розумного транспорту як складової розумного міста у м. Тернопіль.....	106
4.1.1	Файна карта.....	106
4.1.2	Мобільний додаток «Де транспорт Тернополя».....	107
4.2	Елементи розумної медицини як складової розумного міста у м. Тернопіль.....	110
4.3	Елементи розумної мобільності як складової розумного міста у м. Тернопіль.....	113
4.4	Елементи розумного управління як складової розумного міста у м. Тернопіль.....	113
4.5	Елементи розумної економіки як складової розумного міста у м. Тернопіль.....	116
4.6	Поєднання елементів розумного управління та медицини як складової розумного міста у м. Тернопіль.....	118
4.7	Висновки до четвертого розділу.....	119
5	Обґрунтування економічної ефективності.....	120
5.1	Розрахунок норм часу, потрібних для виконання науково-дослідної роботи (НДР).....	120
5.2	Визначення витрат, пов'язаних із оплатою праці та соціальних відрахувань.....	122
5.3	Розрахунок суми, яку необхідно виділити на матеріальні витрати.....	125
5.4	Розрахунок витрат, які необхідні для забезпечення електроенергією.....	126

5.5 Розрахунок суми, яку потрібно виділити на амортизаційні відрахування.....	126
5.6 Обчислення суми, необхідної на накладні витрати.....	127
5.7 Складання кошторису усіх витрат і розрахунок собівартості НДР.....	128
5.8 Розрахунок ціни на ПП.....	129
5.9 Економічна ефективність і окупність капітальних вкладень як показники рентабельності.....	130
5.10 Висновки до п'ятого розділу.....	131
6 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	133
6.1 Охорона праці.....	133
6.1.1 Значення охорони праці при застосуванні концепції «Smart City»....	133
6.1.2 Охорона праці для розробника ПЗ.....	135
6.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	138
6.2.1 Здоровий спосіб життя людини та його вплив на професійну діяльність.....	138
6.2.2 Забезпечення електробезпеки користувачів ПК.....	140
6.3 Висновки до шостого розділу.....	142
7 Екологія.....	143
7.1 Джерела електромагнітних полів, іонізуючих випромінювань і методи їх знешкодження.....	143
7.2 Статистика екологічних показників.....	145
7.3 Висновки до сьомого розділу	147
Висновки.....	148
Перелік використаних джерел.....	149
Додатки	

ВСТУП

Актуальність теми роботи. На даний час європейські міста активно впроваджують концепцію Smart City і намагаються визначити індекс або оцінку за допомогою якої можна було б порівнювати міста в залежності від розташування, кількості населення і т.д. У зв'язку із розвитком інформаційних технологій та поширенням даної концепції виникають стандарти та методи щодо оцінювання розумності міста із можливістю отримання комплексного показника у вигляді оцінки за певною шкалою та порівняння із іншими населеними пунктами. Україна поступово впроваджує елементи розумності, але досвіду оцінки міста ще із розробкою для цього спеціального програмного забезпечення ще не було.

Метою дослідження є вирішення питання щодо визначення комплексної оцінки розумності міста. В даний час існують іноземні методології, які можуть вирішити дане питання, тому необхідно їх розглянути та довести актуальність створення власної методики.

Досягнення окресленої мети викликало необхідність виконання таких **завдань**:

- здійснити аналіз наукових публікацій по темі дослідження;
- провести аналіз існуючих методологій визначення розумності міста;
- розробити методологію для оцінювання українських міст;
- розробити програмне забезпечення на основі розробленої методології.

Об'єктом дослідження є критерії та засоби визначення "розумності" міст.

Предмет дослідження – сукупність теоретичних та практичних засад реалізації оцінки міст за критеріями та засоби визначення їх "розумності".

Науковою новизною роботи є розроблення першого в Україні програмного забезпечення для визначення оцінки міста як за певною характеристикою так і комплексно, а також визначити слабкі та сильні його

місця. Також буде передбачено перегляд статистики щодо пройденого анкетування містянами.

Практичне значення одержаних результатів. Вибір методології оцінювання та розробка ПЗ «Визначення розумності міста».

Апробація результатів магістерської роботи. Окремі результати роботи представлені на трьох наукових конференціях:

1. IX Всеукраїнська студентська науково-технічна конференція «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» На тему «An intelligent cleaner» («Розумний прибиральник»).

2. XXI наукова конференція Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. На тему «Аналіз методів визначення розумності міста» та на тему «Аналіз терміну Smart City».

3. VII науково-технічна конференція «Інформаційні моделі, системи та технології». На тему «Аналіз методу оцінювання розумності міста у Туреччині», на тему «Історія розвитку геоінформаційних систем» та на тему «Аналіз інтелектуальних транспортних систем».

За результатами виконання дипломної роботи магістра подано тези на XV International Scientific and Technical Conference Computer Science and Information Technologies (Zbarazh Castle, UKRAINE, 23-26 September, 2020). Матеріали конференції будуть індексуватися у науково-метричній базі Scopus.

1 АНАЛІЗ НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ

1.1 Огляд концепції розумного міста

Розумне місто – це поняття, яке й досі не має чіткого та послідовного визначення серед науковців та практиків. У розумному місті цифрові технології перетворюються на кращі суспільні послуги для мешканців та для кращого використання ресурсів, меншого впливу на навколишнє середовище [1].

Термін «розумне місто» вперше з'явився на початку 1990-х, коли в 1993 році президент США Білл Клінтон запропонував програму інформаційної автостради та наголосив на цих концепціях технологій, інновацій та глобалізації в процесі урбанізації [2]. Концепцію «Розумного міста» було впроваджено вже в 1994 році, а з 2010 року, після появи розумних міських проектів та підтримки ЄС, кількість досліджень щодо цієї теми значно зросла. Хоча ця концепція широко використовується сьогодні, досі немає чіткого і послідовного розуміння її значення. Загальне розуміння, яке також поділяє Європейська Комісія, полягає в тому, що різноманітні технології допомагають досягти сталості в інтелектуальних містах. Відповідно до цього, інтелектуальні міста та спільноти зосереджені на перетині між енергетикою, транспортом та ІКТ, які також є сферами, які отримали більшу частину фінансування ЄС у розумних містах.

Оцінка інтелектуального міста базується на «попередньому досвіді вимірювання екологічно чистих і придатних для життя міст, охоплюючи концепції стійкості та якості життя, але з важливим та значним доповненням технологічних та інформаційних компонентів» [3].

Британський інститут стандартів (British Standard Institution, BSI) описує розумне місто, як «ефективну інтеграцію фізичних, цифрових і людських систем в штучно створеному середовищі з метою забезпечити стійке, благополучне і всестороннє майбутнє для громадян».

ІКТ дозволяє міській владі напряму взаємодіяти із спільнотами і міською інфраструктурою, і стежити за тим, що відбувається в місті, як місто

розвивається, і які способи дозволяють покращити якість життя. За рахунок використання датчиків, інтегрованих в режимі реального часу, накопичені дані від міських жителів і пристроїв обробляються і аналізуються. Зібрана інформація виступає ключем до рішення проблем неефективності.

ІКТ використовується для підвищення якості, продуктивності і інтерактивності міських служб, зниження витрат і споживання ресурсів, покращення зв'язку між міськими жителями і державою [4].

На рисунку 1.1 наведено взаємодію компонентів розумного міста із використанням ІКТ.



Рисунок 1.1 – Інтернет речей як основний чинник функціонування «розумного міста»

Smart city (розумне місто) – це місто, в якому використовуються сучасні технології для покращення якості життя у ньому. Смарт сіті технології інтегруються у відповідні структури, щоб підвищити якість надання послуг, зменшити вартість та споживання ресурсів та поліпшити комунікацію і порозуміння з мешканцями [5].

З визначень можна помітити, що інфраструктура є центральною частиною «розумного міста», і що технологія є засобом, що робить можливим,

але це поєднання, зв'язок і інтеграція всіх систем, що стає принциповим для того, щоб місто було справді розумним. З цих визначень можна зробити висновок, що концепція «розумного міста» передбачає комплексний підхід до управління та розвитку міста [6].

Зміст «розумного міста» пояснюється саме комплексною системою чинників (інституційного, технологічного, людського і економічного), які наведено на рисунку 1.2.

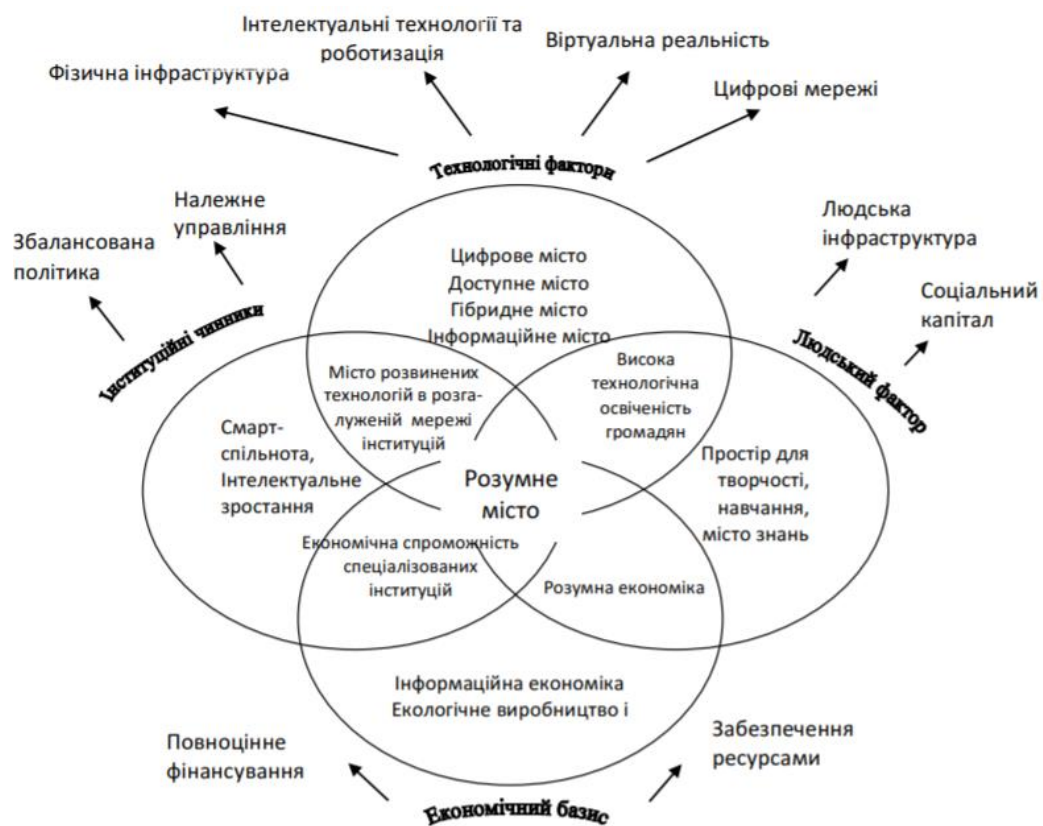


Рисунок 1.2 – Чинники, які впливають на розвиток розумного міста

«Smart City» для містян – це постійне вдосконалення системи управління містом з скороченням числа бюрократичних надбудов, що в ідеалі веде до створення самоврядного суспільства, до появи міст без чиновників.

Важливою складовою в цьому напрямку є відкриті бази інформаційних даних – Open Data. У зв'язку із цим в 2015 році в Україні прийнято постанову КМ №835 «Про набори даних, які підлягають оприлюдненню в формі відкритих даних». Відповідно до неї міністерства і органи місцевого самоврядування

надають інформацію з відкритим доступом для перегляду на веб-сайтах або інших інформаційних ресурсах.

Одним із головних досягнень від користування відкритими даними і онлайн сервісами – економія часу на оплату комунальних послуг, придбання квитків на проїзд, покупки продуктів і товарів, записи на прийом в медучреждениях. Нормою повсякденного життя стають безготівкові платежі. Завдяки їм економіка знаходить прозорість, а відсутність операцій з готівкою робить її безпечною [7]. На рисунку 1.3 наведено можливість контролю над «розумним містом» із використанням смартфона.

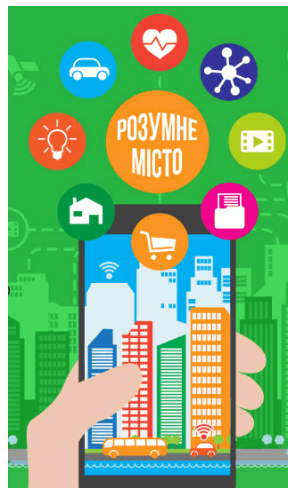


Рисунок 1.3 – Можливість керування «розумним містом»

Одним з перших міст, яке почало «розумнішати» було курортне Сантандер (Іспанія) з населенням 180 тис. чоловік. На початку реалізації проекту Smartsantander в 2011 році там оброблялась інформація з 16 тис. датчиків, встановлених тільки в центрі міста. Зрозуміло, що обробляються великі потоки даних в таких швидко ставших «розумними» мегаполісах, як Сінгапур.

IoT – аббревіатура, призначена для так званого Інтернету речей.

Іншими словами, це світ, у якому всі предмети пов'язані один з іншим через Інтернет електронними мітками, штрих-кодами, датчиками, кабелями і радіоканалами. Також слід враховувати програми, що об'єднують це «залізо» і технології Big Data [8].

У світі виділяють перелік ознак технології, яку можна віднести до розумного міста:

- має бути прикладною електронною або цифровою та працювати на міську громаду або місто;
- інформаційно-цифрові технології можуть використовуватись розробкою для перетворення житлових та робочих умов у регіоні;
- може бути інтегрованою, що покращить роботу місцевої влади;
- громада та міські фахівці можуть їх використовувати за територіальною ознакою для одержання нових знань та початку інноваційного руху.

Окрім цього розумними містами зараз також називаються гігантські проекти створення нових міст з нуля. Щоправда, жоден із них ще не реалізовано повністю, але такі інвестиційні проекти виступають в якості результату великих міждержавних угод – людська цивілізація старається вирішувати проблеми масової урбанізації, тренду останнього століття, спільними зусиллями та ресурсами.

Розумні міста – це не просто «сон майбутнього», адже завдяки інноваційним рішенням IoT, багато міст вже активно та швидко розвиваються в цьому напрямку. Муніципальні уряди використовують бездротові технології мобільного зв'язку для підключення та вдосконалення інфраструктури, ефективності, зручності та якості життя мешканців та гостей.

Проект «розумне місто» на прикладі Сінгапура, Дубаї, Лондона, Роттердама, Токіо, Стокгольма довів ефективність, адже отримано такі результати:

- зменшення на 10-15% викиду парникових газів;
- зниження рівня захворюваності та смертності;
- економія до 20 відсотків часу, потрібного для того, щоб дістатися на роботу і назад;
- на третину збільшилась оперативність реагування відповідних служб на надзвичайні ситуації.

Ці цифри ще раз підтверджують, що обраний шлях на смартизацію абсолютно вірний. Кожен мегаполіс рухається по ньому, виходячи з персональних особливостей проблем і з урахуванням допущених в деяких проектах прорахунків [5].

Кінцева мета концепції «розумного міста» виходить за рамки таких ініціатив як безкоштовний Wi-Fi у громадському транспорті, обмеження трафіку та запис на прийом до лікаря в Інтернеті. Міста вже споживають понад 70 відсотків світових запасів енергії. До 2050 р. 6,5 мільярда з нас будуть жити в міських районах – на 2,5 мільярда більше, ніж сьогодні. Нам потрібно використовувати Інтернет речей для створення ефективних, стійких міст, якщо бажаємо жити в ефективному, стійкому світі [9].

З часу появи концепції з'явилося безліч протилежних поглядів на розумні міста. Деякі дослідники візуалізують підхід «розумне місто» як потенційне рішення проблем, що відносяться до посилення урбанізації та потреби в стабільності. Інші дослідження стверджують, що «розумні міста» можуть призвести до дистопічного світу, регульованого технократичними урядами, що зроблять громадян підпорядкованими до ролей. Деякі автори підкреслюють нестійкість цієї нової міської концепції [10].

На даний момент концепція «розумного міста» активно розвивається, що й підтверджує кількість запитів користувачів до пошукових систем (на рисунку 1.4).



Рисунок 1.4 – Зростання відносної кількості запитів користувачів до пошукової системи Google щодо «розумного міста» із січня 2004 року [11]

Також із проведеного дослідження можна зробити висновок, що найбільш зацікавленими даною концепцією є користувачі із Мальти (на рисунку 1.5).

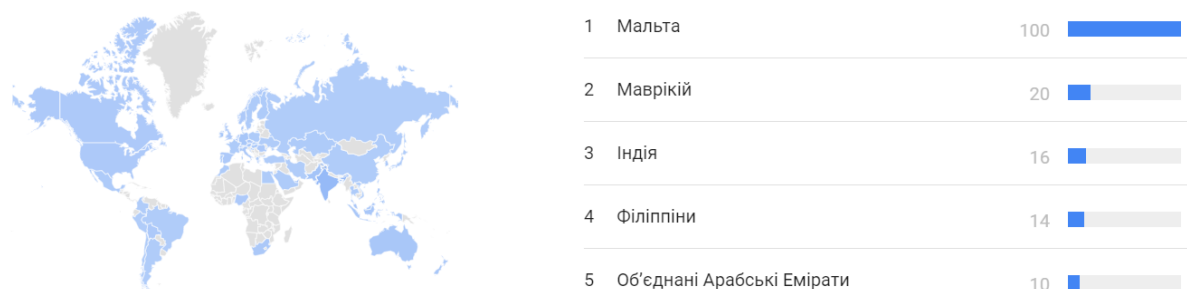


Рисунок 1.5 – Рівень зацікавленості користувачів із різних країн до пошукової системи Google щодо «розумного міста» із січня 2004 року [11]

Попри те, що однозначного визначення «розумного міста» не має, у Європі проводять дослідження «розумних міст». Так, при Віденському технічному університеті із 2007 року діє лабораторія, яка розглядає європейські міста на ступінь їх відповідності принципам розумного міста. До 2014 року аналізувалися лише невеликі міста – від 100 до 500 тис. жителів. У 2015 році вперше розроблений метод був застосований до великих міст з населенням від 300 тис. до мільйона жителів [12].

Основою методу є виділення характеристик, завдяки яким можна визначити ступінь розвитку міста і його відповідність до основних вимог сучасного європейського міста.

У загальному дані характеристики можна розділити на дві групи – рівень освіченості і соціальної активності містян, а також відкритість та здатність соціальних інститутів до швидкої трансформації та модернізації.

Лабораторією було виділено 6 основних характеристик розумного міста, 31 формуючий фактор і 74 індикатори, що визначають дані фактори.

Отже, основними характеристиками «розумного міста» є: розумна економіка, розумна мобільність, розумне середовище, розумні жителі, розумний спосіб життя, розумне управління (на рисунку 1.6) [12].



Рисунок 1.6 – Основні характеристики «Розумного міста»

Вони розбиті на 33 відповідні фактори, які відображають найважливіші аспекти кожної розумної характеристики. Нарешті, кожен фактор розумної характеристики визначається емпірично через групу відповідних індикаторів. Оскільки список факторів є ідеалістичним визначенням, два фактори не можуть бути визначені емпірично через відсутність даних. Таким чином, у процедурі ранжування залишилося лише 31 фактор (на рисунку 1.7) [13].

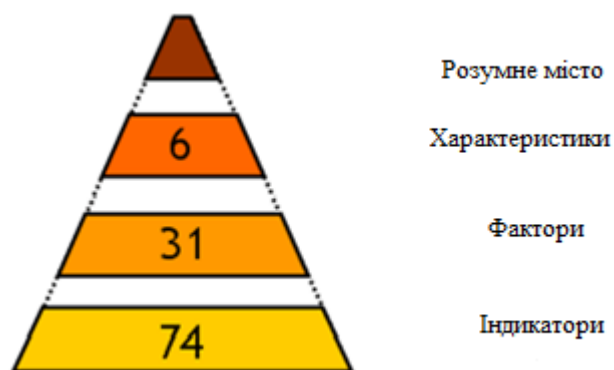


Рисунок 1.7 – Загальна ієрархія визначення розумності міста

Розглянемо ті фактори, які визначають зазначені 6 ключових характеристик європейського «розумного міста», а також систему індикаторів,

які дозволяють оцінити, наскільки даний фактор розвинений у місті [12]. Ці шість характеристик пов'язані з традиційними теоріями міського зростання та розвитку, заснованими на теоріях регіональної конкурентоспроможності, людського та соціального капіталу, участь громадян в управлінні містами, транспорті, ІКТ та економіці, природничих ресурсах та якості життя та дають нам уявлення про те, наскільки вони були розроблені громадою для розумного міста [14].

1.2 Аналіз математичних моделей розумного міста

1.2.1 Розумна економіка

Розумна економіка передбачає економіку знань, де інновації та технології розглядаються як найважливіша рушійна сила [15].

Концепція розумної економіки як інноваційної економіки – це зусилля та стратегія регіону для досягнення економічного прогресу. Розумна економіка спирається на нову модель співпраці у виробництві, дистрибуції і споживанні. Ці шість принципів розумної економіки включають [16]:

- Розумне місто, кероване інноваціями та підтримане університетом, яке фокусується на дослідженні, спрямованому на економічний розвиток та конкурентоспроможність.
- Розумне місто, кероване інноваціями та підтримане університетом, яке фокусується на дослідженні, спрямованому на економічний розвиток та конкурентоспроможність.
 - Розумні міста мають відкриту думку та цінують ідеї та творчість.
 - Розумне місто посилює та стимулює зростання підприємництва.
 - Розумне місто пропонує кращі економічні можливості.
 - Розумне місто готове створити глобально потужний конкурентний економічний сектор.
- Розумне міське мислення на місцях діє на регіональному та глобальному рівнях.

У таблиці 1.1 наведено фактори та критерії за якими здійснюється визначення розумності міста щодо розумної економіки.

Таблиця 1.1 – Фактори та критерії розумної економіки

Фактор	Критерії
Інноваційний рух	Витрати на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР) у % ВВП
	Рівень зайнятості в наукомістких секторах
	Заявки на патент на одного жителя
Підприємництво	Рівень самозайнятості
	Зареєстровані нові підприємства
Економічний імідж та торгові марки	Наявність центру прийняття рішень (штаб-квартира тощо)
Продуктивність	ВВП на одну зайняту особу
Гнучкість ринку праці	Рівень безробіття
	Питома вага в умовах неповної зайнятості
Міжнародне завантаження	Компанії з штаб-квартирою в місті мають квоти на національній фондовій біржі
	Повітряний транспорт пасажирів
	Авіап перевезення вантажів

У концепції розумної економіки, де зараз міська громада живе як цифрове суспільство, економічні сектори міста будуються та розвиваються шляхом заохочення економічної активності в цьому напрямку економічної співпраці та спільного використання [17].

1.2.2 Розумна мобільність

Розумна мобільність – це одна з важливих складових концепції Smart City. Використання різних технологічних рішень у кожній галузі транспорту та науки

про рух, можливості впровадження технології в транспортний сектор все більше зростає. Мобільність у містах стала єдиною найбільшою проблемою для місцевих муніципалітетів.

Розумна мобільність – це концепція, де з різних даних минулого та реального часу, а також із допомогою інформаційно-комунікаційних технологій оптимізується час у дорозі, що призводить до скорочення використання місця, перевантаженості доріг, дорожньо-транспортні пригоди та викиди шкідливих газів.

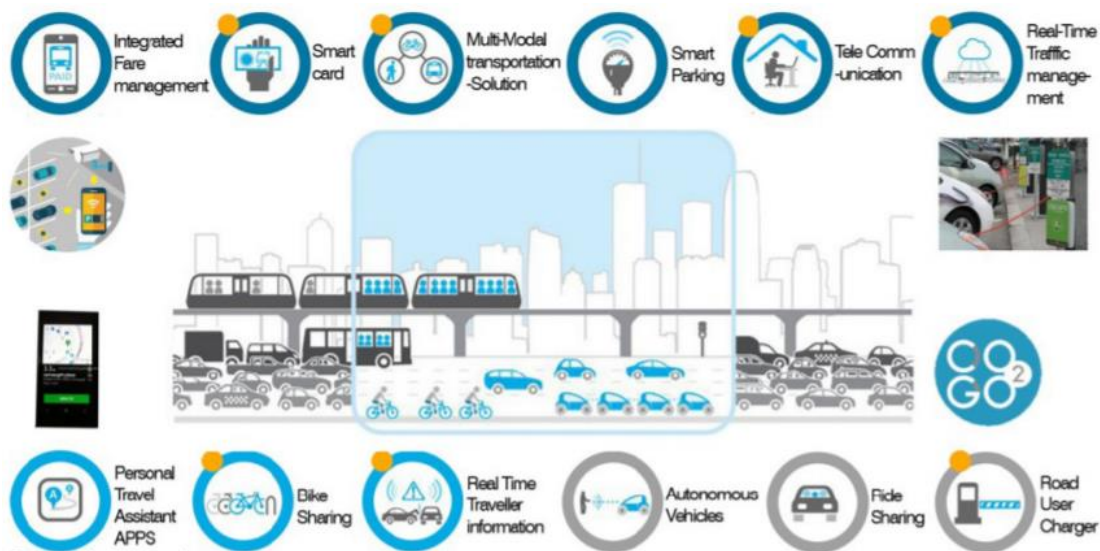
На рисунку 1.8 наведено приклад реалізації розумної мобільності.



Рисунок 1.8 – Розумна мобільність у розумному місті

Очікується значні зростання логістичної діяльності з дрібними та великими товарами до 2050 року, активність вантажних перевезень зросте на цілих 250%. Сильне зростання роздрібної торгівлі та супроводу в Інтернеті збільшує обсяги вантажних перевезень і доставка вантажів призводить до збільшення викидів вуглецю при дорожньому розподілі вантажу. Майбутню мобільність та транспортні послуги не можна розглядати ізольовано від майбутньої міської логістики [18].

На рисунку 1.9 наведено, що розумна мобільність складається з різних цифрових рішень. Цифрові рішення орієнтовані на оптимізацію попиту та пропозиції людей і товарів [19].



Рисунком 1.9 – Цифрові рішення, які використовуються при розумній мобільності

У таблиці 1.2 наведено фактори та критерії за якими здійснюється визначення розумності міста щодо розумної мобільності.

Таблиця 1.2 – Фактори та критерії розумної мобільності

Фактор	Критерії
Місцева доступність	Мережа громадського транспорту на одного жителя
	Задоволеність доступом до громадського транспорту
	Задоволеність якістю громадського транспорту
(Між) національна доступність	Міжнародна доступність
Наявність ІКТ-інфраструктури	Комп'ютери в домашніх господарствах
	Широкопasmовий доступ до Інтернету в домогосподарствах

Сталі, інноваційні та безпечні транспортні системи	Частка зеленої мобільності (немоторизований індивідуальний рух)
	Безпека руху
	Використання економних автомобілів

Зручним способом відстеження транспорту є використання геолокації (на рисунку 1.10).

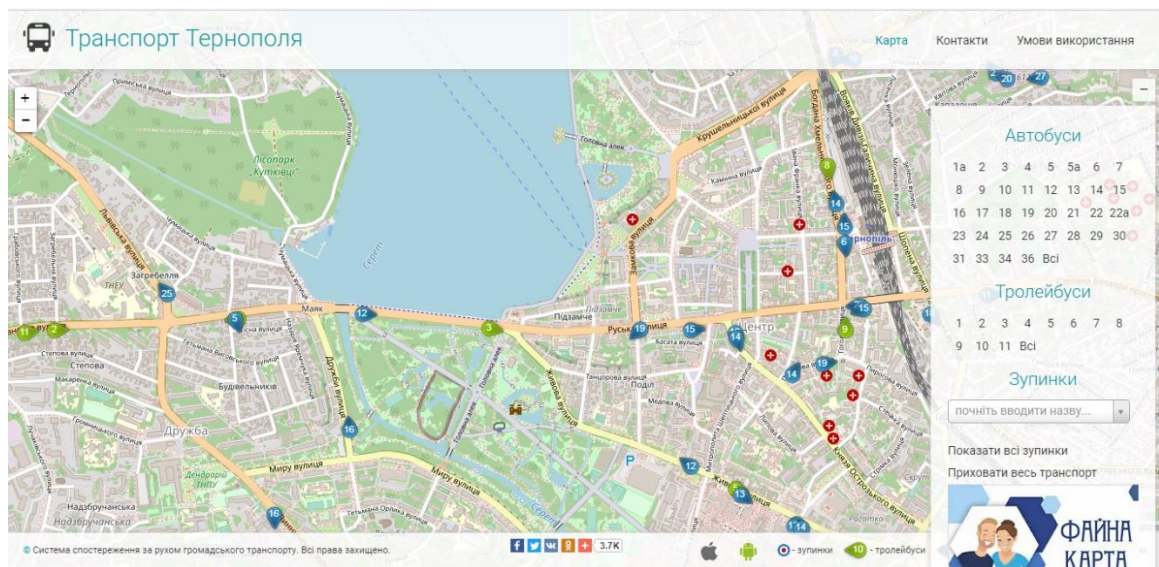


Рисунок 1.10 – Відстеження руху громадського транспорту у м. Тернопіль

Таку інформаційну систему «Де Транспорт» впроваджено у м. Тернопіль (див. на рис. 1.10).

Загалом під розумною мобільністю мається на увазі можливість безконтактної оплати, зручне відстеження транспортних засобів та їх контроль.

1.2.3 Розумне середовище

Розумне середовище відноситься до привабливого природного середовища без забруднення. Слід враховувати залишок вуглецю та наявні природні ресурси. У ньому повинна бути зелень майже в кожній частині міста.

Воно повинне мати як системи поводження з відходами, так і природне управління ресурсами. У місті також повинні бути встановлені системи захисту існуючої зелені міста від будь-якого зовнішнього чинника [20].

У таблиці 1.3 наведено фактори та критерії за якими здійснюється визначення розумності міста щодо розумного середовища.

Таблиця 1.3 – Фактори та критерії розумного середовища

Фактор	Критерії
Привабливість природних умов	Сонячні години
	Частка зеленого простору
Забруднення	Літній смог (Озон)
	Тверді частинки
	Смертельні хронічні захворювання нижніх дихальних шляхів на одного жителя
Охорона навколишнього середовища	Індивідуальні зусилля щодо охорони природи
	Думка про охорону природи
Сталий ресурс управління	Ефективне використання води (використання на ВВП)
	Ефективне використання електроенергії (використання на ВВП)

Розумне середовище вимірюється привабливістю природного середовища, рівня забруднення навколишнього середовища, природоохоронної діяльності та методів управління ресурсами [21].

1.2.4 Розумні мешканці

Розумні мешканці описуються не тільки рівнем кваліфікації або освіти громадян, а й якістю соціальних взаємодій щодо інтеграції та суспільного життя і відкритості до «зовнішнього» світу.

У таблиці 1.4 наведено фактори та критерії за якими здійснюється визначення розумності міста щодо розумних мешканців.

Таблиця 1.4 – Фактори та критерії розумних мешканців

Фактор	Критерії
Рівень кваліфікації	Важливість центрів знань (провідних наукових центрів, кращих університети тощо)
	Населення кваліфіковано по рівнях освіти
	Навички іноземної мови
Потяг до навчання протягом життя	Наявність книг на одного мешканця
	Участь у навчанні впродовж життя у %
	Участь у мовних курсах
Соціальна та етнічна більшість	Частка іноземців
	Частка громадян, народжених за кордоном
Гнучкість	Сприйняття отримання нової роботи
Креативність	Частка людей, що працюють у творчих галузях
Космополітизм/Відкритість	Явка виборців на виборах
	Іміграційне середовище (ставлення до іммігрантів)
	Знання про Європу, країни
Участь у суспільному житті	Явка виборців на місцевих виборах
	Участь у добровільній роботі

По-перше, розумні мешканці (люди) мають на меті трансформувати взаємодію громадян – за допомогою інформації чи надання послуг – з державним та приватним сектором як приватні особи чи підприємства. Створення соціального та цифрового включення/цифрової рівності за допомогою освітніх

пропозицій є важливою передумовою більш ефективного надання інформації та послуг на основі нових технологій.

По-друге, розумні люди – це розумні форми навчання для полегшення вибору кар’єри, можливостей на ринку праці, професійної підготовки, а також довічного навчання для всіх вікових груп та демографії. Розвиток талантів також є важливим аспектом з точки зору економічного розвитку як все більш важливим фактором розташування [22].

1.2.5 Розумний спосіб життя

Розумний спосіб життя – це тенденція, яка охоплює такі досягнення, які дають людям можливість скористатися новими способами життя. Він передбачає оригінальні та інноваційні рішення, спрямовані робити життя більш ефективним, більш контрольованим, економічним, продуктивним, інтегрованим та стійким. Це тенденція, яка охоплює всі аспекти повсякденного життя, починаючи від місця проживання та робочого місця до способів перевезення людей в межах міст. Тобто, розумний спосіб життя передбачає покращення стандартів в декількох аспектах життя, прагнення до ефективності, економії та зменшення вуглецевого сліду [23].

На рисунку 1.11 наведено взаємозв’язок розумного способу життя із іншими складовими розумного міста.



Рисунок 1.11 – Взаємозв’язок розумного способу життя із іншими складовими розумного міста

У таблиці 1.5 наведено фактори та критерії за якими здійснюється визначення розумності міста щодо розумного способу життя.

Таблиця 1.5 – Фактори та критерії розумного способу життя

Фактор	Критерії
Культурні об'єкти	Відвідуваність кіно одним жителем
	Відвідування музеїв одним жителем
	Відвідування театру одним жителем
Стан здоров'я	Ймовірна тривалість життя
	Лікарняні ліжка на одного жителя
	Лікарі на одного жителя
	Задоволення якістю системи охорони здоров'я
Індивідуальна безпека	Рівень злочинності
	Смертність від нападу
	Задоволення особистою безпекою
Якість житла	Частка житла, що відповідає мінімальним стандартам
	Середня житлова площа на одного жителя
	Задоволення особистим житловим становищем
Освітні споруди	Кількість студентів на одного жителя
	Задоволеність доступом до освітньої системи
	Задоволеність якістю освітньої системи
Туристична привабливість	Важливість як туристичного розташування (ночівля, визначні місця)
	Ночівля на рік на одного жителя
Соціальна згуртованість	Сприйняття особистого ризику бідності
	Рівень бідності

Важливо зазначити, що саме до розумного способу життя варто віднести концепції розумного будинку та розумної медицини, які функціонують за допомогою відповідних давачів.

Розумний спосіб життя – це інтегрування всіх елементів, що складають змістовне та щасливе життя, при якому потрібно завжди пам'ятати, що для формування цілого потрібні спільні зусилля усіх [24].

1.2.6 Розумне управління

Розумне управління включає аспекти політичної участі, послуги для громадян, а також функціонування адміністрації.

Розумне управління – це соціотехнічний підхід, який узгоджує технологічний потенціал з новими формами співпраці місцевого самоврядування та громадян з метою вирішення міських питань на основі принципів стійкості [25].

Воно може базуватися на чотирьох різних моделях:

- Модель «Держава до громадянина» (G2C). У цьому підході уряд взаємодіє з громадянами, використовуючи засоби комунікації, такі як газета, радіо, телебачення та Інтернет. І уряд забезпечує платформу для громадян, щоб висловити свою думку щодо урядової політики та схем.

- Модель «Уряд до бізнесу» (G2B). Уряд спілкується з підприємствами для сприяння зростанню економіки. Компанії можуть безпосередньо отримувати знання про нову політику, податки, положення та кредитні засоби. Більше того, уряди просувають бізнес-практики в Інтернеті, щоб заощадити час і витрати, а підприємства можуть збирати дані в режимі реального часу від уряду.

- Модель «Уряд до уряду» (G2G) – ця модель створює простір для спілкування між урядом та урядовими організаціями, агенціями та відомствами. Метою є інтеграція всіх каналів управління за допомогою засобів ІКТ для безпаперової, безкорупційної та стійкої системи.

- Модель «Уряд для співробітників» (G2E) – за цією моделлю уряд може спілкуватися з працівниками та компаніями. Крім того, особисті дані працівників, такі як номер соціального страхування, банківські реквізити та особисті дані, зберігаються в урядовій базі даних. А організації можуть

виконувати завдання, пов'язані з працівниками, такі як зарплата, банківські позики, медичні плани та пенсійні плани в Інтернеті [26].

У таблиці 1.6 наведено фактори та критерії за якими здійснюється визначення розумності міста щодо розумного управління.

Таблиця 1.6 – Фактори та критерії розумного управління

Фактор	Критерії
Участь у прийнятті рішень	Кількість представників міста на одного жителя
	Політична діяльність жителів
	Важливість політики для мешканців
	Частка представниць жінок у містах
Громадські та соціальні послуги	Витрати муніципалітету на одного жителя в нормах купівельної потужності
	Частка дітей у дитячому садку
	Задоволеність якістю шкіл
Прозоре управління	Задоволення прозорістю бюрократії
	Задоволення боротьбою з корупцією

У кожному міст можлива еволюція до розумного управління, але ключові компоненти політичного лідерства, нові фінансові ресурси, технологічна експертиза та залучення громадян та громад повинні бути очевидними [27].

1.2.7 Моделі розумного міста

На національному рівні Британський інститут стандартів (BSI) та Іспанський національний технічний комітет зі стандартизації (UNE) був дуже активним у розробці стандартів для розумних міст [28].

BSI розробили наступний спектр стандартів для розумних міст:

- PAS 180 Розумні міста. Словник.
- PAS 181 Структура розумного міста – посібник зі створення стратегій для розумних міст та громади [29].

- PAS 182 Концептуальна модель розумного міста – посібник для встановлення сумісності моделі даних [30].
- PAS 183 Розумні міста – посібник зі створення структури прийняття рішень для обміну даними та інформаційними послугами.
- PAS 184 Розумні міста – посібник з розробки проектних пропозицій щодо забезпечення рішення розумного міста.
- PAS 212 Nupercat: автоматичний пошук ресурсів для Інтернету речей – специфікація [28].

У цілому існує два типи моделей Smart City:

- Прості моделі, призначені для відображення «Smart City» в одній «картинці» з певної точки зору. Вони забезпечують ясність і хорошу основу для того, щоб показати, як різні групи зацікавлених сторін повинні працювати разом. Вони разом забезпечують хорошу загальну картину того, що таке Smart City [31]. Ці моделі демонструють, як працює місто (на рисунку 1.12).

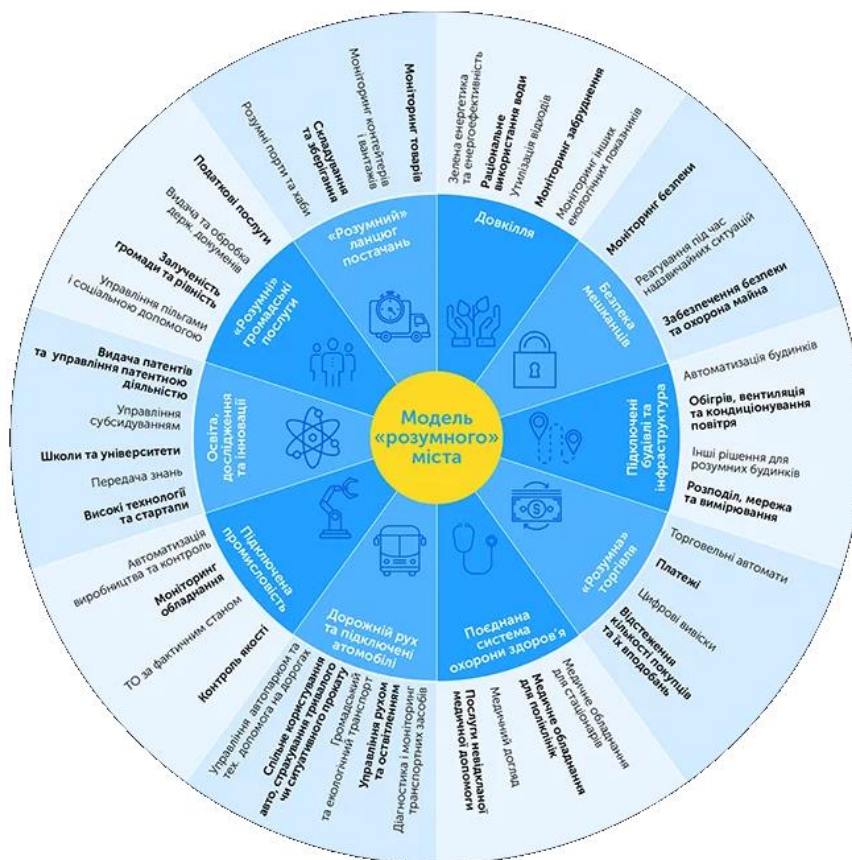


Рисунок 1.12 – Модель міста

- Комплексні моделі, які націлені на систематичний опис усіх елементів в Smart City з високим рівнем деталізації. Вони забезпечують важливу основу для проектів Smart City. Вони спрямовані на те, щоб розробити спосіб опису, що задовольняє інтереси всіх зацікавлених сторін, діяльність, відносини, результати і т.д. міста в узгодженому порядку, незалежно від того, до якої міській системі або сектору вони належать [31].

Одним із прикладів другого типу є модель домену знань наведена на рисунку 1.13.

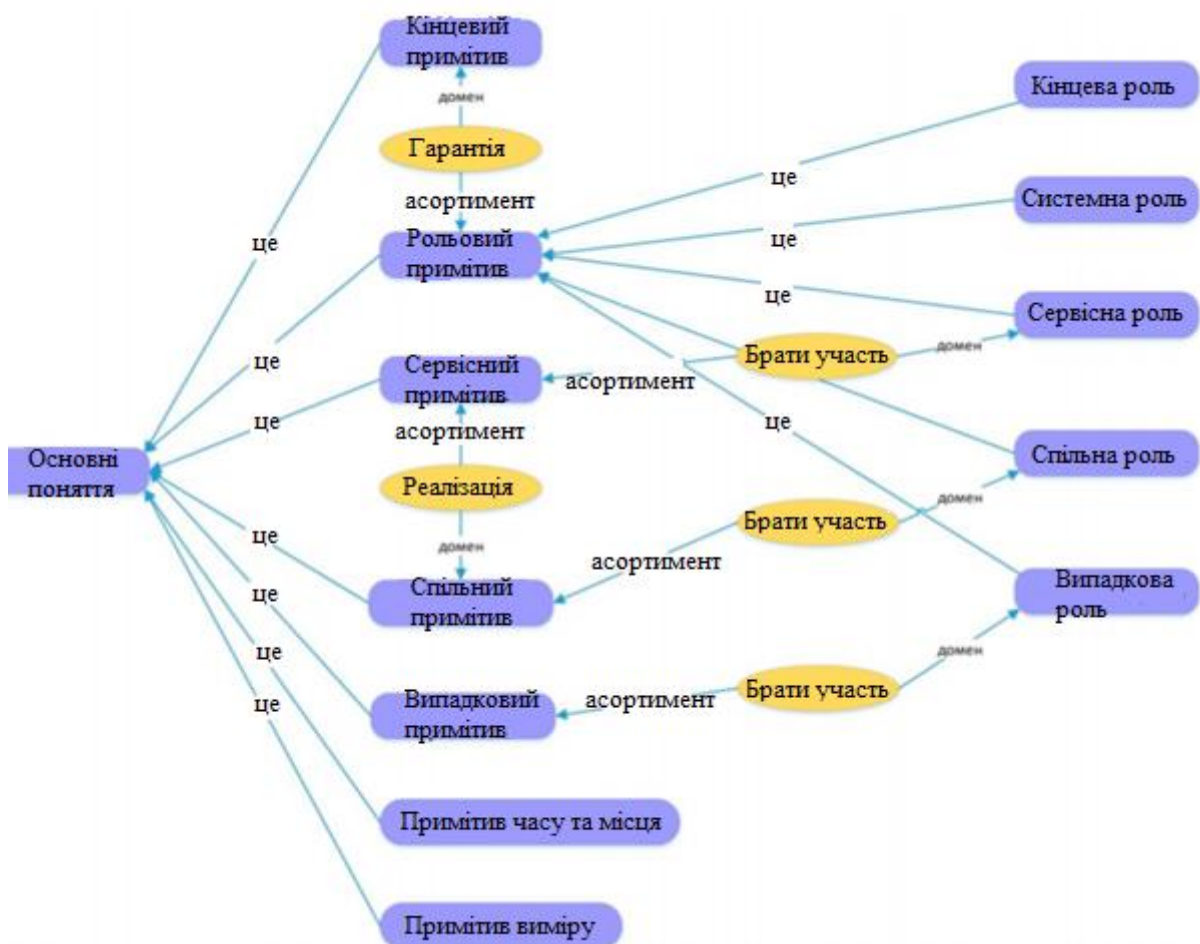


Рисунок 1.13 – Модель домену знань для Smart City: основна концептуальна модель (SG N51)

Відправною точкою в даному випадку є вимога розробити детальну систематичну модель для онтології міста, яка може бути використана в усіх міських системах і для всіх зацікавлених сторін міста.

1.3 Загальний огляд методологій визначення розумності міста

1.3.1 Метод визначення розумності європейських міст

Спершу відбувається етап опитування експертів та визначення загального рейтингу міст, при якому усі 74 показники із 6 характеристик (див. на рис. 1.6), які використано в рейтингу, отримані з таких джерел даних: Urban Audit (локальний, основний), проект ESPON 1.4.3 (рівень FUA), проект ESPON 1.2.1 (NUTS 3), база даних Eurostat (NUTS 3, NUTS 2 або NUTS 0), різні спеціальні опитування Євробарометра та дослідження (Ministère de la culture, 2005) щодо творчі галузі (NUTS 0) [32].

Різноманітна кількість міст обирається з різних європейських країн, але вони в основному повинні відповідати наступним критеріям у порядку врахування для щорічної оцінки:

- Населення міста повинно бути від 100 до 500 тис.
- 80% даних, що стосуються показників, повинні бути наявними.
- Місто має бути включене до бази даних Eurostat Urban Audit [33].

З одержаними оцінками здійснюється z-перетворення (наведено у формулі (1.1)), при якому всі значення індикаторів перетворюються у стандартизовані значення з середнім значенням 0 і стандартним відхиленням 1 [34].

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s} \quad (1.1)$$

Воно має перевагу, адже враховується неоднорідність в групах і зберігається метрична інформація. Крім того, досягається висока чутливість до змін [35].

На рисунку 1.14 наведено результат визначення розумності 70 європейських міст.



Рисунок 1.14 – Результат оцінювання розумності 70 європейських міст

Більш «розумніші» міста виділені темнішим кольором, а інші міста – світлішим.

Кінцеву оцінку та розподіл за характеристиками можна навести у вигляді діаграми, яку наведено на рисунку 1.15.

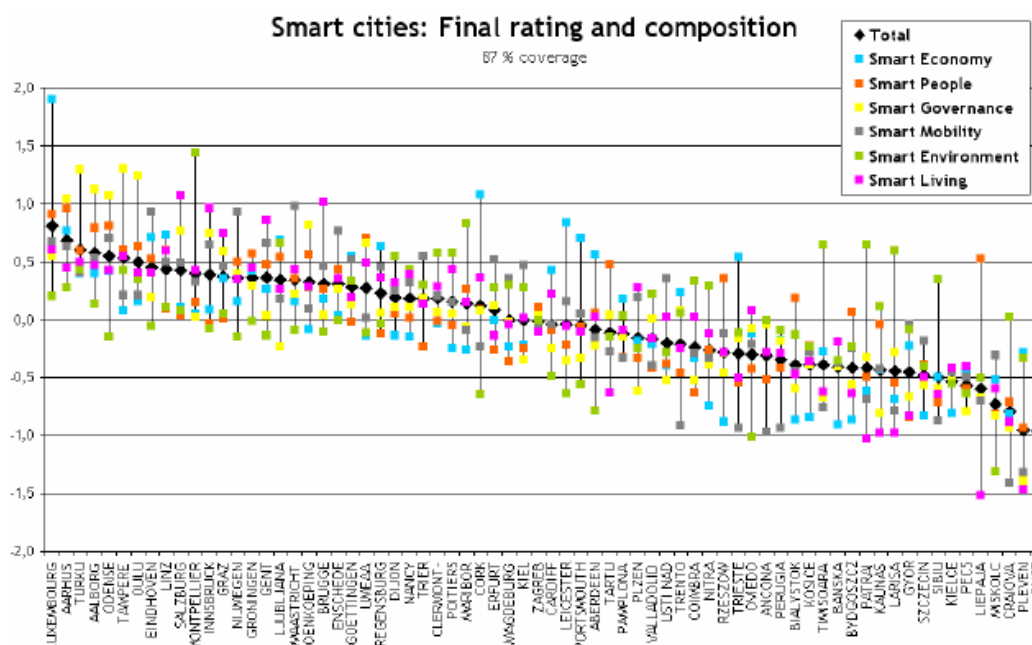


Рисунок 1.15 – Оцінка європейських міст за 6 характеристиками

Також можна проаналізувати кожне місто окремо за усіма характеристиками та факторами (на рисунку 1.16).

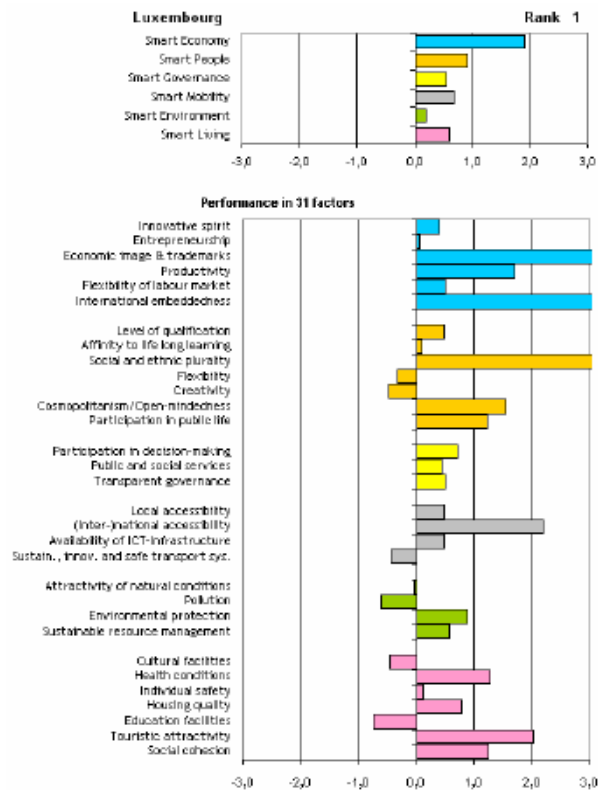


Рисунок 1.16 – Аналіз оцінювання певного міста

Варто зазначити, що метод оцінювання розумності європейських міст щороку удосконалюється.

1.3.2 Метод визначення розумності міст в середземноморському регіоні

Потрібно одразу зазначити, що даний метод подібний до методу визначення розумності міста у європейських містах.

ASCIMER (оцінка розумності міста в середземноморському регіоні) – це трирічний дослідницький проєкт, розроблений політехнічним університетом в Мадриді для відповіді EIBURS на тему: «Розумне місто: застосування європейського та міжнародного досвіду для регіону Середземномор'я» [36].

На сьогоднішній день багато ініціатив, спрямованих на аналіз процесу заснування, методів розгортання або результатів проектів Smart City розробляються в декількох областях. Проте, існує відсутність стандартизованих показників і методологій, які допомагають оцінювати, розставляти пріоритети, фінансувати, впроваджувати, управляти та відтворювати такі проекти.

Загальна мета проекту ASCIMER полягає у розробці всеосяжної структури, яка допоможе державним та приватним зацікавленим сторонам приймати обґрунтовані рішення щодо інвестиційних стратегій Smart City та розробляти навички для оцінки та визначення пріоритетів такого роду проектів, включаючи вирішення труднощів щодо розгортання та переносимості.

Загальна структура методології ASCIMER формується п'ятьма різними блоками, як наведено на рисунку 1.17.



Рисунок 1.17 – Загальна структура методології ASCIMER

Кожен блок синтезує оцінку обраного критерію з метою дотримання цілей глобальної оцінки та висновки проекту ASCIMER. Порядок блоків встановлено з урахуванням процесу логічного розвитку та зручності для оцінювачів [37].

Інформація, що оцінюється в різних блоках, використовується або для відхилення проекту, або для отримання доступу на виконання кроку. Винятком є блок оцінки якості результатів. Процес відбувається наступним чином як наведено на рисунку 1.18.

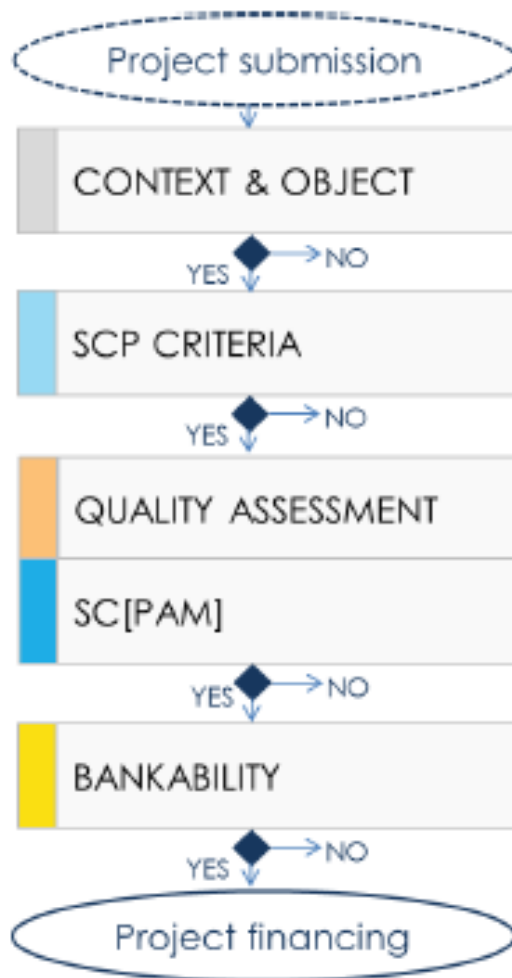


Рисунок 1.18 – Алгоритм визначення розумності міста із середземноморського регіону

Процес визначення розумності міста є послідовним. На початку із набору критеріїв відбираються лише актуальні для дослідження певного регіону або області і як результат отримуємо матрицю із результуючою оцінкою міста (на рисунку 1.19).

REF. VALUE		Local government value	PROJECT ACTIONS													Value per challenge	Max Value / Challenge
			Smart Gov.		Smart Economy		Smart Mobility				Smart Environment				Smart Liv.		
			\$G03.	\$G05.	\$E01.	\$E03.	\$M02.	\$M05.	\$M06.	\$M07.	\$E02.	\$E03.	\$E04.	\$E06.	\$L1.		
project			8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2		
city Impact			7,0	6,5	8,0	8,0	9,3	9,0	9,5	8,7	9,0	9,0	8,6	9,3	7,2		
max. value			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Assessment Value			7,6	7,3	8,1	8,1	8,8	8,6	8,8	8,4	8,6	8,6	8,4	8,8	7,7		
A	CHI1	6	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	60
A	CHI2	8	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	0	0	130	160
B	CHI3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	CHI4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
A	CHI5	3	0	22	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	60
B	CHI6	9	0	0	73	73	0	0	0	0	0	77	0	75	79	377	450
B	CHI7	2	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	20
A	CHI8	2	15	0	16	0	18	17	18	0	17	17	17	18	0	152	180
A	CHI9	7	0	51	0	57	61	60	62	59	0	60	0	61	0	472	560
A	CHI10	7	0	0	0	57	61	0	62	59	0	60	0	61	0	360	420
B	CHI11	2	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	20
B	CHI12	2	0	15	16	16	0	0	0	0	0	17	0	18	15	97	120
B	CHI13	2	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	32	40
B	CHI14	8	0	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	80
A	CHI15	9	0	0	0	0	79	77	80	76	0	77	0	0	0	389	450
A	CHI16	9	0	0	0	0	79	77	80	76	0	77	0	79	0	468	540
A	CHI17	10	0	0	0	81	88	86	88	84	86			88	0	601	900
A	CHI18	7	53	51	0	57	0	60	62	0	0	60	59	61	0	464	560
A	CHI19	7	53	0	0	0	61	60	62	59	0	60	59	0	0	414	490
A	CHI20	3	0	0	0	0	26	0	27	25	26	0	25	26	0	155	180
B	CHI21	7	0	0	0	0	61	60	62	59	60	60	59	61	0	483	560
A	CHI22	5	38	0	40	0	44	43	44	42	0	43	42	44	38	419	500
B	CHI23	1	0	0	8	8	0	0	0	0	0	9	0	0	8	32	40
A	CHI24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
B	CHI25	3	0	0	24	0	0	0	0	0	0	26	25	0	0	75	90
B	CHI26	2	15	0	0	0	18	17	18	17	0	17	17	0	0	118	140
B	CHI27	6	0	0	0	0	0	52	0	0	0	52	0	0	0	103	120
Value per project action			236	184	259	405	596	610	664	556	284	688	377	596	77	5531	ASSESSMEN
max value/project action			700	500	800	1000	1100	1200	1200	1000	600	1500	1000	1100	400	Good	BANKABILIT
			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	81	RESULT

Рисунок 1.19 – Результат визначення розумності міста із середземноморського регіону

Дана матриця дозволяє проаналізувати експертні оцінки та загальний результат міста.

1.3.3 Метод визначення розумності індійських міст

У Індії 31% населення в даний час живе в містах, мігруючи в міста із кращими можливостями щодо працевлаштування, медичних та освітніх установ, а також поліпшення життєздатності і вищого рівня життя. Ця тенденція продовжуватиметься в майбутньому з ростом чисельності населення міста до 2030 року прогнозовано майже на 50% [38].

У таблиці 1.7 наведено перелік критеріїв та підкритеріїв для визначення розумності міста у Індії.

Таблиця 1.7 – Перелік критеріїв та підкритеріїв для визначення розумності міста у Індії

Соціальна складова	Забезпеченість міста	Економіка
Здоров'я	Електроенергія	Муніципальна корпорація
Навчання	Вода	Сталий розвиток
Безпека	Транспорт	
Захист від надзвичайних ситуацій	Наявність каналізаційної системи	
	Утилізація твердих відходів	
	Дощоприймачі	

Під час оцінювання було проведено догляд використовувати найостанніші доступні дані:

- Поточний статус – включає рівень ефективності міста по наданню послуг відповідно до еталонних значень. У поточному звіті включено пропозицію втручання як готовність перетворень на розумне місто.

- Технологічне втручання – включає використання та стан технологічних рішень для міських операцій і доставка різних міських послуг. Це включно із запропонованим втручання для перетворення на розумне місто відповідного до пропозицій.

- Внесок у розумне місто – окремий внесок кожного жителя у розвиток міста [38].

Фінальна оцінка міста = (Поточний статус * 0,3) + (Технологічне втручання * 0,3) + (Внесок у розумне місто * 0,4).

Із формули зрозуміло, що все ж таки саме бажання мешканців міста відіграє вирішальну роль у рейтингу та позиції міста.

На рисунку 1.20 наведено визначення розумності індійських міст та їх позиції у рейтингу.

Cities	Total Score	Rank
Bhopal	6.179	9
Gurgaon	6.353	8
Bhubaneshwar	6.971	3
Indore	7.035	2
Kochi	7.049	1
Noida	6.381	7
Lucknow	6.858	5
Chandigarh	6.858	5
Ludhiana	6.741	6
Dehradun	6.880	4

Рисунок 1.20 – Визначення розумності індійських міст та їх позиції у рейтингу

Окрім цього також у Індії розвинувся і інший метод оцінювання розумності міста. Загальну модель для обчислення оцінки наведено на рисунку 1.21.

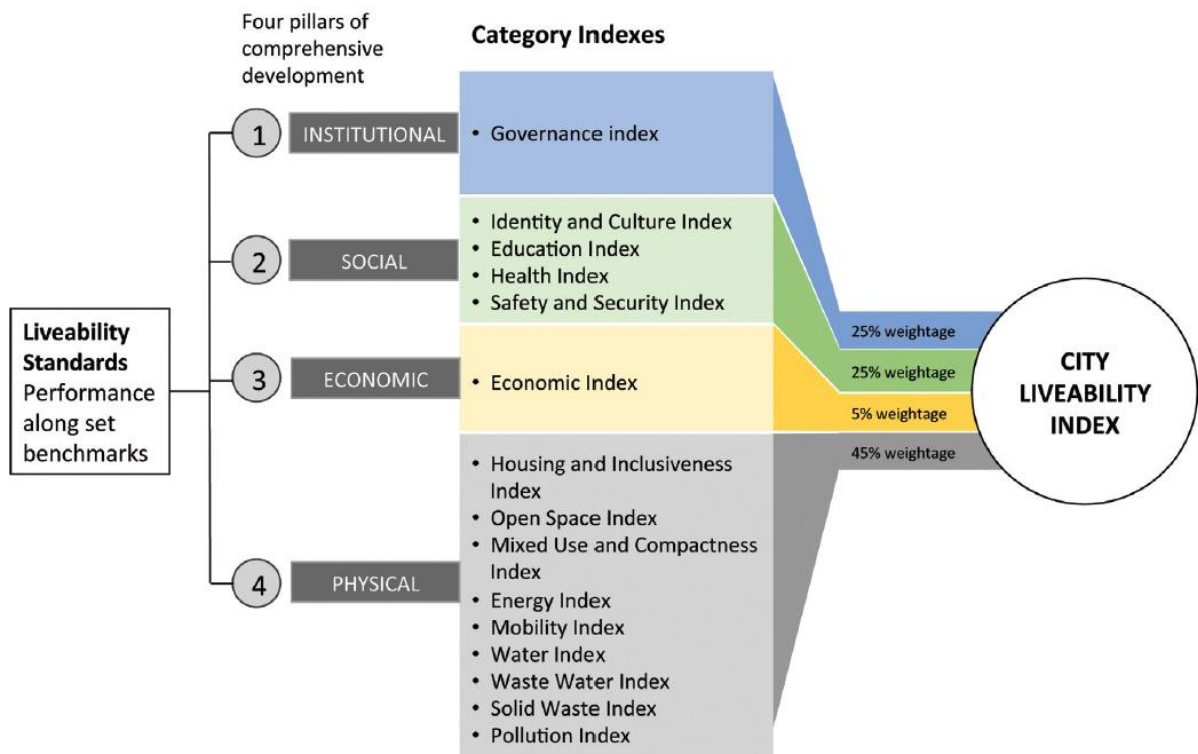


Рисунок 1.21 – Загальна модель для обчислення оцінки міста у Індії

Класифікацію міста здійснюють відповідно до чисельності населення за 79 індикаторами (у додатку Б). Оцінки категорій будуть обчислюватись відповідно до головних або додаткових стандартів життєдіяльності з такою вагою: головні індикатори – 70%, додаткові – 30%. Тобто оцінка категорії = середнє значення головних індикаторів * 0,7 + середнє значення додаткових індикаторів * 0,3.

Показники виражаються в різних одиницях і єдиний спосіб їх агрегації здійснюється шляхом нормалізації кожного показника, використовуючи рівняння (1.2) та (1.3).

$$I_{N,ijt}^+ = \frac{I_{A,ijt}^+ - I_{\min,ijt}^+}{I_{\max,ijt}^+ - I_{\min,ijt}^+} \quad (1.2)$$

Де $I_{N,ijt}^+$ – це нормалізований показник типу «більше краще» для групи показників j (економічні, екологічні чи соціальні), за час (рік) t і $I_{N,ijt}^-$ – це

нормалізований показник типу «чим менше, тим краще» для групи показників j за той же час (рік) t і I_A – середнє значення показника.

$$I_{N,ijt}^- = \frac{I_{A,ijt}^- - I_{\min,ijt}^-}{I_{\max,ijt}^- - I_{\min,ijt}^-} \quad (1.3)$$

Min-Max нормалізує показники, щоб вони були однаковими в діапазоні [0, 1] шляхом віднімання мінімального значення і ділення на діапазон значень індикатора [39].

Для прикладу, нехай для індикатора Відкритий простір – Мах: 50%, Мін: 5%. Потрібно знайти нормалізований показник для міста, у якого даний показник становить 30%, тоді отримаємо $(30-5)/(50-5)=25/45=0.55$.

Методологію розрахунку оцінки розумності міста наведено у таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Методологія розрахунку оцінки розумності міста

Напрямок всебічного розвитку	Оцінка категорії	Середнє значення по кожному напрямку	Значення із врахуванням ваги	Оцінка міста
Інституційний (25% ваги)	Управління (А)	А	$T=A*0.25$	Оцінка міста= $T+U+V+W$
Соціальний (25% ваги)	Ідентичність та культура (В)	$R=$ $B+C+D+E$ 4	$U=R*0.25$	
	Освіта (С)			
	Здоров'я (D)			
	Захист та безпека (Е)			

Економічний (5% ваги)	Економіка (F)	F	$V=F*0.05$	
Фізичний (45% ваги)	Житло та інклюзивність (G)	S= (G+H+J+K +L+M+N+ P+Q) 9	W=S*0.45	
	Відкритий простір (H)			
	Змішане використання та компактність (J)			
	Енергія (K)			
	Мобільність (L)			
	Вода (M)			
	Стічні води (N)			
	Тверді відходи (P)			
	Забруднення (Q)			

На цьому завершено огляд методів визначення розумності міста. Визначено, що усі вони призначені для визначення оцінки міста та його порівняння із іншими містами за певними критеріями.

1.4 Розвиток розумних міст: систематичний огляд наукових публікацій

Забезпечення сталого розвитку та якості життя у складних соціальних екосистемах міст та міських районів є важливими проблемами. Міста все більше усвідомлюють концепцію «розумного міста» і активно розвиваються стратегії щодо досягнення мети стати розумними та ефективніше керувати міськими ресурсами під час вирішення проблем розвитку та включення.

Щоб зрозуміти поняття розумного міста, почнемо з розуміння концептуальних родичів моделі. Хоча вони обмежені за обсягом, вони встановлюють теоретичні рамки для цілісного поняття розумного міста на даний час у сфері містобудування. Генезис цієї концепції полягає у провідному місті Даттона, який обіцяв використовувати нові технології телекомунікацій для забезпечення безпрецедентного обсягу даних та інформації домогосподарства і бізнес через «інформаційні магістралі», що створило б суспільство, орієнтоване на комунікації [40].

Ще одним попередником розумного міста є цифрове місто – технологічно визначене місто, яке використовує широкосмугову мережеву інфраструктуру для підтримки електронного врядування та «глобальне середовище для публічних транзакцій» (Мітчелл, 2000) [41]. Поняття розумного міста засноване на поєднанні суспільства знань і цифрового міста. Визначається як «багатошарова територіальна система інновацій», що складається з цифрових мереж, індивідуального інтелектуального капіталу та ін. соціального капіталу міста, які разом становлять колективний інтелект (Kominos, 2008) [42].

Серед перших розумних міст можна виділити невелике іспанське місто Сантандер. У 2011 році у ньому було встановлено 15 тисяч сенсорів по всьому місту для вимірювання зарядженості повітря, інтенсивності дорожнього трафіку, заповнення сміттєвих контейнерів. Здійснюється постійний контроль за цими та іншими параметрами і отримана інформація пересилається у єдиний центр управління.

Завдяки цій інформації мерії Сантандера вдалось ідеально впорядкувати процеси збору відходів, розвантажити дороги від пробок та оптимізувати систему вуличного освітлення. Якість життя жителів різко виросла, а саме місто стало більш технологічним і комфортним [43].

У світі загалом існує близько 165 проєктів «розумних міст», які розташовані практично на кожному континенті – від Латинської Америки до Океанії.

Вперше «розумні міста» з'явилися в Європі, проте, концепція почала швидко поширюватися і по інших країнах світу. Азіатські Сінгапур і Токіо, американські Нью-Йорк і Чикаго, європейські Барселона і Амстердам – всі ці міста успішно запроваджують і популяризують програми з розвитку «розумного міста».

Експерти стверджують, що у 2020 року в світі буде приблизно 600 «розумних міст» [44].

1.5 Формулювання науково-технічної задачі

На основі проведеного аналітичного огляду науково-технічних публікацій (44 джерела) сформулюємо задачі дипломної роботи магістра:

1. Обрати необхідні інформаційні параметри – характеристики, індикатори та дані.
2. Застосувати одну або кілька різних методологій для визначення розумності міста Тернопіль.
3. Розробити програмне забезпечення, яке б передбачало реєстрацію та авторизацію користувачів, можливість перегляду рейтингу і здійснення оцінки та порівняння міст України.
4. Визначити рейтинг українських міст щодо успішного впровадження концепції «розумного міста», а також зробити висновок щодо їх слабких та сильних сторін і способів їх удосконалення.

Щодо методології визначення оцінки (рейтингу) розумності міста, то також спробувати здійснити їх синтез.

1.6 Висновки до першого розділу

У даному розділі ознайомлено із поняттям розумного міста, його характеристиками (детально розглянуто кожну із них), різними методологіями здійснення оцінки розумності міста, серед яких методологія визначення у європейських містах. Встановлено, що за своєю суттю дані методи мають однакову мету – отримання рейтингу міст для визначення перспективних напрямків розвитку. Також встановлено, що з кожним роком все і більше і більше міст у світі «розумнішають».

2 ОГЛЯД МЕТОДОЛОГІЙ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗУМНОСТІ МІСТА

2.1 Детальний огляд методології визначення розумності міст в середземноморському регіоні

Метою оцінювання за даною методологією є визначити чи дане місто підлягає фінансуванню для подальшого розвитку елементів розумності у ньому. У даній методології визначення розумності міста також визначається за вищезгаданими 6 характеристиками.

У таблиці 2.1 наведено характеристики та фактори, які використовуються для визначення розумності міст в середземноморському регіоні.

Таблиця 2.1 – Характеристики та фактори, які використовуються у ASCIMER

Розумне управління	SGo1. Участь в управлінні	Розумне середовище	SEn1. Мережа та моніторинг навколишнього середовища
	SGo2. Прозорість і доступність інформації		SEn2. Енергоефективність планування
	SGo3. Державні та соціальні послуги		SEn3. Містобудування та міський ремонт
	SGo4. Багаторівневе управління		SEn4. Інтелектуальні будівлі і реконструкція будівель
	SGo5. Ефективність в муніципальному управлінні		SEn5. Управління ресурсами
			SEn6. Захист навколишнього середовища
			SEn7. Підвищення обізнаності та зміна поведінки

Розумна економіка	SEc1. Новаторство	Розумні люди	SPe1. Цифрова освіта
	SEc2. Підприємництво		SPe2. Творчість
	SEc3. Місцева і глобальна взаємопов'язаність		SPe3. Робота з підтримкою ІКТ
	SEc4. Продуктивність		SPe4. Створення спільноти і міське управління життям
	SEc5. Гнучкість ринку праці		SPe5. Інклюзивне суспільство
Розумна мобільність	SMo1. Управління дорожнім рухом	Розумний спосіб життя	SLi1. Туризм
	SMo2. Громадський транспорт		SLi2. Культура і відпочинок
	SMo3. Інфраструктура ІКТ		SLi3. Здоров'я
	SMo4. Логістика		SLi4. Безпека
	SMo5. Доступність		SLi5. Технологія доступності
	SMo6. Чисті немоторизовані варіанти		SLi6. Добробут і соціальна інтеграція
	SMo7. Багатомодальне управління перевезеннями		SLi7. Громадський простір

У додатку В наведено перелік критеріїв відповідно до кожного фактора, які використовуються для здійснення оцінки міст із використанням даної методології.

Алгоритм визначення розумності міста описується 5 блоками (див. на рис. 1.18).

Контекст та об'єкт. Мета першого блоку – зібрати всю основну інформацію про міські структури і охарактеризувати сам проект. Дана інформація буде використовуватися в якості вхідних даних і посилань для оцінки різних елементів при майбутній оцінці. Не тільки внутрішні характеристики міста і його громадян будуть прийняті до уваги, але і такі чинники, як поточна інфраструктура міста, інституційні рамки і територіальні наслідки, що виходять за межі адміністративних кордонів самого міста. В ідеалі, кожне місто матиме набір чітко визначених елементів (стратегічне бачення, стратегію сталого розвитку, соціальний контракт), який дозволив оцінювати проекти розумного міста відповідно до заздалегідь встановленої структури [37].

Критерії проекту розумного міста. Оцінювач отримує набір прямих запитань, щоб відповісти в основному Так/Ні або Так/Частково/Ні.

Оцінка якості. Здійснюється оцінка проекту та очікуваного ефекту відповідно до 3 цілей – ефективності, стабільності та стійкості і якості життя. Оцінка проекту = $1/3 \cdot \text{ефективність} + 2/3 \cdot \text{стабільність та стійкість}$. Очікуваний ефект = $1/3 \cdot \text{ефективність} + 1/3 \cdot \text{стабільність та стійкість} + 1/3 \cdot \text{якість життя}$.

Матриця для оцінки розумного міста (див. на рис. 1.19). Ідея полягає в тому, щоб перевірити відповідність з потребами жителів міста, області або району, в межах міста, де буде реалізовуватися проект. Пропонована матриця оцінки дозволяє всі елементи взаємопов'язати і підсумовує їх вплив на проект, допомагаючи місту стати розумнішим. Це матриця з двома вимірами, які надають часткові і глобальні результати від проекту. У ній містяться всі елементи і вона дозволяє отримувати інформацію в результаті комбінацій: це смарт в цілісному розумінні цього терміну (на рисунку 2.1). Розглядається проект розумного міста, який можна розділити на різні напрямки і дії для вирішення різних міських проблем. Матриця демонструє ці взаємозв'язки і результати оцінки повинні бути прийняті до уваги.

		DIMENSIONS																																				
		Smart Governance					Smart Economy					Smart Mobility					Smart Environment					Smart People					Smart Living											
		PROJECT AREAS																																				
		SGo1	SGo2	SGo3	SGo4	SGo5	SEC1	SEC2	SEC3	SEC4	SEC5	SMO1	SMO2	SMO3	SMO4	SMO5	SMO6	SMO7	SEn1	SEn2	SEn3	SEn4	SEn5	SEn6	SEn7	SPe1	SPe2	SPe3	SPe4	SPe5	SLI1	SLI2	SLI3	SLI4	SLI5	SLI6	SLI7	
REF VALUE	CHALLENGES ASSESSMENT	QUALITY ASSESSMENT																																				
A	Low urban institutional capacities																																					
A	Deficit of social services																																					
B	Instability in governance																																					
A	Gap government - governed																																					
A	Centralization & lack of coordination																																					
B	Lack of awareness																																					
C	Shortage in access to information																																					
C	Lack of equity																																					
C	Unbalanced geographical development																																					
B	High infrastructures deficit																																					
C	Shortage in access to technology																																					
B	Lack of competitiveness																																					
B	Lack of urban economy diversification																																					
B	Important role of the informal economy																																					
A	Lack of public transport																																					
B	Increase of private car																																					
A	Pollution																																					
A	Very rapid urbanization																																					
B	Lack of quality on neighbourhoods																																					
A	Unefficient resources cycle																																					
A	Climate change effect																																					
A	Urban poverty and inequality																																					
A	Threats to cultural identity																																					
B	Low educational level and digital skills																																					
B	High obstacles to social mobility																																					
C	Lack of accessible leisure facilities																																					
A	Urban violence and insecurity																																					

Рисунок 2.1 – Матриця для оцінки розумного міста

Різні входи матриці оцінюються на різних стадіях наступним чином.

Вхід 1: Міські проблеми

Міські проблеми є першим входом в матрицю. Інформація збирається на стадії опису, де керівників міста просять визначити основні проблеми їх міста і вони повинні оцінити і вагу, яку вони будуть призначати кожній з них (1-10) (на рисунку 2.2).

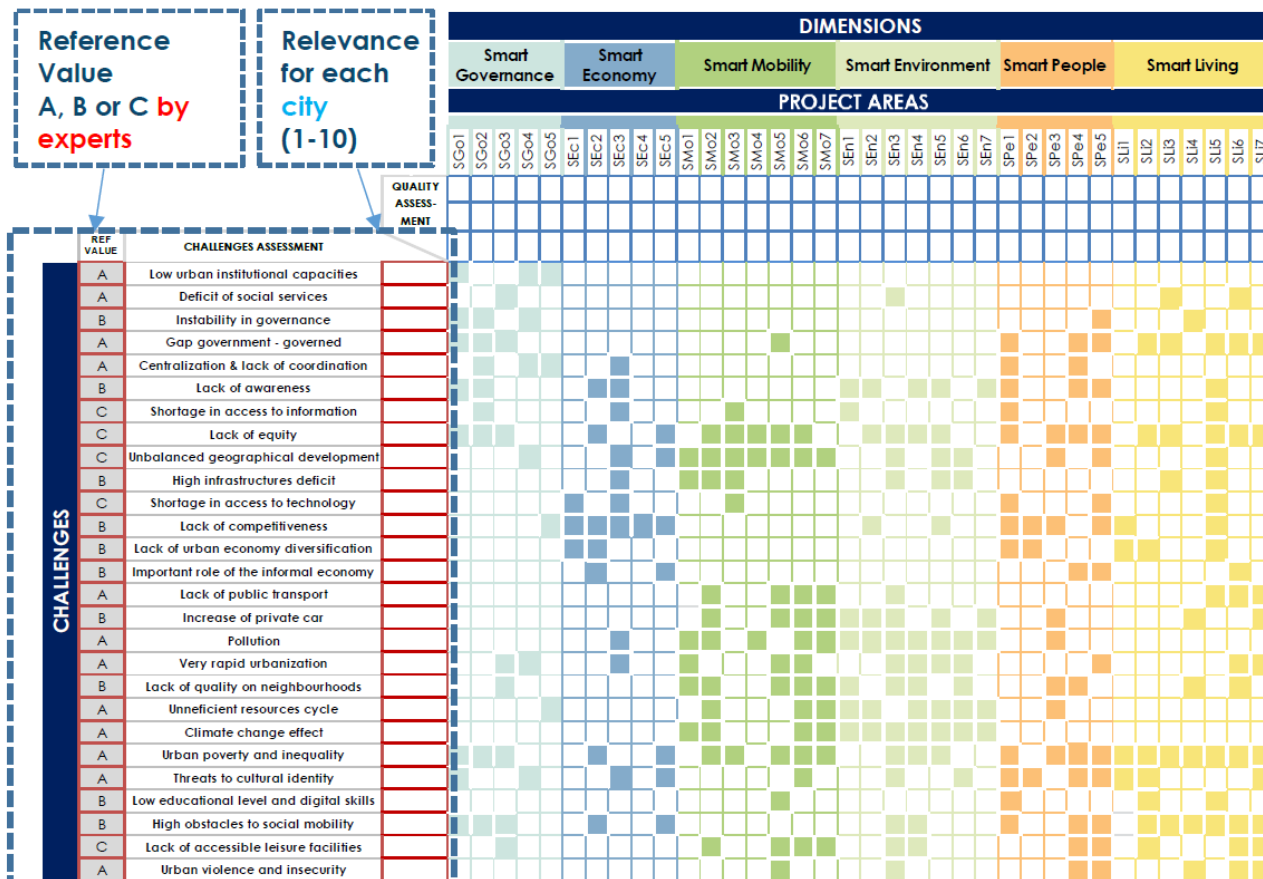


Рисунок 2.2 – Оцінка міських проблем

Міські проблеми, виявлені в Середземноморському регіоні оцінюються в двох різних фазах (див. на рис. 2.2):

- Пріоритезація експертів: окремі експерти проекту ASCIMER з університетів і муніципальних утворень в Середземноморському регіоні забезпечать попередній фільтр для задач Smart City, рейтингу їх значення за шкалою А, В або С. Ці значення будуть використовуватися в якості еталону для порівняння з значенням, що надається різними проблемами муніципалітетів.
- Пріоритезація муніципалітетами: кожен муніципалітет прагне мати свій проект розумного міста, який оцінюються для отримання фінансування. Вони повинні проголосувати за проблеми, що стоять перед містом від 1 до 10 в залежності від їх важливості [37].

Вхід 2: Оцінка проекту розумного міста

Другий вхід матриці є ідентифікацією різних галузей і дій в рамках проекту розумного міста, які мають бути оцінені (на рисунку 2.3).

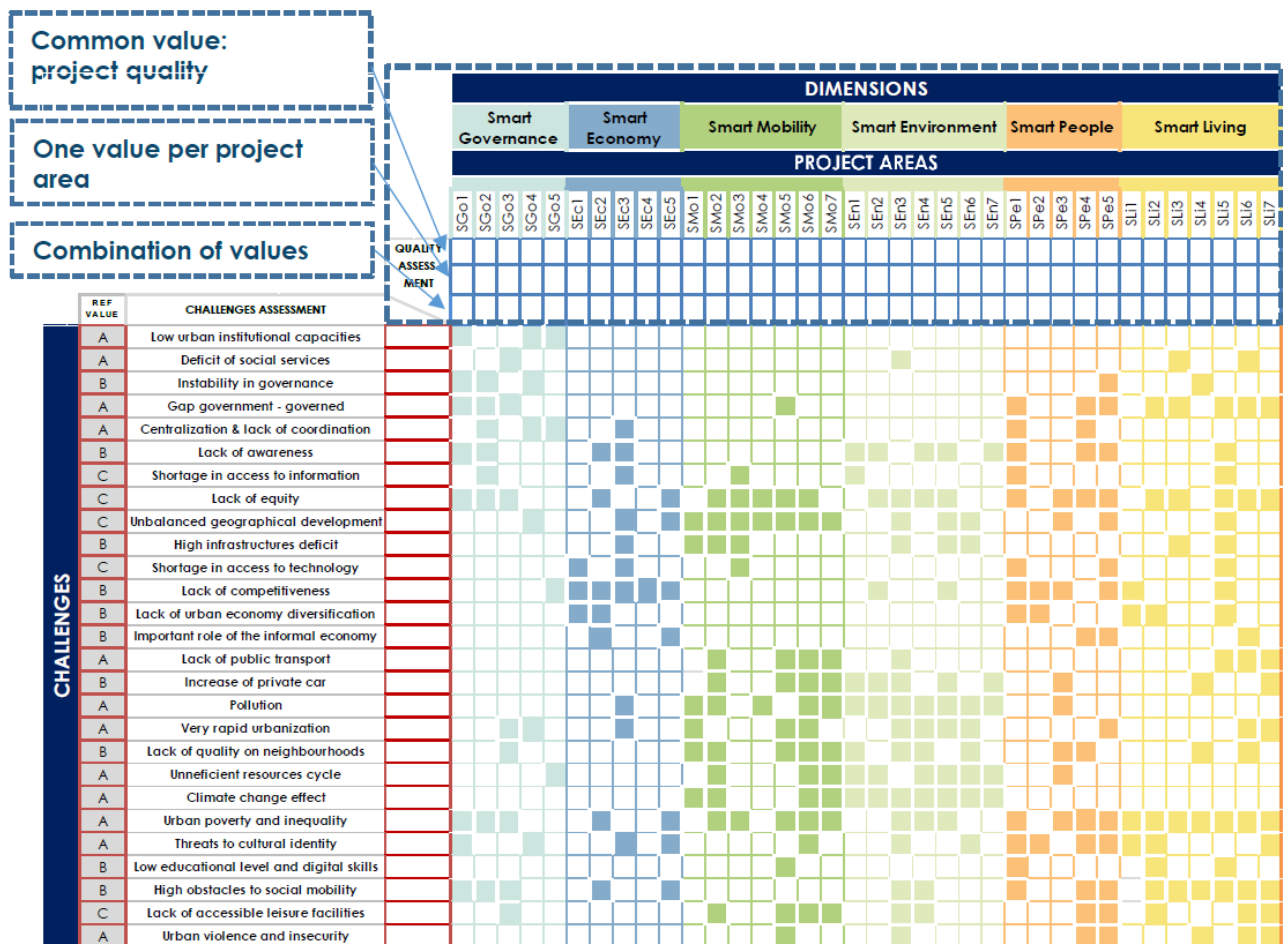


Рисунок 2.3 – Оцінка різних галузей міста

Процес оцінки застосовуються тільки до галузей проекту із ознаками в рамках проекту Smart City, тому проблемні кольорові клітини будуть усунені.

Результати етапу оцінки проектів Smart City будуть використовуватися для зважування різних галузей проекту:

- Оцінка проекту: результатом буде одне загальне значення для всього проекту Smart City.
- Оцінка впливу: ця оцінка буде забезпечувати різні значення для кожної галузі проекту.

Часткове оцінювання із допомогою матриці дозволяє провести оцінку в 3 етапи:

- По-перше, це дозволяє поєднувати різні значень, які будуть віднесені до міських проблем і галузей (зон) проекту. У кожному рядку вагові значення, присвоєні муніципалітетом кожному завданню (з урахуванням експертів як

подвійна перевірка) дають значення пріоритету для кожної міської проблеми. У кожній колонці, шляхом обчислення середнього від поєднання отриманого значення для проектних характеристик і вартості впливу кожного проекту в районі, різне кінцеве значення виходить для кожної зони проекту.

- На другій стадії ці значення об'єднуються шляхом множення їх на кольорові перетини. Комбінація виділена в матриці на рисунку 2.4 показує проектні області з найвищим кінцевим значенням, і проблеми оцінюються як пріоритет з великою вагою в результаті глобальної оцінки. Ці значення також пропонують більш візуально початковий огляд оцінки, забезпечуючи кількісну інформацію і якісну оцінку пропозиції.

- Важливо зазначити, що кольорові перехрестя представляють заздалегідь визначені потенційні впливи. Після заповнення таблиці оцінювач повинен перевірити, чи відсутні будь-які з попередньо встановлених впливів, оскільки вони не застосовуються до конкретного проекту. Якщо так, значення потрібно замінити на «0». Якщо вони застосовні, але відсутні у пропозиції, клітинку потрібно залишити порожньою.

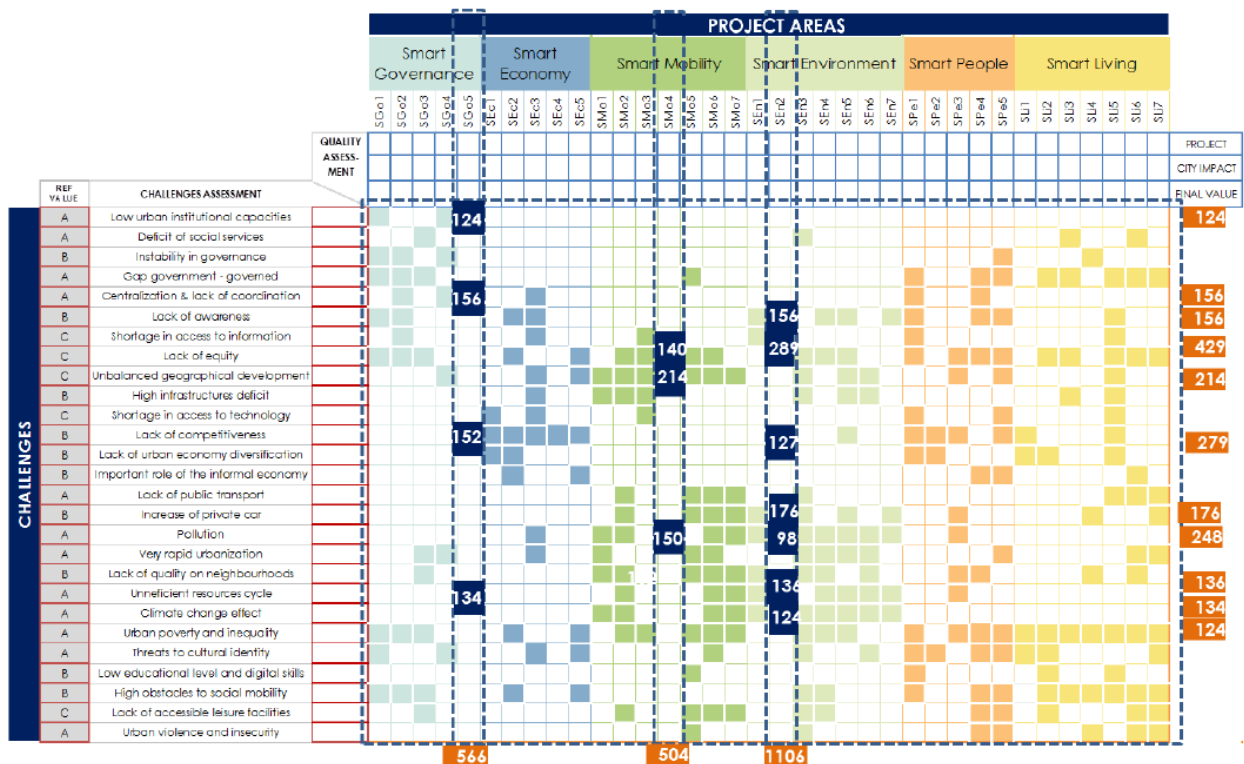
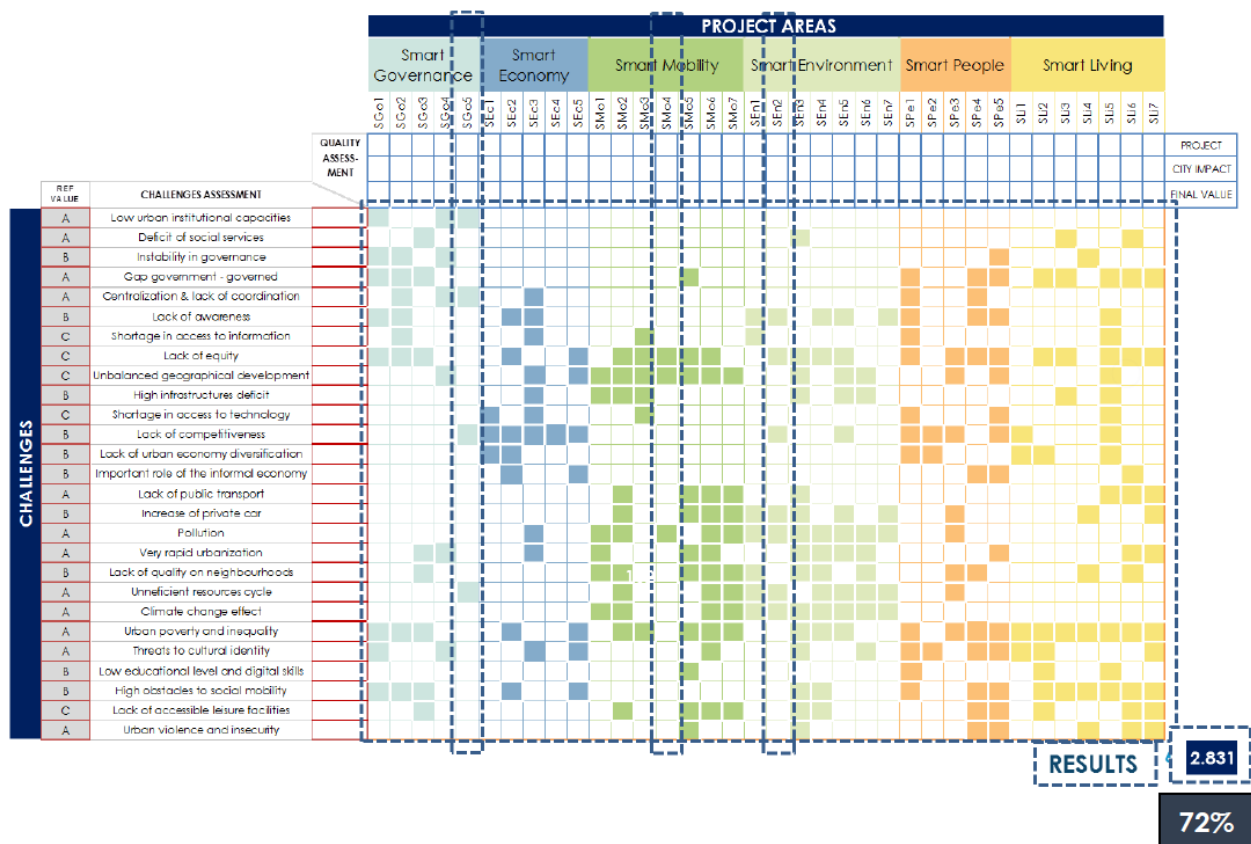


Рисунок 2.4 – Оцінка проекту розумного міста: часткові результати

По-третє, може бути інтерес до аналізу часткових результатів матриці (помаранчевим кольором на рисунку 2.5) і подано пропозиції щодо поліпшення проекту, якщо він може бути прийнятий «з умовами»:

- По рядках обчислюється глобальне значення для кожного завдання: результат додавання значень матриці для кожної міської проблеми. Це може допомогти оцінити основні проблеми, проект адресації.
- Також отримується різне глобальне значення для кожної галузі (зони) проекту: результат додавання значень для кожної галузі проекту. Це може допомогти визначити, яка галузь генерує більший вплив [37].

Значення в результаті перетину обважнення міських проблем з оцінкою проектних зон додаються, щоб забезпечити глобальний результат оцінки проекту. При цьому враховується не тільки загальна якість пропонованого проекту Smart City, а й його вплив на цілі розумного міста, які є основними цілями проекту (на рисунку 2.5).



Рисунк 2.5 – Загальний результат обчислень

Поєднання цього значення в порівнянні з максимально можливим значенням для цієї пропозиції може призвести до трьох різних ситуацій:

- Проект підходить для фінансування: якщо значення в результаті матриці оцінювання вище, ніж 70%, а результат оцінки фінансової привабливості є позитивним, проект вважається придатним для фінансування. Однак деякі рекомендації можуть бути отримані з аналізу результатів.

- Проект підходить для фінансування з умовами: якщо значення в результаті матриці оцінювання є вищим, ніж 40% і нижче, ніж 70%, а результат оцінки фінансової привабливості є позитивним, проект вважається придатним для фінансування в загальних рисах. Однак проект буде включати деякі зміни з метою більш ефективного вирішення проблем міста та поліпшення свого показника в повторних оцінках.

- Проект не підходить для фінансування: Якщо значення в результаті матриці оцінювання нижче, ніж 40% або результат оцінки фінансової привабливості негативний, проект не вважаються придатним для фінансування, оскільки це не узгоджується з проблемами міста [37].

Завершальним етапом даної методології є фінансова привабливість, яка включає в себе технічні критерії щодо можливостей муніципалітету з точки зору засобів і фінансових ресурсів, а також аналіз ризиків, які можуть привести проект до збою в своїх цілях, або що суб'єкт запозичення може не виконувати свої фінансові зобов'язання.

2.2 Методологія визначення розумності міста у Туреччині

Структура запропонованої моделі на основі шести характеристик, які розглядаються в якості основних компонентів розумного міста (на рисунку 2.6). Цими характеристиками є розумні люди, розумний спосіб життя, розумна мобільність, розумна економіка, розумне середовища і розумне управління, відповідно, які були описані в «Smart City Wheel», що розроблена професором Бойдом Коеном [45].

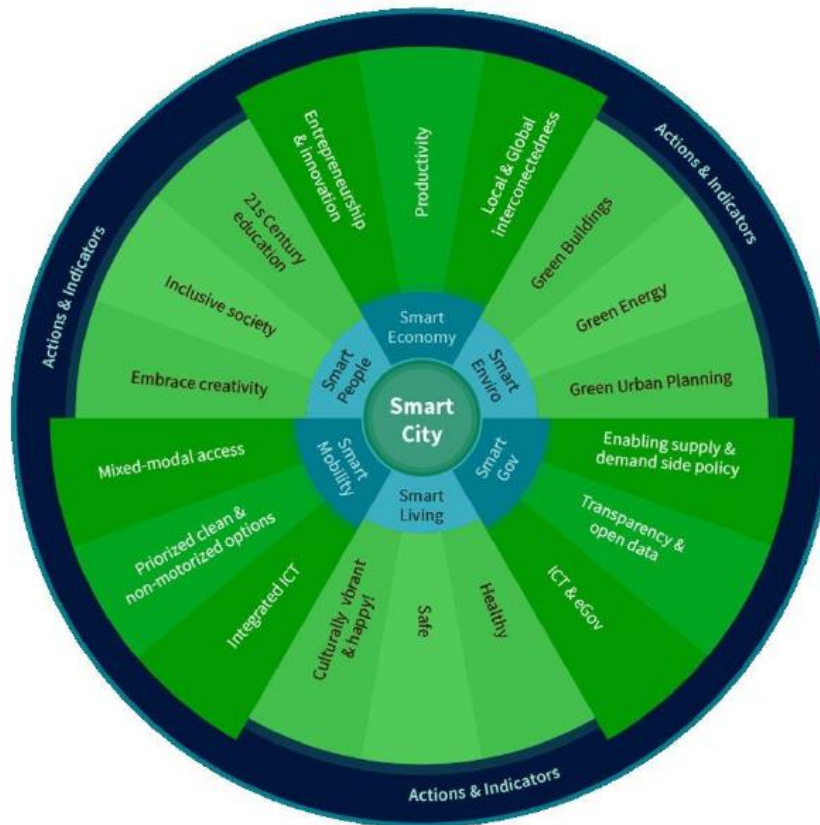


Рисунок 2.6 – Структура моделі «Розумного міста» для визначення його розумності

Спершу визначають 23 фактори та 66 показників, посилаючись на існуючі дослідження (Коен, 2014; Гіффінгер та інші 2007; Делойт та Vodafone, 2016). Показники зберігаються в базі даних як необроблені дані, а значення верхнього шару, такі як значення коефіцієнтів, значення характеристик та загальна оцінка, обчислюються за допомогою показників та їх ваги.

База даних моделі містить таку ж кількість таблиць набору даних, як і кількість обстежених міст, таблицю результатів, яка записує показники ефективності шести характеристик та загальні показники роботи всіх міст, та таблицю ранжування, яка записує результати. Усі таблиці даних мають однакову структуру, тому це можна пояснити на одному прикладі, як наведено на рисунку 2.7.

ID	Indicators	IndicatorValue	Weight	Zscore	Factors	FactorValue	Categories	CategoryValue
1	Yüksek eğitim görenlerin yüzdesi	85.410	NULL	1.153	• Eğitim seviyesi	0.913	Akıllı Toplum	0.614
2	ISCED'in 5-6. Seviyesindeki nüf...	83.587	NULL	1.069	• Yaşam boyu öğrenm...	0.259	Akıllı Yaşam	-0.185
3	Yabancı dil yeteneği	71.545	NULL	0.516	• Yaratıcılık	0.518	Akıllı Yönetim	-0.130
4	Hayat boyu öğrenmeye katılım o...	50.289	NULL	-0.461	• Katılımcılık	0.768	Akıllı Ulaşım	-0.568
5	Dil kuruluşlarına katılım oranı	84.926	NULL	1.131	• Sosyal tesisler	0.370	Akıllı Çevre	0.459
6	Kişi başı kitap sayısı	62.626	NULL	0.106	• Sağlık hizmetleri	-0.740	Akıllı Ekonomi	0.334
7	Yeni bir iş bulma yüzdesi	48.058	NULL	-0.563	• Sosyal güvenlik	-0.533	NULL	NULL
8	Yaratıcı endüstrilerde çalışanlar...	95.120	NULL	1.599	• Barınma koşulları	-0.658	NULL	NULL
9	Seçimlere katılım oranı	90.075	NULL	1.367	• Eğitim tesisleri	0.635	NULL	NULL
10	Gönüllü çalışmalara katılım oranı	64.013	NULL	0.170	• Karar vermede toplu...	0.150	NULL	NULL
11	Sinema ve tiyatroya katılım oranı	69.798	NULL	0.436	• Dijital altyapı	0.022	NULL	NULL

Рисунок 2.7 – Структура набору даних для обстежених міст

У таблиці наведено лише частину (перші 11 рядків) таблиці набору даних, щоб продемонструвати її структуру. Як вже згадувалось раніше, набір даних міст складається з 66 показників, 23 факторів та 6 характеристик. Тому перші 5 стовпців оригінальної таблиці мають 66 рядків записів як кількість показників, а наступні 2 стовпці (фактори, їх значення) мають 23 записи. Виділена частина таблиці, яка відповідає за категорії, позначає шість характеристик розумного міста відповідно: розумні люди, розумне життя, розумне управління, розумна мобільність, розумне середовище та розумна економіка [46].

Таблиця наборів даних містить значення показників у вигляді необроблених даних, ваги показників, оцінених за допомогою онлайн-опитування (Ахмет, 2017) [47] (перелік питань наведено у додатку Д), Zscore як стандартизовані значення, що обчислюються методом Z-перетворення, та значення на рівні фактора та характеристик, що розраховувались протягом процесу ранжування. Ці процеси завершуються за допомогою наступних етапів:

1. Математичний пакет або ПЗ підключається до бази даних і потім зчитує значення показників. Ці значення стандартизуються за рівнянням (2.3) і потім записуються в колонку Zscore.

2. Значення факторів обчислюються за допомогою показників та їх ваги, а потім оновлюються у стовпці FactorValue.

3. Значення шести характеристик обчислюється за допомогою значень факторів, а потім записується у стовпець CategoryValue.

Після вищезазначених кроків значення шести характеристик (значення категорій) усіх досліджуваних міст збираються в таблиці результатів (як наведено в таблиці 2.2), а потім загальна оцінка кожного міста обчислюються як сума значень категорій.

Після здійснених розрахунків результати ранжування записуються в таблицю ранжування, яка має таку ж структуру, як таблиця результатів, єдиною різницею є те, що значення розумності замінюються номерами ранжування (як наведено у таблиці 2.3).

У даному дослідженні посилаються на існуючі моделі ранжування (Гіффінгер та інші [48], Манвіль та інші 2015 [49], Рікарт та інші 2016 [50]) і інші дослідження розумних міст для того, щоб визначити найбільш підходящі індикатори для стану міста в Туреччині. Численні спроби були зроблені, щоб розробити показники міста на національному, регіональному та міжнародному рівнях, проте лише деякі з них були стійкими в середньостроковій перспективі, так як вони були створені для досліджень, призначених для покриття інформації конкретних потреб окремих органів, чия тривалість життя залежить від того, як довго буде тривати фінансування [50]. Беручи все це до уваги, спочатку визначаються 66 індикаторів, щоб перевірити модель, і вони можуть бути змінені в залежності від наявних даних для фактичних рейтингів.

Показники повинні мати різну вагу в залежності від їх важливості для розумності міст. Для оцінки ваг показників здійснюється онлайн-опитування. У ході опитування, кожен індикатор має чотири варіанти такі як 0, 1, 2 і 3, де 0 означає, що показник не має значення для міста, і 3 вказує, що показник має суттєвий вплив на кмітливість міст. На рисунку 2.8 наведено приклад з результатів опитування щодо показника «Рівень зайнятості в наукомістких секторах».

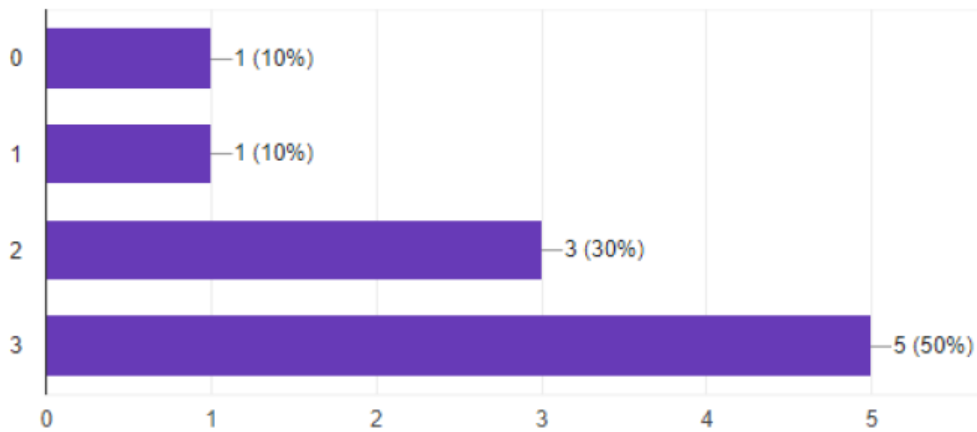


Рисунок 2.8 – Результати опитування щодо показника «Рівень зайнятості в наукомістких секторах»

Результати дослідження дають нам статистичні значення кожного показника (див. на рис. 2.8) і ми повинні зробити подальші розрахунки для того, щоб отримати точні ваги показників. Розрахунок ваг наведено у формулі (2.1).

$$W = 0 \cdot P_0 + 1 \cdot P_1 + 2 \cdot P_2 + 3 \cdot P_3 \quad (2.1)$$

У рівнянні P_0 , P_1 , P_2 і P_3 є пропорція 0, 1, 2 і 3 відповідно у відповідях, що даються на обчислений показник, це також означає $P_0 + P_1 + P_2 + P_3 = 100\%$.

Як приклад, ми можемо обчислити фактичну вагу індикатора, який названий як «Рівень зайнятості в наукомістких секторах» (див. на рис. 2.8), а результат обчислення:

$$0 \cdot 0.1 + 1 \cdot 0.1 + 2 \cdot 0.3 + 3 \cdot 0.5 = 2.2$$

Ваги всіх показників повинні розраховуватися з цього рівняння, і результати повинні бути записані в набір даних таблиць всіх досліджених міст.

Результати розрахунку ваг є діапазон від 0 до 3, і нам потрібно змінити масштаб цих ваг в значення між 1 і 2, щоб зробити ваги більш розумними із використанням формули (2.2).

$$newW_i = \frac{w_i - \min(w)}{\max(w) - \min(w)} + 1 \quad (2.2)$$

У рівнянні w_i – це початкові ваги, $\max(w)$ – це максимальне значення і $\min(w)$ – мінімальне значення ваги. Результати дослідження також можуть бути використані для подальшого вибору показників за рахунок усунення показників, якщо ваги дуже малі або дорівнюють нулю.

Для порівняння різних показників потрібно стандартизувати значення. Відомий і широко застосовуваний метод стандартизації – Z-перетворення. Цей метод, як наведено в (2.3), перетворює всі значення в стандартизовані значення, а математичне сподівання трансформованого зразка завжди дорівнює нулю ($\eta = 0$), а середнє квадратичне відхилення завжди дорівнює одиниці ($\sigma = 1$) [51].

$$Zscore = \frac{(x_i - \mu)}{\sigma} \quad (2.3)$$

У цій формулі, x_i – це вихідні значення даних вибірки, μ є математичним сподіванням, і σ – це середнє квадратичне відхилення розраховуємо за формулою (2.4).

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2} \quad (2.4)$$

Після розрахунку ваг і стандартизації показників, нам потрібно обчислити значення коефіцієнта, характерні значення і загальні характеристики за допомогою ваг і Zscores. Значення коефіцієнта обчислюється за формулою (2.5).

$$F = \frac{1}{N} \sum_{x=1}^N (Z_x \cdot W_x) \quad (2.5)$$

У рівнянні N – це число показників, що належать даному фактору, Z_x – це Zscore значення показників, які відносяться до цього фактору, і W_x є вага показників.

Результати агрегуються на верхньому рівні без будь-яких ваг, отже, характерним значенням є лише середнє арифметичне факторів, як наведено у формулі (2.6).

$$C = \frac{1}{N} \sum_{x=1}^N F_x \quad (2.6)$$

Відповідно до набору даних, кожна характеристика має близько 4 факторів, а кожен фактор має близько 3 показників в середньому.

Для того, щоб переконатися в правильності результатів, ми повинні розглянути, які показники належать до якого фактору, і які фактори відносяться до якої характеристики.

Так як не отримано достатньо даних для фактичного рейтингу, запропонована модель була протестована віртуальним набором даних для випадково вибраних 5 міст. Розраховані значення шести характеристик і загальних характеристик всіх досліджених міст наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Обчислені характеристики досліджених міст

ІД	Назва міста	Розумні люди	Розумний спосіб життя	Розумний уряд	Розумна мобільність	Розумне середовище	Розумна економіка	Загальна оцінка
1	Бурса	-0.043	-0.144	-0.017	0.015	0.158	0.584	0.552
2	Адана	0.784	-0.324	-0.121	-0.839	0.602	0.48	0.572
3	Конья	-0.17	-0.253	-0.054	0.221	0.421	0.322	0.466
4	Баликесір	0.018	-0.715	0.636	-0.014	0.321	0.487	0.732
5	Артвін	0.216	-0.235	0.093	-0.047	-0.674	1.088	0.442

Таблиця рейтингу записує результати ранжування, які виконуються за допомогою шести характеристик і загальних характеристик, як наведено у таблиці 2.3. Однак, ця модель також записує значення коефіцієнтів в базі даних під час процесу, і робить можливе порівняння міст на рівні факторів.

Таблиця 2.3 – Ранжування отриманих результатів

Назва міста	Розумні люди	Розумний спосіб життя	Розумний уряд	Розумна мобільність	Розумне середовище	Розумна економіка	Загальний рейтинг
Баликесі	3	5	1	3	3	3	1
Адана	1	4	5	5	1	4	2
Бурса	4	1	3	2	4	2	3
Конья	5	3	4	1	2	5	4
Артвін	2	2	2	4	5	1	5

Як наведено у таблиці 2.3, результати ранжування дають нам загальне розташування міст і їх позицій по кожній характеристиці. Як наслідок, результати даного дослідження можуть сприяти діагностиці стану міст.

2.3 Методологія визначення розумності міста у Китаї

З 2010 року Китай приділяє велику увагу будівництву розумних міст. Державна рада та органи місцевого самоврядування на всіх рівнях оприлюднили багато політичних питань щодо розумних міст [52].

Станом на кінець 2017 року більше 500 пілотних міст розбудовували розумні міста в Китаї, і така кількість міст посіла перше місце у світі. Китайські міста прагнуть побудувати розумні міста завдяки потенційним рішенням, які вони можуть запропонувати для низки проблем у сучасному суспільстві. Однак будівництво розумних міст в Китаї розпочалося із запізненням, і органи місцевого самоврядування не сформулювали комплексного планування

розумного будівництва міста [52]. Багато міст сліпо порівнюють та наслідують одне одного під час розумного будівництва, що призводить до функціонального дублювання та неспроможності формулювати взаємодоповнюючі відносини між містами. Крім того, у процесі будівництва міста «надають більшого значення будівництву, ніж застосуванню», а також є брак уніфікованих галузевих стандартів, будівельних норм та стандартів оцінки, що призводить до серйозних відходів ресурсів та низької ефективності будівництва [53, 54].

Метод, який використовується у Китаї, розглядає розумне місто як складну систему, і всі показники дуже взаємопов'язані, що дозволяє не тільки уникнути обмежень попереднього набору показників, але й розширитись до кількох міст і навіть показати їх динамічні зміни.

Згідно із дослідженнями та фактичними ситуаціями розвитку розумного міста в Китаї [55], відбувається поділ системи розумного міста на чотири підсистеми (на рисунку 2.9).

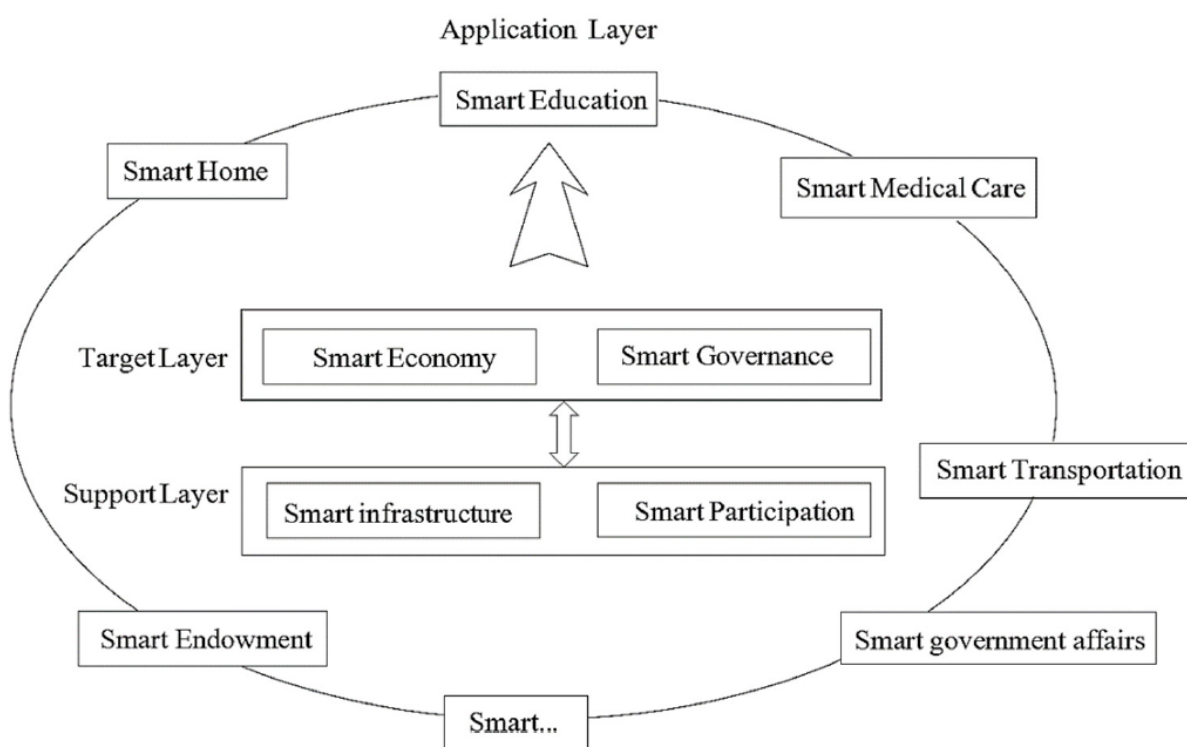


Рисунок 2.9 – Структура системи розумного міста

Розумна економіка та розумне управління можна розглядати як цільовий рівень, оскільки обидва цілі – це завдання розумного будівництва міста та їх вдосконалення сприятимуть побудові розумної інфраструктури та розумної участі. Так само розумна інфраструктура та розумна участь належать до рівня підтримки. Вони не тільки відносно незалежні, але й виступають основою цільового шару. Відносини між цими двома шарами не підпорядковані, а паралельні та взаємодіють [52].

Показники для кожної підсистеми наведено у додатку Е.

Розглянемо детальніше кожну підсистему:

1. Розумна інфраструктура є системою підтримки міста. Розумна інфраструктура, як і людські кістки, підтримує розвиток міста. При будівництві розумного міста слід покращити інфраструктуру, включаючи транспорт та інформацію, щоб підтримувати стабільність системи розумного міста [56].

2. Розумна економіка є енергосистемою міста. Для сприяння розвитку розумної економіки слід докласти великих зусиль для розвитку розумної індустрії, підвищення здатності до інновацій та просування Інтернет-додатків, забезпечення стійкої потужності для будівництва розумного міста [57].

3. Розумне управління є балансовою системою міста. Для досягнення розумного управління містом слід звернути увагу на створення розумного уряду, розумної медичної допомоги та розумного середовища для досягнення балансу між економікою, суспільством та навколишнім середовищем [58, 59].

4. Розумна участь є системою участі міста. Основними учасниками швидкого будівництва міста є влада, підприємства та громадськість. Будівництво розумного міста вимагає різноманітних учасників, і мета розумного будівництва міста може бути досягнута за рахунок широкої участі кількох сторін [60].

Розумне місто – це складна система. Підсистеми всередині цієї складної системи тісно пов'язані між собою, і взаємозв'язок між показниками дуже складний. Тому існує велика невизначеність та неоднозначність у проведенні кількісної оцінки за допомогою деяких показників [61].

Розглядаючи систему, що містить відомі та невідомі часові ряди даних, сірий кореляційний аналіз (GRA) є відповідним методом для оцінки рівня побудови розумного міста [62].

Використовуючи даний метод першочергово здійснюється визначення ваги кожного показника. Метод інформаційної ентропії – це об’єктивний метод зважування, широко застосовуваний у наукових дослідженнях. Найбільша перевага цього методу полягає в тому, що матриця прийняття рішення, отримана цим методом, безпосередньо використовується для обчислення ваги кожного показника, тому виключається вплив суб’єктивного судження.

Обробка без розмірів проводиться на даних для отримання матриці обчислення Y_{ij} , розрахунок якої наведено у формулі (2.7).

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij}}{\text{Max}(X_j)} \quad (2.7)$$

Рядки у матриці Y_{ij} представляють кількість міст, які оцінюються і позначаються буквою i , де $i = 1, 2, 3 \dots m (m = 20)$; стовпці у матриці Y_{ij} представляють кількість показників і позначаються буквою j , де $j = 1, 2, 3 \dots n (n = 40)$. X_{ij} та $\text{Max}(X_j)$ представляють матрицю даних i -го міста та j -го показника та максимальне значення j -го показника відповідно. Значення ентропії, отримане для обчислення ваги показника, є відносним значенням, яке відображає його важливість у всій системі оцінювання. Безрозмірна обробка даних не впливає на обчислення величини ентропії, тобто не зменшує кількість інформації в даних, а робить показники адитивними та порівняльними.

Після цього обчислюється характерна матриця ваги для матриці даних (у формулі (2.8)).

$$p_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^m X_{ij}} \quad (2.8)$$

Також обчислюється значення ентропії E_j j -го показника (у формулі (2.9)).

$$E_j = -\frac{1}{\ln(m)} \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln(p_{ij}) \quad (2.9)$$

де p_{ij} – дані i -го міста для j -го показника в характерній матриці ваги.

Після цього обчислюється коефіцієнт різниці D_j кожного показника (у формулі (2.10)).

$$D_j = 1 - E_j \quad (2.10)$$

де D_j називається коефіцієнтом різниці і використовується для вимірювання ступеня узгодженості інформації, яка внесена кожним оцінюваним містом.

Окрім цього здійснюється обчислення коефіцієнта ваги W_j для кожного показника наведене у формулі (2.11).

$$W_j = \frac{D_j}{\sum_{j=1}^n D_j} \quad (2.11)$$

де W_j – ваговий коефіцієнт j -го показника.

Метод сірого кореляційного аналізу є основою теорії сірої системи. Суть методу сірої кореляції полягає у визначенні набору референтних рядів, обчисленні коефіцієнта сірої кореляції між відповідними рядами та еталонними

рядами для кожної схеми, потім порівняння їх переваг та недоліків та проведення ранжувального аналізу за ступенем сірої кореляції [63]. Тому сірий кореляційний аналіз може бути використаний для оцінки рівня побудови розумного міста. Щоб бути конкретним, сірий кореляційний аналіз проводиться між даними кожної підсистеми та оптимальними показниками в кожному році. Відповідно до отриманих сірих значень кореляції чотирьох підсистем, а також комплексного значення сірої кореляції всієї міської системи, оцінку можна проводити з точки зору інфраструктурного рівня, рівня економіки, рівня управління, рівня участі та загального рівня розумності.

Першим кроком оцінювання розумності міста із використанням даного методу є визначення еталонного ряду та ряду порівняння.

Еталонний або опорний ряд зазвичай складається з одиничних значень атрибутів оптимальних показників підсистеми, тобто максимального значення позитивного показника або мінімального значення негативного показника. Він позначається як $X_0(j)$, тобто $X_0 = \{X_0(j)\}$. Ряд порівняння – це міста, оцінені в підсистемі i записується як $X_i = \{X_i(j)\}$. Відповідно до системи індикаторів для оцінки рівня розумності будуються еталонний ряд та ряд порівняння.

Еталонний ряд: $X_0(j) = \{X_0(1), X_0(2), \dots, X_0(40)\}$.

Ряд порівняння: $X_y = \{X_0(1), X_0(2), \dots, X_0(20)\}$, $y = 1, 2, \dots, 5$,

де y – кількість порівняльних рядів, тобто кількість оцінюваних років.

Також здійснюється позитивна обробка негативного показника. Серед показників для Китаю декілька – це негативні, тобто такі як затримка руху транспорту (X8), споживання енергії громадського транспорту (X9), середня вартість проїзду у громадському транспорті транспорт (X10), споживання енергії на одиницю промислової продукції (X22) та середній еквівалентний рівень звуку регіонального екологічного шуму (X28). Перш ніж негативні показники пройдуть безрозмірну обробку, їх потрібно відрегулювати, щоб вони були позитивними. Здійснимо зворотний метод для здійснення позитивної обробки, який наведено у формулі (2.12).

$$X_{ij'} = \frac{1}{X_{ij}} \quad (2.12)$$

де X_{ij} представляє конкретні дані вищезгаданих п'яти показників.

Після цього здійснюється безрозмірна обробка для еталонного і порівняльних рядів. Використовується вона методом екстремуму за формулою (2.13).

$$C_{yj} = \frac{X_{yj}}{X_{0j}}, \quad y = 0, 1, \dots, 5, \quad (2.13)$$

де C_{0j} являє собою стандартне значення після безрозмірного еталонного ряду, причому $C_{0j} = 1$; C_{yj} являє собою стандартне значення j -го показника за y -ий рік після безрозмірної обробки; X_{0j} є оптимальним значенням j -го показника протягом 5 років.

Наступним кроком йде обчислення коефіцієнтів сірої кореляції для 40 показників. На основі безрозмірної обробки необроблених даних коефіцієнт сірої кореляції для кожного показника у кожному році розраховується за формулою (2.14).

$$\xi_{yj} = \frac{\min \min |C_{0j} - C_{yj}| + p \max \max |C_{0j} - C_{yj}|}{|C_{0j} - C_{yj}| + p \max \max |C_{0j} - C_{yj}|} \quad (2.14)$$

де ξ_{yj} являє собою сірий коефіцієнт кореляції j -го показника за рік i його числовий сенс – відносна різниця між стандартним значенням кривої порівняння і також еталонної кривої j -го показника в y -му році; p являє собою коефіцієнт роздільної здатності, що знаходиться в межах $[0, 1]$ та його роль полягає у зменшенні впливу крайніх значень на результати обчислення. p приймають як 0,5.

Завершальним етапом обчислень є визначення ступеня сірої кореляції кожної підсистеми та цілої системи розумного міста, яке наведено у формулі (2.15).

$$R_{ky} = \sum_{j=1}^{40} w_{kj} \times \xi_{yj}$$

$$R_y = \sum_{k=1}^4 W_k \times R_{ky}$$
(2.15)

де w_{kj} являє собою оціночну вагу j -го показника k -ої підсистеми і k представляє чотири підсистеми, тобто розумну інфраструктуру, розумну економіку, розумне управління та розумну підтримку будівництва міста, R_{ky} представляє ступінь сірої кореляції k -ої підсистеми в y -му році, тобто оцінки чотирьох підсистем в y -му році. Чим вище оцінка, тим краще продуктивність міста в підсистемі; R_y являє загальну ступінь сірої кореляції розумного міста на y -му році, тобто показник рівня будівництва розумного міста за y -ий рік. Чим вище оцінка, тим вищий загальний рівень розумності міста [52].

Відповідно до даної методології здійснювалось оцінювання 20 міст – Пекін (BJ), Тяньцзінь (TJ), Шанхай (SH), Шеньчжень (SZ), Гуанчжоу (GZ), Гуян (GY), Хефей (HF), Ланчжоу (LZ), Ченду (CD), Ухань (WH), Куньмін (KM), Вухі (WX), Нанкін (NJ), Циндао (QD), Ханчжоу (HZ), Чунцін (CQ), Сямень (XM), Урумкі (UR), Інчуань (YC) та Наннін (NN). Причиною вибору даних міст є те, що вони знаходяться в списку на реалізацію розумного міста у Китаї з багатим досвідом у галузі будівництва міста і що більшість з них є великими містами кожної провінції чи регіону із відносно повними даними.

Дані для оцінювання отримані із статистичного щорічника Китаю, статистичного бюлетеня національного економічного та соціального розвитку цих міст, китайського інформаційного звіту, статистичного звіту про розвиток китайського Інтернету та щорічного звіту про міський залізничний транспорт у

Китаї, щорічного звіту про аналіз трафіку великих міст Китаю, звіту про розвиток розумних міста Китаю та інших.

Період для розгляду – 5 років з 2012 по 2016 рр.

Визначені ваги показників за методом інформаційної ентропії (2.7)-(2.11) наведено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Визначення ваги для 40 показників у 2012–2016 роках

Показник	X1	X2	X3	...	X39	X40
2012	0.0035	0.0004	0.0064	...	0.0249	0.0167
2013	0.0033	0.0004	0.0044	...	0.0249	0.0171
2014	0.0022	0.0006	0.0043	...	0.0266	0.0189
2015	0.0025	0.0004	0.0077	...	0.0297	0.0169
2016	0.0029	0.0015	0.0062	...	0.0321	0.0228

В загальному кроки оцінки такі. По-перше, оптимальне значення кожного показника приймається як значення еталонного ряду; по-друге, безрозмірну обробку проводять за показниками значень еталонного (опорного) ряду та ряду порівнянь та коефіцієнту сірої кореляції кожного показника; по-третє, отриманий коефіцієнт сірої кореляції поєднується з вагою, визначеною методом інформаційної ентропії для обчислення коефіцієнта сірої кореляції між первинними показниками значень сірої кореляції між підсистемами. Нарешті, комплексний ступінь сірої кореляції розумності знайдено. Комплексну ступінь сірої кореляції кожного міста з 2012 по 2016 рік наведено у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Комплексна ступінь сірої кореляції 20 міст у 2012–2016 роках

№п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Місто	VJ	SH	SZ	HZ	GZ	XM	WX	NJ	CD	TJ
2012	0.56	0.47	0.42	0.45	0.43	0.40	0.40	0.41	0.38	0.39
2013	0.57	0.49	0.43	0.44	0.42	0.39	0.41	0.41	0.38	0.39
2014	0.63	0.50	0.43	0.44	0.42	0.40	0.41	0.42	0.38	0.39
2015	0.67	0.55	0.48	0.54	0.47	0.44	0.44	0.43	0.41	0.41
2016	0.67	0.52	0.51	0.49	0.47	0.44	0.44	0.44	0.42	0.41

№п/п	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Місто	CQ	WH	QD	HF	YC	UR	LZ	GY	KM	NN
2012	0.39	0.39	0.37	0.37	0.41	0.37	0.39	0.37	0.37	0.37
2013	0.37	0.38	0.37	0.36	0.39	0.37	0.38	0.36	0.36	0.36
2014	0.38	0.38	0.38	0.37	0.40	0.37	0.38	0.40	0.36	0.36
2015	0.40	0.39	0.39	0.40	0.38	0.38	0.38	0.38	0.37	0.37
2016	0.41	0.41	0.40	0.40	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38

Рейтинг та зміни рівня розумності для 20 китайських міст з 2012 по 2016 рік наведено на рисунку 2.10.

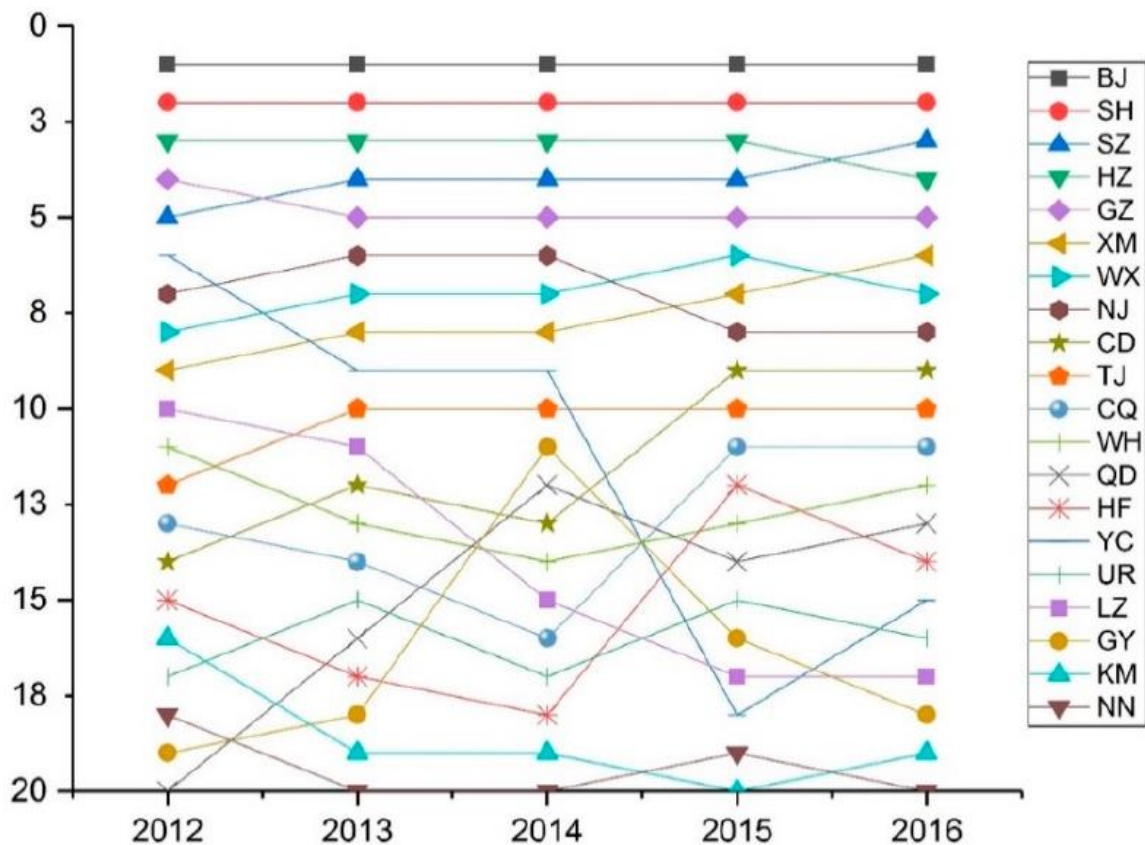


Рисунок 2.10 – Рейтинг та зміни рівня розумності у 20 китайських міст протягом 2012-2016 рр.

Як бачимо, BJ, SH, HZ, GZ та SZ займають першу п'ятірку, і їхній рейтинг мало змінився. Для інших міст TJ, GY, HF, CD, WX, QD, CQ, XM та UR – тенденція до зростання, тоді як LZ, WH, KM, NJ, YC і NN демонструють тенденцію до зниження.

За географічним розподілом та економічними характеристиками 20 міст можна розділити на чотири категорії (на рисунку 2.11): міська економічна зона Північного Китаю (BJ, TJ, QD), міський пояс річки Янцзи (SH, HZ, WX, NJ, HF, WH, CQ, CD), міська агломерація Південного Китаю (SZ, GZ, XM) та міська економічна зона Західного Китаю (GY, LZ, KM, UR, YC, NN).

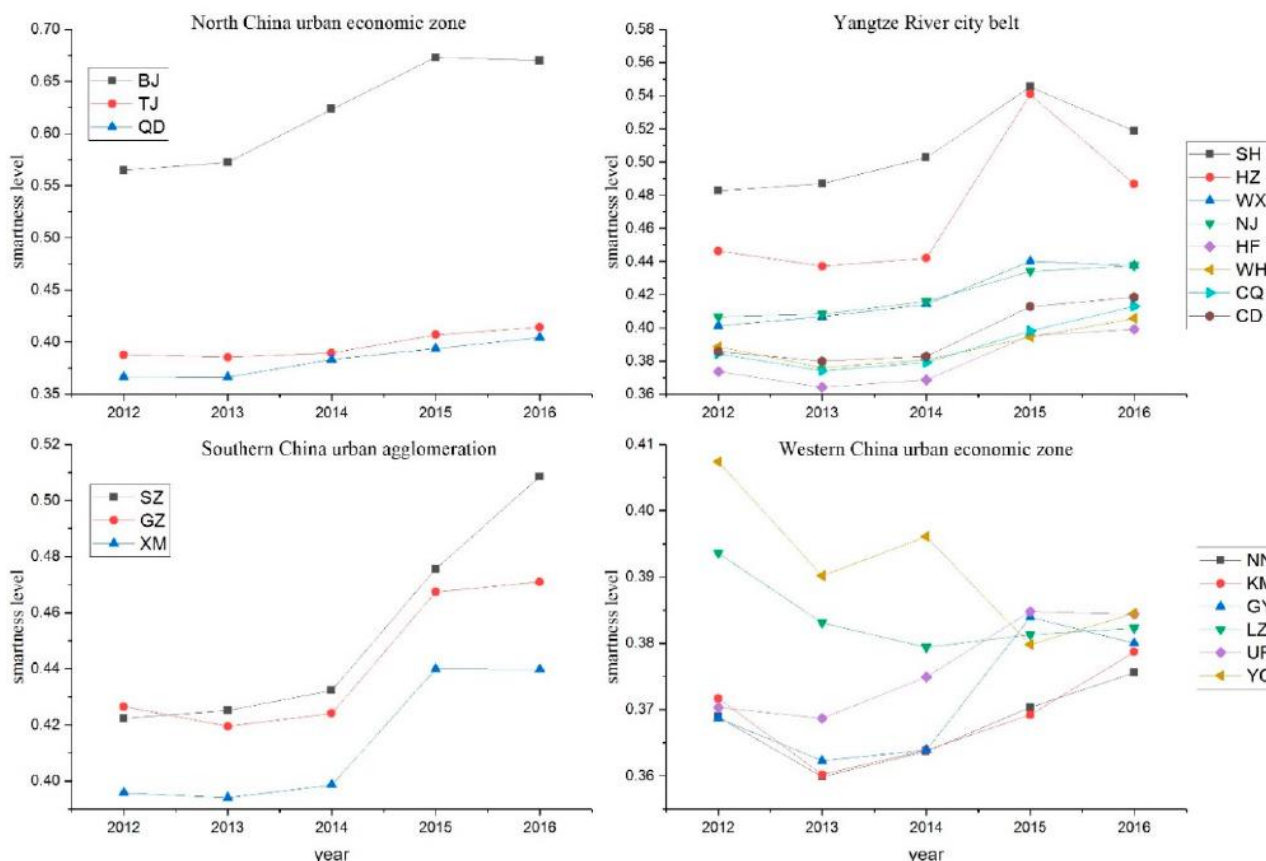


Рисунок 2.11 – Коливання рівня розумності 4 категорій китайських міст

Міста, які розташовані на півночі Китаю, Південному Китаї та регіонах річок Янцзи значно вище міст в Західному Китаї, і міста BJ, SH, GZ, SZ належить до міст першого рівня, які вище за інші міста в межах кожної категорії.

Для визначення категорій міст за якістю розумності здійснено кластеризацію на 5 класів:

1. Клас 1 – розумні міста найвищого рівня. Сюди належить тільки одне місто, BJ.

2. Клас 2 – розумні міста вищого рівня. Сюди належать HZ, GZ, SZ і SH.

3. Клас 3 – розумні міста середнього рівня. Сюди належать NJ, WX і XM.

4. Клас 4 – розумні міста нижчого рівня. Сюди належать LZ, YC, WH, CQ, TJ, CD.

5. Клас 5 – розумні міста найнижчого рівня. Сюди належать GY, UR, HF, QD, NN і KM.

На рисунку 2.12 наведено дендрограму кластерів.

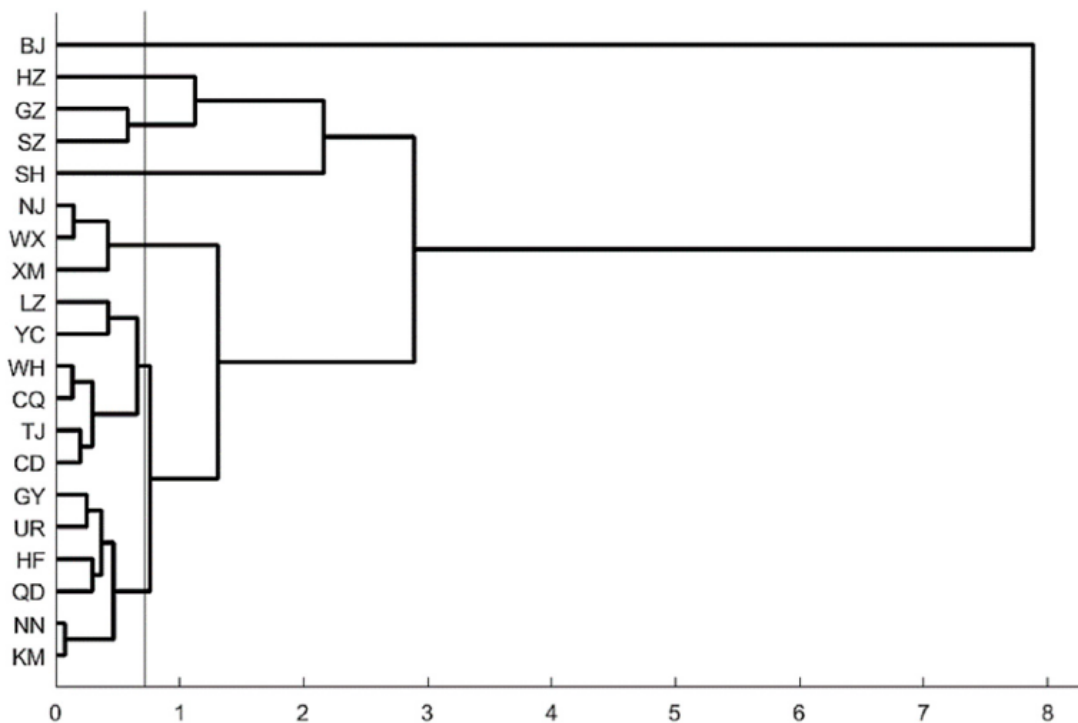


Рисунок 2.12 – Дендрограма як результат кластеризації

На рисунку 2.13 наведено просторовий розподіл оцінених 20 розумних міст у Китаї.

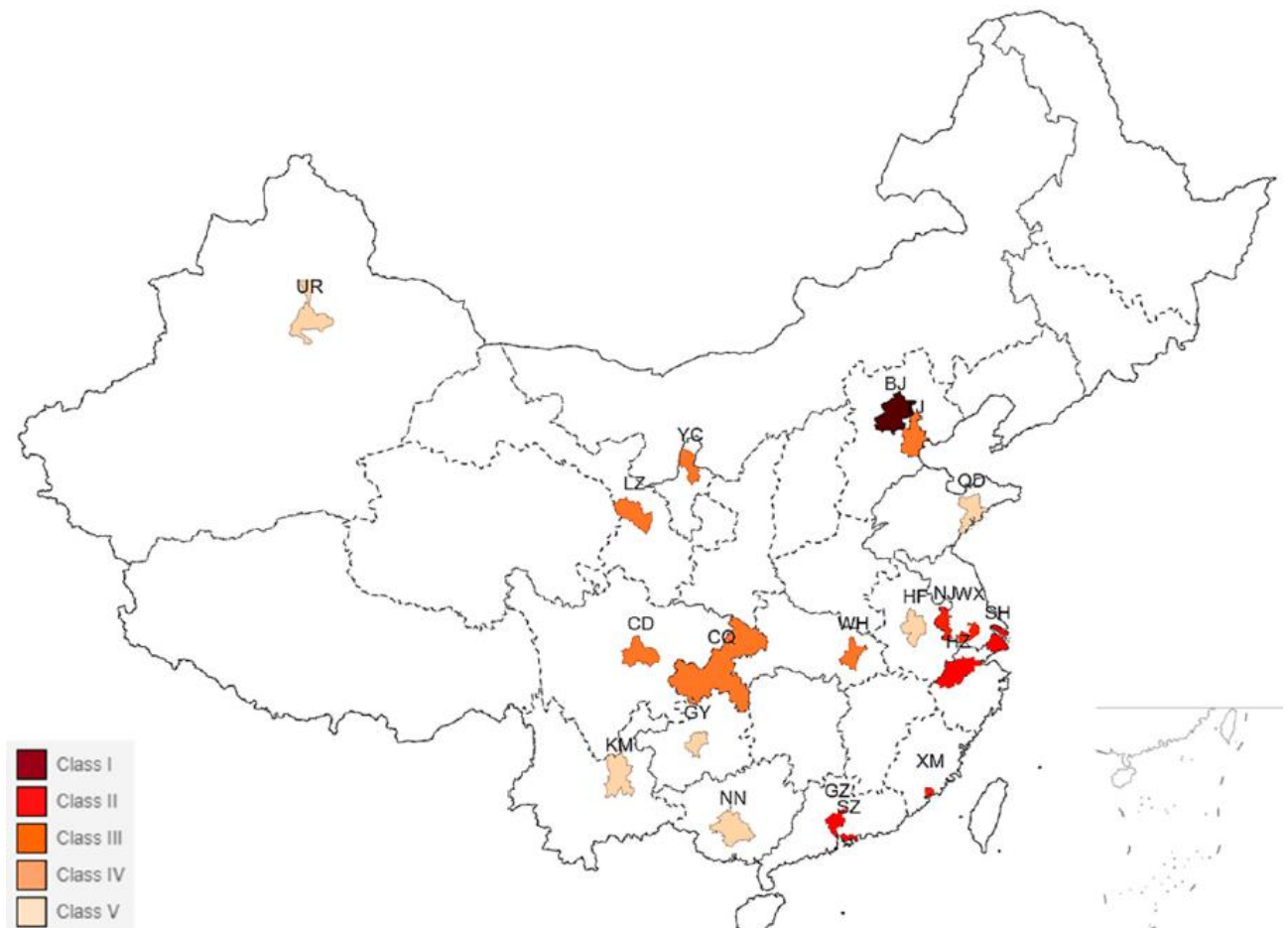


Рисунок 2.13 – Просторовий розподіл розумних міст у Китаї

Можна зробити висновок, що розумні міста Китаю – переважно поширені у міському поясі Пекіна, Янцзи та міській агломерації Південного Китаю. Щодо центральної та західної економічної зони, то вони як правило, відсталі в будівництві розумного міста, що представляє собою очевидний розрив із східними містами.

2.4 Методологія визначення розумності міста в Україні

Українські міста лише починають свій шлях у розробці концепції «Розумне місто». Таким чином, як і у багатьох інших країн, у нас немає загальноприйнятого визначення розумного міста чи методології визначення розумності та стійкості міст [64].

Проблемним також є питання отримання даних для відбору та оцінювання показників.

Джерелами показників у даній методології є:

- Рейтинг прозорості міст, який підготувала організація Transparency International для 100 міст України. Він оцінює прозорість міст, кількість активно наданої інформації громадянам, якість профілактичних заходів проти корупції та відкритість інформації для громадян [65].

- Топ-55 міст України для життя (рейтинг популярності міст України, який розраховується журналом «Фокус» з 2007 року). Він охоплює шість категорій: економіка, безпека життя, мобільність, якість послуг, навколишнє середовище та громадська думка [66].

- Опитування Міжнародного республіканського інституту, яке вивчає задоволеність громадян якістю послуг та можливостями, наданими в містах [67].

- Індекс міської демократії, проведений експертами агентства США з міжнародного розвитку «Громадяни в дії». Що дозволяє оцінити, наскільки найбільші міста України відповідають європейським стандартам відкритості, прозорості та підзвітності. Він проводиться щорічно, починаючи з 2016 року [68].

- Індекс культурного та творчого здобутку міст України, який був замовлений за ініціативою Kyiv Smart City та презентований у 2018 році аналітичним центром CE-DOS. Індекс має на меті оцінити потенціал міст розвивати культурні та творчі індустрії [69]. Він ґрунтується на трьох групах показників (1) життєздатності культурного життя; (2) розвитку культурних та творчих галузей; (3) умов, що сприяють розвитку культури та творчості [69].

На основі вищевказаних джерел даних процес оцінювання можна розділити на два етапи, які відповідають етапам, які проходять міста:

1. створення умов для розвитку концепції;
2. фактичне вимірювання стійкості та розумності міст.

Перший (підготовчий) етап може бути широко описаний як надання технічної та організаційної підтримки. Це означає, що люди повинні мати

доступні пристрої (ПК, смартфони, ноутбуки тощо) та доступ до Інтернету. Більше того, держава повинна забезпечити громадянам доступ до відкритих даних, оскільки це дозволяє створювати розумні програми та рішення для поліпшення якості життя та послуг, наданих урядом. Цей компонент будемо називати «Цифровізацією».

Інша частина підготовчого етапу («Концептуалізація») стосується організаційної складової. Він передбачає наявність розумної міської стратегії, платформи для спілкування та зворотного зв'язку, створення відповідального органу тощо.

Другий етап вимірює реальну дружелюбність, стійкість та розумність міст як життєвого середовища. Основна ідея – це підхід, орієнтований на людину, та який можна розкрити схемою наведеною на рисунку 2.14.

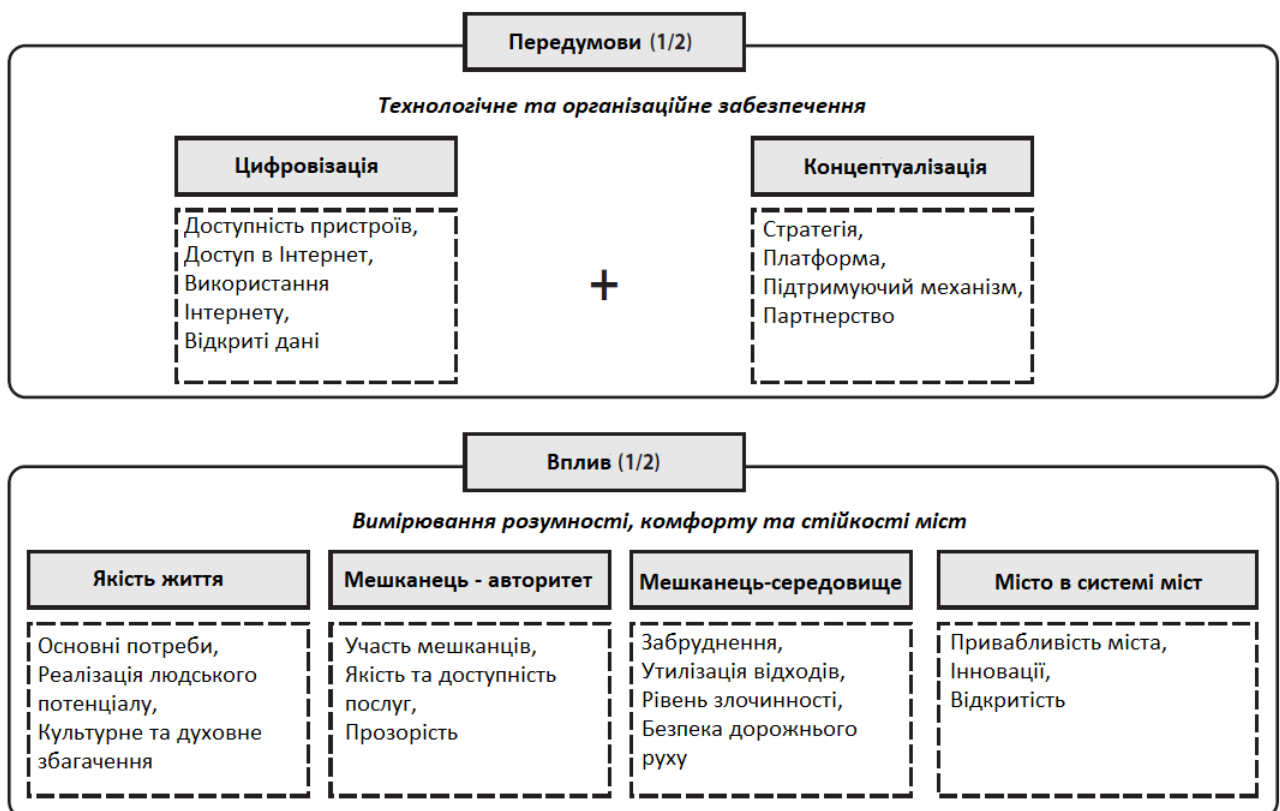


Рисунок 2.14 – Компоненти оцінки розумного міста в Україні

Підкомпоненти другого етапу:

- Якість життя – здійснюється оцінка задоволення всіх основних потреб людини (житло, їжа, одяг, здоров'я, послуги тощо), надає можливості для виявлення людського потенціалу (освіта, започаткування бізнесу, робота) та можливості для духовного збагачення (культурна сфера, можливості подорожей тощо).

- Мешканець-авторитет – здійснюється оцінка якості відносин між громадянами та уповноваженими ними органами (прозорість, доступність послуг, підзвітність тощо), а також громадянської діяльності та залучення мешканців.

- Мешканець-середовище – здійснюється оцінка безпечного існування мешканців та їх впливу на навколишнє середовище.

- Місто в системі міст – здійснюється оцінка привабливості-приналежності міста для людей, які не проживають у ньому (орієнтир для туристів чи бізнесу), включаючи обмін знань та досвід з іншими містами.

Джерелами даних взято:

- офіційні статистичні дані: Статистичний щорічник України Державна служба статистики, статистика України Центр оцінки якості освіти, дані Українського інституту інтелектуальної власності(Укрпатент) тощо;

- результати опитування та дослідження: проект Transparency International «Прозорі міста», опитування Міжнародного республіканський інституту, топ-55 українських міста для життя, індекс простоти ведення бізнесу тощо;

- дані з онлайн-сервісів: olx.ua, dom.ria, bigidea тощо [64].

Оцінка здійснюється за допомогою агрегації (використовуючи середнє арифметичне) компонентів (на рисунку 2.15).

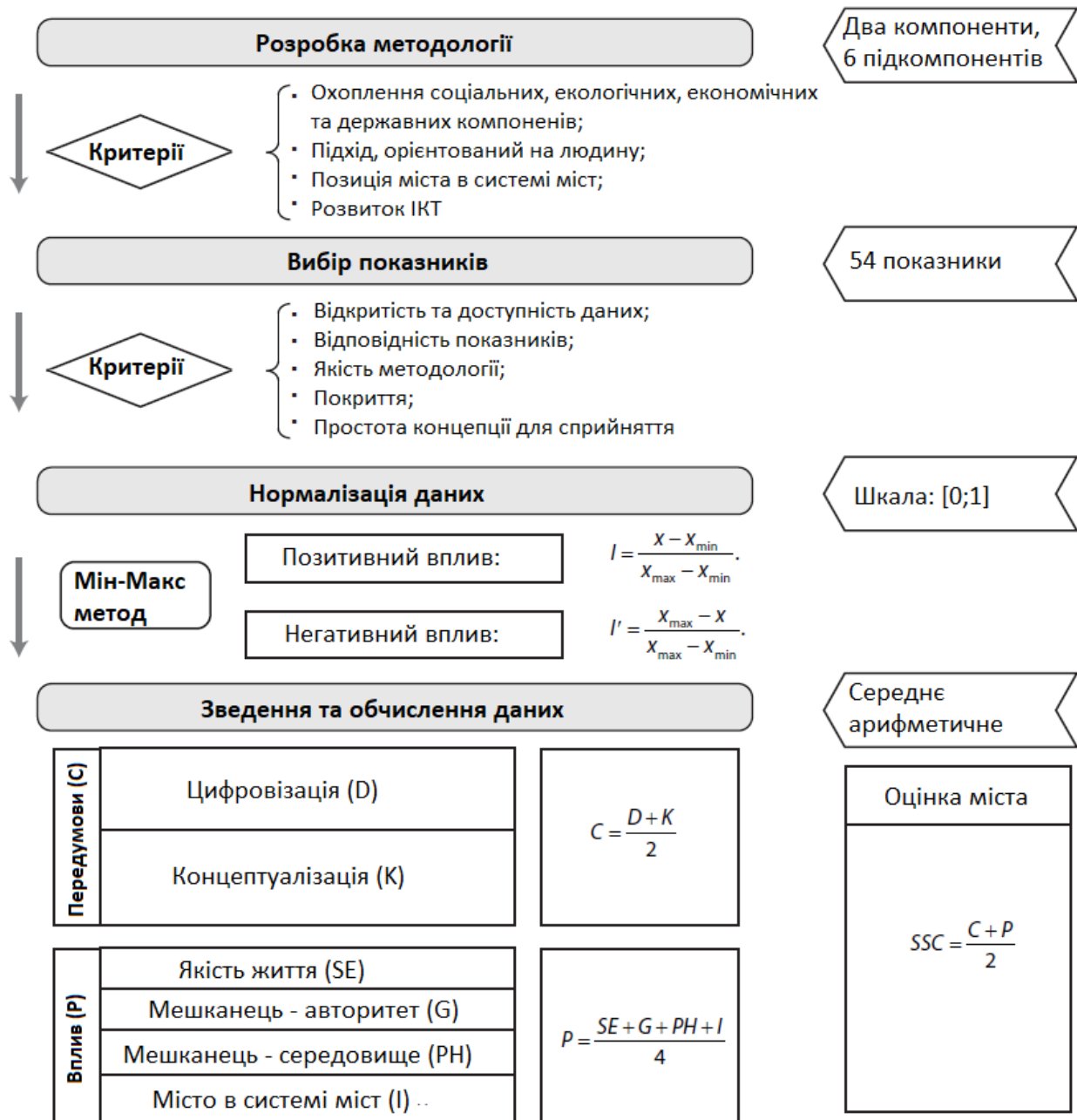


Рисунок 2.15 – Алгоритм методології оцінювання розумних міст в Україні

Щодо ваги показників, то для усіх вона однакова. Оскільки всі компоненти мають різні вимірні систем, необхідна процедура нормалізації. Для цього використовується метод Мін-Макс, наведений у формулі (2.16).

$$I = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (2.16)$$

Як результат усі показники будуть в межах від 0 до 1. Проте є також і показники із негативним впливом для яких обчислення здійснюються за формулою (2.17).

$$I' = \frac{x_{\max} - x}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (2.17)$$

Дана двокомпонентна модель включає шість підкомпонентів, які розраховуються із застосуванням 54 показників.

Методика була застосована для оцінки шести міст (Харків, Київ, Одеса, Львів, Вінниця та Дніпро), які досить часто висвітлюються в ЗМІ в контексті їх інноваційних підходів до вирішення міських питань, використовуючи технології. Було розглянуто 2016 та 2017 роки, відсутні дані замінювались на дані, наявні в регіональному рівні.

Результати обчислень наведено у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Результати оцінювання розумності українських міст

	Харків		Київ		Львів		Дніпро		Вінниця		Одеса	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017
Цифровізація	0.43	0.57	1.00	1.00	0.53	0.46	0.48	0.66	0.30	0.38	0.58	0.63
Концептуалізація	0.00	0.50	1.00	1.00	0.5	0.75	0.25	0.50	0.25	0.50	0.00	0.00
ПЕРЕДУМОВИ	0.21	0.53	1.00	1.00	0.52	0.61	0.37	0.58	0.27	0.44	0.29	0.32
Мешканець-авторитети	0.44	0.33	0.65	0.72	0.75	0.73	0.33	0.54	0.74	0.89	0.28	0.42
Мешканець-середовище	0.65	0.67	0.42	0.39	0.69	0.61	0.26	0.37	0.82	0.86	0.50	0.49
Якість життя	0.40	0.35	0.73	0.68	0.45	0.38	0.34	0.27	0.35	0.36	0.20	0.19
Місто в системі міст	0.45	0.36	0.98	0.94	0.44	0.42	0.32	0.34	0.17	0.17	0.28	0.31
ВПЛИВ	0.48	0.43	0.70	0.68	0.58	0.54	0.31	0.38	0.52	0.57	0.31	0.35
ОЦІНКА	0.35	0.48	0.85	0.84	0.55	0.57	0.34	0.48	0.40	0.50	0.30	0.34

Київ та Львів – лідери рейтингу. Київ започаткував концепцію Smart City ще у 2015 році, у 2017 році вона була прийнята та на офіційному рівні було налагоджено тіснішу співпрацю серед муніципалітету, цивільного та

підприємницького секторів. Місто має платформу для спілкування, зворотного зв'язку та постійного оновлення [70].

У 2016 році у Львові була прийнята програма цифрової трансформації на 2016-2020 рр. [71]. Більше того, місто започаткувало проведення щорічного форуму Smart City (451°E) для ознайомлення з досвідом реалізації концепції Smart City в інших містах світу та сприянню виконання львівської концепції Smart City.

Третє місце посідає Вінниця, яка є одним з міст-початківців у інтелектуальних рішеннях електронного уряду, наприклад, громадський портал був запуснений ще в 2013 році. Однак, порядок денний щодо цифрових технологій було прийнято нещодавно, у 2018 році [72].

Харків та Дніпро ділять четверте місце. І те й інше не мають офіційно прийнятої стратегії розумного міста, але мають великий інноваційний потенціал.

На рисунку 2.16 наведено компонентну структуру оцінки розумних міст в Україні.

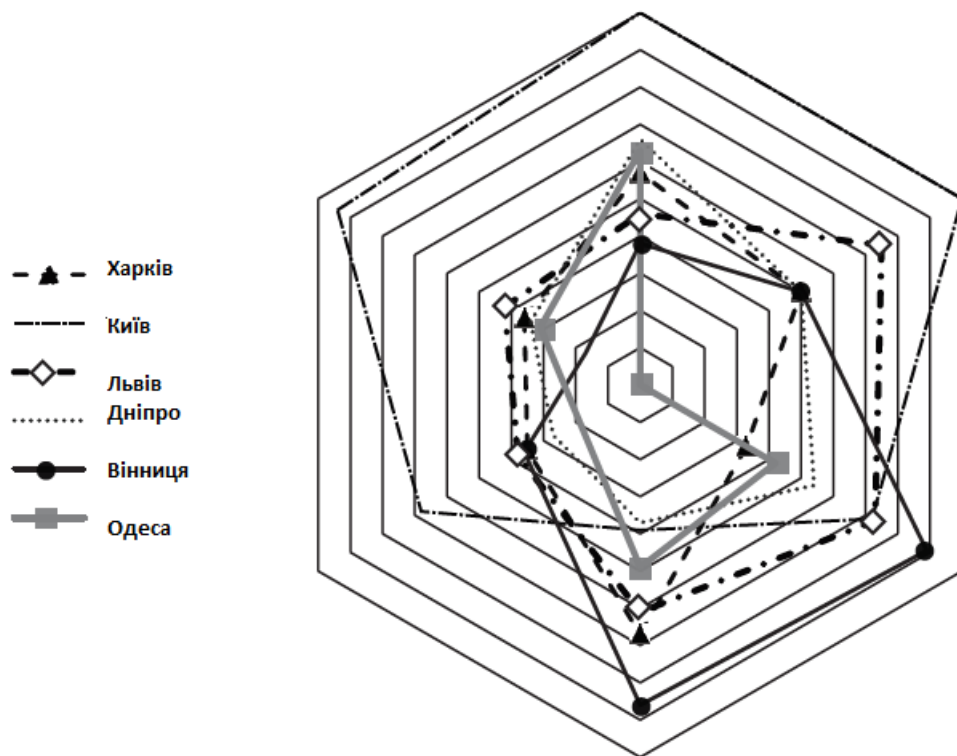


Рисунок 2.16 – Компонентна структура оцінки розумних міст в Україні

Головні позиції по осях «Мешканець-авторитет» та «Мешканець-середовище» займає Вінниця.

Загалом згідно із глобальним рейтингом відкритих даних, то в Україні відкрито лише 20% даних [73]. Щодо доступу в Інтернет, то лише 58% населення України користується Інтернетом, більшість з них живе у міській місцевості [74]. Проте з кожним роком розвиток українських міст у напрямку розумності стає більш помітнішим.

2.5 Висновки до другого розділу

Отже, у даному розділі було розглянуто методології визначення розумності міста у Середземноморському регіоні, Туреччині, Китаї та Україні. Зміст усіх даних методик є однаковим – знайти оцінку міста для порівняння та певними характеристиками та комплексно. Усі методології, окрім української використовують ваги для індикаторів. Щодо відмінностей між ними, то сюди також можна віднести різну кількість характеристик та індикаторів. Спільною ознакою є перетворення значень до стандартизованих із використанням z- або Мін-Макс перетворення.

Середземноморська ASCIMER призначена для визначення доцільності фінансування розумного міста із використанням спеціальної матриці, інші ж методи – через обробку та аналіз даних.

Щодо кількості кроків і здійснених обчислень, то найлегшою є українська методологія, а найскладнішою – китайська, адже у ній використовується метод інформаційної ентропії для визначення ваги кожного із показників та сірий кореляційний аналіз (GRA).

3 ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗУМНОСТІ УКРАЇНСЬКИХ МІСТ

3.1 Вибір методології для дослідження

Для визначення оцінки міст в Україні за основу візьмемо турецьку методологію і обчислення здійснюватимемо за формулами (2.1)-(2.6).

Обрано такі параметри оцінки:

- 6 характеристик;
- 25 факторів;
- 50 індикаторів.

Їх перелік наведено у додатку Ж.

Основним джерелом даних, із якого беруться значення індикаторів, є «Єдиний державний веб-портал відкритих даних» [75].

Загалом етапи обчислень такі:

- Розрахунок значень індикаторів із різних джерел або групами експертів і переведення їх у шкалу від 1 до 100.
- Оцінка ваг індикаторів мешканцями міста у шкалі від 1 до 5, далі їх програмна обробка в шкалу від 1 до 2.
- Визначення стандартизованих значень ваг на основі z-стандартизації.
- Визначення значень факторів.
- Обчислення комплексної оцінки міста.

У процесі перетворення значень індикаторів знаходяться і такі статистичні показники як математичне сподівання вибірки і середнє квадратичне відхилення. Варто зауважити, що із збільшенням кількості опитаних мешканців точність оцінки зростає.

3.2 Вимоги до ПЗ для визначення розумності міста

Для автоматизації процесу обчислень вирішено реалізувати додаток, який спростить його.

Основні вимоги:

- наявність авторизації/реєстрації;
- різні типи користувачів;
- здійснення оцінки ваг;
- безпосередній перегляд оцінки характеристик міста і загальної оцінки із графічним відображенням;
- порівняння із конкурентом;
- можливість зберігати графіки у форматі .png;
- додавання нових міст для аналізу;
- перегляд статистики щодо опитуваних людей;
- зберігання звіту про оцінку у форматі .pdf.

Буде реалізовано три типи користувачів:

- Житель міста – здійснення оцінки ваг, перегляд інформації про оцінку, порівняння із іншим містом і перегляд діаграми.
- Студент – права доступу «Житель міста» + можливість зберігання діаграми як рисунку.
- Науковець – права доступу «Студент» + додавання нового міста для аналізу, перегляд статистики про опитаних і збереження звіту у форматі .pdf.

Потрібно передбачити виведення повідомлення про обмеження прав доступу або зробити певний функціонал недоступним для користувача.

На рисунку 3.1 наведено діаграму варіантів використання для додатку «Визначення розумності міста».

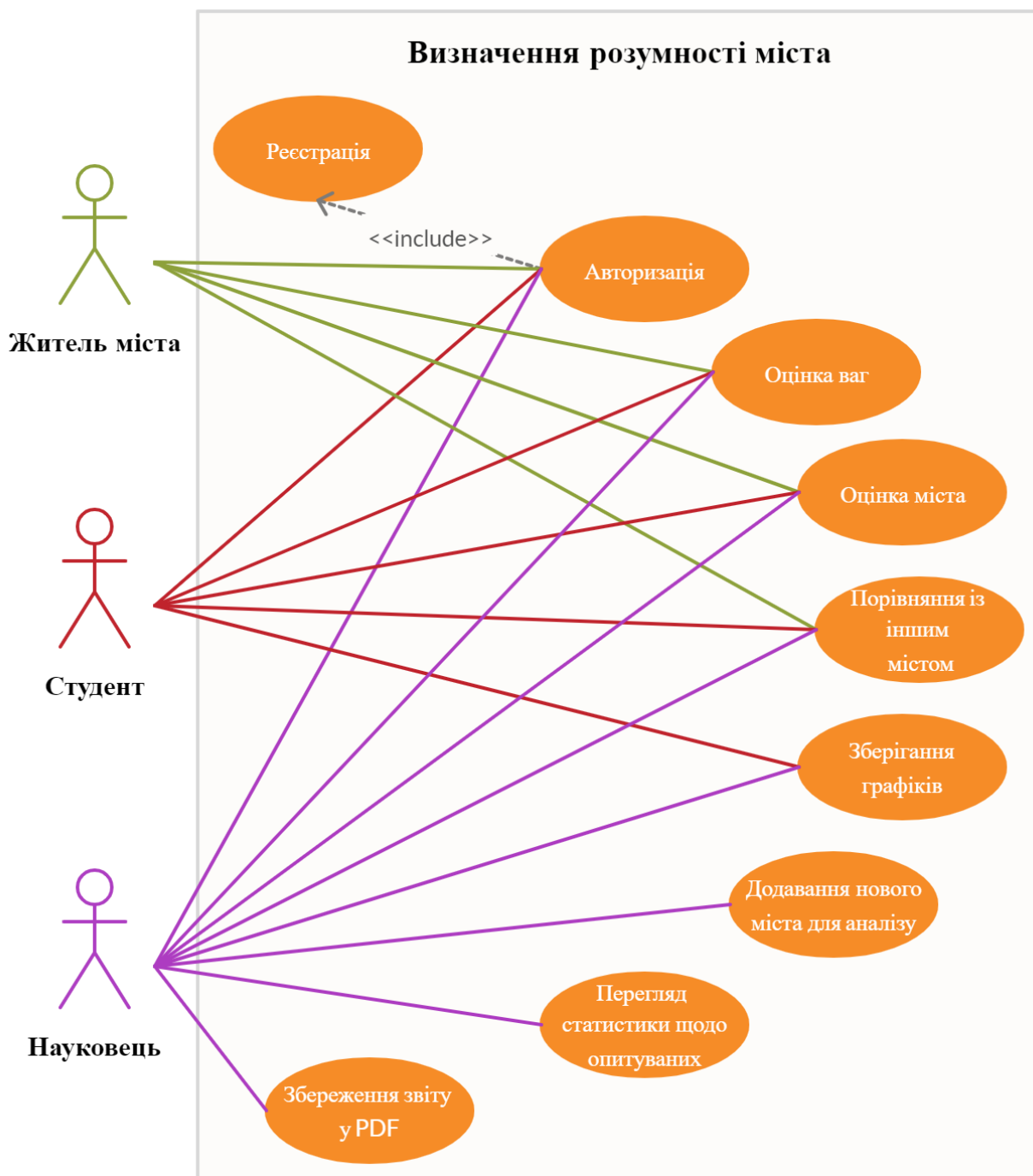


Рисунок 3.1 – Діаграма варіантів використання (прецедентів)

На даній діаграмі є 3 актори, якими виступають різні користувачі, і 8 основних варіантів використання і 1 допоміжний (реєстрація – при потребі).

У відповідності до вимог перейдемо до розробки БД, у яку будуть записуватись усі дані користувачів, їх оцінки індикаторів та результат міста.

3.3 Проектування бази даних

Для коректної роботи програми і можливості експорту даних розробником реалізовуємо базу даних «smart_city_index» із допомогою СКБД MySQL.

Залежно від функції у процесі обчислень виділимо два типи таблиць:

- основні – 7 таблиць, які містять інформацію про користувача та значення, необхідні для розрахунків;
- допоміжні – 1 таблиця, яка генерується автоматично із допомогою майбутньої програми запитом на створення таблиці.

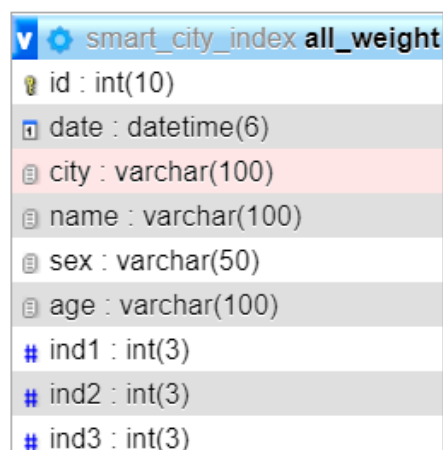
Перелік основних таблиць:

- all_weight;
- all_indicators;
- users;
- indicators;
- all_factors;
- all_characteristics;
- cities.

Перелік додаткових таблиць:

- table_of_results_ternopil_ua.

На рисунку 3.2 наведено структуру таблиці all_weight.

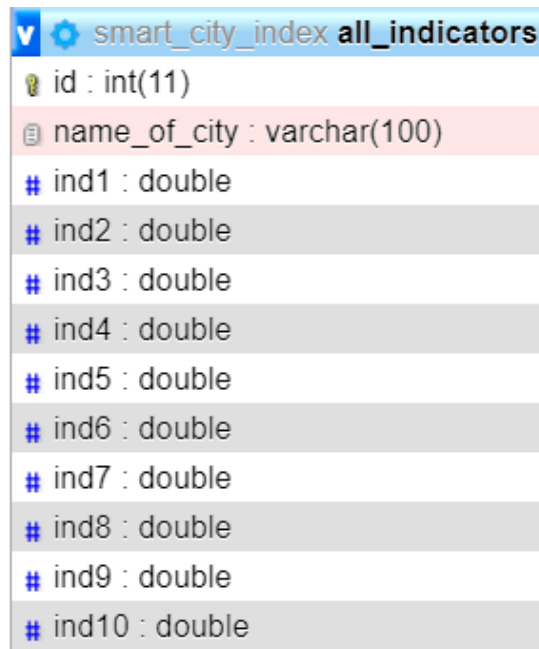


Field	Type
id	int(10)
date	datetime(6)
city	varchar(100)
name	varchar(100)
sex	varchar(50)
age	varchar(100)
ind1	int(3)
ind2	int(3)
ind3	int(3)

Рисунок 3.2 – Структура таблиці all_weight

У неї записуються дані про здійснення оцінки ваг жителями міста – дані програмно переносяться із Google-таблиці результатів для Google Форми.

На рисунку 3.3 наведено структуру таблиці all_indicators.



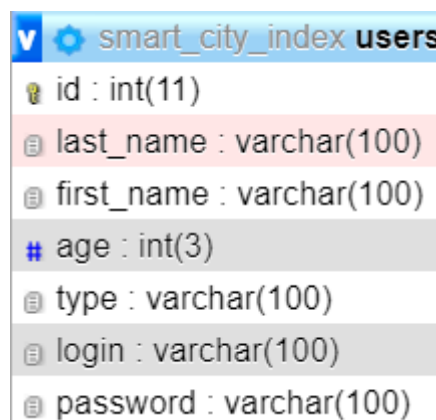
The screenshot shows the structure of the 'all_indicators' table in a database. The table has the following columns:

Column Name	Data Type
id	int(11)
name_of_city	varchar(100)
ind1	double
ind2	double
ind3	double
ind4	double
ind5	double
ind6	double
ind7	double
ind8	double
ind9	double
ind10	double

Рисунок 3.3 – Структура таблиці all_indicators

Сюди заносяться дані із відкритих джерел або експертні оцінки у шкалі від 1 до 100 безпосередньо розробником або користувачем із типом «Науковець».

На рисунку 3.4 наведено структуру таблиці users.



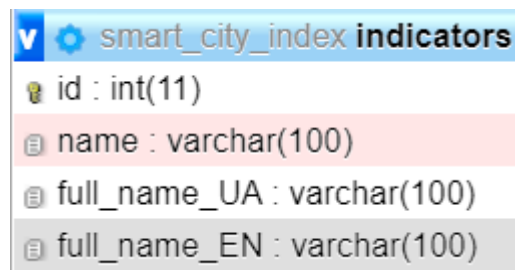
The screenshot shows the structure of the 'users' table in a database. The table has the following columns:

Column Name	Data Type
id	int(11)
last_name	varchar(100)
first_name	varchar(100)
age	int(3)
type	varchar(100)
login	varchar(100)
password	varchar(100)

Рисунок 3.4 – Структура таблиці users

У ній зберігаються обліковані дані користувачів.

На рисунку 3.5 наведено структуру таблиці indicators.

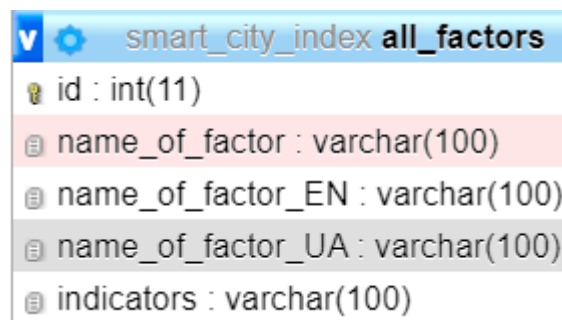


smart_city_index indicators	
id	int(11)
name	varchar(100)
full_name_UA	varchar(100)
full_name_EN	varchar(100)

Рисунок 3.5 – Структура таблиці indicators

Записуються усі назви індикаторів українською та англійською мовами, оскільки передбачається, що у ПЗ буде двомовний інтерфейс.

На рисунку 3.6 наведено структуру таблиці all_factors.

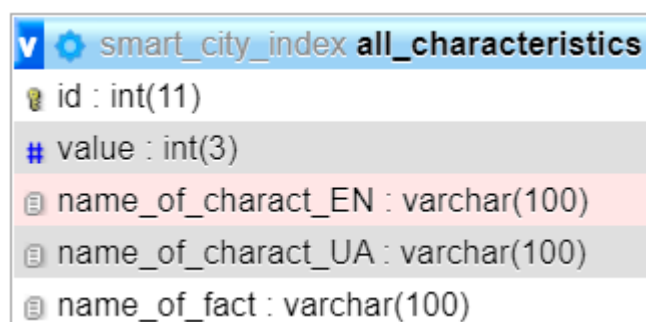


smart_city_index all_factors	
id	int(11)
name_of_factor	varchar(100)
name_of_factor_EN	varchar(100)
name_of_factor_UA	varchar(100)
indicators	varchar(100)

Рисунок 3.6 – Структура таблиці all_factors

Встановлюється відповідність між факторами та індикаторами, які їм належать.

На рисунку 3.7 наведено структуру таблиці all_characteristics.

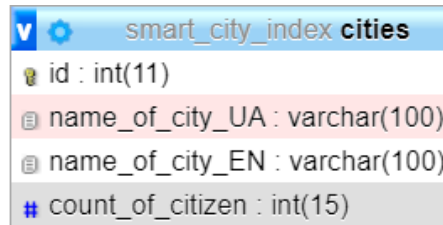


smart_city_index all_characteristics	
id	int(11)
value	int(3)
name_of_charact_EN	varchar(100)
name_of_charact_UA	varchar(100)
name_of_fact	varchar(100)

Рисунок 3.7 – Структура таблиці all_characteristics

Встановлюється відповідність між характеристиками та факторами, які їм належать.

На рисунку 3.8 наведено структуру таблиці cities.

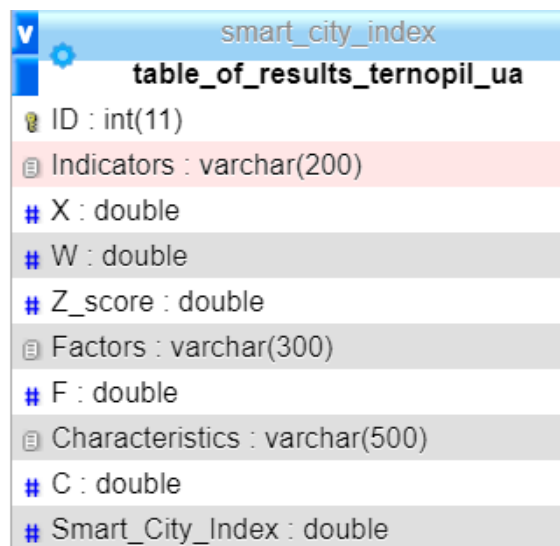


smart_city_index cities	
id	int(11)
name_of_city_UA	varchar(100)
name_of_city_EN	varchar(100)
count_of_citizen	int(15)

Рисунок 3.8 – Структура таблиці cities

Записується назва міста двома мовами і кількість жителів міста, яку беремо із даних Державної служби статистики України під назвою «Чисельність наявного населення України від 1 січня 2019 року» [76]. За 2020 рік база ще не є доступною.

На рисунку 3.9 наведено структуру таблиці table_of_results_ternopil_ua.



smart_city_index table_of_results_ternopil_ua	
ID	int(11)
Indicators	varchar(200)
X	double
W	double
Z_score	double
Factors	varchar(300)
F	double
Characteristics	varchar(500)
C	double
Smart_City_Index	double

Рисунок 3.9 – Структура таблиці table_of_results_ternopil_ua

Таблиця створюється автоматично із використанням розробленого ПЗ і оновлюється також. У ній генерується розширений звіт по оцінці міста.

Для кожного досліджуваного міста створюватиметься аналогічна таблиця із такою ж структурою.

На рисунку 3.10 наведено загальну структуру розробленої БД.

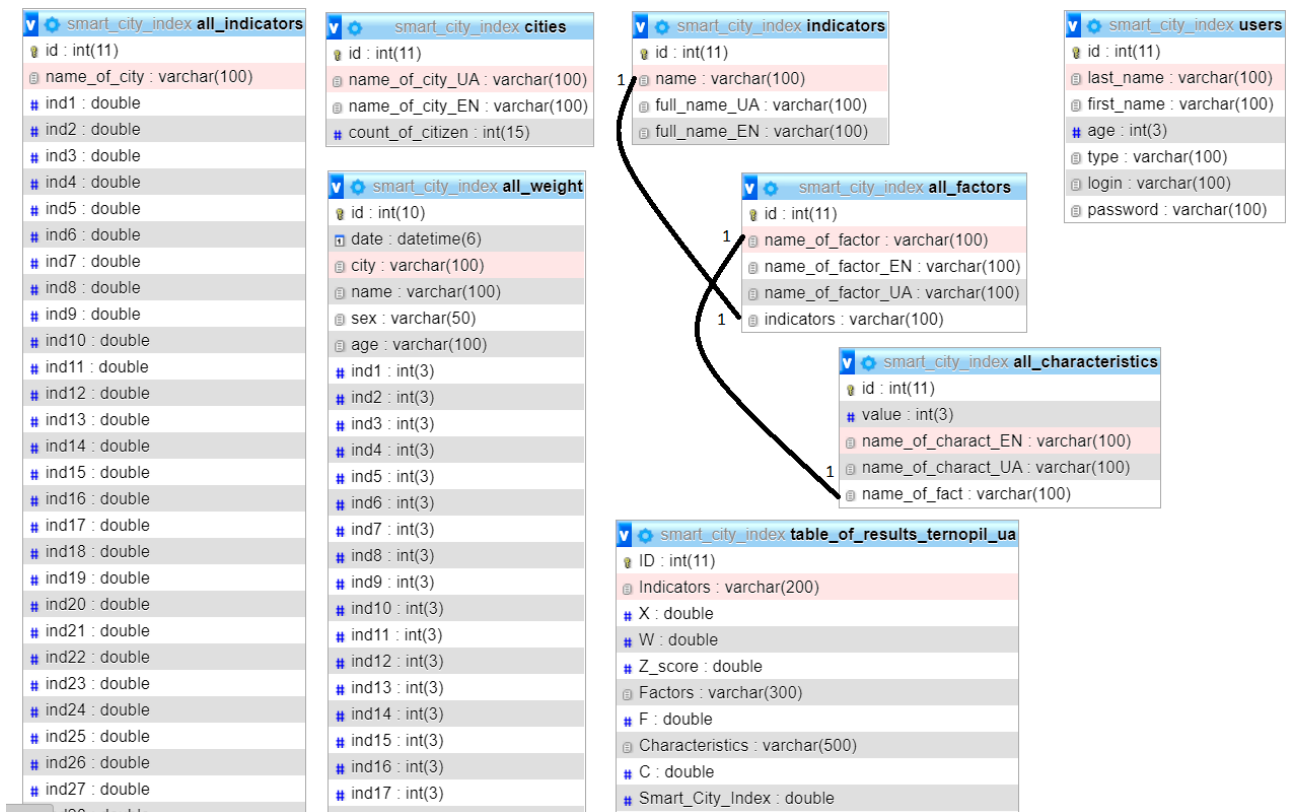


Рисунок 3.10 – Структура БД «smart_city_index»

Зв'язки із сутностями 1 до 1 позначають те, що перелік індикаторів у таблиці indicators і у таблиці all_factors є однаковим, адже відбувається прив'язка кількох індикаторів до певного фактора.

У майбутньому передбачається модернізація і розширення БД.

3.4 Розробка ПЗ

Із врахуванням усіх вимог та структури БД розроблено програмне забезпечення «Визначення розумності міста».

Розробка здійснювалась у середовищі Microsoft Visual Studio мовою програмування C#. Методологія програмування, яка використовувалась, ООП.

Інтерфейс користувача – графічний.

Додаток складається із 7 основних класів (без класів підключених бібліотек):

- Клас Program – основний клас за допомогою якого відбувається запуск програми.
- Клас EnterUser – форма для авторизації.
- Клас RegisterNewUser – форма для реєстрації.
- Клас Run – основна робоча область програми, у якій відбувається обробка даних та отримуються результати.
- Клас Statistic – форма із діаграмою про опитаних мешканців міста.
- Клас RegisterNewCity – форма для реєстрації нового міста.
- Клас Evaluate – форма для здійснення оцінки ваг у програмі.

На рисунку 3.11 наведено методи класу Program.

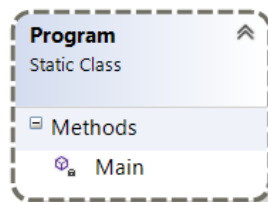


Рисунок 3.11 – Клас Program

Метод Main() є основним у додатку, адже від нього запускається початкова форма авторизації.

На рисунку 3.12 наведено методи класу RegisterNewUser.

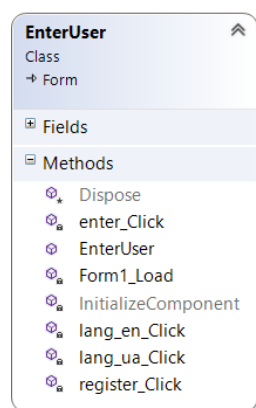


Рисунок 3.12 – Клас EnterUser

Методи даного класу відповідають за спрацювання кнопок, які відповідають за авторизацію користувача і вибір мови інтерфейсу. При цьому здійснюється перевірка облікових даних із наявними у БД. Якщо є співпадіння – авторизація успішна.

На рисунку 3.13 наведено методи класу EnterUser.

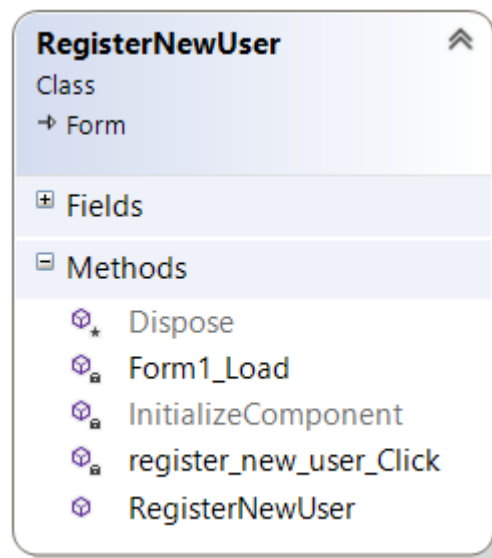


Рисунок 3.13 – Клас EnterUser

Функціонально важливим є метод `register_new_user_Click()` для спрацювання кнопки реєстрації нового користувача, адже дані вносяться у БД, а саме у таблицю `users`.

Найголовнішим у програмі є клас `Run`, об'єкт якого створюється і відкривається основне діалогове вікно після успішного входу в систему.

Перелік його методів та їх застосування:

- `add_new_city_Click()` – створення об'єкта класу `RegisterNewCity` і відкриття вікна реєстрації міста;
- `calculate_city()` – здійснення розрахунків, визначення проміжних та підсумкових оцінок;
- `compare_cities_CheckedChanged()` – активація функції порівняння двох міст;
- `connect_to_google_api()` – встановлення зв'язку із Google-таблицею;

- `count()` – визначає кількість унікальних індикаторів та факторів із БД;
- `evaluate_weight_Click()` – створюється об'єкт класу `Evaluate` і відкривається вікно із вбудованим браузером із формою для вибору значень показників;
- `exit_Click()` – вихід із програми (припинення процесу);
- `pdf_Click()` – формується набір даних, які отримано з таблиці результатів із БД і генерується pdf-файл з розширеним звітом;
- `processing_Click()` – запускається обчислення для обраного міста або порівняння двох із них;
- `ReadEntries()` – зчитування даних щодо оцінки ваг із допомогою `GoogleApisv4` у базу даних;
- `results_to_table()` – відображення значень шести характеристик у таблиці основної форми;
- `Run()` – конструктор класу, у якому передано параметри про мову інтерфейсу і підписи функціональних елементів форми;
- `save_graph_Click()` – змінює змінну типу `bool` з 0 на 1 для зберігання рисунків із графіками;
- `statistic_Click()` – створюється об'єкт класу `Statistic` і відкривається нове діалогове вікно;
- `update_cities_Click()` – оновлення переліку міст після додавання нового;
- `write_to_db_result()` – генерування та запис до БД результуючої таблиці із усіма обчисленнями.

На рисунку 3.14 наведено методи класу `Run`.

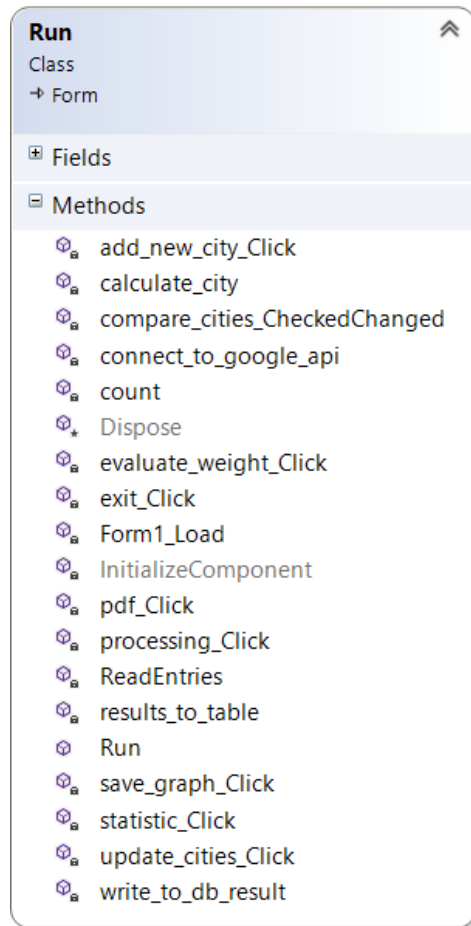


Рисунок 3.14 – Клас Run

На рисунку 3.15 наведено методи класу Statistic.

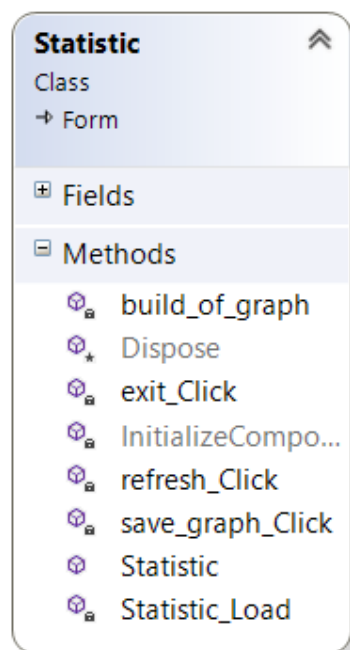


Рисунок 3.15 – Клас Statistic

Конструктор даного класу отримує змінні, які відповідають за мову інтерфейсу та назву досліджуваного міста. Методи реалізують оновлення графіку, збереження діаграми як графічного файлу та побудови графіку (`build_of_graph()`) із даними, які отримано у БД із таблиці `all_weight`.

На рисунку 3.16 наведено методи класу `RegisterNewCity`.

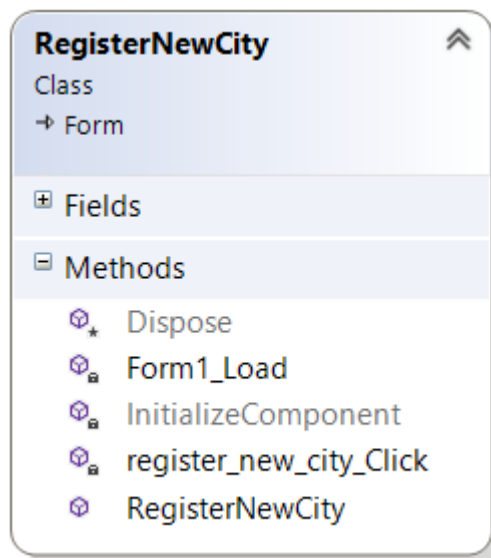


Рисунок 3.16 – Клас `RegisterNewCity`

Аналогічно через конструктор отримуються дані про мову відображення і здійснюється реєстрація нового міста (запис у відповідні таблиці бази даних).

На рисунку 3.17 наведено методи класу `Evaluate`.

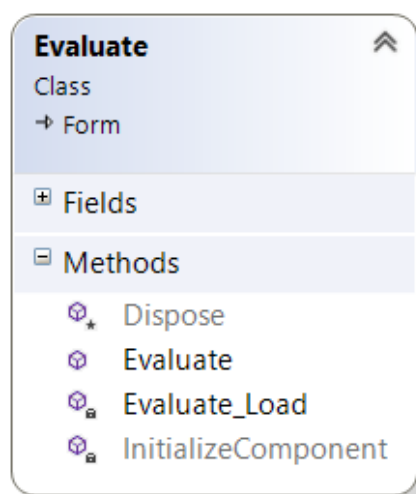


Рисунок 3.17 – Клас `Evaluate`

Цей об'єкт класу одразу при завантаженні із використанням методу Evaluate_Load() автоматично створює вікно вбудованого браузера із відкриттям посилання на опитування жителів міста щодо важливості показників у їх житті.

На рисунку 3.18 наведено діаграму класів для ПЗ «Визначення розумності міста».

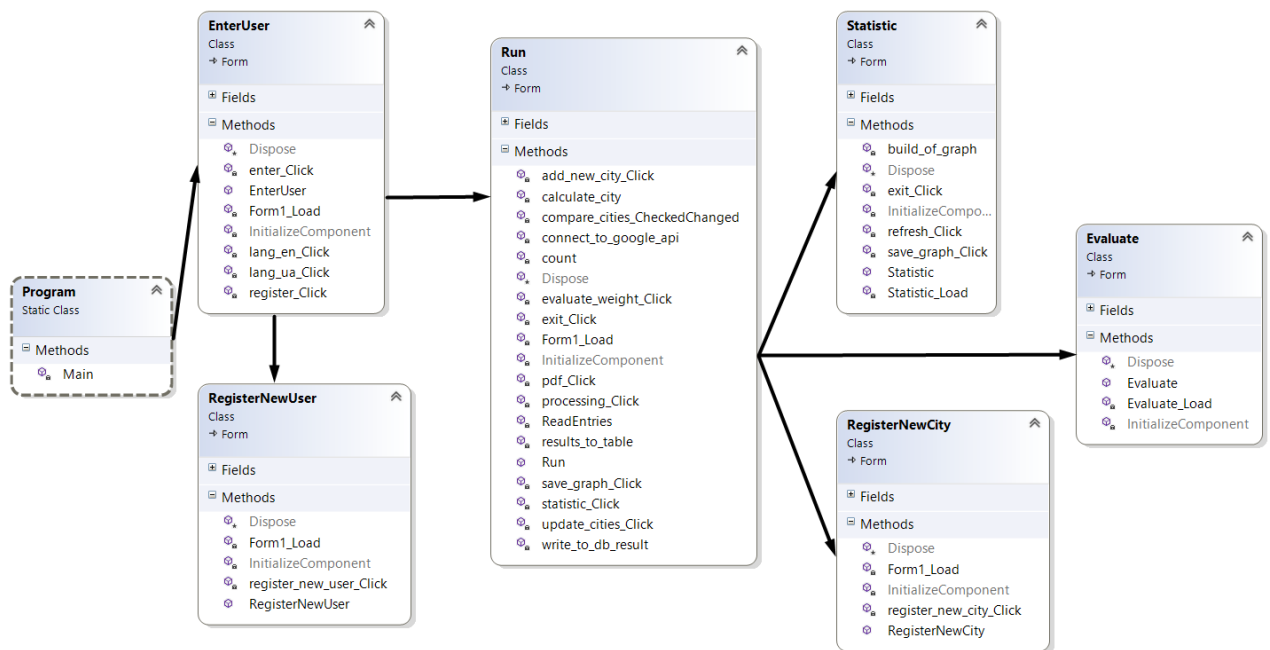


Рисунок 3.18 – Діаграма класів створеного ПЗ

Тестування програма пройшла успішно, виняткових ситуацій та помилок не спостерігалось, а результати обчислень є коректними.

Програмний код наведено у додатку 3.

3.5 Використання розробленого ПЗ для здійснення оцінки міста

3.5.1 Інтерфейс ПЗ та алгоритм дій користувача при його використанні

Інтерфейс діалогового вікна «Авторизація у програмі» наведено на рисунку 3.19.

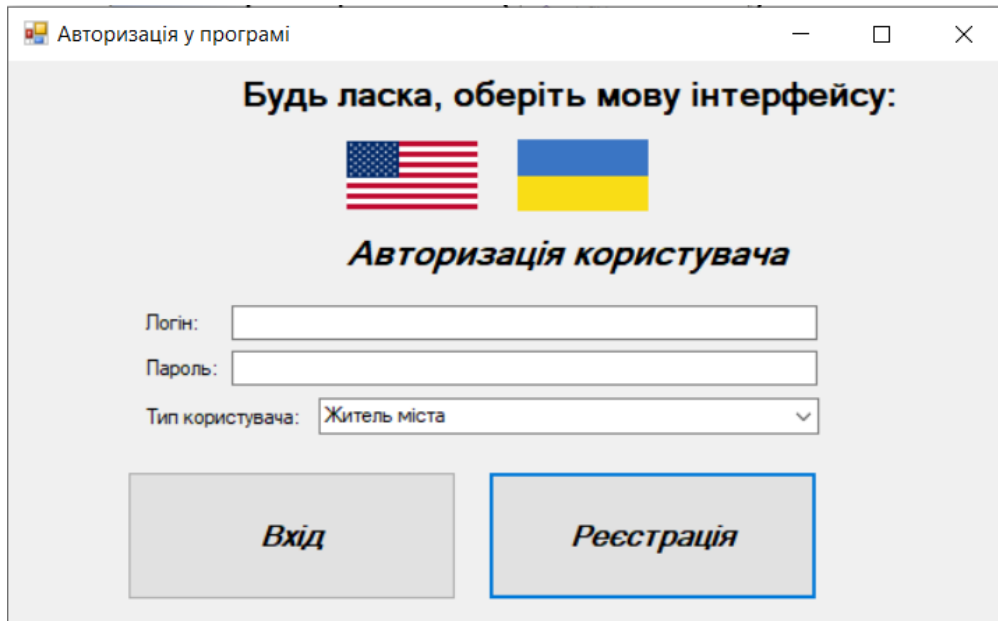


Рисунок 3.19 – Інтерфейс діалогового вікна «Авторизація у програмі»

Користувач здійснює вибір мови інтерфейсу, вводить дані для входу і при співпадінні даних відкриється діалогове вікно «Визначення розумності міста», в іншому випадку – вікно із повідомленням про помилку введеної інформації.

У разі необхідності реєстрації при виборі кнопки «Реєстрація» відкриється діалогове вікно «Реєстрація у програмі» (на рисунку 3.20).

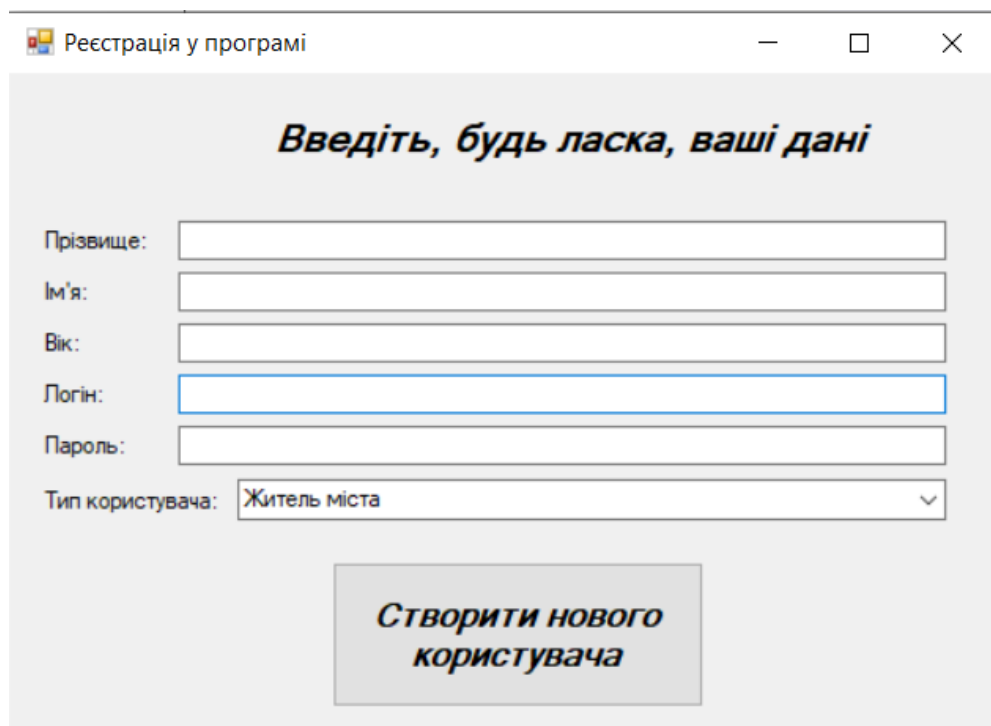


Рисунок 3.20 – Діалогове вікно «Реєстрація у програмі»

У даному вікні вводяться дані про нового користувача і обирається його тип, адже передбачено різні права доступу в залежності від типу.

На рисунку 3.21 наведено інтерфейс головного вікна програми «Визначення розумності міста».

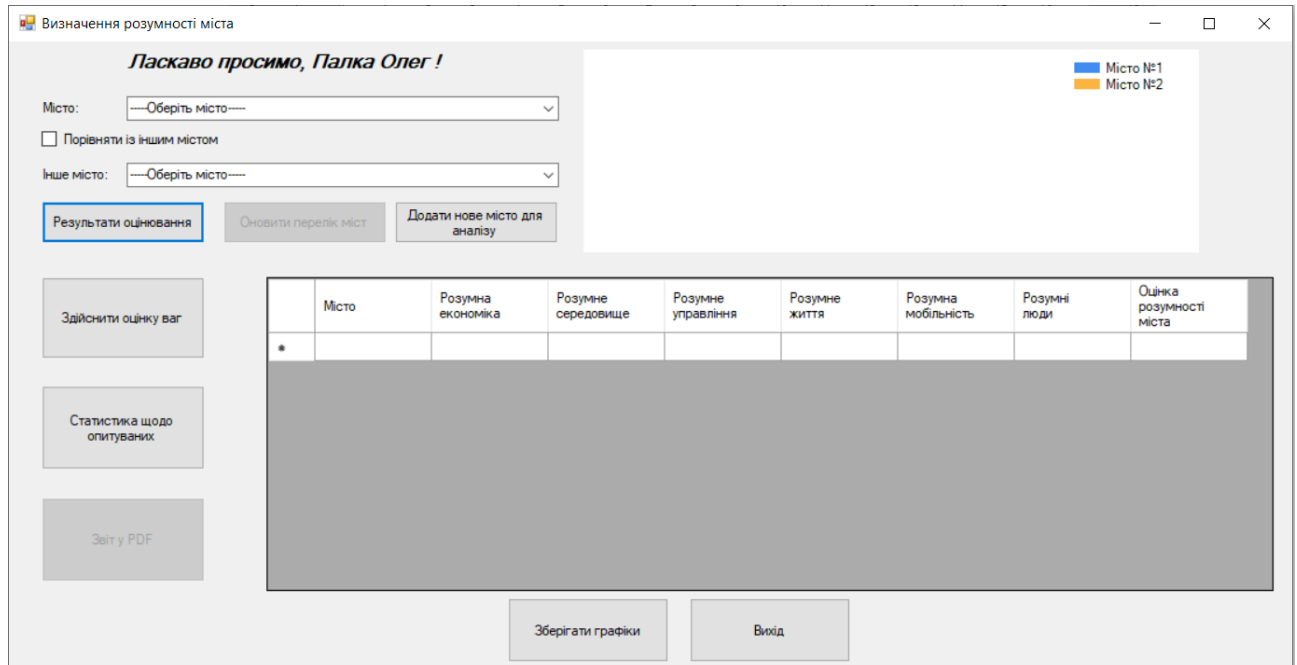


Рисунок 3.21 – Інтерфейс вікна «Визначення розумності міста»

Перелік його кнопок та їх функції:

- Кнопка «Результати оцінювання» – спрацьовує, якщо обрано місто для аналізу, виводяться значення характеристик у таблиці і стовпчикова діаграма. При виборі опції «Порівняти із іншим містом» і обраним суперником – відображаються дані для обох міст.

- Кнопка «Здійснити оцінку ваг» – відкривається нове вікно «Оцінка ваг».

- Кнопка «Статистика щодо опитуваних» – відкривається нове вікно «Статистика щодо опитаних».

- Кнопка «Звіт у PDF» – доступна лише при оцінці одного міста, при її натисканні генерується файл звіту і зберігається у поточній папці (папці із .exe-файлом).

- Кнопка «Додати нове місто для аналізу» – створення нового вікна «Додавання нового міста».
- Кнопка «Зберегти графіки» – активація опції збереження діаграм як графічних файлів.
- Кнопка «Вихід» – завершення роботи програми і її процесів.

На рисунку 3.22 наведено інтерфейс діалогового вікна «Додавання нового міста».

Введіть, будь ласка, дані

Назва міста (укр):

Назва міста (англ):

Кількість жителів:

Введіть, будь ласка, значення індикаторів у шкалі від 1 до 100

Індикатор1 Індикатор2 Індикатор3 Індикатор4 Індикатор5

Індикатор6 Індикатор7 Індикатор8 Індикатор9 Індикатор10

Індикатор11 Індикатор12 Індикатор13 Індикатор14 Індикатор15

Індикатор16 Індикатор17 Індикатор18 Індикатор19 Індикатор20

Індикатор21 Індикатор22 Індикатор23 Індикатор24 Індикатор25

Індикатор26 Індикатор27 Індикатор28 Індикатор29 Індикатор30

Індикатор31 Індикатор32 Індикатор33 Індикатор34 Індикатор35

Індикатор36 Індикатор37 Індикатор38 Індикатор39 Індикатор40

Індикатор41 Індикатор42 Індикатор43 Індикатор44 Індикатор45

Індикатор46 Індикатор47 Індикатор48 Індикатор49 Індикатор50

Додати нове місто

№	Назва індикатора
1	Рівень самозайнятості
2	Зареєстровані нові підприємства
3	ВВП на одну зайняту особу
4	Рівень безробіття
5	Питома вага в умовах неповної зайнятості
6	Мережа громадського транспорту на одного жителя
7	Задоволеність доступом до громадського транспорту
8	Задоволеність якістю громадського транспорту
9	Міжнародна доступність
10	Комп'ютери в домашніх господарствах
11	Широкосмуговий доступ до Інтернету в домогосподарствах
12	Безпека руху
13	Використання економічних автомобілів
14	Наявність сонячних годин
15	Частка зеленого простору
16	Тверді частинки
17	Смертельні хронічні захворювання нижніх дихальних шляхів на одного жителя
18	Індивідуальні зусилля щодо охорони природи
19	Важливість центрів знань
20	Навички іноземної мови
21	Наявність книг на одного мешканця
22	Участь у навчанні впродовж життя
23	Участь у мовних курсах
24	Частка іноземців
25	Частка громадян, народжених за кордоном
26	Частка людей, що працюють у творчих галузях
27	Рівень виборців на виборах
28	Іміграційне середовище (ставлення до іммігрантів)
29	Знання про Європу, країни
30	Рівень виборців на місцевих виборах
31	Участь у добровільній роботі
32	Відвідуваність кіно/музеві/театрів одним жителем
33	Лікарі та лікарняні ліжка на одного жителя
34	Задоволення якістю системи охорони здоров'я
35	Рівень злочинності
36	Смертність від нападу
37	Задоволення особистою безпекою
38	Задоволення особистим житловим становищем
39	Задоволеність якістю освітньої системи
40	Важливість як туристичного розташування (ночівля, визначні місця)
41	Сприйняття особистого ризику бідності

Рисунок 3.22 – Діалогове вікно «Додавання нового міста»

Для зручності з правої сторони відображається перелік усіх індикаторів мовою обраного інтерфейсу. Для додавання нового міста потрібно ввести назву міста українською та англійською мовами, кількість його жителів і експертні оцінки або значення із відкритих джерел у шкалі від 1 до 100. Варто зауважити, що доступ до даного вікна є лише у користувачів із типом «Науковець».

На рисунку 3.23 наведено діалогове вікно «Оцінка ваг».

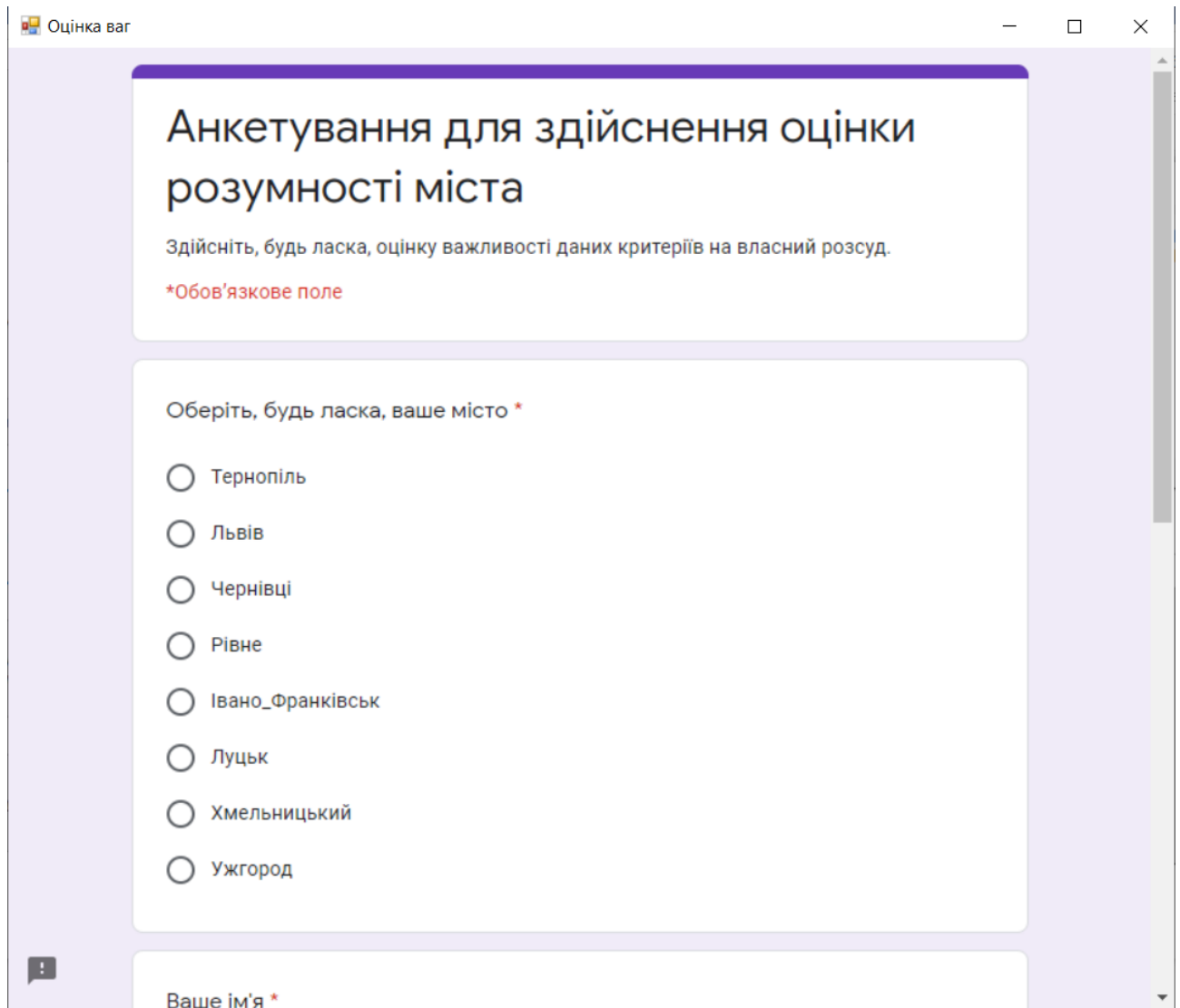


Рисунок 3.23 – Інтерфейс діалогового вікна «Оцінка ваг»

У даному вікні для зручності користувача у вбудованому вікні браузера одразу завантажується форма (у додатку II) для внесення власних оцінок.

Алгоритм дій користувача такий:

1. Авторизація у програмі, якщо немає профілю – реєстрація та авторизація.
2. Вибір міста або міст для досліджень.
3. За необхідності здійснення оцінки ваг індикаторів.
4. Перегляд результатів оцінки та графіків.
5. Збереження діаграми – усі типи користувачів, крім «Житель міста».
6. Додавання нового міста – лише користувачі типу «Науковець».
7. Статистика щодо опитуваних – користувачі із типом «Науковець».

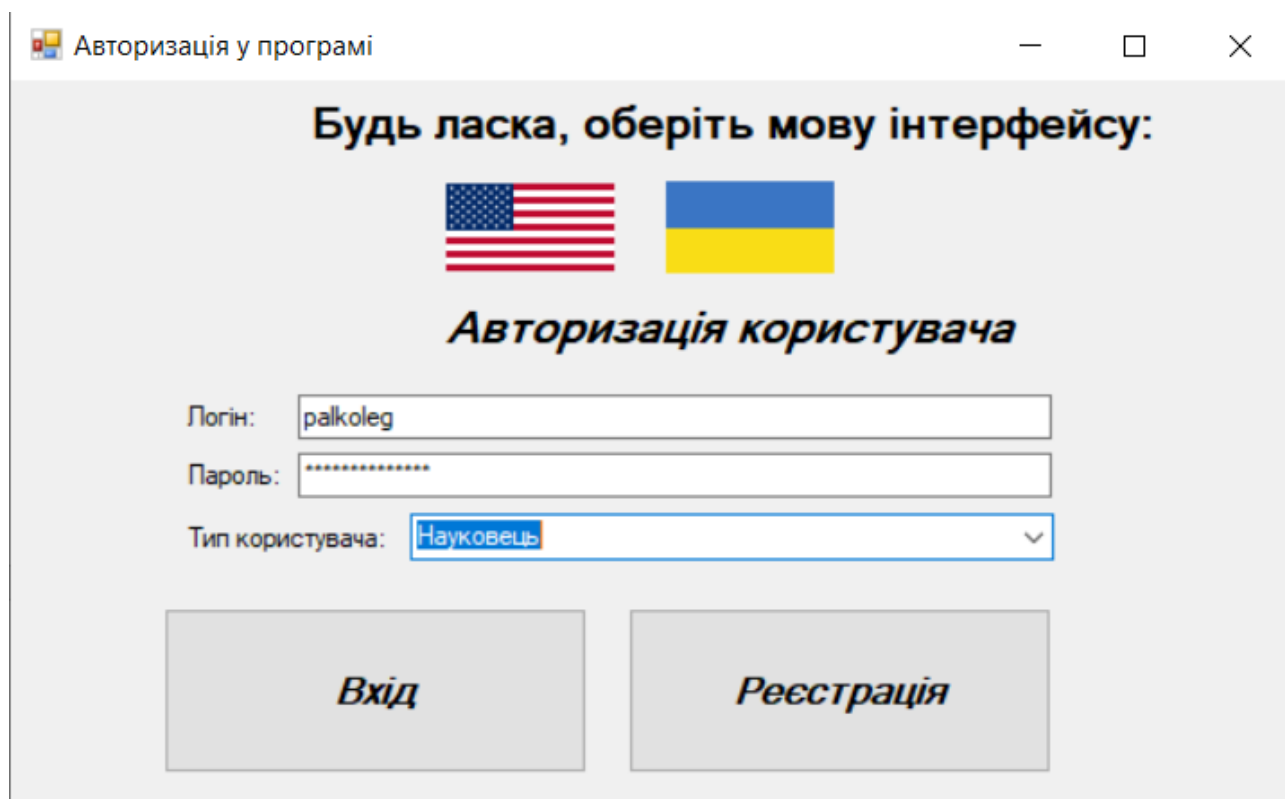
8. Генерування звіту у форматі PDF – тільки користувач із типом «Науковець».

9. Вихід із програми.

Отже, користувач із типом «Житель міста» може виконати лише 5 кроків, «Студент» – 6 і «Науковець» – 9.



3.5.2 Оцінка українських міст із використанням програми «Визначення розумності міста»

Продемонструємо безпосередню роботу у програмі користувача із типом «Науковець». На рисунку 3.24 наведено введення облікових даних у вікні для авторизації.



Авторизація у програмі

Будь ласка, оберіть мову інтерфейсу:

Авторизація користувача

Логін:

Пароль:

Тип користувача:

Вхід **Реєстрація**

Рисунок 3.24 – Вхід у систему

Так як дані вірні, то відкривається основне робоче вікно програми, у якому виводяться результати оцінки міста Тернопіль (на рисунку 3.25).

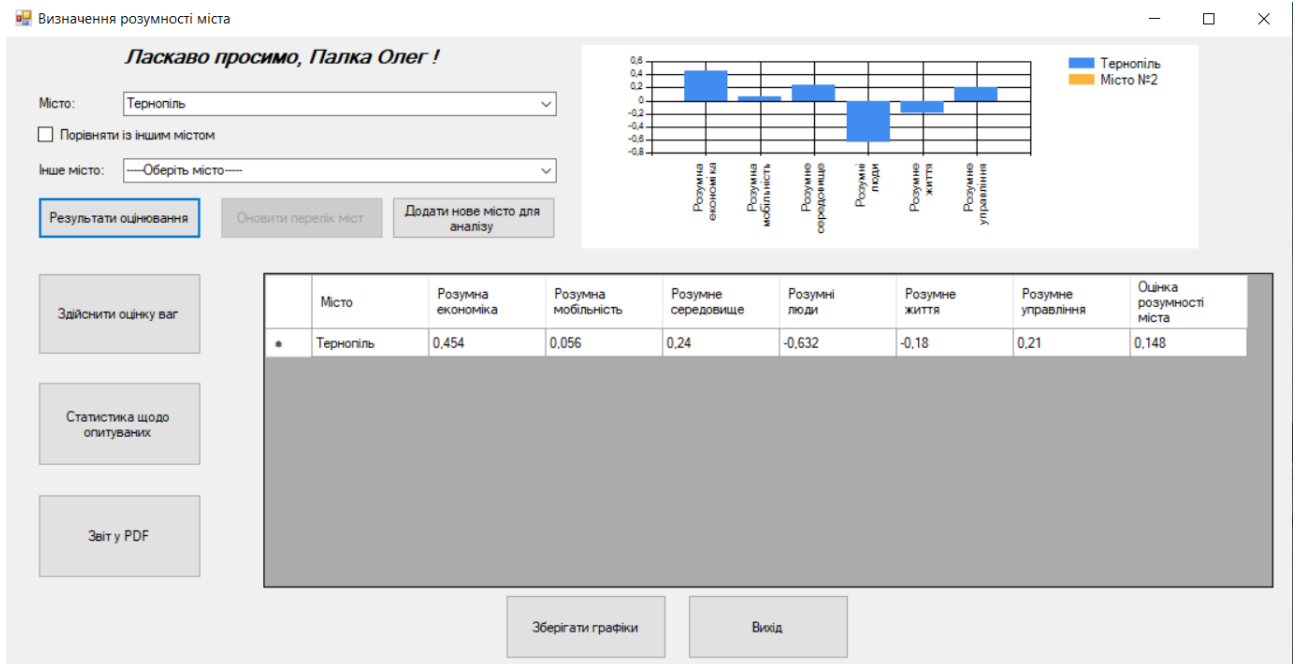


Рисунок 3.25 – Результати оцінки міста Тернопіль

За результатами можна зробити висновок, що у м. Тернопіль найбільш розвинуті такі розумні сфери як економіка, середовище та управління. Керівництву міста потрібно звернути увагу на такі характеристики як розумні люди та розумне життя.

На рисунку 3.26 наведено статистику по жителях міста, які вносили значення ваг індикаторів.

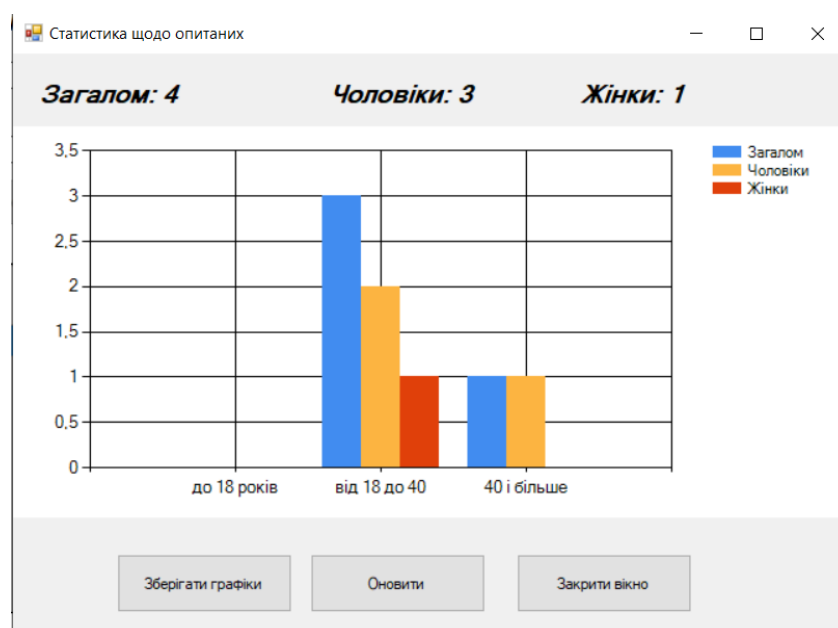


Рисунок 3.26 – Розмежування по віку та статі

Основну частину опитаних, або 75%, становлять мешканці у віковій категорії від 18 до 40 років. Кількість оцінок від чоловіків переважає.

На рисунку 3.27 наведено частину згенерованого PDF-звіту по визначенню розумності міста Тернопіль.

table_of_results_Ternopil_UA

ID	Indicators	X	W	Z_score	Factors	F	Characteristics	C	Smart_City_Index
1	Рівень самозайнятості	85,65	2	1,116	Підприємство	1,769	Розумна економіка	0,454	0,148
2	Зареєстровані нові підприємства	83,21	1,333	0,979	Продуктивність	-0,678	Розумна мобільність	0,056	
3	ВВП на одну зайняту особу	56,67	1,333	-0,508	Гнучкість ринку праці	0,27	Розумне середовище	0,24	
4	Рівень безробіття	41,32	1,222	-1,369	Місцева та міжнародна доступність	0,632	Розумні люди	-0,632	
5	Питома вага в умовах неповної зайнятості	95,36	1,333	1,66	Наявність ІКТ-інфраструктури	-0,304	Розумне життя	-0,18	

Рисунок 3.27 – Згенерований PDF-звіт

У ньому є 50 рядків, які відповідають за показники, 25 рядків із значеннями факторів, 6 рядків із значеннями характеристик і загальна оцінка міста. Періодичне оновлення звіту допоможе відслідковувати слабкі та сильні сторони і наштовхнути владу до впровадження змін.

На рисунку 3.28 наведено порівняння двох міст – Тернополя і Львова.

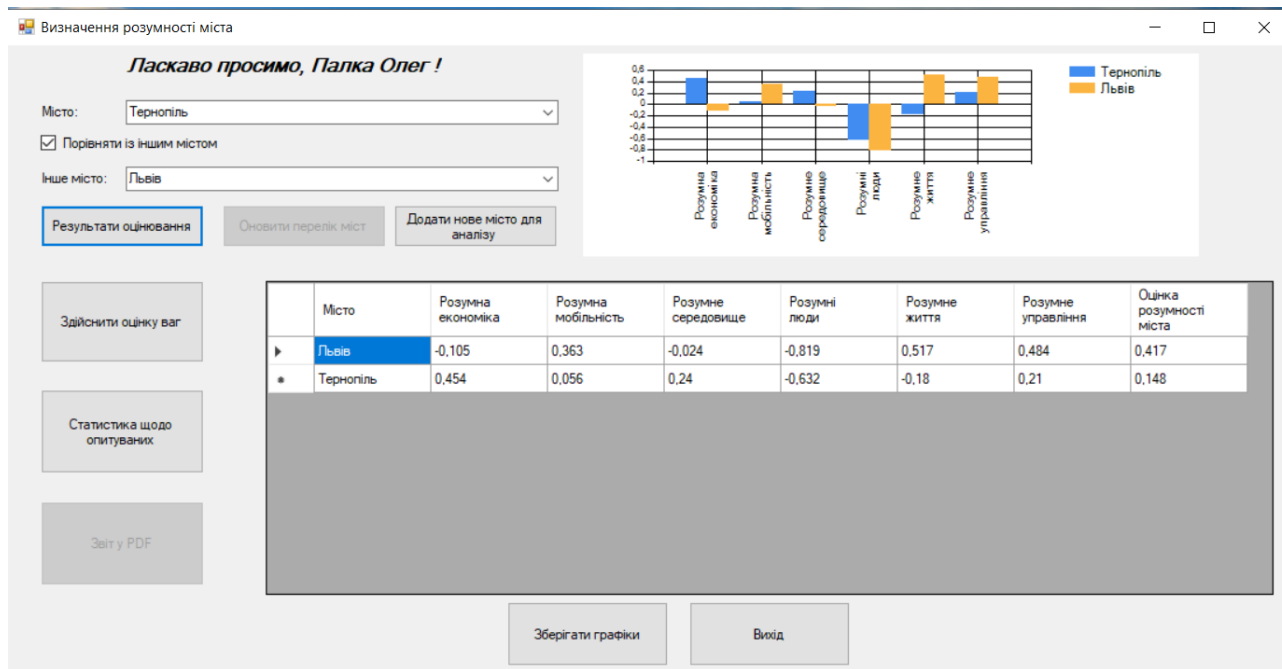


Рисунок 3.28 – Порівняння «розумності» Тернополя і Львова

Із таблиці бачимо, що за загальною оцінкою Львів перемагає Тернопіль, проте значно програє у розумній економіці.

При спробі доступу до обмеженого функціоналу користувачу відображається інформаційне повідомлення (на рисунку 3.29).

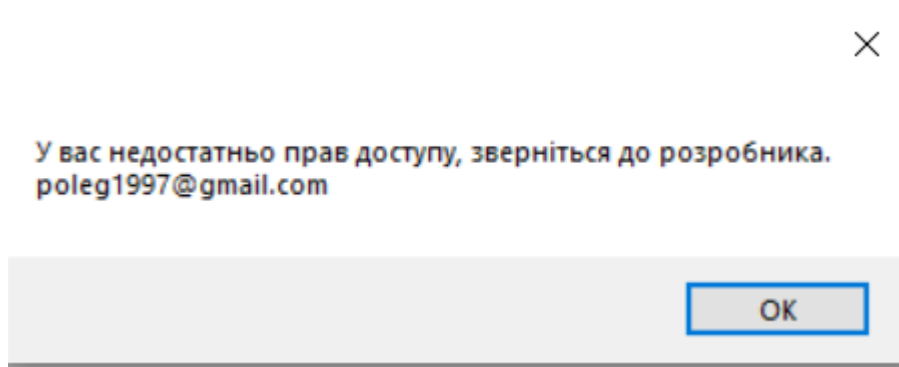


Рисунок 3.29 – Повідомлення про звернення до розробника для зміни прав доступу

Робота із розробленим ПЗ не є складною, але її результати можуть стати поштовхом для майбутніх інновацій у певних сферах життя.

3.6 Висновки до третього розділу

Отже, у даному розділі було описано методологію дослідження, яку буде застосовано для оцінки українських міст. Визначено 50 індикаторів, 25 факторів і 6 характеристик, оцінки яких визначають загальний індекс «розумності» міста.

Визначено вимоги, структуру БД, необхідні класи та методи для реалізації ПЗ «Визначення розумності міста». Реалізовано опис варіантів використання для різних типів користувачів.

Продемонстровано інтерфейс та роботу із програмою, визначено позитивні і негативні сфери у досліджуваних містах (Тернопіль і Львів), а також встановлено необхідність більшої кількості відкритих джерел даних, децидентів і обдуманого оцінювання жителями міста ваг показників.

Із більшою кількістю оцінок ваг – збільшується точність комплексної оцінки, яка змінюватиметься динамічно.

4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Елементи розумного транспорту як складової розумного міста у м. Тернопіль

4.1.1 Файна карта

У м. Тернопіль набуло поширення здійснення оплати у громадському транспорті безготівковим шляхом із використанням платіжної картки (містить модуль NFC) або карти тернополянина під назвою «Файна карта», яку наведено на рисунку 4.1.

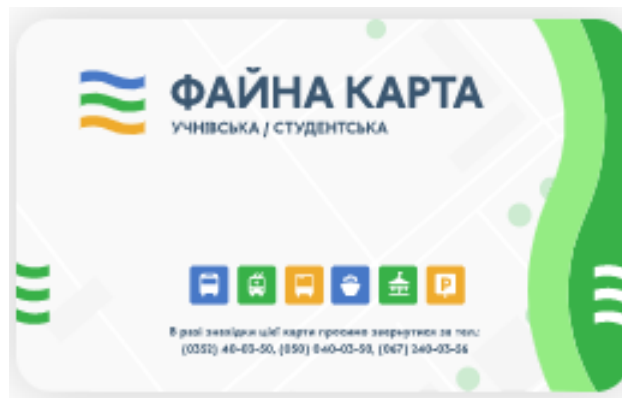


Рисунок 4.1 – Вигляд учнівської або студентської карти тернополянина

У залежності від соціального статусу їх розділяють на 3 види:

- звичайна;
- учнівська/студентська;
- соціальна.

Її перевагою є знижка на проїзд у громадському транспорті на 1 грн. від встановленого тарифу для власників звичайної картки, безкоштовного проїзду учням/студентам у тролейбусах і власникам соціальної картки у всіх видах громадського міського транспорту. Також передбачено ряд знижок на лікарські засоби і продукти харчування після укладення домовленостей між підприємцями і міською владою.

Замовити карту можна онлайн, а її виготовлення триває 25 робочих днів [77]. Поповнення здійснюється у призначених точках або онлайн.

Перевагою застосування цього способу оплати є ще й використання автоматизованої системи обліку перевезення пасажирів.

4.1.2 Мобільний додаток «Де транспорт Тернополя»

Для полегшення використання громадського транспорту жителями міста та туристами на деяких зупинках встановлено інформаційне табло із переліком номеру тролейбусу або маршрутного таксі і часу його очікування, проте не усюди.

Майже усі транспортні засоби оснащені GPS-давачами, які дають змогу у режимі реального часу відслідкувати необхідний маршрут, відстань до транспортного засобу та час орієнтовний час очікування.

Із цією метою на платформі ОС Android та у веб-версії доступний додаток «Де транспорт Тернополя». Завантажити його можна у Play Маркет або за посиланням: <http://detransport.com.ua> [78].

На рисунку 4.2 наведено інтерфейс веб-версії додатку.

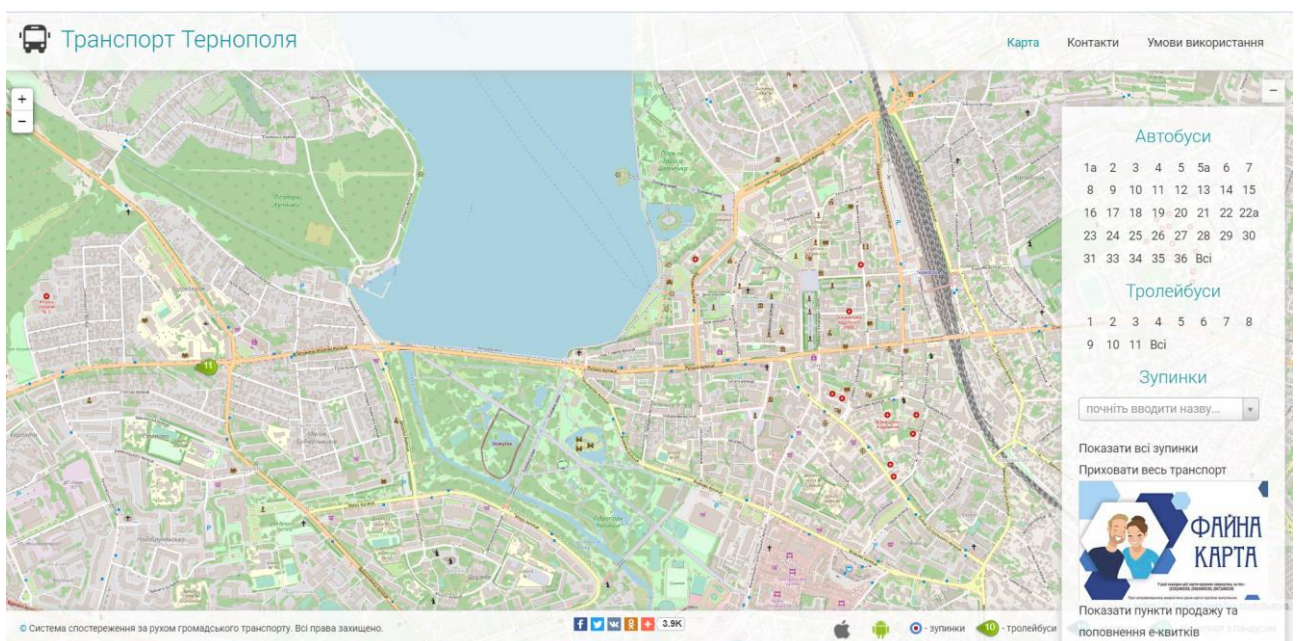


Рисунок 4.2 – Інтерфейс веб-версії додатку

Даним інтерфейсом передбачено відслідковування транспорту на карті міста у режимі реального часу та вибір необхідного маршруту або пошук за назвою зупинки, побачити пункти продажу та поповнення електронних проїзних документів та файної карти.

Мобільний інтерфейс передбачає більш зручніший функціонал, який наведено на рисунку 4.3.

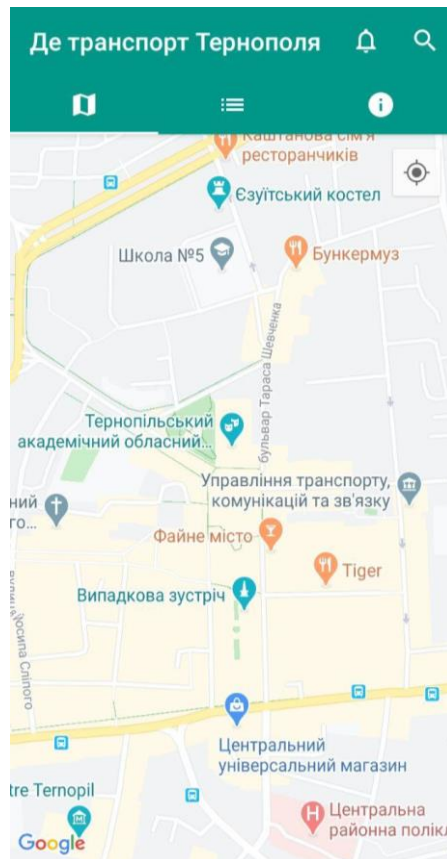


Рисунок 4.3 – Інтерфейс мобільного додатку «Де транспорт Тернополя»

Аналогічно відображається Google-карта із позначками назв закладів міста та зупинок.

Далі передбачений список улюблених зупинок користувача для швидкої навігації та загальний перелік зупинок (на рисунку 4.4).

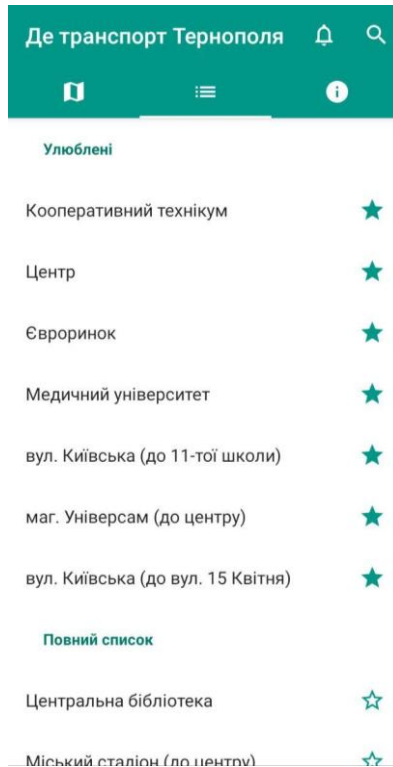


Рисунок 4.4 – Перелік зупинок

Є можливість швидкого пошуку необхідної вулиці, який наведено на рисунку 4.5.

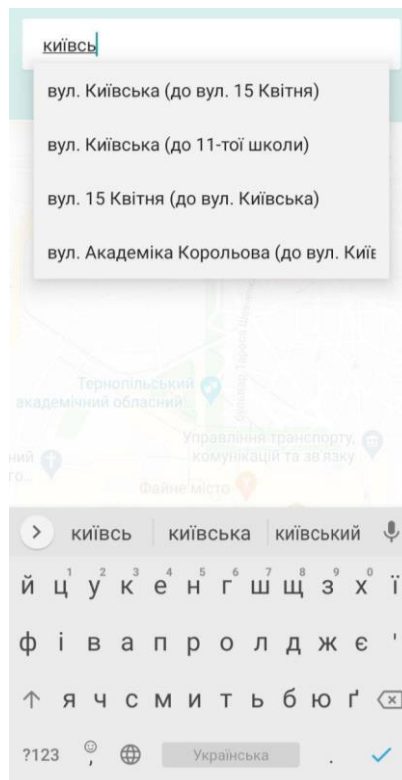


Рисунок 4.5 – Швидкий пошук вулиці

І врешті-решт перегляд доступного транспорту із поміткою типу, номеру транспортного засобу та кількості часу до прибуття у хвилинах (на рисунку 4.6).

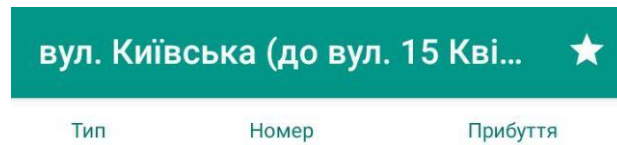


Рисунок 4.6 – Перегляд доступного транспорту за обраною зупинкою/вулицею

Дані у додатку доступні лише з 7:00 до 23:00. Оскільки перевірка здійснювалась після 23:00, тому інформація не відображається.

4.2 Елементи розумної медицини як складової розумного міста у м.Тернопіль

Так як більшість міського населення працює, то похід до сімейного лікаря потрібно спланувати завчасно. Але тепер для запису не потрібно телефонувати у реєстратуру поліклінічного відділення і очікувати на лінії, оскільки розроблено сервіс із особистим кабінетом пацієнта, у якому це можна здійснити у будь-який зручний час.

Перейти можна за посиланням на сайт Тернопільського міського комунального закладу «Центр первинної медико-санітарної допомоги»: <https://www.medical.te.ua> [79]. У ньому можна переглянути останні медичні новини, інформацію для пацієнтів та медиків (на рисунку 4.7).

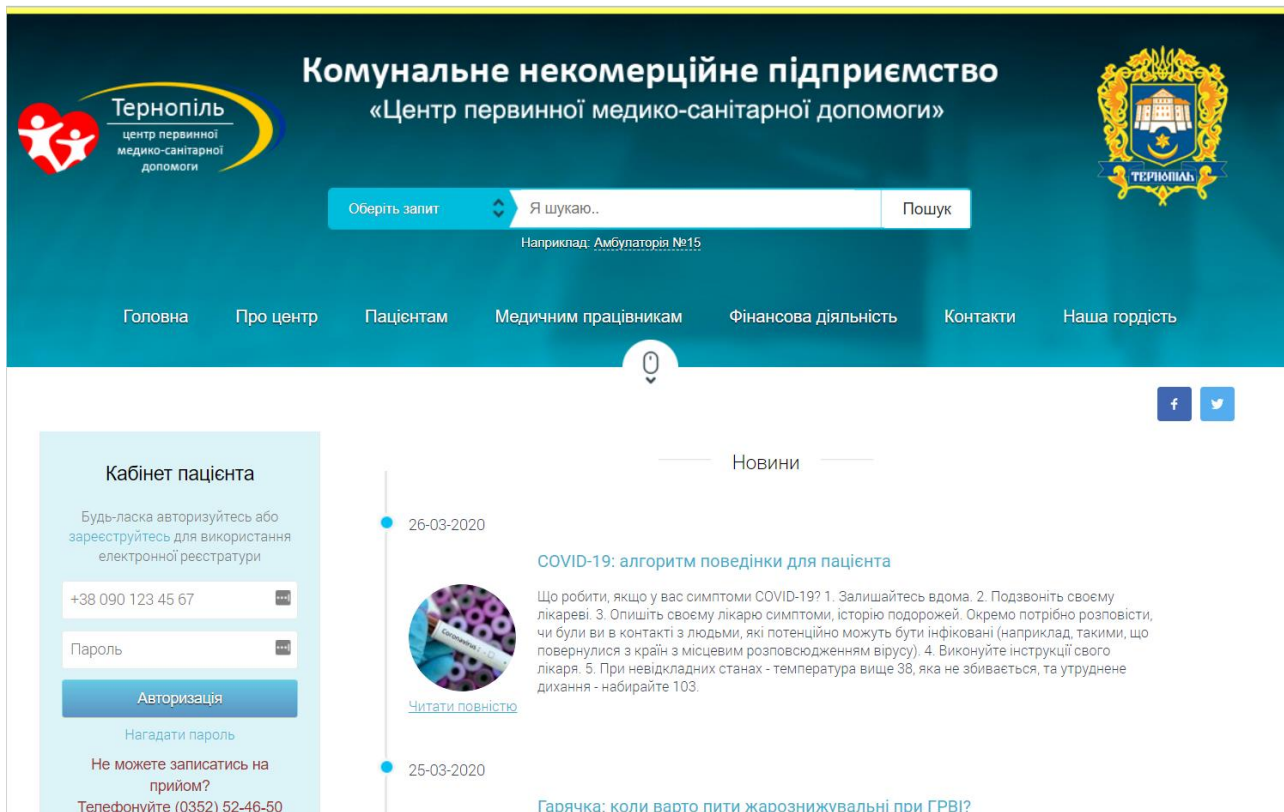


Рисунок 4.7 – Сервіс для запису до сімейного лікаря

Передбачено реєстрацію нового користувача та авторизацію діючого, а також пошук лікаря за прізвищем (на рисунку 4.8).

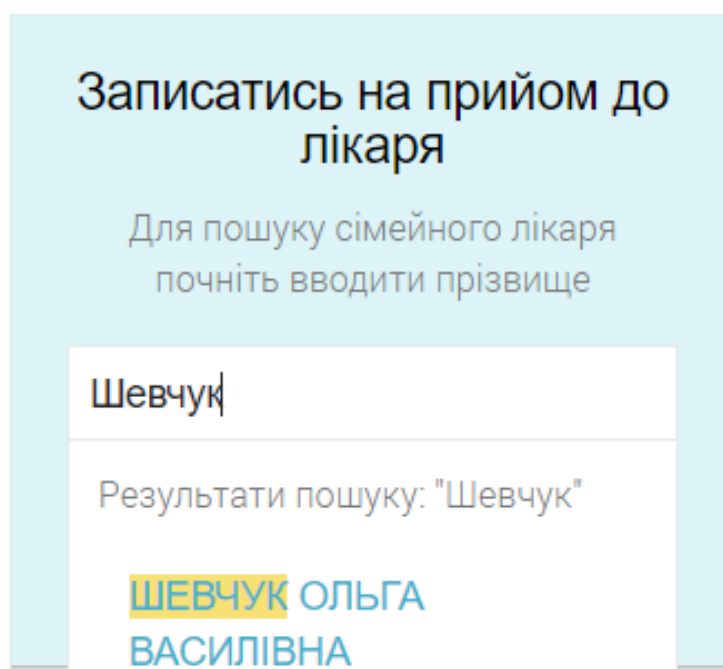


Рисунок 4.8 – Пошук сімейного лікаря за прізвищем

Після авторизації стає доступним розділ для пацієнта, у якому можна здійснити запис на прийом, переглянути історію онлайн-записів, замовити довідку, змінити налаштування та вийти із кабінету (на рисунку 4.9).

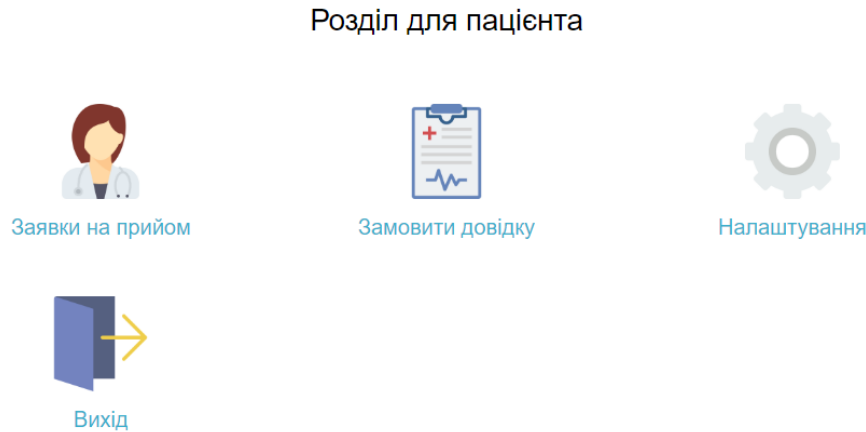


Рисунок 4.9 – Розділ для пацієнта

Перед записом на прийом можна ознайомитись із графіком роботи необхідного медичного працівника (на рисунку 4.10).

Графік роботи

Понеділок	Вівторок	Середа	Четвер	П'ятниця
13.30-18.40	8.00-13.10	13.50-19.00	13.50-19.00	8.00-13.10

(В графіку можливі зміни, за довідками звертатись в реєстратуру)

Дати, доступні для запису на прийом до лікаря:

21-04-2020

Час початку прийому	Час завершення прийому	Записатись
08:40	09:00	Записатись на прийом
09:40	10:00	Записатись на прийом
10:40	11:00	Записатись на прийом
11:40	12:00	Записатись на прийом
12:40	13:00	Записатись на прийом

Рисунок 4.10 – Графік роботи та доступні дати та години для запису

Використання даного сервісу забезпечує зручність для жителів міста планувати використання власного часу та не очікувати у довгих чергах на прийом до медичного фахівця.

4.3 Елементи розумної мобільності як складової розумного міста у м.Тернопіль

Поширеною світовою практикою є загальнодоступна WiFi мережа. У Тернополі вона також застосовується у місцях масового скупчення людей, серед яких – парк ім. Шевченка, гідропарк «Топільче», пляж «Циганка», годинник на Театральній площі та «Співучка» [80]. Помітки про безкоштовний вихід до мережі Інтернет легко побачити (на рисунку 4.11).



Рисунок 4.11 – Помітка щодо загальнодоступної мережі WiFi

Даний проєкт реалізовано за підтримки Тернопільської міської ради та інтернет-провайдерів «Колумбус» та «Біттернет».

4.4 Елементи розумного управління як складової розумного міста у м. Тернопіль

Наприкінці 2019 року було розроблено міського бота під назвою «Назар CityBot», який доступний через такі месенджери як Viber і Telegram. На рисунку 4.12 наведено інформацію про нього.

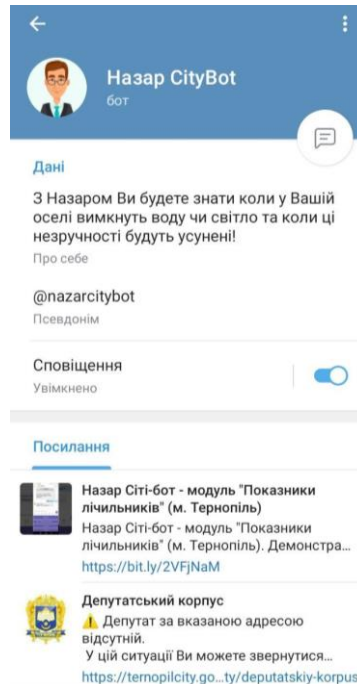


Рисунок 4.12 – Інформація про контакт «Назар CityBot»

Із його допомогою можна всього один раз вказати свою адресу, і потім отримувати новини щодо аварійних робіт, термінів їх завершення і т.д. На рисунку 4.13 наведено можливість отримання довідки, серед опцій якої дізнатись інформацію про депутата за своєю адресою та подати показники лічильників за холодну воду.

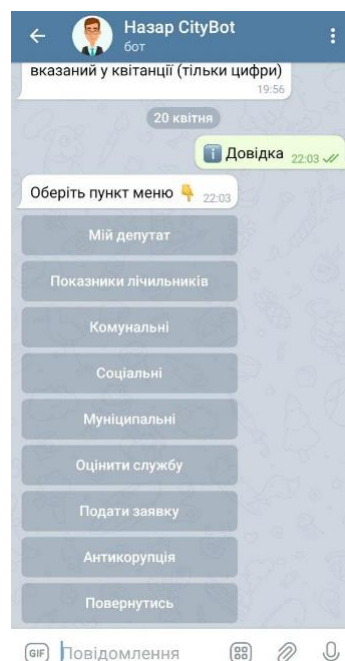


Рисунок 4.13 – Перегляд опцій у розділі меню «Довідка»

У разі певних несправностей можна здійснити виклик майстра для перевірки у розділі «Заявка» (на рисунку 4.14).

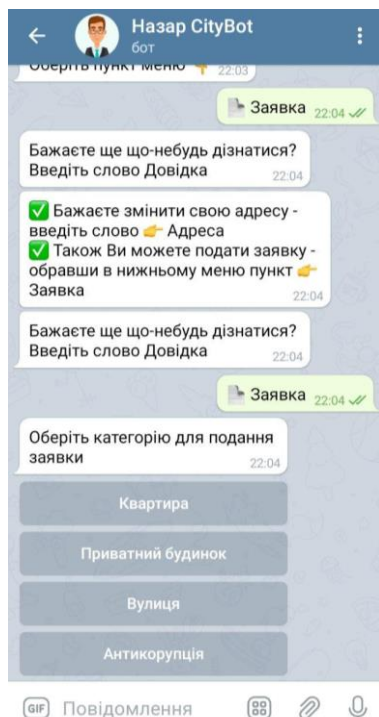


Рисунок 4.14 – Подання заявки через розділ меню «Заявка»

Також передбачається оцінка певної служби із переліку (на рисунку 4.15).

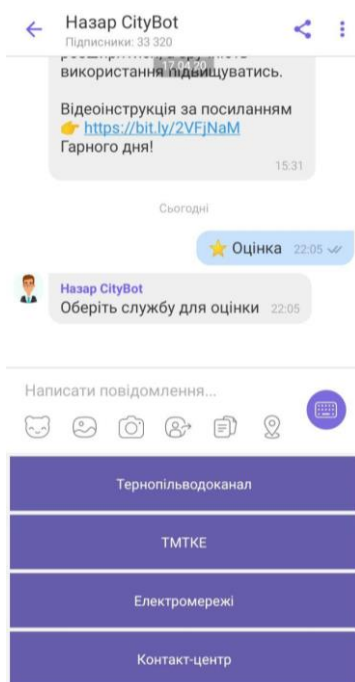


Рисунок 4.15 – Вибір служби для оцінки через розділ меню «Оцінка»

Окрім даних розділів також є розділ «Поділитись», який призначений для поширення посилання на використання даного помічника іншим користувачам.

4.5 Елементи розумної економіки як складової розумного міста у м.Тернопіль

Для здійснення зручної оплати комунальних послуг «ПриватБанк» створив сервіс для миттєвої онлайн-оплати та подачі показників за допомогою платіжної картки будь-якого банку із мінімальним розміром комісії. Посилання на даний сервіс: <http://oplata.te.ua> [81]. На рисунку 4.16 наведено його інтерфейс.

КАРТА ТЕРНОПОЛЯНИНА

номер картки

ОПЛАТИТИ

ДЛЯ ПОПОВНЕННЯ "КАРТИ ТЕРНОПОЛЯНИНА" ДОСТАТНЬО ВВЕСТИ НОМЕР КАРТИ ТА НАТИСНУТИ ОПЛАТИТИ
КОШТИ БУДУТЬ ЗАРАХОВАНІ ПРОТЯГОМ 24-Х ГОДИН ПІСЛЯ ЗДІЙСНЕННЯ ОПЕРАЦІЇ

КОМУНАЛЬНІ ПЛАТЕЖІ

СПЛАТА УСІХ КОМУНАЛЬНІ ПОСЛУГ ТА ПЕРЕДАЧА ПОКАЗІВ В ОДНОМУ МІСЦІ

ПЕРЕЙТИ ДО ОПЛАТИ

Рисунок 4.16 – Сервіс для оплати комунальних платежів

Доступно дві опції – для поповнення «Картки тернополянина» і безпосередньо перейти до сплати комуналки.

На рисунку 4.17 наведено пошук за адресою.

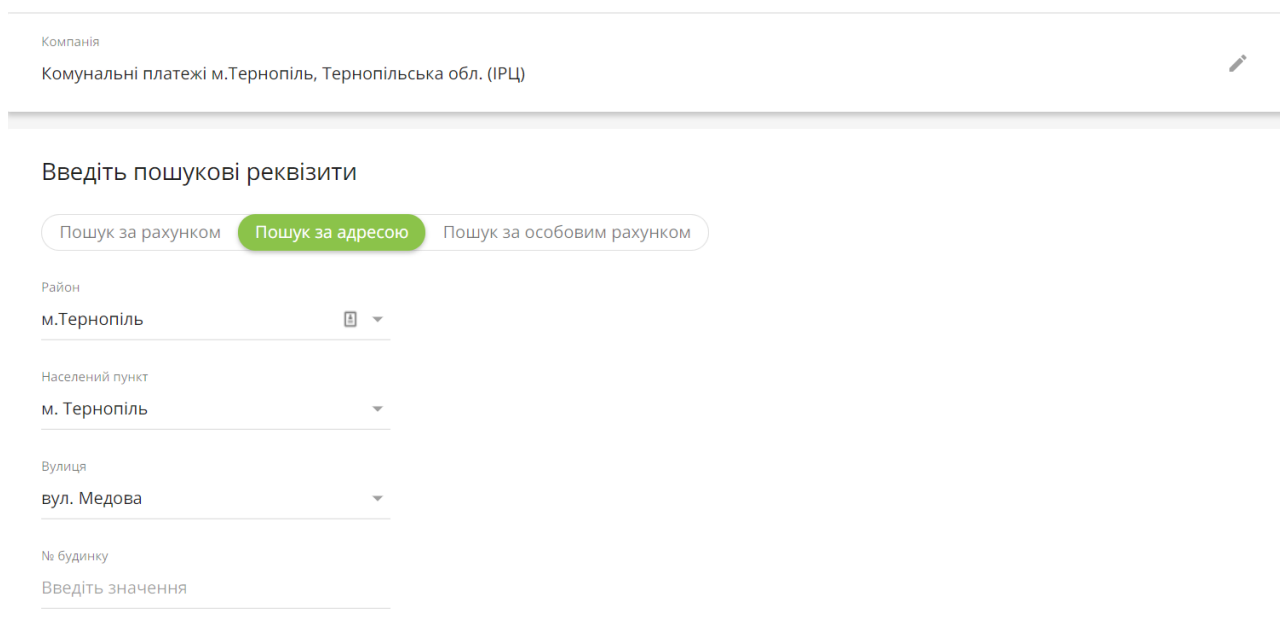


Рисунок 4.17 – Пошук за адресою

Є можливість оплати і окремої послуги за особовим рахунком. Після її введення відображається перелік платежів, де підсвічується переплата зеленим кольором і заборгованість – червоним (на рисунку 4.18).

Комунальні платежі м.Тернопіль, Тернопільська обл. (ІРЦ)

ПІБ _____ Період Березень 2020 - Березень 2020



<input type="checkbox"/>	Компанія	Баланс	Сума поповнення	
<input type="checkbox"/>	 Газ	145.35 UAH	0.00	Вести показання лічильників
<input type="checkbox"/>	 Опалення	0.00 UAH	0.00	

Рисунок 4.18 – Відображення даних про власника житла та балансу по послугам

Після введення усіх сум оплати і показників лічильників надаємо дані про платіжну картку (її номер, термін дії і CVV-код) і після підтвердження у вигляді sms-сповіщення здійснюємо оплату із можливістю зберегти pdf-варіант квитанції.

4.6 Посаднання елементів розумного управління та медицини як складової розумного міста у м. Тернопіль

У зв'язку із пандемією коронавірусної інфекції у березні 2020 року у м. Тернопіль при підтримці міської влади та ІТ-компанії MagneticOne Municipal Technologies було розроблено «Геоінформаційну систему охорони здоров'я міста Тернополя». Вона доступна за посиланням: <https://magneticonegis.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/ea5eac6bbb6744d5a1bf8f00b31da6b8> [82]. Її інтерфейс (на рисунку 4.19) розроблено у вигляді інформаційної картки, яка є динамічною, адже усі оновлення одразу ж відображаються на графіках і змінюються статистичні дані.

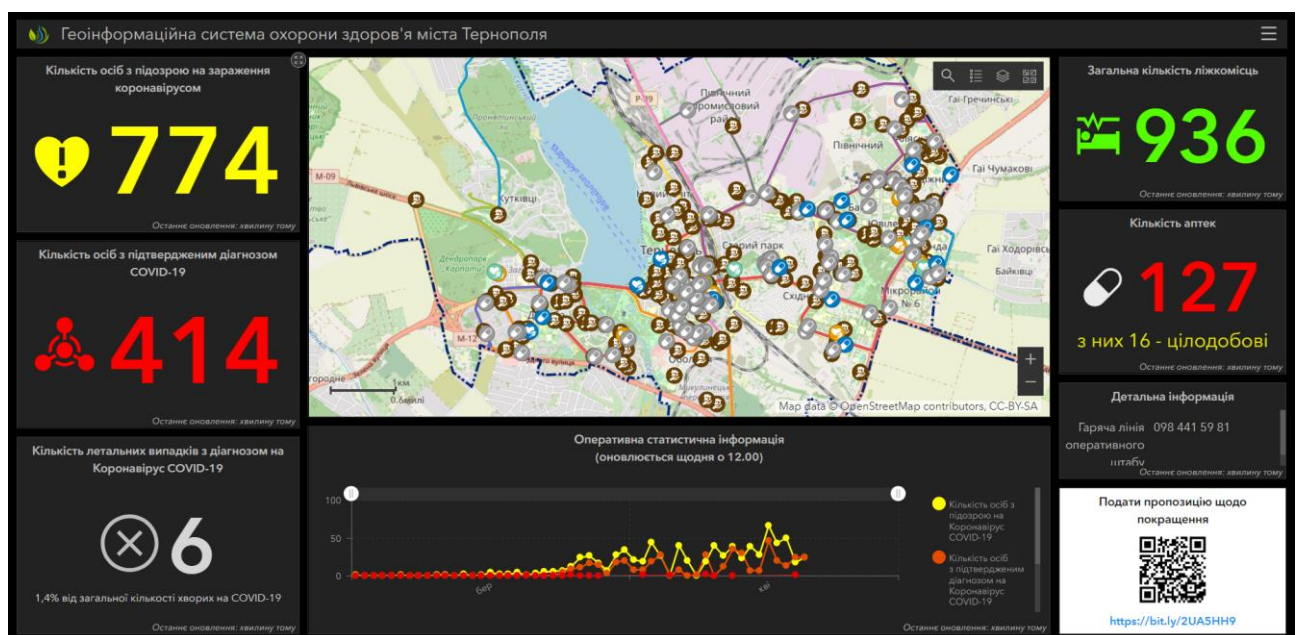


Рисунок 4.19 – ГІС охорони здоров'я міста Тернополя

Можна побачити кількість осіб з підозрою на захворювання, кількість підтверджених випадків, кількість летальних випадків, темпи поширення вірусу, кількість аптек, ліжкомісць у лікарнях, а також на карті побачити перелік аптек, лікарень та продуктових магазинів. За необхідності певний шар із карти можна забрати із використанням фільтра (на рисунку 4.20).

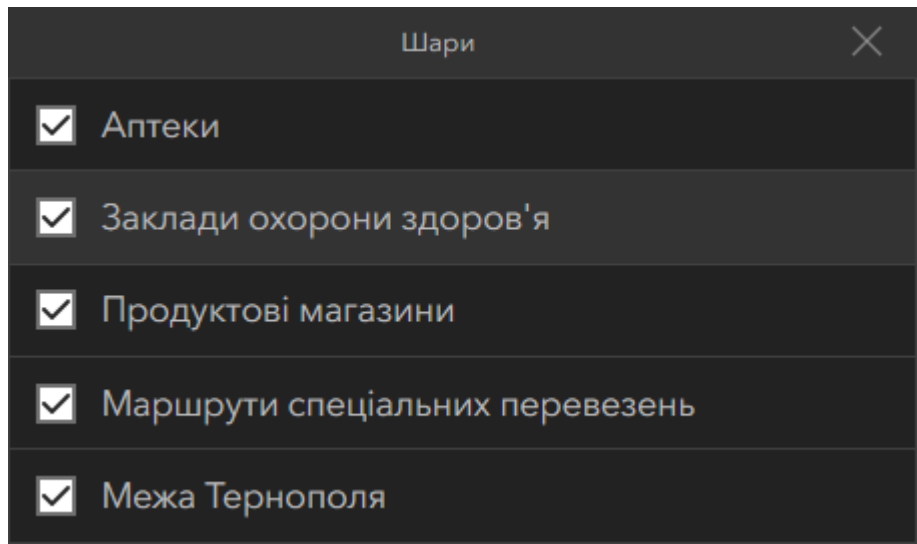


Рисунок 4.20 – Наявність фільтру для відображення шарів на інтерактивній карті міста

Дані у даній ГІС оновлюються кожних 5 хв., що дозволяє відслідковувати жителям міста лише актуальну інформацію.

4.7 Висновки до четвертого розділу

Під час дослідження характеристик, факторів та індикаторів розумного міста встановлено те, що хоч і в Україні на даний момент не має достатньої кількості відкритих баз для комплексної оцінки міста, проте активними темпами здійснюється впровадження елементів розумності.

Зокрема, у м. Тернопіль функціонують сервіси для проїзду у транспорті, його відслідковування, запису до лікаря, загальнодоступна мережа WiFi, уточнення необхідної інформації у міського бота, зручна оплата різних платежів та наявність ГІС охорони здоров'я міста.

Усі дані фактори свідчать про те, що місто розвивається у вірному напрямку і міська влада дбає про комфорт його жителів та туристів.

5 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Метою дипломної роботи є дослідження методів оцінювання розумності міста. Головною метою даного розділу є обґрунтувати економічну ефективність цієї розробки.

Для виконання оцінки економічної ефективності потрібно здійснити розрахунок трудомісткості реалізації проекту, витрат по оплаті праці найманим працівникам, витрат апаратного і програмного забезпечення, амортизаційних відрахувань, витрат енергоресурсів та інші витрат, які є основними пунктами виконання обчислень, а також показників економічної ефективності реалізації проекту.

5.1 Розрахунок норм часу, потрібних для виконання науково-дослідної роботи (НДР)

Впровадження проекту інформаційної системи для визначення розумності міста складається з кількох послідовних і пов'язаних між собою етапів.

Кожен із них вирізняється такими характеристиками як мета та зміст, оцінка часу виконання, кількість та спеціалізація виконавців, а також приблизна оцінка вартості.

Реалізація даної ІС має такі етапи як підготовчий, етап технічної пропозиції, створення ТЗ, розробка системи, практична реалізація, тестування, верифікація і заключний етап.

Норми часу на виконання НДР розраховуємо на основі середнього часу для певної стадії в годинах, що наведені в таблиці 5.1 в сукупності із інформацією про відповідальних і загальною кількістю затраченого часу.

Таблиця 5.1 – Етапи технологічного процесу із затраченим часом

№ п/п	Назва етапу (стадії)	Відповідальний	Середній час для виконання, год.
1	Підготовча стадія	Проектний менеджер	20
		Програміст	
2	Технічна пропозиція	Проектний менеджер	20
		Програміст	
3	Створення технічного завдання	Проектний менеджер	30
		Програміст	
4	Проектування системи	Програміст	30
5	Практична реалізація	Програміст	150
6	Тестування системи	QA	30
7	Верифікація системи	QA	30
		Програміст	
		Проектний менеджер	
8	Створення документації	Програміст	30
9	Заключна стадія	Проектний менеджер	20
Разом			360

В підсумку на реалізацію проекту ІС для визначення розумності міста необхідно 360 людино-годин, три спеціалісти та дев'ять різних етапів реалізації проекту.

5.2 Визначення витрат, пов'язаних із оплатою праці та соціальних відрахувань

Витрати, які потрібно здійснити для оплати праці та на соціальні відрахування, є прямою залежністю від кількості затраченого робітниками часу на здійснення роботи, погодинної або місячної ставки, кількості відрахувань на соцзаходи, які встановлено в законному порядку на момент розрахунку.

Як результат обчислень необхідно розрахувати основний та додатковий фонд заробітної плати, витрати на соціальні заходи та в результаті визначити загальні витрати на оплату праці.

Нарахування основної заробітної плати відбувається із врахуванням виконаної роботи, тарифних ставок, відрядних розцінок або посадових окладів.

Додаткова заробітна плата – це частина ЗП працівників, у яку включено витрати на оплату праці, що не мають зв'язку з виплатами за фактично відпрацьований час.

Під час розрахунку ЗП кількість робочих днів за місяць в середньому приймаємо – 24,5 дні/міс., або 196 год./міс. (при 8 годинному робочому дні).

Наймані працівники для створення інформаційної системи щодо визначення розумності міста працюють згідно контракту, у якому вказано розмір погодинної оплати. Тобто заробітна плата працівника обчислюється із врахуванням тарифної ставки та відпрацьованого часу.

Необхідний штат працівників – проектний менеджер, програміст і QA.

Погодинна оплата для них така:

- Проектний менеджер – 120 грн./год.
- Програміст – 100 грн./год.
- QA – 80 грн./год.

Основну зарплату розраховуємо за формулою (5.1).

$$Z_{осн} = T_c \cdot K_z, \quad (5.1)$$

де T_c – тарифна ставка, грн.; K_e – кількість відпрацьованих годин.

Оскільки над усіма видами робіт працює три спеціалісти, то фонд основної зарплати буде розраховуватись за даною формулою (5.1).

$$Z_{осн} = 120 \cdot 65 + 100 \cdot 255 + 80 \cdot 40 = 36500 \text{ грн.}$$

Додаткову заробітну плату, яка становить 10–15% від розміру основної ЗП, визначаємо за формулою (5.2).

Коефіцієнт для нарахування додаткових виплат працівникам приймаємо 0,1.

$$Z_{дод} = Z_{осн} \cdot K_{дод}, \quad (5.2)$$

де $K_{дод}$ – коефіцієнт додаткових виплат працівникам.

$$Z_{дод} = 36500 \cdot 0,1 = 3650 \text{ грн.}$$

Звідси загалом фонд витрат, пов'язаних із оплатою праці (фонд ЗП) визначаються за формулою (5.3).

$$B_{о.п.} = Z_{осн} + Z_{дод} \quad (5.3)$$

$$B_{о.п.} = 36500 + 3650 = 40150 \text{ грн.}$$

Із цієї суми знімаються обов'язкові збори на зарплату:

- Єдиний соціальний внесок (ЄСВ), розмір якого – 22%;
- Військовий збір (ВЗ), розмір якого – 1,5%.

Суму відрахувань, яка становить 23,5% від фонду оплати праці, визначаємо за формулою (5.4).

$$B_{c.3} = \Phi_{on} \cdot 0,235 \quad (5.4)$$

де Φ_{on} – фонд оплати праці, грн.

$$B_{c.3} = 40150 \cdot 0,235 = 9435,25 \text{ грн.}$$

Усі витрати після детальних обчислень наведено в таблиці 5.2 та обчислюються за формулою (5.5):

$$B_{zn} = \Phi_{ЗП} + \Phi_{ОП} \quad (5.5)$$

$$B_{zn} = 40150 + 9435,25 = 49585,25 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.2 – Розрахунки витрат, пов'язаних із оплатою праці

№з/п	Категорія працівників	Основна ЗП, грн.			Додатков а ЗП, грн.	Відраху в. на ФОП, грн.	Загальні витрати на оплату праці, грн. (6=3+4+5)
		Тариф на ставка, грн.	Кількість відпрацьованих год.	Фактично нарах. з/пл., грн.			
А	Б	1	2	3	4	5	6
1.	Проектний менеджер	120	65	7800	780	-	-
2.	Програміст	100	255	25500	2550	-	-
3.	QA	80	40	3200	320	-	-
Разом		300	360	36500	3650	9435,25	49585,25

Відповідно до розрахунків витрат, необхідних для оплати праці та таблиці результатів 5.2 зрозуміло, що їх загальна сума становить 49585,25 грн.

5.3 Розрахунок суми, яку необхідно виділити на матеріальні витрати

Матеріальні витрати вважаються однією із невід'ємних частин розробки ІС для визначення «розумності» міста та розраховуються як добуток кількості затрачених матеріалів і їх ціни за формулою (5.6).

$$M_{ei} = q_i \cdot p_i \quad (5.6)$$

де q_i – кількість витраченого матеріалу i -го виду, p_i – ціна матеріалу i -го виду.

Тобто, загалом суму матеріальних витрат визначаємо за формулою (5.7).

$$Z_{m.e.} = \sum M_{ei} \quad (5.7)$$

Результати здійснених обчислень наведено у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Результати обчислень щодо матеріальних витрат

№ п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Од. виміру	Фактично витрачено матеріалів	Ціна одиниці, грн.	Сума витрат загалом, грн.
1	Флеш-накопичувачі	шт.	3	100	300,00
2	Папір для друку	листів	1000	0,25	250,00
3	Чорнила для принтера	шт.	2	200,00	400,00
Всього					950,00

У відповідності до проведених розрахунків, сума матеріальних витрат становить 950,00 грн.

5.4 Розрахунок витрат, які необхідні для забезпечення електроенергією

Однією із статей витрат вважаються витрати, які необхідно здійснити для наявності електроенергії під час виконання усіх кроків здійснення очікуваного продукту.

Нарахування на використання електроенергії одиницею обладнання визначаємо за формулою (5.8):

$$Z_g = W \cdot T \cdot S, \quad (5.8)$$

де W – необхідна потужність, кВт; T – кількість годин на реалізацію розробки; S – вартість кіловат-години електроенергії.

Ціну на електроенергію приймаємо у відповідності до існуючих на даний момент тарифів. Отже, для ЮО або ФОП 1 кВт з ПДВ коштує 2,24 грн [83].

Потужність ЕОМ для розробки – 400 Вт, кількість відпрацьованих на обладнанні годин згідно таблиці 5.1 – 360 годин.

Визначимо суму для оплати за електроенергію за формулою (5.8).

$$Z_g = 0,4 \cdot 360 \cdot 2,24 = 322,56 \text{ грн.}$$

Отже, затрати на електроенергію становлять 322,56 грн.

5.5 Розрахунок суми, яку потрібно виділити на амортизаційні відрахування

Зношення на зниження якості властивостей інструментів та фондів із використанням яких здійснюється діяльність є її характеристикою.

Для вирішення даної проблеми застосовується амортизація, яка є процесом змін вартості основних фондів (ОФ) на продукційну вартість, яка тільки була створена, і має на меті повне відновлення ОФ.

Амортизаційні відрахування визначаємо за формулою (5.9).

$$A = \frac{B_B \cdot H_A}{100\%} \quad (5.9)$$

де, B_B – балансова вартість обладнання, грн;

H_A – норма амортизаційних відрахувань в рік, %;

– річний робочий фонд часу, год;

– фактичний час роботи обладнання по написанню програми, год.

Комп'ютери та оргтехніка входять до четвертої групи ОФ, тому річну амортизаційну норму приймаємо 60% (квартальну – 15%, місячну – 5%).

Фонд робіт за рік становитиме 2352 годин, так як 8-годинний день у працівника, а кількість відпрацьованих днів за місяць – 24,5.

Для даної ІС засобом розробки є ПК. Його вартість становить 20000 грн. Отже, сума амортизаційних відрахувань дорівнює:

$$A = \frac{20000 \cdot 5\%}{100\%} = 1000 \text{ грн.}$$

Опираючись на проведені обчислення слід виділити на амортизаційні відрахування 1000 грн.

5.6 Обчислення суми, необхідної на накладні витрати

Накладні витрати потрібні для обслуговування виробництва, утримання управлінського спілкового апарату та забезпечення необхідних умов праці.

Залежно від організаційно-правової форми діяльності суб'єкта господарювання, вони можуть становити 20–60% від розміру ЗП фонду працівників.

$$H_g = B_{o.n.} \cdot 0,2 \dots 0,6, \quad (5.10)$$

де H_g – накладні витрати.

Отже, розмір накладних витрат становить згідно формули (5.10):

$$H_g = 40150 \cdot 0,2 = 8030 \text{ грн.}$$

Сума, необхідна для накладних витрат, становить 8030 грн.

5.7 Складання кошторису усіх витрат і розрахунок собівартості НДР

Підсумки проведених обчислень наведено у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Усі витрати при виконанні НДР

Зміст витрат	Сума, грн.	В % до загальної суми
Оплата праці	40150	67,04
Соцзаходи	9435,25	15,75
Матеріальні витрати	950	1,59
Електроенергія	322,56	0,54
Амортизаційні затрати	1000	1,67
Накладні витрати	8030	13,41
Собівартість	59887,81	100

Собівартість (C_6) на створений програмний продукт (ПП) визначаємо за формулою (5.11).

$$C_6 = B_{o.l.} + B_{c.z.} + Z_{m.v.} + Z_6 + A + H_6 \quad (5.11)$$

Отже, собівартість ПП становить:

$$C_6 = 40150 + 9435,25 + 950 + 322,56 + 1000 + 8030 = 59887,81 \text{ грн.}$$

Загалом усі витрати у кошторисі та собівартість дорівнює 59887,81 грн.

5.8 Розрахунок ціни на ПП

Ціна науково-дослідної роботи визначається за формулою (5.12).

$$Ц = \frac{C_6 \cdot (1 + p_{рен.}) + K + B_{н.і.}}{K} \cdot (1 + ПДВ), \quad (5.12)$$

де $p_{рен.}$ – рівень рентабельності, 30%; K – кількість замовлень, од. (встановлюється лише при розробці програмного продукту та мікропроцесорних систем); $B_{н.і.}$ – вартість носія інформації, грн. (встановлюється лише при розробці програмного продукту); $ПДВ$ – ставка податку на додану вартість, (20%).

Оскільки розробка має прикладний характер, і набуде застосування лише на одному підприємстві, то для розрахунку ціни не треба враховувати коефіцієнти K та $B_{н.і.}$, адже вони не потрібні у даній ситуації.

Тоді, формула для визначення того, якою є ціна розробки, набуде вигляду (5.13).

$$Ц = C_6 \cdot (1 + p_{рен.}) \cdot (1 + ПДВ) \quad (5.13)$$

Як результат ціна роботи складатиме:

$$Ц = 59887,81 \cdot (1 + 0,3) \cdot (1 + 0,2) = 93424,98 \text{ грн.}$$

При загальному розрахунку встановлено, що ціна програмного продукту становить 93424,98 грн.

5.9 Економічна ефективність і окупність капітальних вкладень як показники рентабельності

Ефективністю виробництва вважають загальне і повне відображення кінцевого результату від застосування робочої сили, предметів та засобів праці на підприємстві протягом певного проміжку часу.

Економічну ефективність (E_p) можна знайти через відношення виробничих результатів до витрачених ресурсів (5.14).

$$E_p = \frac{\Pi}{C_e} \quad (5.14)$$

де Π – прибуток; C_e – собівартість.

Плановий прибуток ($\Pi_{пл}$) розраховуємо згідно із формулою (5.15).

$$\Pi_{пл} = Ц - C_e \quad (5.15)$$

Він становить:

$$\Pi_{пл} = 93424,98 - 59887,81 = 33537,17 \text{ грн.}$$

Тоді, формула для числового вираження економічної ефективності набуває вигляду (5.16).

$$E_p = \frac{\Pi_{nl}}{C_6} \quad (5.16)$$

Після обчислень маємо:

$$E_p = \frac{33537,17}{59887,81} = 0,56.$$

Разом із економічною ефективністю також знаходять і термін окупності щодо капітальних вкладень (T_p):

$$T_p = \frac{1}{E_p} \quad (5.17)$$

Термін окупності приймаємо:

$$T_p = \frac{1}{0,56} = 1,79 \text{ р.}$$

Відповідно до формул розмір планового прибутку від розробки – 33537,17 грн., економічну ефективність приймаємо за 0,56, а щодо терміну окупності – то 1,79 роки можна вважати як доцільний та економічно вигідний.

5.10 Висновки до п'ятого розділу

У економічному обґрунтуванні дипломної роботи освітнього рівня «магістр» було здійснено розрахунок важливих техніко-економічних показників для розробки ІС для визначення розумності міста (у таблиці 5.5).

Приблизне значення економічної ефективності – 0,56, що є значенням досить високим.

Щодо період окупності, то він повинен бути в межах від 1 до 3 років, адже лише в такому випадку розвиток вважатиметься доцільним та вигідним із економічної точки зору. За результатами обчислень для цієї роботи він становить 1,79 років.

Таблиця 5.5 – Техніко-економічні показники науково-дослідної роботи

№ п/п	Показник	Значення
1.	Собівартість, грн.	59887,81
2.	Плановий прибуток, грн.	33537,17
3.	Ціна, грн.	93424,98
4.	Економічна ефективність	0,56
5.	Термін окупності, рік	1,79

На основі здійснених обрахунків можна дійти до висновку, що створення ІС для визначення «розумності» міста є доцільним через невеликий термін окупності та великий обсяг майбутнього планового прибутку.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Охорона праці

6.1.1 Значення охорони праці при застосуванні концепції «Smart City»

Станом на сьогоднішній день концепція «Smart City» активно впроваджується і в українських містах, серед яких – Київ, Вінниця, Львів і Тернопіль.

Однією із характеристик розумного міста є розумне життя, яка включає в себе розумну охорону праці на підприємстві. Наприклад, деякі ІТ-компанії у м. Тернопіль впроваджують таку ініціативу щодо захисту життя та здоров'я підлеглих шляхом носіння спеціальних браслетів (аналогічних до фітнес-браслетів), у яких із давачів на сервер потрапляють дані про кількість серцевих скорочень (КСС), артеріальний тиск (АТ) та температуру тіла. Аналітик у режимі реального часу зможе побачити реальну ситуацію щодо стану здоров'я усіх працівників та надати її керівництву для ознайомлення, а працівника із поганими показниками відправити на огляд до лікаря.

У розумних містах охорона праці (ОП) є важливим фактором захисту і представники бізнесу та профспілки можуть вживати заходів щодо соціальної відповідальності підприємств, що перевищують мінімальний рівень захисту, який регулюється національним та міжнародним законодавством [84].

Що стосується запобіжних заходів, то правильне визначення концепції соціальної відповідальності підприємств вимагає адекватного управління ризиками. Дану концепцію можна досягти шляхом:

- впровадження системи, яка передбачає попередню оцінку ризиків;
- подальшого планування діяльності;
- створення кодексів етики та належних практик чи поведінки, визнаних керівництвом чи протоколами цього планування.

У «розумному» місті передбачають колективні переговори між представниками персоналу та профспілок, без яких бізнес не зміг існувати.

Розробляється алгоритм дій та проводяться навчальні заходи для працівників, які забезпечуватимуться необхідними людськими та матеріальними засобами. Все це матиме ефект більш безпечного робочого середовища, що дозволить отримати кращу ефективність та меншу кількість нещасних випадків на виробництві [84].

Розумна міська технологія, крім інших переваг, може допомогти містам функціонувати ефективніше, одночасно підвищуючи послуги для бізнесу та громадян, стійкість та економічний розвиток. Це піде на користь міському управлінню, освіті, транспорту, охороні праці та здоров'я, управлінню будівлями тощо. Для впровадження даної концепції у різних містах світу із забезпечення охорони праці ISO має понад 1300 стандартів та нормативних документів, присвячених усім аспектам здоров'я та добробуту. Один із них – ISO 45001 «Системи управління охороною і безпекою праці», що допомагає забезпечити безпеку на робочому місці [85].

Українські ІТ-компанії як підприємства, які активно застосовують технологію IoT і розвиваються у напрямку «Smart City», відповідно до чинного законодавства мають:

- Службу ОП, адже згідно із статтею 15 Закону «Про охорону праці» дана служба повинна функціонувати в обов'язковому порядку на підприємстві, де кількість працюючих 50 і більше [86].

- Положення, інструкції та інші акти з ОП. Обов'язком працедавця є затвердження документів передбачених статтею 13 Закону «Про охорону праці» [87]. Тобто кожен структурний підрозділ – тестувальники, графічні дизайнери, програмісти і т.д. повинні мати затверджену відповідальну особу з питань ОП.

Також передбачаються інструктажі з питань ОП (наприклад, для нових співробітників – стаття 29 КЗпП) та розслідування (в разі необхідності) і облік нещасних випадків (стаття 22 Закону «Про охорону праці»).

6.1.2 Охорона праці для розробника ПЗ

Для визначення оцінки розумності міста було реалізоване спеціальне ПЗ, яке враховуючи загальні значення показників із оцінками жителів міста та експертів визначає оцінку міста як за окремими характеристиками так і загальну.

Розробка здійснювалась при дотриманні усіх вимог щодо ОП користувачів ЕОМ.

Згідно із ДСТУ 8604:2015 «Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги» конструкція робочого місця та взаємне розташування усіх її елементів має відповідати антропометричним, фізичним і неординарним психологічним вимогам [88]. Проте враховуватись повинен і характер роботи. Наприклад, для програміста потрібно дотримуватись таких основних умов:

- оптимальне розташування обладнання на робочому місці;
- достатній робочий простір, що забезпечує вільний рух, і переміщення;
- природне і штучне освітлення до виконання поставлених завдань;
- рівень акустичного шуму не має перевищувати допустимого значення [88].

Програміст перед роботою повинен перевірити:

- розташування складових елементів ПК (монітор, мишка, принтер і т.д.);
- монітор слід розташовувати так, щоб кут зору на екран монітора був 10-15°, а відстань до екрана становила від 40 до 80 см;
- неушкодженість усіх кабелів;
- безпечне підключення компонентів відповідно до схеми з'єднання;
- захисні екрани (при наявності);
- захисні кожухи (при наявності). ПК має бути вимкненим при підготовці до роботи;
- подбати про таке освітлення, при якому не буде відблисків від клавіатури та екрану в напрямок очей;

- якщо забезпечення неможливе – використовувати захисні сітки і фільтри спеціального призначення [89].

Розробник під час роботи зобов'язаний:

- дбати про власну безпеку і здоров'я, а також про оточуючих у процесі виконання роботи;
- знати і застосовувати вимоги інструкцій з ОП на власному робочому місці;
- виконувати роботу відповідно до вимог інструкційно-технологічної карти;
- мати навички щодо використання засобів індивідуального та колективного захисту;
- знати і вміти користуватися технічним паспортом на обладнання;
- знати і дотримуватись обов'язків з ОП, передбачених у колективному або трудовому договорі та правилами внутрішнього трудового розпорядку компанії, серед яких:
 - вчасно розпочинати і завершувати роботу, дотримуватись розкладу технологічних і обідніх перерв;
 - не здійснювати робіт, які не передбачено змінним завданням;
 - не затримуватись на роботі у неробочий час без вказівки директора або керівника;
 - дотримуватись корпоративних правил поведінки;
 - щорічно проходити медогляди;
 - вміти надавати першу допомогу особі, яка зазнала шкоди від НП;
 - співпрацювати з працедавцем щодо організації безпечної і нешкідливої праці та її умов;
 - негайно повідомляти керівника або відповідальну особу при виявленні порушень правил з ОП чи небезпеки [90].

Перш за все у ІТ-компаніях проводиться експертиза персонального обладнання (ПК або ноутбука) для офіційного затвердження параметрів

електробезпеки. Для цього призначається фахівець, який згідно із вимогами ДНАОП 0.00-8.20-99 проходить навчання та атестацію для проведення такої експертизи [91]. Також передбачені регламентовані перерви на 15 хв. після кожної години роботи перед монітором.

Закордонний досвід ОП при використанні сучасних інформаційних технологій та комп'ютерного обладнання має на меті попередити наслідки монотонної роботи, підвищити рівень рухової активності і покращити розумову працездатність фахівців ІТ-галузі під час перерв шляхом участі у спеціально відведених приміщеннях (на рисунку 6.1), які забезпечені необхідним спортивним інвентарем і тренажерами для здійснення фізичних навантажень, проведення тренінгів, завдань та ігор в залежності від віку, статі і категорії зорової роботи [91].



Рисунок 6.1 – Кабінети психофізіологічної розгрузки працівників у ІТ індустрії

Завдяки такому підходу знімається надлишкове психофізіологічне перевантаження, підвищується працездатність центральної нервової системи, попереджається перевтома очей. Ефективність праці при запровадженні таких відволікаючих методів збільшується робітниками цієї галузі на 5-30% [91].

6.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

6.2.1 Здоровий спосіб життя людини та його вплив на професійну діяльність

Здоровий спосіб життя (ЗСЖ) – це усе в людській діяльності, що характеризується збереженням і зміцненням здоров'я і сприяє виконанню людиною своїх функцій через діяльність з оздоровлення життєвих умов – праці, побуту, відпочинку. Складові ЗСЖ містять різні елементи, які мають відношення до всіх сфер здоров'я – фізичного, психічного, соціального і духовного. Найважливішими із них є харчування (у тому числі споживання якісної води як питної, забезпечення потрібними вітамінами, мікроелементами, протеїнами, жирами, вуглеводами, спеціальними продуктами і харчовими добавками), побутові умови (якісні умови житла, забезпечення пасивного і активного відпочинку, рівень психічної та фізичної безпеки в межах території життєдіяльності), умови щодо праці (безпека у фізичному і психічному аспектах, стимули і умови професійного розвитку), рухова активність (фізкультура і спорт, використання засобів для оздоровлення, спрямованих на підвищення рівня фізичного розвитку і його підтримку, а також відновлення сил в результаті навантажень як фізичних так і психічних). Поінформованість і можливість доступу до спеціальних профілактичних процедур (уповільнюють природне старіння, належні екологічні умови, інші складові ЗСЖ, що стосуються в більшості випадків не тільки фізичної і психічної, а також соціальної і духовної складових здоров'я) є важливими для усвідомлення ЗСЖ [92].

Основними елементами здорового способу життя є:

- Спосіб життя. Його значення є великим для здоров'я людини і містить чотири категорії:
 - економічну (рівень життя);
 - соціологічну (якість життя);
 - соціально-психологічну (стиль життя);
 - соціально-економічну (устрій життя).

- Рівень культури. Варто зауважити, що людина є суб'єктом і одночасно – головним результатом власної діяльності. Культурою із даної точки зору вважається самосвідоме ставлення до себе. Проте частина людей часто нехтує своїм здоров'ям, веде неправильний спосіб життя, не дотримується режиму, переїдає, курить, але для здоров'я потрібні знання, що стали б повсякденною звичкою людини.

- Здоров'я як складова ієрархії потреб. Речі та інші матеріальні блага часто займають першість у порівнянні із здоров'ям, що призводить до шкоди собі і майбутнім поколінням. Отже, здоров'я має займати першість серед ієрархії людських потреб.

- Мотивування. Шкода, але цінувати здоров'я починають лише тоді, коли його втрачають, адже лише тоді під час лікування виникає бажання бути здоровим.

- Зворотні зв'язки – перевірка на стійкість організму шкідливим способом життя (алкоголь, куріння). Зворотній зв'язок щодо закінчення зловживання шкідливими звичками виникає у багатьох, проте ці дії бувають запізнілими.

- Довге здорове життя як установка. Вона проявляється у вмінні вдало мобілізувати резерви організму на подолання життєвих труднощів та зменшення ризиків захворіти, щоб продовжити власне життя.

- Навчання здоровому способу життя. Прикладом є батьки, допомагає також і наявність санітарної освіти. Важливим чинником, що визначає реакцію людини на екстремальну ситуацію, є її психофізичні якості та стан в загальному.

- Психічний стан. Сучасна особа зустрічається з багатьма факторами ризику, які негативно впливають на стан її нервової та серцево-судинної систем, знижують опірність організму. Як наслідок виникає стресова реакція організму. Так, наприклад, психічна травма, отримана через конфлікт, виводить людину з нормального психічного стану, а це може викликати суттєві зміни у виконанні професійних функцій і загального функціонального стану. У перекладі «стрес»

визначається як «напруження», тобто реакція організму на поставлену проблему [93].

Стрес – це поєднання загальних неспецифічних біохімічних, фізіологічних та психологічних реакцій організму через дію надзвичайних подразників різної природи і характеру, які призводять до порушень функцій усіх органів.

Довготривала стресова ситуація викликає багато психосоматичних захворювань, серед яких: психози, неврози, захворювання мозку, серцево-судинні захворювання, інфаркт, гіпертонічна хвороба, шлунково-кишкові захворювання, зниження рівня імунітету, онкологічні захворювання, а також розвиток алкоголізму, наркоманії і суїцид [94].

При дотриманні здорового способу життя та мінімізації стресових ситуацій забезпечується ефективна та якісна професійна діяльність.

Здоровий спосіб життя є однією із ключових характеристик, які визначають комплексну оцінку міста, тому його дотримання жителями міста в умовах професійної діяльності є запорукою підвищення рейтингу серед інших міст-конкурентів.

6.2.2 Забезпечення електробезпеки користувачів ПК

Приміщення із робочими місцями для користувачів ПК для того, щоб забезпечити електробезпеку обладнання, а також захист від ураження електричним струмом користувачів комп'ютерної техніки повинні мати достатню базу технічних засобів захисту у відповідності до НПАОП 40.1-1.07-01 «Правила експлуатації електрозахисних засобів», НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів», НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

На меті запобігти ушкодженням, які можуть виникнути через ураження електричним струмом – загорянь, коротких замикань і т.д., створено загальний

стандарт безпеки ІЕС 950. Із електробезпеки для країн європейських країн загальним стандартом є Semark [95].

Необхідно брати до уваги, що будь-який ПК, допоміжне обладнання та периферія, які експлуатуються разом з ним (принтер, монітор, роутер) також є електроустановками, живлення яких є під напругою до 1000 В і на них також у повній мірі здійснюється поширення вимог електробезпеки [96].

Як елемент захисту комп'ютерів від поганого електроживлення (підвищеної або зниженої напруги, її провалів і кидків, а також відхилень частоти і форми кривої), яке є основою усіх збоїв електроніки на час роботи (зависання, помилки при запису/читанні жорсткого диска і т.д.), на сьогоднішній день використовують безперебійні джерела живлення (БП). Основним їхнім призначенням є забезпечити подання електроенергії при аварійній ситуації в основній мережі. Необхідною умовою використання БП є те, що захисний контур (земля) і нейтральний провід мають прокладатися окремо. Окрім цього, неякісно здійснене заземлення знижує рівень захисту від електромагнітних перешкод, які наводяться джерелом на обладнанні (моніторі). Не рекомендовано підключати до БП лазерні принтери, адже під час розігріву принтера струм, що споживається значно більший від номінального значення, що може призвести його до виходу з ладу.

Максимальний захист користувачів від ураження електричним струмом забезпечується лише при дотримання усіх правил і вимог щодо електробезпеки. Але при нещасному випадку потрібно перш за все будь-яким способом негайно призупинити дію струму, вимкнувши рубильник і відкинувши електропровід від потерпілої людини сухим ціпком або подібним до нього предметом та обов'язковою є подальша присутність лікаря. У разі присутності свідомості у потерпілого або відчуття нездужання – забезпечити йому спокій, наявність свіжого повітря і тепла до приходу лікаря [97].

Профілактичними заходами щодо забезпечення пожежної безпеки є використання скритої електромережі, надійних розеток з пожежобезпечних матеріалів, силових мереж живлення устаткування, які виконуються кабелями,

що розраховані на підключення навантаження у 3-5 разів більшого від поточного, включення і відключення живлення обладнання із використанням штатних вимикачів. Слід регулярно та ретельно очищати внутрішні частини комп'ютерів, іншого обладнання від пилу, а також розташовувати ПК кожен на окремому неспалюваному столі. Щоб запобігти іскріння потрібно менш вмикати й вимикати із розеток штепсельні вилки [98].

Безпека людей і електробезпека користувачів ПК також є важливим фактором, який впливає на успіх застосування концепції «розумного» міста, адже IoT передбачає безпосередню роботу із гаджетами та ПК.

6.3 Висновки до шостого розділу

Під час виконання дипломної роботи визначено характеристики розумного міста і встановлено їх безпосередній зв'язок із охороною праці та безпекою в надзвичайних ситуаціях.

Визначено, що розумний спосіб життя, розумні люди і розумне середовище передбачають збереження фізичного та психічного здоров'я працівників із дотриманням законів та нормативно-правових актів щодо охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

7 ЕКОЛОГІЯ

7.1 Джерела електромагнітних полів, іонізуючих випромінювань і методи їх знешкодження

Розвиток «розумних» міст передбачає активне використання техніки при тому, що інтенсивний розвиток електроніки і радіотехніки спричиняє забруднення навколишнього середовища різного роду електромагнітними випромінюваннями [99]. До головних джерел його виникнення відносять станції радіотелевізії та радіолокації, засоби для радіозв'язку, високовольтні лінії електропередачі (ЛЕП), трансформаторні підстанції і електростанції, а також лінії електричного транспорту. У цих місцях рівень електромагнітного випромінювання змінюється в межах від 50-100 до 300 Гц, що сильно перевищує припустимі гігієнічні норми. Найбільш страждає від цих полів нервова система. Головний біль і сильна втома виникає від поля напруженістю 1000 В/м, розвиток неврозів, безсоння, імпотенції та інші тяжких захворювань – від полів із більшими значеннями [100].

Особливу небезпеку несе радіація, як складова іонізуючого випромінювання, адже радіонукліди, які потрапляють із їжею, водою або повітрям в організм призводять до руйнування його клітин і тканин, органів і генів [100].

Прийнято розрізняти два види радіації – природну та штучну. Джерелами природної є випромінювання Сонця, випромінювання із космосу, а також випромінювання, спричинене радіоактивним розпадом мінералів у надрах Землі. Факторами, що визначають інтенсивність даного випромінювання є висота над рівнем моря та географічне розташування. До джерел штучної радіації слід віднести медичну рентгенівську установку, ядерну медицину, АЕС, відеотермінали, певні будматеріали та випробування із ядерною зброєю [100].

Біологічний ефект радіації зумовлений через взаємодію енергії з речовиною, яка спричиняє канцерогенез, тобто появу та розвиток ракових

клітин. У зону ризику до дії радіації зараховують дітей та людей із слабким здоров'ям [100].

Заходи і засоби захисту від електромагнітних випромінювань ділять на організаційні, інженерно-технічні та лікувально-профілактичні.

Організаційними заходами передбачається заборона потрапляння людей в зону високої напруженості електромагнітних полів (ЕМП), створення СЗЗ і зон обмеження забудов біля антенних споруд радіотехнічних об'єктів (РТО) різноманітного призначення та повітряних ліній із промисловою частотою.

Санітарно-захисною зоною (СЗЗ) є територія, де на висоті меншій за 2 м. від поверхні землі перевищуються гранично допустимі рівні (ГДР) ЕМП.

Інженерно-технічними засобами захисту від ЕМП вважають електрогерметизація складових частин схем, блоків, вузлів установки задля зменшення або усунення електромагнітних випромінювань.

Лісове насадження і дифракційний екран виступає у ролі колективного засобу від ЕМП.

Лікувально-профілактичними заходами є періодичні медогляди працівників та мешканців, фізіо- та фармакотерапія.

Санітарно-гігієнічне нормування іонізуючих випромінювань і правила роботи з речовинами, що є радіоактивними, регламентовано згідно «Норм радіаційної безпеки» НРБУ-97 і «Основних санітарних правил роботи з радіоактивними речовинами та іншими джерелами іонізуючих випромінювань (ОСП-72/87)» [101].

Заходами щодо захисту живих організмів від іонізуючого випромінювання вважається захист відстанню, захист часом і захист екраном.

Виробництво, обробка, застосування, зберігання транспортування та переробка джерел іонізуючого випромінювання регламентується відповідно до «Закону про використання ядерної енергії і радіаційну безпеку» від 08.02.1995 р. та «Закону про поводження з радіоактивними відходами» від 30.06.1995 р. [101].

7.2 Статистика екологічних показників

В Україні впроваджений збір статисти щодо екологічних показників. Ним займаються такі установи як Державне агентство водних ресурсів (близько 80% населення забезпечено питною водою із поверхневих джерел, при цьому біля 75% – із Дніпра), Гідрометеорологічна служба (53 міста і 162 пости), Державне агентство лісових ресурсів (наприклад, боротьба із несанкціонованим вирубуванням лісів у Карпатах) та Міністерство аграрної політики та продовольства (збирає дані для моніторингу земельних ресурсів).

Головними забруднювачами в Україні є промислові підприємства та автомобілі на дорогах, адже саме від них відбувається збільшення шкідливих викидів. Кожного року середньостатистичний українець викидає майже 250 кг побутових відходів, але принаймні 50 кг із них потрібно було б здавати до пунктів прийому вторинної сировини для подальшої переробки. Загалом, екологічні статистичні дані хоч і повільно, але стають доступнішими для екологів, громадських організацій та бізнесу [102].

У залежності від ролі показника в оцінці певного питання їх класифікують за схемою, розробленою Європейською агенцією з навколишнього середовища PC-T-C-B-P (DPSIR): Рушійні сили – Тиск – Стан – Вплив – Реагування [103].

PC – Рушійні сили (Driving force) – соціально-економічні чинники та види діяльності, які збільшують або зменшують навантаження на навколишнє середовище.

T – Тиск (Pressure) – є прямим антропогенним навантаженням на довкілля, яке здійснюється шляхом викидів та скидів забруднюючих речовин, використання природних ресурсів.

C – Стан (State) – належить до поточного стану і тенденцій змін природного середовища, у які включаються також якісні параметри основних елементів довкілля.

В – Вплив (Impact) – наслідки після змін у довкіллі на здоров'я людей та природи в цілому.

Р – Реагування (Respons) – конкретні дії, які сприяють вирішенню екологічних проблем.

Відповідно до системи аналізу за даною схемою, збільшення тиску на довкілля виникає через соціальний і економічний розвиток і, як наслідок, відбуваються зміни у довкіллі – для прикладу, розробка адекватних умов щодо здоров'я, доступності біорізноманіття і ресурсів. Врешті-решт, це призводить до боротьби між людським здоров'ям, екосистемою і матеріалами, які можуть сприяти поширенню негативної соціальної реакції, яка має підтримку рушійними силами шляхом тиску на довкілля або факторами впливу безпосередньо такими як адаптація або запобіжними діями [103].

Статистичний показник – є узагальнюючою характеристикою для кількісного виміру різних екологічних явищ [104].

Для кожного статистичного показника виділяють три характеристики:

- його визначеність, кількість і якість;
- модель його розрахунку, зміст у екології і його числове вираження;
- адекватне відображення, точне вимірювання і достовірна інформація.

Із використанням статистичних показників розв'язується одна з головних задач у статистиці: визначення кількісної сторони явища або процесу в комплексі з якісною стороною.

Показником вважають кількісно-якісну характеристику соціально-екологічних явищ і процесів. Якісна сторона показника відповідає за сутність явища або процесу у певних умовах місця й часу, а кількісна визначає його числове значення та відповідну одиницю виміру [104].

Якісний зміст показника залежить від суті досліджуваного явища (процесу) і є його назвою (викиди, скиди, відходи) та поєднується з його числовим значенням шляхом застосування моделі показника, у якій міститься

його назва, алгоритм розрахунку, одиниця, яку застосовують для вимірювання, а також місце і час, які визначають явище чи процес [104].

Статистика здійснюється у табличному та графічному вигляді після попередніх розрахунків із використанням математичних методів.

Поділ показників на види відбувається в залежності від їх аналітичної функції, методики обчислення та ознаки часу, виконання своїх функцій. На даний момент доступні різні види показників, які потребують впорядкування і класифікації.

7.3 Висновки до сьомого розділу

У даному розділі розглянуто поняття електромагнітного поля і іонізуючого випромінювання та методи їх знешкодження, а також розглянуто екологічні показники та їх статистику.

Встановлено, що у «розумних» містах на усіх підприємствах та установах потрібно впроваджувати засоби захисту від випромінювань, оскільки вони несуть пряму загрозу життю працівників.

Щодо статистики екологічних показників, то міжнародна спільнота визначає відкриті дані з моніторингу довкілля як пріоритетні набори для оприлюднення державою. Адже це сприяє:

- розумінню громадянами стану довкілля, у якому вони проживають, працюють і відпочивають;
- появі ефективного державного планування управління природоохоронною сферою;
- покращеному громадському контролю;
- змінам у ставленні та поведінці мешканців на побутовому рівні [102].

Загалом, статистика екологічних показників (поверхневих вод, атмосферного повітря, лісів, земельних ресурсів і відходів) сприяє наочному відображенні реального стану екології та встановленню пріоритетних шляхів розвитку із зменшенням шкідливого впливу.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання дипломної роботи магістра було досягнуто поставленої мети дослідження, а саме вибрано методологію оцінювання для українських міст, яка включає у себе 6 характеристик, 25 факторів і 50 індикаторів, і розроблено ПЗ для автоматизації процесу визначення найрозумнішого міста.

У ході виконання даного дослідження отримано наступні результати:

- проведено аналіз наукових публікацій щодо критеріїв та засобів визначення «розумності» міста;
- на основі існуючих створено власну методологію оцінювання для українських міст;
- створено анкетування жителів міста через сервіс Google Форми;
- розроблено базу даних для запису усіх результатів обчислень;
- розроблено ПЗ «Визначення розумності міста» із двомовним інтерфейсом, наявністю авторизації/реєстрації та розмежуванням прав доступу;
- зібрано статистичні дані по кількості опитаних відповідно до віку та статі;
- додано функціонал для збереження діаграм як графічних файлів (у форматі .png) і таблиці результатів певного міста у PDF-форматі.

Подальше впровадження і розвиток даної методики визначення «розумності» має лише позитивний ефект як для влади так і для мешканців, оскільки при періодичному моніторингу результатів можна буде визначити проблемні питання і намагатись їх вирішити, а також підтримуватиметься здорова конкуренція між містами.

Для успішного і коректного функціонування оцінки потрібно здійснювати періодичні збори експертів і опитати якнайбільше людей щодо ваги кожного із індикаторів, адже при їх більшій кількості результат буде точнішим.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Everything You Wanted to Know About Smart Cities [Electronic resource]. – 2016. – Access mode: https://www.researchgate.net/publication/306046857_Everything_You_Wanted_to_Know_About_Smart_Cities. – Access date: 07.10.2019.
2. Smart People for Smart Cities: A Behavioral Framework for Personality and Roles: Smarter People, Governance, and Solutions [Electronic resource]. – 2017. – Access mode: https://www.researchgate.net/profile/Syed_Ziaul_Mustafa/publication/319466257_3_Smart_People_for_Smart_Cities_A_Behavioral_Framework_for_Personality_and_Roles_Smarter_People_Governance_and_Solutions/links/5bca1c9892851cae21b42c24/3-Smart-People-for-Smart-Cities-A-Behavioral-Framework-for-Personality-and-Roles-Smarter-People-Governance-and-Solutions.pdf. – Access date: 12.10.2019.
3. What are the differences between sustainable and smart cities? [Electronic resource]. – 2017. – Access mode: https://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2017/What_are_the_differences_between_sustainable_and_smart_cities.pdf. – Access date: 12.10.2019.
4. Интеллектуальные города (Умные города, Smart cities) [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интеллектуальные_города_\(Умные_города,_Smart_cities\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интеллектуальные_города_(Умные_города,_Smart_cities)). – Дата доступа: 13.10.2019.
5. Що означає термін «Smart City»? [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: URL: <http://smartcity.mvk.if.ua/aboutz>. – Дата доступу: 13.10.2019.
6. A.Monzon Smart Cities Concept and Challenges: Bases for the Assessment of Smart City Projects [Electronic resource]. – 2015. – Access mode: https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiGz4m87_rZAhWFkywKHfC9DtMQFggoMAA&url=https://www.springer.com/cda/content/document/cda_downloaddocument/9783319277523-c2.pdf?SGWID=

0-0-45-1545150-p177840426&usg=AOvVaw3KVEQOk_2Nl0djqv-xHZc. – Access date: 15.10.2019.

7. Майбутнє розумних міст – міста без чиновників? [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу: URL: <https://www.smartbus.ua/uk/majbutnie-rozumnih-mist-mista-bez-chinovnikov/>. – Дата доступу: 15.10.2019.

8. Чем живут самые «умные города» и сколько их существует на данный момент [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: URL: <https://www.segodnya.ua/world/wnews/chem-zhivut-samye-umnye-goroda-nashey-planety-santader-singapur-i-songdo-1161880.html>. – Дата доступа: 15.10.2019.

9. Smart cities: understanding the challenges and opportunities [Electronic resource]. – 2019. – Access mode: https://smartcitiesworld.net/AcuCustom/Sitename/DAM/012/Understanding_the_Challenges_and_Opportunities_of_Smart_Citi.pdf. – Access date: 17.10.2019.

10. Redefining the Smart City: Culture, Metabolism and Governance. Case Study of Port Louis, Mauritius [Electronic resource]. – 2018. – Access mode: https://smartcitiesworld.net/AcuCustom/Sitename/DAM/012/Understanding_the_Challenges_and_Opportunities_of_Smart_Citi.pdf. – Access date: 17.10.2019.

11. Google Тренди – smart city [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: URL: <https://trends.google.com/trends/explore?date=all&q=smart%20city>. – Дата доступу: 18.10.2019.

12. «Розумне місто» як інноваційна модель управління [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу: URL: <http://journals.dut.edu.ua/index.php/emb/article/download/1515/1447>. – Дата доступу: 18.10.2019.

13. Smart cities ranking: an effective instrument for the positioning of cities? [Electronic resource]. – 2009. – Access mode: <https://core.ac.uk/download/pdf/41793309.pdf>. – Access date: 18.10.2019.

14. Smart cities communities and smart ICT platform [Electronic resource]. – 2019. – Access mode: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKewjF-sb88qHpAhVBEncKHSGQDTgQFjAAegQIAhAB&url=ftp%3A%2F%2Fftp.repec.org%2Fopt%2FReDIF%2FRePEc%2Ffrau%2Fjisomg>

%2FSU15%2FJISOM-SU15-A3.pdf&usg=AOvVaw1taW4-BeY1ibFObBxbYMW3.

– Access date: 19.10.2019.

15. E-government and the transformation of public administrations in EU countries: Beyond NPM or just a second wave of reforms? [Electronic resource]. – 2005. – Access mode: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/14684520510628918/full/html>. – Access date: 21.10.2019.

16. Smart Economy in Smart Cities [Electronic resource]. – 2017. – Access mode: https://books.google.com.ua/books?id=fhDpDAAAQBAJ&pg=PA317&lpg=PA317&dq=Singh+S,+Wenzel+G,+and+Brettschneider+F+2017+Smart+Economy+in+Smart+Cities&source=bl&ots=Bk0tutmfiv&sig=ACfU3U1mWROYJ4vMKX8t8M2-dseSOtP_PQ&hl=uk&sa=X&ved=2ahUKEwi65_3XpYDnAhWIw4sKHdbuBCwQ6AEwAHoECAoQAQ#v=onepage&q=Singh%20S%2C%20Wenzel%20G%2C%20and%20Brettschneider%20F%202017%20Smart%20Economy%20in%20Smart%20Cities&f=false. – Access date: 21.10.2019.

17. Applying Smart Economy of Smart Cities in Developing World: Learnt from Indonesia's Home Based Enterprises [Electronic resource]. – 2019. – Access mode: https://www.researchgate.net/publication/332765500_Applying_Smart_Economy_of_Smart_Cities_in_Developing_World_Learnt_from_Indonesia's_Home_Based_Enterprises/fulltext/5cc8863392851c8d221002ed/Applying-Smart-Economy-of-Smart-Cities-in-Developing-World-Learnt-from-Indonesias-Home-Based-Enterprises.pdf. – Access date: 23.10.2019.

18. Smart Mobility and services [Electronic resource]. – 2012. – Access mode: <https://ec.europa.eu/transparency/regexpert/index.cfm?do=groupDetail.groupDetailDoc&id=34596&no=1>. – Access date: 23.10.2019.

19. Empowerment of Youth Agribusiness Entrepreneurs Using Social Capital Based Business Models Canvas in North Sulawesi [Electronic resource]. – 2017. – Access mode: [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2446563](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2446563). – Access date: 25.10.2019.

20. The role of Smart Mobility in Smart Cities [Electronic resource]. – 2018. – Access mode: https://bib.irb.hr/datoteka/946193.CETRA2018_1601-1606.pdf. – Access date: 27.10.2019.

21. Smart city concept in the light of the literature review [Electronic resource]. – 2019. – Access mode: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwjK8-KHpAhVtkIsKHcIEAZ8QFjABegQIARAB&url=https%3A%2F%2Fcontent.sciendo.com%2Fdownloadpdf%2Fjournals%2Femj%2F11%2F2%2Farticle-p70.pdf&usg=AOvVaw2YuYieFbmsE3RCD9k4OGpW>. – Access date: 28.10.2019.

22. Smart City Indicators: Six Strategic Fields of Action [Electronic resource]. – 2019. – Access mode: <https://hub.beesmart.city/smart-city-indicators/>. – Access date: 03.11.2019.

23. Smart construction products and processes [Electronic resource]. – 2014. – Access mode: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwi-3IDM-qHpAhUpzqYKHTDsBkkQFjABegQIBhAB&url=https%3A%2F%2Fec.europa.eu%2Fdocsroom%2Fdocuments%2F13407%2Fattachments%2F3%2Ftranslations%2Fen%2Frenditions%2Fnative&usg=AOvVaw10Yf0OjN9EQOFW7qE0STB2>. – Access date: 05.11.2019.

24. Smart Living Takes Smart Buildings and Smart Cities To the Highest Level [Electronic resource]. – 2016. – Access mode: <https://www.smartliving365.com/smart-living-takes-smart-buildings-and-smart-cities-to-the-highest-level/>. – Access date: 07.11.2019.

25. Smart Governance For Sustainable Cities: Findings from a Systematic Literature Review [Electronic resource]. – 2019. – Access mode: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10630732.2019.1651178?needAccess=true>. – Access date: 07.11.2019.

26. What's so 'smart' about smart governance? [Electronic resource]. – 2019. – Access mode: <https://www.allerin.com/blog/whats-so-smart-about-smart-governance>. – Access date: 09.11.2019.

27. Delivering Smart Governance in a Future City: The Case of Glasgow [Electronic resource]. – 2018. – Access mode: <https://www.cogitatiopress.com/mediaandcommunication/article/download/1639/1639>. – Access date: 09.11.2019.

28. Smart City Replication Guidelines Part 1: Cross-Domain/Application Use Cases [Electronic resource]. – 2018. – Access mode: <https://aioti.eu/wp-content/uploads/2018/06/AIOTI-WG08-Smart-City-Replication-Guidelines-Part-1-Cross-Domain-Use-Cases-V1.0-with-new-logo.pdf>. – Access date: 11.11.2019.

29. PAS 181:2014 Smart city Framework. Guide to establishing strategies for smart cities and communities [Electronic resource]. – 2014. – Access mode: https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/PAS_181:2014_Smart_city_Framework._Guide_to_establishing_strategies_for_smart_cities_and_communities. – Access date: 11.11.2019.

30. PAS 182:2014 Smart city concept model - guide to establishing a model for data interoperability [Electronic resource]. – 2014. – Access mode: <https://www.thenbs.com/PublicationIndex/documents/details?Pub=BSI&DocID=327841>. – Access date: 12.11.2019.

31. ISO/IEC JTC 1 Information technology Smart cities [Electronic resource]. – 2015. – Access mode: https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/developing_standards/docs/en/smart_cities_report-jtc1.pdf. – Access date: 15.11.2019.

32. The role of rankings in growing city competition [Electronic resource]. – 2010. – Access mode: https://www.researchgate.net/profile/Rudolf_Giffinger/publication/228661970_The_role_of_rankings_in_growing_city_competition/links/02e7e5253ccb127feb000000/The-role-of-rankings-in-growing-city-competition.pdf. – Access date: 15.11.2019.

33. Correlation between european smart cities and regional competitiveness [Electronic resource]. – 2016. – Access mode: <https://industry-4.eu/winter/sbornik/2016/2/12.CORRELATION%20BETWEEN%20EUROPEAN%20SMART%20CITIES%20AND%20REGIONAL%20COMPETITIVENESS.pdf>. – Access date: 15.11.2019.

34. Definition methodology for the smart cities model [Electronic resource]. – 2012.– Access mode: https://www.researchgate.net/profile/M_Roscia/publication/257177034_Definition_methodology_for_the_smart_cities_model/links/5a076f8a0f7e9b68229b3931/Definition-methodology-for-the-smart-cities-model.pdf. – Access date: 17.11.2019.

35. Smart cities - Ranking of European medium-sized cities [Electronic resource]. – 2007.– Access mode: https://www.researchgate.net/profile/Christian_Fertner/publication/261367640_Smart_cities_-_Ranking_of_European_medium-sized_cities/links/0c960535ae2e4cc479000000/Smart-cities-Ranking-of-European-medium-sized-cities.pdf. – Access date: 18.11.2019.

36. A.Monzon Smart Cities Concept and Challenges: Bases for the Assessment of Smart City Projects [Electronic resource]. – 2015.– Access mode: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7297938>. – Access date: 18.11.2019.

37. Assessment methodology for Smart City Projects application to the Mediterranean Region [Electronic resource]. – 2017.– Access mode: https://institute.eib.org/wp-content/uploads/2017/02/2017_0131-ASCIMER-PROJECT-SUMMARY.pdf. – Access date: 18.11.2019.

38. How smart are our cities? [Electronic resource]. – 2015.– Access mode: https://www.pwc.in/assets/pdfs/publications/2015/how_smart_are_our_cities.pdf. – Access date: 19.11.2019.

39. Methodology for Collection and Computation of Liveability Standards in Cities [Electronic resource]. – 2017.– Access mode: <http://164.100.161.224/upload/uploadfiles/files/MethodologicalReportFinal.pdf>. – Access date: 21.11.2019.

40. Developing Smart Cities: An Integrated Framework [Electronic resource]. – 2016.– Access mode: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050916315022/pdf?md5=ccf82ffec7a67c88f4e6094949797d47&pid=1-s2.0-S1877050916315022-main.pdf>. – Access date: 21.11.2019.

41. Mitchell, W. (2000). Designing the Digital City. In Ishida T. and Isbister, K. (Eds.), *Digital Cities: Technologies, Experiences, and Future Perspectives* (pp. 1-6). Berlin/Heidelberg: Springer.
42. Intelligent Cities and Globalisation of Innovation Networks [Electronic resource]. – 2008.– Access mode: <http://www.stellenboschheritage.co.za/wp-content/uploads/Intelligent-Cities-and-Globalisation-of-Innovation-Networks.pdf>. – Access date: 23.11.2019.
43. Минуте та майбутнє «розумних міст» [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: URL: <https://ecotech.news/technology/668-minule-ta-majbutne-rozumnikh-mist.html>. – Дата доступу: 25.11.2019.
44. Что такое «умный город» и зачем он мне нужен? [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: URL: <https://the-steppe.com/razvitiye/cto-takoe-umnoy-gorod-i-zachem-on-mne-nuzhen>. – Дата доступа: 27.11.2019.
45. Blockchain Cities and the Smart Cities Wheel [Electronic resource]. – 2018.– Access mode: <https://medium.com/iomob/blockchain-cities-and-the-smart-cities-wheel-9f65c2f32c36>. – Access date: 07.12.2019.
46. Towards Smart and Resilient City: A Conceptual Model [Electronic resource]. – 2018.– Access mode: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/158/1/012045/pdf>. – Access date: 07.12.2019.
47. Akıllı Şehir Göstergeleri Değerlendirme Anketi [Electronic resource]. – 2018.– Access mode: <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScKeVLOVELrBVKXJNtE4S-PjfbhlwnJCwVSylWujt-cAWSd5g/viewform>. – Access date: 09.12.2019.
48. Smart cities ranking: an effective instrument for the positioning of cities? [Electronic resource]. – 2009.– Access mode: <https://core.ac.uk/download/pdf/41793309.pdf>. – Access date: 10.12.2019.
49. Mapping smart cities in the EU [Electronic resource]. – 2014.– Access mode: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/hlm/prgm/urbandevt/Measuring_Progress__Achieving_Smarter_Cities_/Presentations/Catriona_Manville.pdf. – Access date: 10.12.2019.

50. IESE Cities in Motion Index [Electronic resource]. – 2018.– Access mode: <https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0471-E.pdf>. – Access date: 12.12.2019.
51. Ranking Model of Smart Cities in Turkey [Electronic resource]. – 2018.– Access mode: <http://static.dergipark.org.tr/article-download/8ea7/5ee7/8f8a/5bd8c66f2e8fe.pdf?>. – Access date: 15.12.2019.
52. Evaluation on Construction Level of Smart City: An Empirical Study from Twenty Chinese Cities [Electronic resource]. – 2018.– Access mode: https://www.researchgate.net/publication/327760468_Evaluation_on_Construction_Level_of_Smart_City_An_Empirical_Study_from_Twenty_Chinese_Cities/fulltext/5ba2f986a6fdccd3cb649d07/Evaluation-on-Construction-Level-of-Smart-City-An-Empirical-Study-from-Twenty-Chinese-Cities.pdf. – Access date: 18.12.2019.
53. Gu, S.Z.; Yang, J.W.; Liu, J.R. Problems in the Development of Smart City in China and Their Solution. *China Soft Sci.* 2013, 1, 6–12.
54. Gu, S.Z.; Wang, M. Theoretical Considerations and Strategic Choice on the Development of Smart City. *China Popul. Resour. Environ.* 2012, 22, 74–80.
55. Hou, H.P.; Liu, C.C.; Sun, M.S. Urban system theory: Knowledge based on complex adaptive system. *Manag. World* 2013, 5, 182–183.
56. Helping CIOs Understand “Smart City” Initiatives [Electronic resource]. – 2010.– Access mode: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=2ahUKEwimt9PgqqLpAhU1ysQBHTk4CFMQFjADegQICRAB&url=http%3A%2F%2Fc3328005.r5.cf0.rackcdn.com%2F73efa931-0fac-4e28-ae77-8e58ebf74aa6.pdf&usg=AOvVaw0D3TcAicWe0bRp5IEe8Fm1>. – Access date: 25.12.2019.
57. Habeeb, R. Analysis of Major Parameters of Smart Cities and Their Suitability in Indian Context. In *From Poverty, Inequality to Smart City*; Springer: Singapore, 2017.
58. Smart Cities Initiative: How to Foster a Quick Transition Towards Local Sustainable Energy Systems [Electronic resource]. – 2011.– Access mode: https://www.researchgate.net/profile/Eduardo_De_Oliveira_Fernandes2/publication/311594283_Smart_Cities_Initiative_How_to_Foster_a_Quick_Transition_Towards_L

ocal_Sustainable_Energy_Systems_Topic_2/links/5850199608aed95c250b7cb4/Smart-Cities-Initiative-How-to-Foster-a-Quick-Transition-Towards-Local-Sustainable-Energy-Systems-Topic-2.pdf. – Access date: 05.01.2020.

59. Smart Cities Initiative: How to Foster a Quick Transition Towards Local Sustainable Energy Systems [Electronic resource]. – 2018.– Access mode: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/3/575/pdf>. – Access date: 08.01.2020.

60. A Study on Determinant Factors in Smart City Development: An Analytic Hierarchy Process Analysis [Electronic resource]. – 2018.– Access mode: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/8/2606/pdf>. – Access date: 10.01.2020.

61. Zou, Y. Research on Evaluation Index System of Innovative City and Innovation Capacity Structure of China'Key cities. *Bus. Rev.* 2012, 24, 50–57.

62. Deng, J.L. Control problems of grey systems. *Syst. Control Lett.* 1982, 5, 288–294.

63. Wu, C.Y.; Guo, L.L.; Yu, J.T. Evaluation Model and Empirical Study of Regional Green Growth System Based on TOPSIS and Grey Relational Analysis. *Bus. Rev.* 2017, 29, 228–239.

64. A Methodological Approach to Evaluating the Progress of the Implementation of the Smart City Concept in Ukrainian Cities [Electronic resource]. – 2019.– Access mode: https://www.researchgate.net/profile/Anna_Pozdniakova/publication/332937380_A_Methodological_Approach_to_Evaluating_the_Progress_of_the_Implementation_of_the_Smart_City_Concept_in_Ukrainian_Cities/links/5d25c4b1a6fdcc2462d08713/A-Methodological-Approach-to-Evaluating-the-Progress-of-the-Implementation-of-the-Smart-City-Concept-in-Ukrainian-Cities.pdf. – Access date: 13.01.2020.

65. Рейтинг прозорості 100 найбільших міст України 2019 [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: URL: <https://decentralization.gov.ua/news/12152>. – Дата доступу: 13.02.2020.

66. Города и люди. Рейтинг комфортности украинских городов [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: URL: <https://focus.ua/rating/archive/2017/377768>. – Дата доступа: 22.01.2020.

67. Рейтинги міст України: Четверте Всеукраїнське муніципальне опитування [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу: URL: http://ratinggroup.ua/research/regions/chetvertyy_vseukrainskiy_municipalnyy_opros.html. – Дата доступу: 05.02.2020.
68. Індекс демократичності міст [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: URL: http://www.ucipr.org.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=417:ndeks-demokratichnost-m-st&catid=16&lang=ua&Itemid=186. – Дата доступу: 09.02.2020.
69. Індекс культурного та креативного потенціалу міст України [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: URL: <https://www.kyivsmartcity.com/news/index-of-creativity/>. – Дата доступу: 11.02.2020.
70. Kyiv Smart City [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: URL: <https://www.kyivsmartcity.com>. – Дата доступу: 12.02.2020.
71. Програма цифрового перетворення Львова [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу: URL: [https://www8.city-adm.lviv.ua/inTEAM/Uhvaly.nsf/\(SearchForWeb\)/F5AAAAA4163C74BBEC2257F7E0052E61F?OpenDocument](https://www8.city-adm.lviv.ua/inTEAM/Uhvaly.nsf/(SearchForWeb)/F5AAAAA4163C74BBEC2257F7E0052E61F?OpenDocument). – Дата доступу: 14.02.2020.
72. Програма цифрового перетворення Львова [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу: URL: <http://www.vmr.gov.ua/Docs/CityCouncilDecisions/2018/%E2%84%961353%2028-09-2018.pdf>. – Дата доступу: 18.02.2020.
73. Tracking the state of open government data [Electronic resource]. – 2019. – Access mode: <https://index.okfn.org>. – Access date: 22.02.2020.
74. Global Digital Report 2020 // We are Social [Electronic resource]. – 2020. – Access mode: <https://wearesocial.com/digital-2020>. – Access date: 24.02.2020.
75. Портал відкритих даних «Єдиний державний веб-портал відкритих даних» [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: URL: <https://data.gov.ua>. – Дата доступу: 03.03.2020.
76. Чисельність наявного населення України на 1 січня 2019 року [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: URL:

http://database.ukrcensus.gov.ua/PXWEB2007/ukr/publ_new1/2019/zb_chnn2019.pdf. – Дата доступу: 05.03.2020.

77. Портал тернополянина [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: URL: <https://fayna-karta.te.ua/otrimati/>. – Дата доступу: 09.03.2020.

78. Транспорт Тернополя [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: URL: <http://detransport.com.ua>. – Дата доступу: 11.03.2020.

79. Комунальне некомерційне підприємство «Центр первинної медико-санітарної допомоги» [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: URL: <https://www.medical.te.ua>. – Дата доступу: 13.03.2020.

80. Безкоштовні зони Wi-Fi у Тернополі: чи працюють та де знаходяться [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: URL: <https://te.20minut.ua/Podii/bezkoshtovni-zoni-wi-fi-u-ternopoli-chi-pratsyuyut-ta-de-znahodyatsya-10906075.html>. – Дата доступу: 15.03.2020.

81. Комунальні платежі [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: URL: <http://oplata.te.ua>. – Дата доступу: 16.03.2020.

82. Геоінформаційна система охорони здоров'я міста Тернополя [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: URL: <https://magneticonegis.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/ea5eac6bbb6744d5a1bf8f00b31da6b8>. – Дата доступу: 25.03.2020.

83. Тарифи // ВАТ «Тернопільобленерго» [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу: URL: <https://www.toe.com.ua/index.php/component/content/article?id=2>. – Дата доступу: 28.03.2020.

84. Occupational Health and safety in smart city [Electronic resource]. – 2017.– Access mode: <https://books.google.com.ua/books?id=Qx4UDgAAQBAJ&pg=PA453&lpg=PA453&dq=Occupational+Health+and+safety+in+smart+city&source=bl&ots=etJ3cwU70J&sig=ACfU3U0LNXjLJ6E8VELIdQXrDicuYuGVLw&hl=uk&sa=X&ved=2ahUKEwiUhYmyvvToAhWMxosKHVKJDHwQ6AEwC3oECAgQNNQ#v=onepage&q=Occupational%20Health%20and%20safety%20in%20smart%20city&f=false>. – Access date: 02.04.2020.

85. Will 5G Be the Platform for Tomorrow's Smart Cities? [Electronic resource]. – 2019. – Access mode: <https://insights.pecb.com/5g-platform-tomorrows-smart-cities/>. – Access date: 03.04.2020.

86. Стаття 15. Служба охорони праці на підприємстві [Електронний ресурс]. – 2012. – Режим доступу: URL: https://protocol.ua/ru/pro_ohoronu_pratsi_statuya_15/. – Дата доступу: 05.04.2020.

87. Охорона праці на підприємстві: що потрібно знати? [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: URL: <http://te.dsp.gov.ua/ohorona-pratsi-na-pidpryyemstvi-shho-potribno-znaty/>. – Дата доступу: 07.04.2020.

88. Охорона праці на робочому місці програміста [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу: URL: <http://refbaza.com.ua/ref-5173-1.html/>. – Дата доступу: 08.04.2020.

89. Охорона праці для програміста, перед початком роботи [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: URL: <http://ifreestore.net/4643/71/>. – Дата доступу: 08.04.2020.

90. Інструкція з охорони праці для програміста [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу: URL: <https://www.victorija.ua/blanki-ta-formi-dokumentiv/instruksiya-z-ohorony-pratsi-dlya-prohramista-aktualizovano-na-08-12-2017r.html>. – Дата доступу: 08.04.2020.

91. Вдосконалення охорони праці в ІТ-індустрії [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: URL: https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_vcheniy_secretar/OXORONA_PRACI/R_IT-INDUSTRIA.pdf. – Дата доступу: 10.04.2020.

92. Здоровий спосіб життя і його вплив на професійну діяльність [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: URL: <https://ukrreferat.com/chapters/rizne/zdoroviy-sposib-zhittya-i-yogo-vpliv-na-profesiynu-diyalnist-referat.html>. – Дата доступу: 11.04.2020.

93. Здоровий спосіб життя та його вплив на професійну діяльність людини [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: URL: <https://buklib.net/books/27545/>. – Дата доступу: 11.04.2020.

94. Здоровий спосіб життя. Його вплив на здоров'я та працездатність людини [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: URL: <http://studies.in.ua/bjd-lapin/1151-zdoroviy-sposb-zhittya-yogo-vpliv-na-zdorovya-ta-pracezdatnst-lyudini.html>. – Дата доступу: 12.04.2020.
95. Вимоги до електробезпеки у офісних приміщеннях з комп'ютерною технікою [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: URL: <https://spo.stu.cn.ua/Oksana/posibnik/1140.html>. – Дата доступу: 12.04.2020.
96. Електробезпека при експлуатації ПК [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: URL: https://zp.edu.ua/sites/default/files/konf/konspekt_lekciy_opg.pdf. – Дата доступу: 12.04.2020.
97. Електробезпека при роботі з ПЕОМ [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: URL: <http://um.co.ua/5/5-1/5-103312.html>. – Дата доступу: 13.04.2020.
98. Правила безпеки при роботі з комп'ютером [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: URL: https://pidruchniki.com/18210712/bzhd/pravila_bezpeki_pri_roboti_kompyuterom. – Дата доступу: 13.04.2020.
99. Білявський Г. О. Основи екології [Текст] : підручник для студ. вищих навч. закладів / Г. О. Білявський, Р. С. Фурдуй, І. Ю. Костіков. К. : Либідь, 2006. - 406 с. ISBN 966-06-0449-1.
100. Запольський А.К. Основи екології [Текст] : підр. для студ. техн. технол. спец. вищ. навч. закл. / А. К. Запольський, А.І. Салюк; за ред. К.М. Ситника. К.: Вища школа, 2001.- 358с. ISBN 966-642-059-7.
101. Захист довкілля від впливу фізичних чинників [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: URL: https://pidruchniki.com/68501/ekologiya/zahist_dovkillya_vid_vplivu_fizichnih_chinnikiv. – Дата доступу: 15.04.2020.
102. Екологічний моніторинг в Україні: які дані відкрито [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу: URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2018/07/17/638718/>. – Дата доступу: 17.04.2020.

103. Екологічні показники [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу: URL: <https://menr.gov.ua/content/ekologichni-pokazniki.html>. – Дата доступу: 15.04.2020.

104. Тарасова В.В. Екологічна статистика (з блочно-модульною формою контролю знань) [Текст] / В.В.Тарасова – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 392 с.

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ТЕХНІЧНИЙ НАВЧАЛЬНО – НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ НАЦІОНАЛЬНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ БІОРЕСУРСІВ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ



Студентське наукове товариство



ІХ ВСЕУКРАЇНСЬКА

студентська науково - технічна конференція

**"ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ
НАУКИ.**

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"

20-21 квітня 2016 р.

(збірник тез конференції)

ТОМ 2

Тернопіль 2016

УДК 621.326

Палка О. В. – гр. СН-22

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

AN INTELLIGENT CLEANER

Науковий керівник: к.ф.н., викладач Штанюк О. М.

We live in the XXI century when the human mind is developing more and more, changing the world and rapidly developing information technologies. Every day we wake up to the alarm, which is an application on our phone, then after going to the toilet and bath, cook our food, which is kept in the refrigerator, we use our phone, tablet, PC. Occasionally we wash our stuff in the washing machine, and there is lots of other equipment in use. Could you imagine a day spent without these things? If it yes, you are an extremely brave man. There is one common feature in all these technical devices. All their modes and applications are the result of programmer's work.

Perhaps each of us, when out of the house, can observe the situation with the polluted environment that is caused by an extremely large number of debris. We don't think about it, because we have got used to it, but an ordinary lamp and a battery without a proper disposal can cause cancer and many other diseases.

The inventors offer to design a device, an intelligent cleaner. An intelligent cleaner can be attributed to computer techniques, because it consists of hardware and software, which can be developed and improved (eg upgrades). Clearly, this will be a programmed robot, that make our lives better, because it will not clean up apartments, but streets.

To provide the proper functioning of the robot, it will have the following functions and features:

1. An indicator of filling.
2. It will be water and cold resistant (with an additional layer coating).
3. It will sort litter in categories.
4. An automatic waste disposal, depending on their category (batteries, lamps according to a specially designed and approved environmentalists method).
5. An ability to upgrade software via USB storage device or PC connection.
6. A touch screen to interact with users.
7. A combined charging method:
 - by solar panels;
 - From charging station (the network 220V).

The inventors have put forward the idea of a only really useful device that would defend then environment from the harmful effects of hazardous substances, among them there are carcinogens (an environmental problem) as well as facilitate the work of cleaners. There would not be any landfills that take areas and prevent people living nearby. Since this going to be a device, one should involve highly skilled professionals, including: programmers, physics, mathematics, electrical engineering and many scientists from other fields to its design.

So, we must remember that the XXI century is a beginning of IT modern industrial revolution. The proposed device is only one of many ideas that can benefit people's lives.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана

Пулюя

Тернопільський осередок наукового товариства

імені Т. Шевченка

Технічний коледж

Зборівський коледж

Гусятинський коледж

XXI

НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ

**Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя**

16-17 травня 2019 року



**ТЕРНОПІЛЬ
2019**

УДК 004.02

О. Палка

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗУМНОСТІ МІСТА

О. Palka

ANALYSIS OF METHODS FOR ESTIMATING SMART CITIES

Станом на сьогоднішній день поняття «Розумне місто» активно поширюється, адже розвиток інформаційних технологій надає змогу його дослідити. Актуальним залишається питання порівняння міст в межах одного регіону або країни. Оцінка або рейтинг міста використовується як конкурентний інструмент, тому що дозволяє виділити позитивні характеристики, які оприлюднюються поза межами самого міста (реклама), та можливість знайти свою позицію в рамках існуючої міської конкуренції та збільшити свою роль.

Протягом останніх 20-ти років здійснювались спроби встановлення оцінки міста для відображення його рейтингу за певними ознаками. Внаслідок цього організації та вчені визначали рівень розумності міста використовуючи різні методи, серед яких:

- IBM використовує дев'ятикомпонентну систему (для визначення оцінки враховуються послуги з планування та управління, інфраструктурні послуги, людські послуги) і порівняння, що поєднує застосування інструментів для отримання даних про місто, взаємозв'язок отриманої інформації та інтелектуальний аналіз (створення програмного забезпечення).[1]

- Міжнародна організація зі стандартизації ISO запропонувала стандарт для міських послуг і якості життя, як засобів для вимірювання сталого розвитку розумного міста. До цього переліку входять такі критерії як: економіка, освіта, енергетика, довкілля, фінанси, пожежі і реагування на надзвичайні ситуації, управління, здоров'я, відпочинок, безпека, укриття, тверді відходи, телекомунікації та інновації, транспорт, міське планування та відходи [1].

Основними критеріями, що лежать у основі різних методів визначення розумності міста, є:

- управління;
- економіка;
- транспортна система;
- навколишнє середовище;
- населення;
- рівень життя.

Кожним методом для визначення розумності міста в залежності від точності бажаної оцінки та кількості експертів, що беруть участь у виставленні проміжних результатів, здійснюється поділ основних критеріїв на підкритерії. Зрозуміло, що експерти – це особи, які спеціалізуються у сфері, що оцінюється. Також враховуються думки мешканців у результатах опитувань та із використанням засобів мережі Інтернет.

На основі кожного методу можна побудувати алгоритм та розробити програмне забезпечення для визначення розумності міста, його порівняння із іншими населеними пунктами і візуалізації отриманих даних у графічній формі.

Література

1. Comparing Smart Cities with Different Modeling Approaches – WWW2015 Florence, Italy. 24TH International World Wide Web conference. [Electronic resource] – 2015. – Access mode: <http://www.www2015.it/documents/proceedings/companion/p525.pdf>.

УДК 004.9

А. Шум'як, О. Палка, М. Потикевич

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ ТЕРМІНУ SMART CITY

A.M.Shumiak, O.V.Palka, M.I.Potykevych

ANALYSIS OF THE TERM SMART CITY

З кожним роком інформаційні технології набирають розвиток і перед світом постало питання як спростити людям життя і обмежити їх фізичну та розумову роботу. Тому місто почали розглядати як не просто територію проживання людей а дещо глибше як складну систему, однак, яка є цінною метафорою, пов'язаною з еволюцією інформаційних систем.

Зростання складності як апаратного, так і програмного забезпечення інформаційних систем породило спільноти людей, IT-архітекторів і програмних інженерів, які глибоко знайомі з методами складання разом величезних мережевих вузлів, а також інструментів для створення, управління та навігації такими мережами.

Термін «Smart Cities» не нова. Вона має свої витoki в розумному зростанні Bollier, 1998 рух кінця 1990-х років, який виступав за нову політику міського планування. Portland, штат Oregon, широко визнаний як приклад розумного росту Caldwell, 2002.

Цей термін був прийнятий з 2005 року багатьма технологічними компаніями [1] Cisco, 2005, IBM, 2009, Siemens, 2004 для застосування складних інформаційних систем інтегрованих в роботу міської інфраструктури та послуг, таких як будівлі, транспортування, розподіл електроенергії та води, громадська безпека. З тих пір вона розвивалася мається на увазі будь-яка форма технологічної інновації в плануванні, розвитку Smart Cities.

Термін «Smart Cities» не має єдиного визначення яке б дало змогу зрозуміти основне що має в собі цей термін тому нижче наведено приклад найбільш вживаних визначень Smart Cities на сьогодні.

1. R. D. Patil і Omprakash S. Jadhav (2016) Великі дані є популярною [2] темою в дослідження. Всі говорять про великі обсяги даних, і вважається, що наука, бізнес, промисловість, уряд, суспільство тощо зазнають змін через вплив великих даних. Великий використовується для позначення дуже великого набору даних, який є більшим, більш складним, структурованим та неструктурованим даним з труднощами збору, зберігання, аналіз процесу або результат.

Ці передові технології обробляють структуру, а також неструктуровані великі дані в різних областях.

2. Monika Saxena and Dr. S.K. Jha (2016) Ми живемо в епоху блиску, де всі, навіть дрібніші речі будуть розумні. У цей час розробляються розумні міста щоб покращити якість життя всіх людей. Це дозволить знизити витрати і споживання ресурсів. Однак розмір даних постійно збільшується і безглузде зберігання даних просто марна трата простору та часу. Багато різномірних даних мають проблеми і складності, цінності та ризики для конфіденційності даних. Ми повинні йти з

"розумними даними" великими складними даними. Важливу роль відіграє велика аналітика даних та інформаційні технології розвитку та управління розумними містами. Дані, що генеруються розумними містами аналіз з використанням даних великих обсягів.

У цій роботі мова йде про різні аспекти інтелектуальних міст та їх проблеми та виклики. Крім того роль аналізу великих даних та її інструментів і технологій.

3. Hamzeh Khazaei, et. al. (2015)

У роботі запропоновано платформу для аналізу даних у міському транспорті інформацію про трафік. Платформа складається з даних, аналізу та управління і можуть використовуватися додатками, пов'язаними з перекриттям трафіку або безпосередньо за допомогою дослідників, інженерів та плановиків дорожнього руху. Платформа базується на кластері і використовує хмару для досягнення надійності, масштабованості та адаптованості до змін умови роботи. Ви можете бути використані як для онлайн, так і для ретроспективного аналізу. Ми перевірили кілька випадків використання, таких як визначення середньої швидкості та перевантаження сегменти великих автомагістралей у районі Greater Toronto Area (GTA).

4. Nicola Iannuale, et al. (2015) Автор намагається відповісти на те, що визначає розумне місто. Існують установи, що визначають цю багату область перехресних досліджень, і пов'язані з соціальними, технічними, економічними та політичними факторами, які продовжують розвиватися, надання можливостей для постійного вдосконалення концепції розумного міста. Емергентні властивості в основному контекстуальні і впливають на міські типи даних і їх здатність формуватися складні інформаційні системи. Добре відомою проблемою в обчислювальному аналізі є інтеграція великої кількості генерованих даних. Гетерогенність і різноманітність даних джерела розумного міста свідчать про те, що система може бути ідеальною для встановлення декількох драйверів і динаміку, пропонуючи також адаптивні рішення. Однак характер цих системи досить непередбачуваний і хаотичний, що призводить до природної мети стабілізації їх. Дослідження запропонували методи, засновані на різних критеріях, скажімо параметричні, ентропійний, антропний і т. д. Як багато факторів і змінних лежать в основі драйверів системи, аттрактори, отримані з динамічних систем, пропонуються для опису розумних міських контекстів через різні взаємопов'язані великі дані та мережі.

Література

1. Smart Cities and Smart Spaces: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://www.amazon.com/Smart-Cities-Spaces-Methodologies-Applications/dp/1522570306>.

2. LITERATURE REVIEW [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://shodh.inflibnet.ac.in:8080/jspui/bitstream/123456789/4232/3/03_liteature%20review.pdf

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ**

МАТЕРІАЛИ

VII НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**



11–12 грудня 2019 року

**ТЕРНОПІЛЬ
2019**

УДК 004.02

О. Палка, Т. Склярова, А. Шум'як

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

АНАЛІЗ МЕТОДУ ОЦІНЮВАННЯ РОЗУМНОСТІ МІСТА У ТУРЕЧЧИНІ

UDC 004.02

O. Palka, T. Skliarova, A. Shumiak

(Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine)

ANALYSIS OF METHOD FOR ESTIMATING SMART CITIES IN TURKEY

Рейтинги міст стали центральним інструментом оцінки привабливості міських регіонів за останні 20 років [1]. Порівняння здійснюються стосовно різних економічних, соціальних та географічних характеристик для того, щоб виявити найкращі (і найгірші) місця для певних видів діяльності. Можна стверджувати, що рейтинги різних міст дозволяють їх керівництву звернути увагу на сильні і слабкі сторони та покращити становище міста між конкурентами для того, щоб на державному та міжнародному рівні зростав його імідж, який у свою чергу є визначальним фактором маркетингової стратегії.

Аналогічно як і для методу визначення розумних міст у Європі визначальними у Туреччині є такі 6 характеристик як розумна економіка, розумні люди, розумне управління, розумна мобільність, розумне середовище і розумний спосіб життя.

Відповідно до даних характеристик оцінювання здійснюється на основі 23 факторів та 66 показників (індикаторів), посилаючись на існуючі дослідження (Cohen, 2014; Giffinger et al. 2007; Deloitte та Vodafone, 2016), тобто набір даних міста складається із 66 показників, 23 факторів і 6 характеристик [2].

Усі ці дані зберігаються у таблиці бази даних, яка містить обчислювальні поля для розрахунку числових значень кожного фактора та характеристики міста. Основною частиною розрахунків є Z-перетворення усіх значень індикаторів до стандартизованого вигляду та оцінка ваг кожного із них.

Для оцінки ваг показників здійснювалось онлайн-опитування в ході якого кожен із них може приймати чотири значення такі як 0, 1, 2 і 3, де 0 означає, що показник не має суттєвого значення і 3 вказує, що показник має суттєвий вплив на розумність міста [2]. Важливим аспектом є розподіл ймовірностей від одержаних результатів досліджень, тобто якщо у опитуванні з 10 людей щодо певного параметра одержано такі результати як 3, 3, 2, 2, 3, 3, 3, 2, 1, 0, то відповідно ймовірність отримати значення 3 для даного параметра становить 0,5. Значення ваги для певного показника можна обчислити за формулою (1).

$$W = 0 \cdot P_0 + 1 \cdot P_1 + 2 \cdot P_2 + 3 \cdot P_3 \quad (1)$$

Після отримання значень ваг усіх показників здійснюється перетворення їх значень у діапазон від 1 до 2. Це дає змогу для отримання числових значень кожного фактора і характеристики. Загальна оцінка міста є сумою значень по кожній характеристиці. Результати оцінювання дають змогу досліджувати міста як комплексно так і частково, що є позитивним чинником для подальшого розвитку та удосконалення.

Література

1. Smart cities – Ranking of European medium-sized cities – Rudolf Giffinger, Vienna UT. [Electronic resource] – 2007. – Access mode: http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf.
2. Ranking Model of Smart Cities in Turkey – Anatolian Journal of Computer Sciences. [Electronic resource] – 2018. – Access mode: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/564159>.

УДК 004.4

Т. Склярова, О. Палка

(Тернопільський національний університет імені Івана Пулюя)

ІСТОРИЯ РОЗВИТКУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

UDC 004.4

T. Skliarova, O. Palka

(Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine)

HISTORY OF GEOINFORMATION SYSTEM DEVELOPMENT

«Геоінформаційна система (ГІС) – це система алгоритмічних процедур та апаратно-програмних засобів, яка була створена для цифрової підтримки, управління, поповнення, аналізу, маніпулювання, образного відображення географічних координат та математико – картографічного моделювання» – найповніше визначення поняття ГІС представлено В. І. Зацерковним (український науковець у сфері ГІС).

Загалом вчені виділяють три етапи розвитку ГІС.

Перші геоінформаційні системи були розроблені в кінці 1950-х - 1960-х роках у Західній Європі, США та Канаді. Це був **перший етап розвитку ГІС**. До числа головних досягнень цього періоду в теорії ГІС можна віднести визначення принципових можливостей геоінформаційних систем, в практичній сфері - розробку перших ГІС.

Розробка перших ГІС стала наслідком бажання застосувати унікальні і зростаючі можливості ЕОМ, які з'явилися на початку 50-х років ХХ ст., для збереження і застосування великою кількістю накопиченої на той час різноманітної інформації про природні, соціально-економічні умови і територіальні ресурси.

Другим етапом розвитку ГІС став період з початку 1970-х до початку 1980-х років. Проектування геоінформаційних систем виявилось дуже витратним, тому зросла роль фінансування державою геоінформаційних проектів. У цей період було створено безліч комп'ютерних систем та програм, створення і поширення яких сприяли монополізації досліджень в напрямку ГІС-технологій. Тісне об'єднання міждисциплінарних досліджень, їх скерованість на вирішення складових завдань, які є споріднені із територіальним плануванням, управлінням і проектуванням, що привели до виробництва інтегрованих ГІС, які характеризувалися універсальністю.

Якщо перший етап розвитку геоінформаційних систем багато хто називає піонерним, то другий - етапом державних ініціатив.

Третій період розвитку ГІС почався в 1980-х роках і триває по теперішній час. Його основною рисою став бурхливий розвиток корпоративних і розподілених геоданих на основі комерціалізації геоінформаційних технологій, інтеграції ГІС і СУБД, а також розробки мережевих додатків. Для 80-х років ХХ ст. притаманне збільшення політичного, комерційного та наукового інтересу до ГІС. Це в свою чергу призвело до посилення конкуренції, і як наслідок – активізації досліджень та вдосконалення. Почалися процеси глобалізації геоінформаційної інфраструктури. Багато фахівців називають цей етап користувачьким, коли конкуренція призводить до того, що головну роль на ринку починає грати покупець, його вподобання і потреби. Велику роль в активізації розробки геоінформаційних технологій зіграло поява безкоштовних ГІС.

ГІС – це одна з найперспективніших технологій, яка активно розвивається і вдосконалюється. Підраховано, що понад 60 відсотків сукупної інформації, яка міститься в корпоративних базах даних, має просторову прив'язку. В цілому ж вона вміщує більше 70 відсотків всієї інформації, яку використовує людина.

УДК 004.9

А. Шум'як, О. Палка, І. Пятківський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

UDC 004.9

A. Shumiak, O. Palka, I. Piatkivskyi

(Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine)

ANALYSIS OF METHOD FOR ESTIMATING SMART CITIES IN TURKEY

В ході проведення дослідження було встановлено, що інтелектуальна транспортна система являє собою такий спосіб забезпечення функціонування міського громадського транспорту на певній території або в районі.

Інтелектуальна транспортна система обґрунтовує та поєднує в собі інформаційні технології, технології передачі даних, технології електронного зондування, глобальну технологію позиціонування, технологію географічної інформаційної системи, технологію комп'ютерної обробки та технологію системної інженерії.

До основних інтелектуальних транспортних систем належать:

- UPT системи;
- C-ITS системи.

Систему UPT слід розглядати інтегровано і цілісно. Головні актори UPT системи - це уряд, оператори та пасажери. Аналіз UPT прагне врахувати наслідки інституціонального елементи продуктивності загальної системи UPT[1].

Інтелектуальні транспортні системи (C-ITS) використовують такі стандарти, як IEEE 802.11p та ETSI ITS-G5, дозволяють також використовувати так звані спеціальні мережі (VANET). Транспортні засоби можуть використовувати VANET для обміну інформацією, наприклад, попередження та інформація, щоб покращити комфорт водіїв та ефективність руху.

Система C-ITS надає широкий спектр послуг та використання для підвищення безпеки та ефективності в транспортній мережі.[2] Системи C-ITS тісно пов'язані з підключеними та автоматизованими транспортними засобами (CAV) та розумними містами.

Для запобігання та захисту від зловмисників було використано наступні системи безпеки IEEE 1609.2 та стандарти ETSI ITS.

ІТС можна розглядати як важливу складову сучасного комплексного підходу до підвищення ефективності функціонування[3] транспортної системи країни за рахунок розширення їх інформаційної інфраструктури: автоматизованого збору даних про стан системи в масштабі реального часу, моделювання та прямого й опосередкованого оперативного впливу на формування і зміну транспортних потоків.

В галузі ІТС була використана модель прийняття технологій - для прогнозування електронного збору плати за проїзд.[4] Також був проведений глибокий аналіз на різних моделях сприйняття користувача, теоріях прийнятності та дослідженнях, які використовувались у галузі ІТС.

Література

1. Urban public transport systems from new institutional economics perspective: a literature review. [Electronic resource] – 2007. – Access mode: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01441647.2018.1552631>.
2. Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS). [Electronic resource] – 2007. – Access mode: <https://www.tca.gov.au/car/c-its>
3. Інтелектуальні транспортні системи: проблема термінології та формування системи класифікації[Electronic resource] – 2018. – Access mode: <https://www.econa.org.ua/index.php/econa/article/view/1679>.
4. Socio-psychological factors that influence acceptability of intelligent transport systems: A model [Electronic resource] – 2018. – Access mode: <https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781315578132/chapters/10.1201/9781315578132-4>.

Таблиця Б.1 – Індикатори, які використовуються при визначенні розумності міста у Індії

Напрямок всебічного розвитку	Категорія	Індикатор	Тип
Інституційний	1. Управління	1.1 Відсоток громадських послуг, які доступні в Інтернеті	Головний
		1.2 Відсоток послуг, інтегрованих через Командний центр	Додатковий
		1.3 Відсоток громадян, які користуються онлайн-послугами	Головний
		1.4 Середня затримка виправлення скарги	Головний
		1.5 Податок, зібраний у відсотках від податку, який нараховується	Головний
		1.6 Обсяги відшкодування витрат на послуги з водопостачання	Головний
		1.7 Капітальні витрати у відсотках від загальних витрат	Головний
		1.8 Відсоток населення, охоплений Комітетами Уордів / Площа Субс	Головний
Соціальний	2. Ідентичність та культура	2.1 Відновлення та повторне використання історичних будівель	Головний
		2.2 Відсоток екологічно важливих територій, охоплених проектами реставрації	Головний
		2.3 Розміщення готелів	Головний
		2.4 Відсоток бюджету, виділений на культурні / спортивні заходи	Додатковий
		2.5 Кількість культурних / спортивних заходів, що приймаються по місту	Додатковий
	3. Освіта	3.1 Відсоток населення шкільного віку, яке навчається у школах	Головний
		3.2 Відсоток жіночого населення шкільного віку, яке навчається в школах	Головний
		3.3 Співвідношення учнів та викладачів початкової освіти	Головний
		3.4 Відсоток шкіл, що мають доступ до цифрової освіти	Додатковий
		3.5 Відсоток учнів, які закінчують початкову освіту	Головний
		3.6 Відсоток учнів, які закінчують середню освіту	Додатковий
	4. Здоров'я	4.1 Кількість стаціонарних ліжок на 10000 населення	Головний
		4.2 Медичні працівники на 10000 населення	Додатковий
		4.3 Середній час реагування на випадок надзвичайних ситуацій зі здоров'ям	Додатковий
		4.4 Періодична поширеність захворювань, що переносяться водою	Головний
		4.5 Періодична поширеність захворювань, що переносяться переносниками	Головний

Продовження таблиці Б.1

	5. Захист та безпека	5.1 Кількість вулиць, громадських місць, вузлів, охоплених системами спостереження	Головний
		5.2 Кількість зафіксованих злочинів на усе населення	Головний
		5.3 Обсяг злочинів, зафіксованих проти жінок, дітей та людей похилого віку на рік	Головний
		5.4 Транспортна смерть на усе населення	Додатковий
Економічний	6. Економіка	6.1 Збільшення стягнення ПДВ	Головний
		6.2 Збільшення стягнення професійного податку	Головний
		6.3 Зростання видачі дозволів на будівництво	Головний
		6.4 Рівень безробіття	Головний
		6.5 Відсоток зареєстрованих постачальників та офіційних місць	Додатковий
Фізичний	7. Житло та інклюзивність	7.1 Відсоток домашніх господарств трущоб, охоплених формальним/доступним житлом	Головний
		7.2 Відсоток площі трущоб, охоплених основними послугами	Головний
	8. Відкритий простір	8.1 Наявність зелених насаджень на душу населення	Головний
		8.2 Громадські та рекреаційні місця на душу населення	Головний
	9. Змішане використання та компактність	9.1 Частка змішаного землекористування в загальному обсязі землекористування міста	Головний
		9.2 Чиста щільність	Головний
	10. Енергія	10.1 Відсоток населення міста з дозволеною електричною службою	Головний
		10.2 Відсоток електричних з'єднань, охоплених розумними лічильниками	Додатковий
		10.3 Середня кількість електричних перебоїв на одного споживача на рік	Головний
		10.4 Середня тривалість електричних перебоїв на одного споживача на рік	Додатковий
		10.5 Відсоток загальної енергії, отриманої від поновлюваних джерел	Головний
		10.6 Споживання енергії на одиницю - водопостачання та каналізація	Додатковий
		10.7 Споживання енергії на одиницю - вуличного освітлення	Додатковий
		10.8 Відсоток нових та реконструйованих будівель відповідно до норм зеленого будівництва	Додатковий
		10.9 Загальне споживання енергії на душу населення	Головний
11. Мобільність	11.1 Географічне охоплення громадського транспорту	Головний	
	11.2 Наявність громадського транспорту	Додатковий	
	11.3 Часова частка громадського транспорту	Головний	

Продовження таблиці Б.1

		11.4 Відсоток дорожньої мережі з виділеними велосипедними доріжками	Головний
		11.5 Відсоток розв'язок із місцями для паркування велосипедів	Додатковий
		11.6 Частка в режимі немоторизованого транспорту	Головний
		11.7 Наявність інформації про пасажирів	Додатковий
		11.8 Обсяг синхронізації сигналу	Додатковий
		11.9 Наявність платних місць для паркування	Головний
		11.10 Відсоткове покриття пішохідних доріжок - ширше 1,2 м	Головний
		11.11 Відсоток транспортних перехресть із спорудами для пішохідного переходу	Додатковий
		11.12 Ступінь, до якої універсальна доступність закладена у публічних правах руху	Додатковий
	12. Вода	12.1 Покриття побутових рівнів прямих водопровідних з'єднань	Головний
		12.2 Водопостачання на душу населення	Головний
		12.3 Якість води, що подається	Головний
		12.4 Рівень безприбуткової води	Головний
		12.5 Відсоток водяних з'єднань, охоплених через метри	Додатковий
		12.6 Відсоток ділянок із об'єктом збирання дощової води	Додатковий
	13. Стічні води	13.1 Покриття туалетів	Головний
		13.2 Покриття каналізаційної мережі та / або каналізації	Головний
		13.3 Ефективність збору каналізаційної мережі	Головний
		13.4 Обсяг повторного використання та утилізації стічних вод	Головний
		13.5 Покриття стоків зливової води	Головний
	14. Тверді відходи	14.1 Покриття домогосподарств на рівні збору твердих побутових відходів	Головний
		14.2 Ефективність збору твердих побутових відходів	Головний
		14.3 Обсяги твердих побутових відходів, що відновлюються шляхом повторного використання	Головний
	15. Забруднення	15.1 Концентрація SO ₂ - забруднення повітря	Головний
		15.2 Концентрація NO ₂ - забруднення повітря	Головний
		15.3 Концентрація PM ₁₀ - забруднення повітря	Головний
		15.4 Рівень шумового забруднення	Головний
		15.5 Якість води в громадських поверхневих водоймах	Головний

Таблиця В.1 – Критерії, які використовуються при визначенні розумності міста у Середземноморському регіоні

Характеристика	Фактор	Критерії
Розумна мобільність	SMo1. Управління дорожнім рухом	SMo1.1. Стратегічний коридор та управління мережею
		SMo1.2. Управління інцидентами
		SMo1.3. Підвищення безпеки
		SMo1.4. Інформація про мандрівників у реальному часі
		SMo1.5. Обмеження руху (особливо приватних транспортних засобів)
		SMo1.6. Системи управління парковкою
	SMo2. Громадський транспорт	SMo2.1. Інформація про мандрівників у реальному часі
		SMo2.2. Інформація про оператора в реальному часі
		SMo2.3. Підвищення безпеки
		SMo2.4. Альтернативи громадського транспорту
		SMo2.5. Інтегровані платіжні системи
	SMo3. Інфраструктура ІКТ	SMo3.1. Системи збору даних (системи моніторингу та позиціонування)
		SMo3.2. Системи та протоколи передачі даних
		SMo3.3. Системи та процедури забезпечення якості даних
		SMo3.4. Платіжні системи та продаж квитків
	SMo4. Логістика	SMo4.1. Вдосконалення щодо відстежуваності та відстеження товарів
		SMo4.2. Відстеження та управління флотом
		SMo4.3. Управління запасами
		SMo4.4. Рішення останньої милі
	SMo5. Доступність	SMo5.1. Підвищення фізичної доступності
SMo5.2. Підвищення цифрової доступності		
SMo5.3. Підвищення соціально-економічної доступності		
SMo5.4. Підвищення культурної доступності		

	SMo6. Чисті немоторизовані варіанти	SMo6.1. Чиста енергія в дорожньому русі та парковці	
		SMo6.2. Варіанти їзди на велосипеді	
		SMo6.3. Варіанти ходьби	
		SMo6.4. Альтернативні моторизовані варіанти (спільне використання автомобілів, об'єднання автомобілів, спільне використання фургонів)	
	SMo7. Багатомодальне управління перевезеннями	SMo7.1. Пасажирська багатомодальність	
		SMo7.2. Вантажна мультимодальність	
Розумне управління	SGo1. Участь в управлінні	SGo1.1. Скарги та пропозиції	
		SGo1.2. Участь у прийнятті рішень	
		SGo1.3. Спільне виробництво послуг	
		SGo1.4. Процедури знизу координуються муніципалітетом	
	SGo2. Прозорість і доступність інформації	SGo2.1. Відкрити дані.	
		SGo2.2. Урядова прозорість	
		SGo2.3. Інструменти для представлення та доступу до інформації	
	SGo3. Державні та соціальні послуги	SGo3. 1. Інтернет-державні та соціальні послуги.	
		SGo3. 2. Інтеграція та взаємозв'язок послуг.	
		SGo3. 3. Суспільні організації в соціальних мережах.	
	SGo4. Багаторівневе управління	SGo4. 1. Інтеграція та взаємопов'язаність різних державних рівнів	
	SGo5. Ефективність в муніципальному управлінні	SGo5.1. Ефективність в управлінні, правилах та інструментах.	
		SGo5.2. Ефективність надання послуг	
	Розумна економіка	SEc1. Новаторство	SEc1.1. Політика та плани щодо інновацій
			SEc1.2. Заходи щодо сприяння співпраці адміністрації, бізнесу та освіти
SEc1.3. Інфраструктура для інновацій			
SEc1.4. Послуги з інновацій.			
SEc1.5. Новий бізнес, заснований на інноваціях			
SEc2. Підприємництво		SEc2.1. Підприємницька освіта та навчання	
		SEc2.2. Створення підприємницького середовища та інфраструктури	
		SEc2.3. Політика та заходи для підприємницької підтримки	
SEc3. Місцева і глобальна взаємопов'язаність		SEc3.1. Інтернаціоналізація міста	
		SEc3.2. Бізнес та комерційні мережі	
		SEc3.3. Наявність ділової активності в Інтернеті	
		SEc3.4. Управління ризиками глобалізації	

	SEc4. Продуктивність	SEc4.1. Фізична та технологічна інфраструктура для підвищення продуктивності праці
		SEc4.2. Управління адаптацією
	SEc5. Гнучкість ринку праці	SEc5.1. Заохочує покращити доступність до ринку праці
		SEc5.2. Заходи боротьби з безробіттям
		SEc5.3. Розробка технологічних удосконалень, що підвищують гнучкість
	Розумні люди	SPe1. Цифрова освіта
SPe1.2. Навички технології		
SPe1.3. Місцеві засоби для тривалого навчання		
SPe2. Творчість		SPe2.1. заходи сприяння творчим творцям та художникам
		SPe2.2. Творчі мережі
		SPe2.3. Партнерства, включаючи творчі особи
SPe3. Робота з підтримкою ІКТ		SPe3.1. Заходи та платформи для працевлаштування
		SPe3.2. Гнучка робоча робота на робочому місці та їхнє робоче місце
		SPe3.3. Гнучка графік розкладу
SPe4. Створення спільноти і міське управління життям		SPe4.1. ІКТ-ініціативи знизу вгору
		SPe4.2. Мережі та платформи громадських організацій
		SPe4.3. Поширення та обмін інформацією про громаду та міське життя
		SPe4.4. Громадські центри та приміщення
SPe5. Інклюзивне суспільство		SPe5.1. Права захисту людини
		SPe5.2. Політика та заходи щодо включення: культурний плюралізм, гендерна боротьба, заходи, пов'язані з бідністю
	SPe5.3. Громадянське суспільство (громадянські права, громадянська відповідальність, громадянське залучення, громадянство та взаємна довіра)	
Розумне середовище	SEn1. Мережа та моніторинг навколишнього середовища	SEn1.1. Екологічний моніторинг (природні ресурси, екосистема, біорізноманіття)
		SEn1.2. Моніторинг ризиків стихійних лих
		SEn1.3. Моніторинг мережі
		SEn1.4. Інструменти інформації та візуалізації в реальному часі
	SEn2. Енергоефективність планування	SEn2.1. Розумні сітки
		SEn2.2. Відновлювальна енергія
		SEn2.3. Енергоефективність в будинках
		SEn2.4. Енергоефективність у громадських пристроях
		SEn2.5. Варіанти енергопостачання району
		SEn2.6. Участь громадян у вимірюванні енергоефективності

	SEn3. Містобудування та міський ремонт	SEn3.1. Містобудування в нових розробках	
		SEn3.2. Міське оновлення	
		SEn3.3. Міське управління, пов'язане з плануванням	
		SEn3.4. Участь у міському управлінні та плануванні	
	SEn4. Інтелектуальні будівлі і реконструкція будівель	SEn4.1. Стійкість у новобудовах	
		SEn4.2. Стійкість у ремонті будинків	
		SEn4.3. Політика та системи, які залучають людей до споживання енергії та стійкості будівель	
	SEn5. Управління ресурсами	SEn5.1. Поводження з відходами	
		SEn5.2. Управління водою	
		SEn5.3. Управління харчовими продуктами	
		SEn5.4. Шаблони споживання.	
	SEn6. Захист навколишнього середовища	SEn6.1. Захист природних ресурсів	
		SEn6.2. Захист екосистем	
		SEn6.3. Захист біорізноманіття	
	SEn7. Підвищення обізнаності та зміна поведінки	SEn7.1. Інструменти для зміни поведінки	
		SEn7.2. Ознайомлюється з інструментами підвищення кваліфікації	
		SEn7.3. Участь у стійких заходах у будівлях та міських просторах	
	Розумний спосіб життя	SLi1. Туризм	SLi1.1. Інформація про туризм через Інтернет
			SLi1.2. Туристичні засоби розміщення
			SLi1.3. Онлайн-квитки або туристична карта
SLi1.4. Інтеграція туризму з культурними та іншими видами діяльності у місті			
SLi1.5. Заходи щодо запобігання та зменшення негативного впливу туризму			
SLi2. Культура і відпочинок		SLi2.1. Інформація про культуру через Інтернет	
		SLi2.2. Онлайн-квитки, бронювання та написи	
		SLi2.3. Управління культурною спадщиною	
		SLi2.4. Участь у муніципальній культурній програмі	
SLi3. Здоров'я		SLi3.1. Профілактика захворювань	
		SLi3.2. Пропагування здорового способу життя та самопочуття	
		SLi3.3. Покращити доступ до медичної допомоги	
		SLi3.4. Інформація про здоров'я та освіту	
SLi4. Безпека		SLi4.1. Міська безпека	
		SLi4.2. Служби безпеки в Інтернеті	
		SLi4.3. Цифрова безпека	
SLi5. Доступність технологій		SLi5.1. Технології для забезпечення доступності людей з обмеженими можливостями	
		SLi5.2. Вимірювання доступності для людей з функціональними обмеженнями	

Продовження таблиці В.1

		SLi5.3. Заходи щодо подолання технологічних бар'єрів та максимальної сумісності
		SLi5.4. Заходи щодо вирішення факторів навколишнього середовища
		SLi5.5. Заходи щодо вирішення культурних обмежень та обмежень доход
		SLi5.6. Міські лабораторії та центри розумних міст
	SLi6. Благополуччя та соціальне включення	SLi6.1. Поліпшення доступності до ринку праці, конкретні заходи щодо тривалого безробіття
		SLi6.2. Заходи щодо гендерної інклюзії та підтримки жінок
		SLi6.3. Послуги для переселенців
		SLi6.4. Взаємозв'язок з іншими службами, ОНГ тощо
		SLi6.5. Інтернет-волонтерство або допомога з волонтерства через Інтернет
		SLi6.6. Допомога сім'ї та дітям
	SLi7. Управління громадськими просторами	SLi7.1. Інтеграція та зв'язок використання у публічному просторі
		SLi7.2. Адаптація публічного простору до користувачів
		SLi7.3. Управління громадськими просторами

Опитування оцінок показників розумного міста

Шановні учасники, ці опитування проводяться для оцінки показників розумного міста, наведених у наступній таблиці, і результати будуть використані для сортування розумних міст Туреччини.

Дослідження складається з 6 розділів та 66 питань. Наші відповіді вказують на те, наскільки важливий цей показник для розумності міста чи скільки він сприятиме. (Наприклад: дайте 3 бали, якщо ви вважаєте, що показник дуже важливий для кмітливості міста, 0 якщо ви вважаєте, що це не важливо).

Дякуємо за відгуки та за допомогу заздалегідь.

[Далі](#)

1. Розумна економіка

• Інноваційний дух • Економічний імідж • Гнучкість ринку праці • Міжнародні відносини

1) Відсоток витрат на НДДКР до ВВП (%) *

- 0
- 1
- 2
- 3

2) Рівень зайнятості в галузях, заснованих на знаннях *

- 0
- 1
- 2
- 3

3) Заявка на патент на особу *

- 0
- 1
- 2
- 3



4) Кількість нових стартапів на рік *

0

1

2

3

5) Кількість компаній на національній фондовій біржі та центральне відділення в місті *

0

1

2

3

6) ВВП на одного працівника *

0

1

2

3

7) Рівень зайнятості на повний робочий день (ISO 37120: 5.4) *

0

1

2

3



8) Рівень зайнятості за сумісництвом *

- 0
- 1
- 2
- 3

9) Рівень самозайнятості *

- 0
- 1
- 2
- 3

10) Повітряний транспорт (пасажирський і вантажний) *

- 0
- 1
- 2
- 3

11) Кількість учасників міжнародних конгресів та ярмарок *

- 0
- 1
- 2
- 3



назад

Далі

Опитування оцінок показників розумного міста

*Обов'язкове поле

2. Розумний транспорт

• Транспортування чистої енергії • Технологічна інфраструктура • Громадський транспорт

1) Велодоріжка (км) на кожні 100 000 людей (ISO 37120: 18.7) *

- 0
- 1
- 2
- 3

2) Кількість спільних велосипедів на людину *

- 0
- 1
- 2
- 3

3) Кількість спільних транспортних засобів на особу *

- 0
- 1
- 2
- 3



4) Кількість станцій зарядки електромобілів *

0

1

2

3

5) Відсоток грошей, отриманих за допомогою систем смарт-карт, у загальному доході автомобіля *

0

1

2

3

6) Світлофори, підключені до системи управління трафіком у режимі реального часу *

0

1

2

3

7) Кількість послуг громадського транспорту, що надають інформацію в режимі реального часу для населення *

0

1

2

3



8) Щорічна кількість поїздок на громадському транспорті на особу (ISO 37120: 18.3) *

- 0
- 1
- 2
- 3

9) Ставка транспортного засобу в загальному обсязі перевезень *

- 0
- 1
- 2
- 3

10) Комплексна система проїзду в громадських транспортних засобах *

- 0
- 1
- 2
- 3

11) Чи є ціноутворення на основі попиту? , Е / Н (наприклад, платні дороги зі змінною ціною, місця для паркування зі змінною ціною). *

- 0
- 1
- 2
- 3



Опитування оцінок показників розумного міста

*Обов'язкове поле

3. Розумне життя

• Соціальні заклади • Медичні послуги • Соціальне забезпечення • Житлові умови • Навчальні заклади

1) Коефіцієнт участі в кіно і театрі *

- 0
- 1
- 2
- 3

2) коефіцієнт відвідування музею *

- 0
- 1
- 2
- 3



3) Середня тривалість життя *

- 0
- 1
- 2
- 3

4) Кількість лікарняних ліжок на особу *

- 0
- 1
- 2
- 3

5) Кількість лікарів на людину *

- 0
- 1
- 2
- 3

6) Задоволення якості системи охорони здоров'я *

- 0
- 1
- 2
- 3



7) Рівень злочинності *

0

1

2

3

8) Смертність внаслідок нападу *

0

1

2

3

9) Кількість технологічних застосувань для запобігання злочинності *

0

1

2

3

10) Особисте задоволення безпекою *

0

1

2

3



11) Коефіцієнт житла, що відповідає мінімальним стандартам *

- 0
- 1
- 2
- 3

12) Середня житлова площа на людину (м2) *

- 0
- 1
- 2
- 3

13) Особисте задоволення житлом *

- 0
- 1
- 2
- 3

14) Коефіцієнт студентів у міській кількості *

- 0
- 1
- 2
- 3



15) Доступ до задоволення системою освіти *

- 0
- 1
- 2
- 3

[назад](#)

[Далі](#)

4. Розумне суспільство

• Рівень освіти • Рівень навчання протягом усього життя • Творчість • Участь

1) Відсоток вищої освіти *

- 0
- 1
- 2
- 3

2) 5-6 ISCED. Коефіцієнт населення на рівні *

- 0
- 1
- 2
- 3

3) Знання іноземних мов *

- 0
- 1
- 2
- 3



4) Участь у навчанні протягом усього життя *

0

1

2

3

5) Коефіцієнт участі у мовних установах *

0

1

2

3

6) Кількість книг на людину *

0

1

2

3

7) Відсоток пошуку нової роботи *

0

1

2

3



8) Частка працівників у творчих галузях *

0

1

2

3

9) Коефіцієнт участі у виборах *

0

1

2

3

10) Участь у волонтерській роботі *

0

1

2

3

[назад](#)

[Далі](#)

5. Інтелектуальне управління

• Соціальна участь у прийнятті рішень • Цифрова інфраструктура • Онлайн-сервіси • Прозоре управління

1) Політична діяльність жителів міста *

0

1

2

3

2) Частка депутатів *

0

1

2

3

3) Кількість точок доступу WiFi на KM2 *

- 0
- 1
- 2
- 3

4) швидкість користування Інтернетом принаймні 2Мбіт / с швидкістю завантаження *

- 0
- 1
- 2
- 3

5) Кількість інфраструктурних пристроїв з датчиками: (рух транспорту, громадський транспорт, парковка, якість повітря, відходи, освітлення) *

- 0
- 1
- 2
- 3

6) Відсоток державних послуг, до яких громадяни можуть отримати доступ через Інтернет або мобільний телефон *

- 0
- 1
- 2
- 3



7) Чи є виплати громадянам електронної допомоги? (Е / Н) *

- 0
- 1
- 2
- 3

8) Відкрите використання даних *

- 0
- 1
- 2
- 3

9) Кількість доступних мобільних додатків на основі відкритих даних *

- 0
- 1
- 2
- 3

10) Чи існує загальноміська політика конфіденційності для захисту даних громадян? *

- 0
- 1
- 2
- 3

Опитування оцінок показників розумного міста

*Обов'язкове поле

6. Розумне середовище

• Чарівність природних умов • Виробництво відходів • Енергоефективність

1) Середня година сонячного світла *

- 0
- 1
- 2
- 3

2) Зелена зона (м) / 100 000 (ISO 37120: 19.1) *

- 0
- 1
- 2
- 3

3) Тверді відходи, що переробляються (ISO 37120: 16.2) *

- 0
- 1
- 2
- 3



4) Тверді відходи, зібрані на душу населення (у кг) (ISO 37120: 16.3) *

0

1

2

3

5) Норма зменшення відходів *

0

1

2

3

6) Ефективне використання електроенергії / ВВП *

0

1

2

3

7) Ефективне використання води / ВВП *

0

1

2

3

8) Відсоток господарських будівель із розумними лічильниками (вода, електрика) *

0

1

2

3

9) Загальне споживання води на людину (літр / добу) (ISO 37120: 21,5) *

0

1

2

3

Ваші думки щодо опитування?

Ваша відповідь

[назад](#)

Надіслати

Таблиця Е.1 – Показники для кожної підсистеми у китайській методології визначення розумності міста

Підсистема	Основні показники	Вторинні показники
Розумна інфраструктура	Мережевий об'єкт	Проникнення цифрового телебачення (X1)
		Інтернет (X2)
		Проникнення Інтернету (X3)
		Проникнення бездротового Інтернету (X4)
	Розумний транспорт	Середньоденний обсяг громадського транспорту (X5)
		Довжина залізничної колії (X6)
		Середня швидкість руху (X7)
		Індикатор затримки руху заторів (X8)
		Споживання енергії громадського транспорту (X9)
		Середня вартість поїздки на громадському транспорті (X10)
	Цифрове середовище	Проникнення хмарної платформи (X11)
		Охоплення інформаційної бази даних (X12)
		Волоконно-оптичні покриття (X13)
Розумна економіка	Життєздатність інновацій	Чистий приплив населення (X14)
		Кількість патентних заявок на одиницю ВВП (X15)
		Кількість уповноважених патентів на одиницю ВВП (X16)
		Співвідношення ціни житла із доходами (X17)
	Інтернет-додатки	Оборот електронної торгівлі (X18)
		Задоволення для обслуговування електронної комерції (X19)
	Розумна промисловість	Кількість високотехнологічних підприємств (X20)
		Кількість співробітників (X21)
		Енергоспоживання промислової продукції (X22)
		Значення промислової продукції на душу населення (X23)

Продовження таблиці Е.1

Розумне управління	Розумні урядові справи	Швидка онлайн обробка державних справ (X24)
		Швидке відкриття урядової інформації (X25)
		Щоденне відвідування урядових сайтів (X26)
		Задоволення для урядових сайтів (X27)
	Розумне середовище	Рівень звукового шуму у навколишньому середовищі (X28)
		Зелена норма забудованого регіону (X29)
		Кількість днів із стандартною якістю повітря (X30)
	Розумний медичний догляд	Лікарні 3 класу на душу населення (X31)
		Покриття основного медичного страхування (X32)
	Розумна участь	Урядова підтримка
Продуктивність оцінка будівництва розумного міста (X34)		
Відсоток витрат на науково-дослідні та фінансові послуги (X35)		
Відсоток витрат на освіту у фіскальній формі (X36)		
Розумне населення		Проникнення смартфонів (X37)
		Коефіцієнт використання мобільних платежів (X38)
Інвестиції підприємств		Частка витрат на НДДКР у ВВП (X39)
		Частка науково-дослідних кадрів із ступенем доктора (X40)

Таблиця Ж.1 – Характеристики, фактори і індикатори, які використовуються при визначенні розумності міста в Україні

Характеристика	Фактор	Критерії	
1. Розумна економіка	1. Підприємництво	1.1 Рівень самозайнятості	
		1.2 Зареєстровані нові підприємства	
	2. Продуктивність	2.1 ВВП на одну зайняту особу	
	3. Гнучкість ринку праці	3.1 Рівень безробіття	
		3.2 Питома вага в умовах неповної зайнятості	
	2. Розумна мобільність	4. Місцева та міжнародна доступність	4.1 Мережа громадського транспорту на одного жителя
4.2 Задоволеність доступом до громадського транспорту			
4.3 Задоволеність якістю громадського транспорту			
4.4 Міжнародна доступність			
5. Наявність ІКТ-інфраструктури		5.1 Комп'ютери в домашніх господарствах	
		5.2 Широкополосний доступ до Інтернету в домогосподарствах	
6. Сталі, інноваційні та безпечні транспортні системи		6.1 Безпека руху	
		6.2 Використання економних автомобілів	
3. Розумне середовище		7. Привабливість природніх умов	7.1 Наявність сонячних годин
			7.2 Частка зеленого простору
	8. Забруднення	8.1 Тверді частинки	

Продовження таблиці Ж.1

		8.2 Смертельні хронічні захворювання нижніх дихальних шляхів на одного жителя
	9. Охорона навколишнього середовища	9.1 Індивідуальні зусилля щодо охорони природи
4. Розумні люди	10. Рівень кваліфікації	10.1 Важливість центрів знань
		10.2 Навички іноземної мови
	11. Потяг до навчання протягом життя	11.1 Наявність книг на одного мешканця
		11.2 Участь у навчанні впродовж життя
		11.3 Участь у мовних курсах
	12. Соціальна та етнічна більшість	12.1 Частка іноземців
		12.2 Частка громадян, народжених за кордоном
	13. Креативність	13.1 Частка людей, що працюють у творчих галузях
	14. Космополітизм/Відкритість	14.1 Явка виборців на виборах
		14.2 Іміграційне середовище (ставлення до іммігрантів)
14.3 Знання про Європу, країни		
15. Участь у суспільному житті	15.1 Явка виборців на місцевих виборах	
	15.2 Участь у добровільній роботі	
5. Розумне життя	16. Культурні об'єкти	16.1 Відвідуваність кіно/музеїв/театрів одним жителем
	17. Стан здоров'я	17.1 Лікарі та лікарняні ліжка на одного жителя

Продовження таблиці Ж.1

		17.2 Задоволення якістю системи охорони здоров'я
	18. Індивідуальна безпека	18.1 Рівень злочинності
		18.2 Смертність від нападу
		18.3 Задоволення особистою безпекою
	19. Якість житла	19.1 Задоволення особистим житловим становищем
	20. Освітні споруди	20.1 Задоволеність якістю освітньої системи
	21. Туристична привабливість	21.1 Важливість як туристичного розташування (ночівля, визначні місця)
	22. Соціальна згуртованість	22.1 Сприйняття особистого ризику бідності
		22.2 Рівень бідності
6. Розумне управління	23. Участь у прийнятті рішень	23.1 Кількість представників міста на одного жителя
		23.2 Політична діяльність жителів
		23.3 Важливість політики для мешканців
	24. Громадські та соціальні послуги	24.1 Витрати муніципалітету на одного жителя в нормах купівельної потужності
		24.2 Частка дітей у дитячому садку
		24.3 Задоволеність якістю шкіл
	25. Прозоре управління	25.1 Задоволення прозорістю бюрократії
		25.2 Задоволення боротьбою з корупцією

Програмний код розробленої програми «Визначення розумності міста»

У лістингу 3.1 наведено програмний код із файлу EnterUser.cs.

Лістинг 3.1 – Програмний код із файлу EnterUser.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.IO;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using MySql.Data.MySqlClient;

namespace smart_city
{
    public partial class EnterUser : Form
    {
        Run f;
        RegisterNewUser f2;
        string user_login;
        string user_pass;
        string user_type;
        string lang = "EN";

        public EnterUser()
        {
            InitializeComponent();
        }

        private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
        {
        }

        private void enter_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            bool is_user = false;
            user_login = login.Text;
            user_pass = password.Text;
            user_type = type.Text;
            string user_lastName = "";
            string user_firstName = "";
            int user_age = 0;
        }
    }
}
```

```

        string connStr =
"server=localhost;user=palkoleg;database=smart_city_index;password
=Palka@27081997;";
        MySqlConnection conn = new MySqlConnection(connStr);
        conn.Open();

        MySqlCommand comm = conn.CreateCommand();
        comm.CommandText = "SELECT last_name, first_name, age,
login, password, type FROM users WHERE login LIKE @user_login";
        comm.Parameters.AddWithValue("@user_login",
user_login);

        MySqlDataReader reader = comm.ExecuteReader();

        while (reader.Read())
        {
            if (lang == "UA")
            {
                if (reader[5].ToString() == "Citizen" ||
reader[5].ToString() == "Scientist" || reader[5].ToString() ==
"Student")
                {
                    if (user_type != reader[5].ToString())
                    {
                        switch (user_type)
                        {
                            case "Житель міста": user_type =
"Citizen"; break;
                            case "Науковець": user_type =
"Scientist"; break;
                            case "Студент": user_type =
"Student"; break;
                        }
                    }
                }
            }
            else
            {
                if (reader[5].ToString() == "Житель міста" ||
reader[5].ToString() == "Науковець" || reader[5].ToString() ==
"Студент")
                {
                    if (user_type != reader[5].ToString())
                    {
                        switch (user_type)
                        {
                            case "Citizen": user_type =
"Житель міста"; break;
                            case "Scientist": user_type =
"Науковець"; break;
                            case "Student": user_type =
"Студент"; break;
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

```

        }
    }
}

        if (user_login == reader[3].ToString() &&
user_pass == reader[4].ToString() && user_type ==
reader[5].ToString())
    {
        is_user = true;

        user_lastName = reader[0].ToString();
        user_firstName = reader[1].ToString();
        user_age = Convert.ToInt32(reader[2]);
    }
}

if (is_user == true)
{
    f = new Run(lang, user_lastName, user_firstName,
user_age, user_login, user_type);
    f.Show();
    this.Visible = false;
}
else
{
    if (lang == "EN")
    {
        MessageBox.Show("No such user was found in the
system !\nVerify that you have entered the information correctly
or register a user.");
    }
    else
    {
        MessageBox.Show("Такого користувача у системі
не знайдено !\nПеревірте коректність введених даних або здійсніть
реєстрацію користувача.");
    }
}

}

conn.Close();
}

private void register_Click(object sender, EventArgs e)
{
    f2 = new RegisterNewUser(lang);
    f2.Show();
}

private void lang_en_Click(object sender, EventArgs e)
{
    lang = "EN";
}

```



```

        EnterUser.ActiveForm.Text = "Authorization in the
program";
        select_lang.Text = "Please, choose a interface
language:";
        label1.Text = "User authorization";
        label13.Text = "Login:";
        label2.Text = "Password:";
        label3.Text = "User type:";
        type.Items[0] = "Citizen";
        type.Items[1] = "Scientist";
        type.Items[2] = "Student";
        enter.Text = "Enter";
        register.Text = "Register";
    }

    private void lang_ua_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        lang = "UA";
        EnterUser.ActiveForm.Text = "Авторизація у програмі";
        select_lang.Text = "Будь ласка, оберіть мову
інтерфейсу:";
        label1.Text = "Авторизація користувача";
        label13.Text = "Логін:";
        label2.Text = "Пароль:";
        label3.Text = "Тип користувача:";
        type.Items[0] = "Житель міста";
        type.Items[1] = "Науковець";
        type.Items[2] = "Студент";
        enter.Text = "Вхід";
        register.Text = "Реєстрація";
    }
}
}
}

```

У лістингу 3.2 наведено програмний код із файлу RegisterNewUser.cs.

Лістинг 3.2 – Програмний код із файлу RegisterNewUser.cs

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.IO;
using System.Linq;
using System.Windows.Forms;
using MySql.Data.MySqlClient;

namespace smart_city
{
    public partial class RegisterNewUser : Form

```

```

{
    string first_name_user;
    string last_name_user;
    int age;
    string login;
    string password;
    string type;
    string lang;

    public RegisterNewUser(string lang)
    {
        InitializeComponent();
        this.lang = lang;
        if (lang == "EN")
        {
            this.Text = "Registration in the program";
            label1.Text = "Please enter your details";
            label6.Text = "Last Name:";
            label5.Text = "First Name:";
            label4.Text = "Age:";
            label13.Text = "Login:";
            label2.Text = "Password:";
            label3.Text = "User type:";
            type_new.Items[0] = "Citizen";
            type_new.Items[1] = "Scientist";
            type_new.Items[2] = "Student";
            register_new_user.Text = "Create a new user";
        }
        else
        {
            this.Text = "Реєстрація у програмі";
            label1.Text = "Введіть, будь ласка, ваші дані";
            label6.Text = "Прізвище:";
            label5.Text = "Ім'я:";
            label4.Text = "Вік:";
            label13.Text = "Логін:";
            label2.Text = "Пароль:";
            label3.Text = "Тип користувача:";
            type_new.Items[0] = "Житель міста";
            type_new.Items[1] = "Науковець";
            type_new.Items[2] = "Студент";
            register_new_user.Text = "Створити нового
користувача";
        }
    }

    private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
    {
    }

    private void register_new_user_Click(object sender,
EventArgs e)
    {

```

```

        first_name_user = first_name.Text;
        last_name_user = last_name.Text;
        age = Convert.ToInt32(age_value.Text);
        login = login_new.Text;
        password = password_new.Text;
        type = type_new.Text;

        string connStr =
"server=localhost;user=palkoleg;database=smart_city_index;password
=Palka@27081997;";
        MySqlConnection conn = new MySqlConnection(connStr);
        conn.Open();

        MySqlCommand comm = conn.CreateCommand();
        comm.CommandText = "INSERT INTO users (last_name,
first_name, age, type, login, password) VALUES (@last_name_user,
@first_name_user, @age, @type, @login, @password)";
        comm.Parameters.AddWithValue("@last_name_user",
last_name_user);
        comm.Parameters.AddWithValue("@first_name_user",
first_name_user);
        comm.Parameters.AddWithValue("@age", age);
        comm.Parameters.AddWithValue("@type", type);
        comm.Parameters.AddWithValue("@login", login);
        comm.Parameters.AddWithValue("@password", password);

        comm.ExecuteNonQuery();
        conn.Close();

        if (lang == "EN")
        {
            MessageBox.Show("User registration was
successful!!\nYou can sign in.");
        }
        else
        {
            MessageBox.Show("Реєстрація користувача пройшла
успішно!\nМожете здійснити вхід.");
        }
        this.Close();
    }
}
}

```

У лістингу 3.3 наведено програмний код із файлу Run.cs.

Лістинг 3.3 – Програмний код із файлу Run.cs

```

using Google.Apis.Auth.OAuth2;
using Google.Apis.Sheets.v4;
using Google.Apis.Sheets.v4.Data;

```

```

using Google.Apis.Services;
using Google.Apis.Util.Store;
using Google.Apis.Util;
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.IO;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting;
using MySql.Data.MySqlClient;
using System.Collections.Specialized;
using System.Net;
using iTextSharp;
using iTextSharp.text;
using iTextSharp.text.pdf;

namespace smart_city
{
    public partial class Run : Form
    {
        RegisterNewCity f;
        Statistic f1;
        Evaluate f2;

        bool save_graph_to_png = false;
        bool compare = false;

        string lang;
        string user_login;
        string user_type;
        string user_lastName;
        string user_firstName;
        int user_age;

        string connStr =
"server=localhost;user=palkoleg;database=smart_city_index;password
=Palka@27081997;";

        static readonly string[] Scopes = {
SheetsService.Scope.Spreadsheets };
        static readonly string ApplicationName = "Smart City
Weight";
        static readonly string SpreadsheetId =
"1wbNd52a3hCob4sqcxb1RaGwDlieacb02HggnI3LJS6I";
        static readonly string sheet = "Results";
        static SheetsService service;

        string[] cities_ua;
        string[] cities_en;

```

```

int p;
string current_city;
double[] weight;
double[] new_weight;
double[] x;
double[] x_z_transform;

string[] name_of_charact;

/*int count_of_rows;
string [] topic;
double[] sensor_value;
DateTime[] all_time;*/

int number_of_cities;

int povtor;

string name_of_table;

public Run (string lang, string user_lastName, string
user_firstName, int user_age, string user_login, string user_type)
{
    InitializeComponent();

    this.lang = lang;
    this.user_lastName = user_lastName;
    this.user_firstName = user_firstName;
    this.user_age = user_age;
    this.user_login = user_login;
    this.user_type = user_type;

    connect_to_google_api();

    //string connStr =
"server=localhost;user=palkoleg;database=smart_city_index;password
=Palka@27081997;";
    MySqlConnection conn = new MySqlConnection(connStr);

    conn.Open();
    MySqlCommand comm = conn.CreateCommand();
    comm.CommandText = "SELECT name_of_city_UA,
name_of_city_EN FROM cities";

    MySqlDataReader reader = comm.ExecuteReader();

    int len = 0;
    while (reader.Read())
    {
        len++;
    }
}

```

```

conn.Close();

cities_en = new string[len];
cities_ua = new string[len];

conn.Open();
MySQLCommand comm1 = conn.CreateCommand();
comm1.CommandText = "SELECT name_of_city_UA,
name_of_city_EN FROM cities";

MySQLDataReader reader1 = comm.ExecuteReader();
number_of_cities = 0;
while (reader1.Read())
{
    cities_ua[number_of_cities] =
Convert.ToString(reader1[0]);
    //Console.WriteLine(cities_ua[k]+"\n");
    cities_en[number_of_cities] =
Convert.ToString(reader1[1]);
    //Console.WriteLine(cities_en[k] + "\n");
    number_of_cities++;
}
conn.Close();

table_of_results.Rows.Clear();

pdf.Enabled = false;

if (lang == "EN")
{
    this.Text = "Estimating a smart city";
    welcome.Text = "Welcome, "+user_lastName + " "
+ user_firstName + " " + "!";
    label2.Text = "City:";
    label1.Text = "Another city:";
    cities.Text = "-----Select a city-----";
    anothercities.Text = "-----Select a city-----";

    processing.Text = "Evaluation results";
    update_cities.Text = "Update the list of
cities";
    add_new_city.Text = "Add a new city for
analysis";
    save_graph.Text = "Save charts";
    exit.Text = "Exit";
    table_of_results.Columns[0].HeaderText =
"City";
    table_of_results.Columns[1].HeaderText =
"Smart Economy";
    table_of_results.Columns[2].HeaderText =
"Smart Mobility";
    table_of_results.Columns[3].HeaderText =
"Smart Environment";
}

```

```

        table_of_results.Columns[4].HeaderText =
"Smart People";
        table_of_results.Columns[5].HeaderText =
"Smart Living";
        table_of_results.Columns[6].HeaderText =
"Smart Government";
        table_of_results.Columns[7].HeaderText =
"Smart City Index";
        compare_cities.Text = "Compare to another
city";

        result_of_city.Series[0].Name = "City #1";
        result_of_city.Series[1].Name = "City #2";
        pdf.Text = "Report to PDF";
        statistic.Text = "Statistics on respondents";
        evaluate_weight.Text = "Evaluate weights";

        for (int i = 0; i < len; i++)
        {
            cities.Items.Add(cities_en[i]);
        }

        for (int i = 0; i < len; i++)
        {
            anothercities.Items.Add(cities_en[i]);
        }

    }
    else
    {
        this.Text = "Визначення розумності міста";
        welcome.Text = "Ласкаво просимо,
"+user_lastName + " " + user_firstName + " " + "!";
        label2.Text = "Місто:";
        label1.Text = "Інше місто:";
        cities.Text = "-----Оберіть місто-----";
        anothercities.Text = "-----Оберіть місто-----
";

        processing.Text = "Результати оцінювання";
        update_cities.Text = "Оновити перелік міст";
        add_new_city.Text = "Додати нове місто для
аналізу";

        save_graph.Text = "Зберігати графіки";
        exit.Text = "Вихід";
        table_of_results.Columns[0].HeaderText =
"Місто";
        table_of_results.Columns[1].HeaderText =
"Розумна економіка";
        table_of_results.Columns[2].HeaderText =
"Розумна мобільність";
        table_of_results.Columns[3].HeaderText =
"Розумне середовище";

```

```

        table_of_results.Columns[4].HeaderText =
"Розумні люди";
        table_of_results.Columns[5].HeaderText =
"Розумне життя";
        table_of_results.Columns[6].HeaderText =
"Розумне управління";
        table_of_results.Columns[7].HeaderText =
"Оцінка розумності міста";
        compare_cities.Text = "Порівняти із іншим
містом";

        result_of_city.Series[0].Name = "Місто №1";
        result_of_city.Series[1].Name = "Місто №2";

        pdf.Text = "Звіт у PDF";
        statistic.Text = "Статистика щодо опитуваних";
        evaluate_weight.Text = "Здійснити оцінку ваг";

        for (int i = 0; i < len; i++)
        {
            cities.Items.Add(cities_ua[i]);
        }

        for (int i = 0; i < len; i++)
        {
            anothercities.Items.Add(cities_ua[i]);
        }
    }

    private void results_to_table(int count_of_charact, double
[] charact, double city_index)
    {

        /*MySQLConnection conn = new MySqlConnection(connStr);

        string[] name_of_charact = new
string[count_of_charact];

        for (int i = 0; i < count_of_charact; i++)
        {
            conn.Open();
            MySqlCommand comm = conn.CreateCommand();
            comm.CommandText = "SELECT name_of_charact FROM
all_characteristics where value = " + (i+1);
            MySqlDataReader reader = comm.ExecuteReader();
            while (reader.Read())
            {
                name_of_charact[i] =
Convert.ToString(reader[0]);

```



```

    }
    }*/
    if (compare == false)
    {
        string[] row1 = new string[8];

        for (int i = 0; i < 8; i++)
        {
            if (i == 0)
            {
                if (lang == "EN")
                {
                    table_of_results[i, 0].Value =
cities_en[p];
                }
                else
                {
                    table_of_results[i, 0].Value =
cities_ua[p];
                }
            }
            else if (i >= 1 && i <= 6)
            {
                table_of_results[i, 0].Value =
Math.Round(charact[i - 1], 3);
            }
            else
            {
                table_of_results[i, 0].Value =
Math.Round(city_index, 3);
            }
        }
    }
    else
    {

        table_of_results.Rows.Add(1);

        string[] row2 = new string[8];

        for (int i = 0; i < 8; i++)
        {
            if (i == 0)
            {
                if (lang == "EN")
                {
                    table_of_results[i, 1].Value =
cities_en[p];
                }
                else
                {

```

```

        table_of_results[i, 1].Value =
cities_ua[p];
    }
    }
    else if (i >= 1 && i <= 6)
    {
        table_of_results[i, 1].Value =
Math.Round(charact[i - 1], 3);
    }
    else
    {
        table_of_results[i, 1].Value =
Math.Round(city_index, 3);
    }
}
}

private void write_to_db_result(int count_of_indicators,
int count_of_factors, int count_of_charact, double [] x, double []
new_weight, double [] x_z_transform, double [] factors, double []
charact, double index)
{
    name_of_table = "table_of_results_";

    if (lang == "EN")
    {
        name_of_table += cities_en[p] + "_EN";
    }
    else
    {
        name_of_table += cities_en[p] + "_UA";
    }

    MySqlConnection conn = new MySqlConnection(connStr);

    string[] name_of_ind = new
string[count_of_indicators];

    for (int i = 0; i < count_of_indicators; i++)
    {
        conn.Open();
        MySqlCommand comm = conn.CreateCommand();
        comm.CommandText = "SELECT full_name_" + lang +
FROM indicators where id = " + (i + 1);
        MySqlDataReader reader = comm.ExecuteReader();
        while (reader.Read())
        {
            name_of_ind[i] = Convert.ToString(reader[0]);
        }
        conn.Close();
    }
}

```

```

    }

    string[] name_of_factors = new
string[count_of_factors];

    for (int i = 0; i < count_of_factors; i++)
    {
        conn.Open();
        MySqlCommand comm = conn.CreateCommand();
        comm.CommandText = "SELECT name_of_factor_" + lang
+ " FROM all_factors where name_of_factor = 'fac" + (i + 1)+"'";
        MySqlDataReader reader = comm.ExecuteReader();
        while (reader.Read())
        {
            name_of_factors[i] =
Convert.ToString(reader[0]);
        }
        conn.Close();
    }

    name_of_charact = new string[count_of_charact];

    for (int i = 0; i < count_of_charact; i++)
    {
        conn.Open();
        MySqlCommand comm = conn.CreateCommand();
        comm.CommandText = "SELECT
DISTINCT(name_of_charact_" + lang + ") FROM all_characteristics
where value = " + (i + 1);
        MySqlDataReader reader = comm.ExecuteReader();
        while (reader.Read())
        {
            name_of_charact[i] =
Convert.ToString(reader[0]);
        }
        conn.Close();
    }

    //Створення таблиці результатів
    conn.Open();
    MySqlCommand comm2 = conn.CreateCommand();
    comm2.CommandText = "DROP TABLE IF EXISTS " +
name_of_table + "; CREATE TABLE " + name_of_table + " (ID int NOT
NULL UNIQUE, Indicators varchar(200) NOT NULL, X double not null,
W double not null, Z_score double not null, Factors varchar(300),
F double, Characteristics varchar(500), C double, Smart_City_Index
double, PRIMARY KEY (ID))";
    comm2.ExecuteNonQuery();
    conn.Close();

    //Заповнення таблиці результатів міста

```

```

if (!Double.IsNaN(index))
{
    for (int i = 0; i < count_of_indicators; i++)
    {
        conn.Open();
        MySqlCommand comm3 = conn.CreateCommand();

        if (i == 0)
        {
            comm3.CommandText = "INSERT INTO " +
name_of_table + " (ID, Indicators, X, W, Z_score, Factors, F,
Characteristics, C, Smart_City_Index) VALUES (@ID, @Indicators,
@X, @W, @Z_score, @Factors, @F, @Characteristics, @C,
@Smart_City_Index)";
            comm3.Parameters.AddWithValue("@ID", (i +
1));

            comm3.Parameters.AddWithValue("@Indicators", name_of_ind[i]);
            comm3.Parameters.AddWithValue("@X",
Math.Round(x[i], 3));
            comm3.Parameters.AddWithValue("@W",
Math.Round(new_weight[i], 3));
            comm3.Parameters.AddWithValue("@Z_score",
Math.Round(x_z_transform[i], 3));
            comm3.Parameters.AddWithValue("@Factors",
name_of_factors[i]);
            comm3.Parameters.AddWithValue("@F",
Math.Round(factors[i], 3));

            comm3.Parameters.AddWithValue("@Characteristics",
name_of_charact[i]);
            comm3.Parameters.AddWithValue("@C",
Math.Round(charact[i], 3));

            comm3.Parameters.AddWithValue("@Smart_City_Index",
Math.Round(index, 3));

        }
        else if (i > 0 && i < count_of_charact)
        {
            comm3.CommandText = "INSERT INTO " +
name_of_table + " (ID, Indicators, X, W, Z_score, Factors, F,
Characteristics, C) VALUES (@ID, @Indicators, @X, @W, @Z_score,
@Factors, @F, @Characteristics, @C)";
            comm3.Parameters.AddWithValue("@ID", (i +
1));

            comm3.Parameters.AddWithValue("@Indicators", name_of_ind[i]);
            comm3.Parameters.AddWithValue("@X",
Math.Round(x[i], 3));
            comm3.Parameters.AddWithValue("@W",
Math.Round(new_weight[i], 3));

```

```

        comm3.Parameters.AddWithValue("@Z_score",
Math.Round(x_z_transform[i], 3));
        comm3.Parameters.AddWithValue("@Factors",
name_of_factors[i]);
        comm3.Parameters.AddWithValue("@F",
Math.Round(factors[i], 3));

comm3.Parameters.AddWithValue("@Characteristics",
name_of_charact[i]);
        comm3.Parameters.AddWithValue("@C",
Math.Round(charact[i], 3));
    }
    else if (i >= count_of_charact && i <
count_of_factors)
    {
        comm3.CommandText = "INSERT INTO " +
name_of_table + " (ID, Indicators, X, W, Z_score, Factors, F)
VALUES (@ID, @Indicators, @X, @W, @Z_score, @Factors, @F)";
        comm3.Parameters.AddWithValue("@ID", (i +
1));

comm3.Parameters.AddWithValue("@Indicators", name_of_ind[i]);
        comm3.Parameters.AddWithValue("@X",
Math.Round(x[i], 3));
        comm3.Parameters.AddWithValue("@W",
Math.Round(new_weight[i], 3));
        comm3.Parameters.AddWithValue("@Z_score",
Math.Round(x_z_transform[i], 3));
        comm3.Parameters.AddWithValue("@Factors",
name_of_factors[i]);
        comm3.Parameters.AddWithValue("@F",
Math.Round(factors[i], 3));
    }
    else
    {
        comm3.CommandText = "INSERT INTO " +
name_of_table + " (ID, Indicators, X, W, Z_score) VALUES (@ID,
@Indicators, @X, @W, @Z_score)";
        comm3.Parameters.AddWithValue("@ID", (i +
1));

comm3.Parameters.AddWithValue("@Indicators", name_of_ind[i]);
        comm3.Parameters.AddWithValue("@X",
Math.Round(x[i], 3));
        comm3.Parameters.AddWithValue("@W",
Math.Round(new_weight[i], 3));
        comm3.Parameters.AddWithValue("@Z_score",
Math.Round(x_z_transform[i], 3));
    }

    comm3.ExecuteNonQuery();
    conn.Close();
}

```

```

    }

}

private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
{

}

static int[] count()
{
    int[] result = new int[2];

    string connStr =
"server=localhost;user=palkoleg;database=smart_city_index;password
=Palka@27081997;";
    MySqlConnection conn = new MySqlConnection(connStr);
    conn.Open();

    MySqlCommand comm3 = conn.CreateCommand();
    comm3.CommandText = "SELECT COUNT(DISTINCT
indicators), COUNT(DISTINCT name_of_factor) FROM all_factors";

    MySqlDataReader reader2 = comm3.ExecuteReader();
    while (reader2.Read())
    {
        result[0] = Convert.ToInt32(reader2[0]);
        result[1] = Convert.ToInt32(reader2[1]);
    }
    conn.Close();
    //Console.WriteLine(result[0] + " " + result[1]);
    return result;
}

static void ReadEntries()
{
    //Зчитування ваг у БД
    var range = sheet+"!A2:BC";
    SpreadsheetsResource.ValuesResource.GetRequest request =
        service.Spreadsheets.Values.Get(SpreadsheetId, range);

    var response = request.Execute();
    IList<IList<object>> values = response.Values;
    if (values != null && values.Count > 0)

```

```

    {
        string connStr =
"server=localhost;user=palkoleg;database=smart_city_index;password
=Palka@27081997;";
        MySqlConnection conn = new MySqlConnection(connStr);
        conn.Open();

        MySqlCommand comm1 = conn.CreateCommand();
        comm1.CommandText = "TRUNCATE all_weight";
        comm1.ExecuteNonQuery();
        conn.Close();

        foreach (var row in values)
        {
            //Console.WriteLine("{0} | {1} | {2}", row[0], row[1],
row[2]);

            DateTime date = Convert.ToDateTime(row[0]);
            string city = Convert.ToString(row[1]);
            string name = Convert.ToString(row[2]);
            string sex = Convert.ToString(row[3]);
            string age = Convert.ToString(row[4]);
            int ind1 = Convert.ToInt32(row[5]);
            int ind2 = Convert.ToInt32(row[6]);
            int ind3 = Convert.ToInt32(row[7]);
            int ind4 = Convert.ToInt32(row[8]);
            int ind5 = Convert.ToInt32(row[9]);
            int ind6 = Convert.ToInt32(row[10]);
            int ind7 = Convert.ToInt32(row[11]);
            int ind8 = Convert.ToInt32(row[12]);
            int ind9 = Convert.ToInt32(row[13]);
            int ind10 = Convert.ToInt32(row[14]);
            int ind11 = Convert.ToInt32(row[15]);
            int ind12 = Convert.ToInt32(row[16]);
            int ind13 = Convert.ToInt32(row[17]);
            int ind14 = Convert.ToInt32(row[18]);
            int ind15 = Convert.ToInt32(row[19]);
            int ind16 = Convert.ToInt32(row[20]);
            int ind17 = Convert.ToInt32(row[21]);
            int ind18 = Convert.ToInt32(row[22]);
            int ind19 = Convert.ToInt32(row[23]);
            int ind20 = Convert.ToInt32(row[24]);
            int ind21 = Convert.ToInt32(row[25]);
            int ind22 = Convert.ToInt32(row[26]);
            int ind23 = Convert.ToInt32(row[27]);
            int ind24 = Convert.ToInt32(row[28]);
            int ind25 = Convert.ToInt32(row[29]);
            int ind26 = Convert.ToInt32(row[30]);
            int ind27 = Convert.ToInt32(row[31]);
            int ind28 = Convert.ToInt32(row[32]);
            int ind29 = Convert.ToInt32(row[33]);
            int ind30 = Convert.ToInt32(row[34]);
            int ind31 = Convert.ToInt32(row[35]);
            int ind32 = Convert.ToInt32(row[36]);

```

```

int ind33 = Convert.ToInt32(row[37]);
int ind34 = Convert.ToInt32(row[38]);
int ind35 = Convert.ToInt32(row[39]);
int ind36 = Convert.ToInt32(row[40]);
int ind37 = Convert.ToInt32(row[41]);
int ind38 = Convert.ToInt32(row[42]);
int ind39 = Convert.ToInt32(row[43]);
int ind40 = Convert.ToInt32(row[44]);
int ind41 = Convert.ToInt32(row[45]);
int ind42 = Convert.ToInt32(row[46]);
int ind43 = Convert.ToInt32(row[47]);
int ind44 = Convert.ToInt32(row[48]);
int ind45 = Convert.ToInt32(row[49]);
int ind46 = Convert.ToInt32(row[50]);
int ind47 = Convert.ToInt32(row[51]);
int ind48 = Convert.ToInt32(row[52]);
int ind49 = Convert.ToInt32(row[53]);
int ind50 = Convert.ToInt32(row[54]);

int count_of_indicators = count()[0];
int count_of_factors = count()[1];

conn.Open();
MySQLCommand comm2 = conn.CreateCommand();

string add_to_db = "INSERT INTO all_weight (date,
city, name, sex, age, ";

for (int i = 1; i <= count_of_indicators; i++)
{
    if (i != count_of_indicators)
    {
        add_to_db += "ind" + Convert.ToString(i) + ",
";
    }
    else
    {
        add_to_db += "ind" + Convert.ToString(i) +
");";
    }
}

add_to_db += " VALUES (@date, @city, @name, @sex,
@age, ";

for (int i = 1; i <= count_of_indicators; i++)
{
    if (i != count_of_indicators)
    {
        add_to_db += "@ind" + Convert.ToString(i) + ",
";
    }
    else

```



```

        {
            add_to_db += "@ind" + Convert.ToString(i) +
        }
    }
};

```

```

//Console.WriteLine(add_to_db);
comm2.CommandText = add_to_db;
comm2.Parameters.AddWithValue("@date", date);
comm2.Parameters.AddWithValue("@city", city);
comm2.Parameters.AddWithValue("@name", name);
comm2.Parameters.AddWithValue("@sex", sex);
comm2.Parameters.AddWithValue("@age", age);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind1", ind1);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind2", ind2);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind3", ind3);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind4", ind4);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind5", ind5);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind6", ind6);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind7", ind7);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind8", ind8);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind9", ind9);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind10", ind10);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind11", ind11);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind12", ind12);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind13", ind13);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind14", ind14);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind15", ind15);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind16", ind16);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind17", ind17);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind18", ind18);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind19", ind19);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind20", ind20);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind21", ind21);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind22", ind22);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind23", ind23);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind24", ind24);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind25", ind25);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind26", ind26);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind27", ind27);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind28", ind28);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind29", ind29);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind30", ind30);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind31", ind31);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind32", ind32);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind33", ind33);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind34", ind34);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind35", ind35);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind36", ind36);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind37", ind37);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind38", ind38);
comm2.Parameters.AddWithValue("@ind39", ind39);

```

```

        comm2.Parameters.AddWithValue("@ind40", ind40);
        comm2.Parameters.AddWithValue("@ind41", ind41);
        comm2.Parameters.AddWithValue("@ind42", ind42);
        comm2.Parameters.AddWithValue("@ind43", ind43);
        comm2.Parameters.AddWithValue("@ind44", ind44);
        comm2.Parameters.AddWithValue("@ind45", ind45);
        comm2.Parameters.AddWithValue("@ind46", ind46);
        comm2.Parameters.AddWithValue("@ind47", ind47);
        comm2.Parameters.AddWithValue("@ind48", ind48);
        comm2.Parameters.AddWithValue("@ind49", ind49);
        comm2.Parameters.AddWithValue("@ind50", ind50);

        comm2.ExecuteNonQuery();
        conn.Close();
    }
}
else
{
    Console.WriteLine("No data found.");
}
}

private void connect_to_google_api()
{
    GoogleCredential credential;
    using (var stream = new
FileStream("client_secret.json", FileMode.Open, FileAccess.Read))
    {
        credential = GoogleCredential.FromStream(stream)
            .CreateScoped(Scopes);
    }

    service = new SheetsService(new
BaseClientService.Initializer()
    {
        HttpClientInitializer = credential,
        ApplicationName = ApplicationName,
    });

    ReadEntries();
}

private void calculate_city(string current_city)
{
    int count_of_indicators = count()[0];
    int count_of_factors = count()[1];
    MySqlConnection conn = new MySqlConnection(connStr);
    conn.Open();

    p = 0;
}

```

```

        for (int i = 0; i < cities_en.Length; i++)
        {
            if (current_city == cities_en[i] || current_city
== cities_ua[i])
            {
                p = i;
                //Console.WriteLine(p);
            }
        }
        //Обчислення ваг
        MySqlCommand comm = conn.CreateCommand();
        comm.CommandText = "SELECT COUNT(city) FROM all_weight
WHERE city IN (@cities_en, @cities_ua)";
        comm.Parameters.AddWithValue("@cities_en",
cities_en[p]);
        comm.Parameters.AddWithValue("@cities_ua",
cities_ua[p]);

        MySqlDataReader reader = comm.ExecuteReader();
        int N = 0;
        while (reader.Read())
        {
            N = Convert.ToInt32(reader[0]); //кількість записів
для даного міста
        }
        //Console.WriteLine(N);
        conn.Close();

        weight = new double[count_of_indicators]; //Кількість
індикаторів
        new_weight = new double[count_of_indicators];
//Кількість індикаторів

        int m = 0;
        for (int i = 0; i < count_of_indicators; i++)
        {
            weight[i] = 0;

            for (int j = 1; j <= 5; j++) //шкала ваги від 1 до
5
            {

                conn.Open();
                MySqlCommand comm1 = conn.CreateCommand();
                comm1.CommandText = "SELECT
COUNT(ind" + (i+1) + ") FROM all_weight WHERE city IN (@cities_en,
@cities_ua) and ind" + (i+1) + "=" + j;
                comm1.Parameters.AddWithValue("@cities_en",
cities_en[p]);
                comm1.Parameters.AddWithValue("@cities_ua",
cities_ua[p]);

```

```

        MySqlDataReader reader1 =
comm1.ExecuteReader();
        while (reader1.Read())
        {
            m = Convert.ToInt32(reader1[0]);
            //Console.WriteLine(m);
        }
        conn.Close();
        weight[i] += (Convert.ToDouble(m) /
Convert.ToDouble(N)) * j;
        //Console.WriteLine(weight[i]);
    }
    //Console.WriteLine(weight[i]);
}

for (int i = 0; i < count_of_indicators; i++)
{
    new_weight[i] = ((weight[i] - weight.Min()) /
(weight.Max() - weight.Min())) + 1;
    //Console.WriteLine(weight[i] + " " + weight.Min()
+ " " + weight.Max() + " " + new_weight[i]);
}

//Перетворення значень індикаторів у стандартизовані
x = new double[count_of_indicators];

for (int i = 0; i < count_of_indicators; i++)
{
    conn.Open();
    MySqlCommand comm2 = conn.CreateCommand();
    comm2.CommandText = "SELECT ind" + (i + 1) + "
FROM all_indicators WHERE name_of_city IN (@cities_en,
@cities_ua)";
    comm2.Parameters.AddWithValue("@cities_en",
cities_en[p]);
    comm2.Parameters.AddWithValue("@cities_ua",
cities_ua[p]);
    MySqlDataReader reader2 = comm2.ExecuteReader();
    while (reader2.Read())
    {
        x[i] = Convert.ToDouble(reader2[0]);
    }
    //Console.WriteLine(x[i]);
    conn.Close();
}

double mat_sp = 0;
double sum = 0;
for (int i = 0; i < count_of_indicators; i++)
{

```

```

        sum += x[i];
    }

    mat_sp = sum / count_of_indicators;
    //Console.WriteLine(mat_sp);

    double ser_kvadr_vidh = 0;
    double sum1 = 0;
    for (int i = 0; i < count_of_indicators; i++)
    {
        sum1 += Math.Pow((x[i]-mat_sp),2.0);
    }

    ser_kvadr_vidh = Math.Sqrt((sum1 /
count_of_indicators));
    //Console.WriteLine(ser_kvadr_vidh);

    x_z_transform = new double[count_of_indicators];

    for (int i = 0; i < count_of_indicators; i++)
    {
        x_z_transform[i] = (x[i] - mat_sp) /
ser_kvadr_vidh;
        //Console.WriteLine(x_z_transform[i]);
    }

    int[] count_ind_in_factor = new int[count_of_factors];

    for (int i = 0; i < count_of_factors; i++)
    {
        conn.Open();
        MySqlCommand comm2 = conn.CreateCommand();
        comm2.CommandText = "SELECT COUNT(name_of_factor)
FROM all_factors WHERE name_of_factor='fac'+(i+1)+'";
        MySqlDataReader reader1 = comm2.ExecuteReader();
        while (reader1.Read())
        {
            count_ind_in_factor[i] =
Convert.ToInt32(reader1[0]);
            //Console.WriteLine(count_ind_in_factor[i]);
        }
        conn.Close();
    }

    double[] factors = new double[count_of_factors];

    for (int i = 0; i < count_of_factors; i++)
    {
        conn.Open();
        MySqlCommand comm2 = conn.CreateCommand();
        comm2.CommandText = "SELECT indicators FROM
all_factors WHERE name_of_factor='fac" + (i + 1) + "'";
        MySqlDataReader reader1 = comm2.ExecuteReader();

```

```

string s = "";
int k = 0;
while (reader1.Read())
{
    s = Convert.ToString(reader1[0]);
    s = s.TrimStart('i', 'n', 'd');
    k = Convert.ToInt32(s) - 1;
    /*for (int j = 0; j < count_ind_in_factor[i];
j++)
        {*/
        factors[i] += x_z_transform[k] *
new_weight[k];
        //Console.WriteLine("i = " + (k + 1) + " "
+ x_z_transform[k] + " " + new_weight[k]);
        //}
    }
    conn.Close();
}

//Значення факторів
for (int i = 0; i < count_of_factors; i++)
{
    factors[i] = factors[i] / count_ind_in_factor[i];
    //Console.WriteLine("i = " + (i+1) + " " +
count_ind_in_factor[i] + " " + factors[i]);
}

int count_of_charact = 6; //Кількість характеристик
int[] count_fact_in_charact = new
int[count_of_charact];

for (int i = 0; i < count_of_charact; i++)
{
    conn.Open();
    MySqlCommand comm2 = conn.CreateCommand();
    comm2.CommandText = "SELECT
COUNT(name_of_charact_EN) FROM all_characteristics WHERE value=" +
(i + 1) + """;
    MySqlDataReader reader1 = comm2.ExecuteReader();
    while (reader1.Read())
    {
        count_fact_in_charact[i] =
Convert.ToInt32(reader1[0]);
        //Console.WriteLine(count_fact_in_charact[i]);
    }
    conn.Close();
}

double[] charact = new double[count_of_charact];

for (int i = 0; i < count_of_charact; i++)
{
    conn.Open();

```

```

        MySqlCommand comm2 = conn.CreateCommand();
        comm2.CommandText = "SELECT name_of_fact FROM
all_characteristics WHERE value=" + (i + 1) + ";";
        MySqlDataReader reader1 = comm2.ExecuteReader();
        string s = "";
        int k = 0;
        while (reader1.Read())
        {
            s = Convert.ToString(reader1[0]);
            s = s.TrimStart('f', 'a', 'c');
            k = Convert.ToInt32(s) - 1;
            /*for (int j = 0; j <
count_fact_in_charact[i]; j++)
            {*/
                charact[i] += factors[k];
                Console.WriteLine("i = " + (i + 1) + "
factor =" + factors[k]);
            /*}
            conn.Close();
        }

        //Значення характеристик
        for (int i = 0; i < count_of_charact; i++)
        {
            //Console.WriteLine("i до = " + (i + 1) + " " +
charact[i]);
            charact[i] = charact[i] /
count_fact_in_charact[i];
            //Console.WriteLine("i = " + (i+1) + " "
+charact[i]);
        }

        //Комплексна оцінка міста
        double city_index = 0;
        for (int i = 0; i < count_of_charact; i++)
        {
            city_index += charact[i];
        }
        //Console.WriteLine(city_index);

        results_to_table(count_of_charact, charact,
city_index);
        if (compare == true)
        {
            povtor++;
            if (povtor > 1)
            {
                table_of_results.Rows.Remove(table_of_results.Rows[0]);
            }
        }
    }
}

```

```

        write_to_db_result(count_of_indicators,
count_of_factors, count_of_charact, x, new_weight, x_z_transform,
factors, charact, city_index);

        if (compare == false)
        {
            pdf.Enabled = true;

result_of_city.Series[result_of_city.Series[0].Name].Points.Clear(
);
            result_of_city.Series[0].Name = current_city;

            for (int i = 0; i < count_of_charact; i++)
            {

result_of_city.Series[result_of_city.Series[0].Name].Points.AddXY(
name_of_charact[i], charact[i]);
                }
            }
        else
        {

result_of_city.Series[result_of_city.Series[1].Name].Points.Clear(
);
            result_of_city.Series[1].Name = current_city + "
";

            for (int i = 0; i < count_of_charact; i++)
            {

result_of_city.Series[result_of_city.Series[1].Name].Points.AddXY(
name_of_charact[i], charact[i]);
                }
            }

            if (save_graph_to_png == true)
            {
                result_of_city.SaveImage("result_of_city_" +
current_city + "_" + DateTime.Now.ToString("dd/MM/yy HH_mm_ss") +
".png", System.Drawing.Imaging.ImageFormat.Png);
            }
        }

private void processing_Click(object sender, EventArgs e)
{
    ReadEntries();
    /*int count_of_indicators = count()[0];
int count_of_factors = count()[1];*/

```



```

        current_city = cities.Text;
        //Console.WriteLine(current_city);
        calculate_city(current_city);

        if (compare == true)
        {
            current_city = anothercities.Text;
            calculate_city(current_city);
        }
    }

    private void save_graph_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        if (user_type == "Житель міста" || user_type ==
"Citizen")
        {
            if (lang == "EN")
            {
                MessageBox.Show("You don't have sufficient
permissions, contact the developer.\npoleg1997@gmail.com");
            }
            else
            {
                MessageBox.Show("У вас недостатньо прав
доступу, зверніться до розробника.\npoleg1997@gmail.com");
            }
        }
        else
        {
            save_graph_to_png = true;
            if (lang == "EN")
            {
                MessageBox.Show("Congratulations!!!\nAll
charts will be stored in the current folder until the program is
closed.");
            }
            else
            {
                MessageBox.Show("Вітаю!!!\nУсі графіки до
закриття програми будуть збережені у поточній папці.");
            }
        }
    }

    private void add_new_city_Click(object sender, EventArgs
e)
    {
        if (user_type == "Науковець" || user_type ==
"Scientist")
        {

```

```

        update_cities.Enabled = true;
        f = new RegisterNewCity(lang, count()[0]);
        f.Show();
    }
    else
    {
        if (lang == "EN")
        {
            MessageBox.Show("You don't have sufficient
permissions, contact the developer.\npoleg1997@gmail.com");
        }
        else
        {
            MessageBox.Show("У вас недостатньо прав
доступу, зверніться до розробника.\npoleg1997@gmail.com");
        }
    }

}

private void exit_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Application.Exit();
}

private void update_cities_Click(object sender, EventArgs
e)
{
    MySqlConnection conn = new MySqlConnection(connStr);

    conn.Open();
    MySqlCommand comm = conn.CreateCommand();
    comm.CommandText = "SELECT name_of_city_UA,
name_of_city_EN FROM cities";

    MySqlDataReader reader = comm.ExecuteReader();

    int len = 0;
    while (reader.Read())
    {
        len++;
    }
    conn.Close();

    cities_en = new string[len];
    cities_ua = new string[len];

    conn.Open();
    MySqlCommand comm1 = conn.CreateCommand();
    comm1.CommandText = "SELECT name_of_city_UA,
name_of_city_EN FROM cities";

    MySqlDataReader reader1 = comm.ExecuteReader();

```

```

        number_of_cities = 0;
        while (reader1.Read())
        {
            cities_ua[number_of_cities] =
Convert.ToString(reader1[0]);
            //Console.WriteLine(cities_ua[k]+"\\n");
            cities_en[number_of_cities] =
Convert.ToString(reader1[1]);
            //Console.WriteLine(cities_en[k] + "\\n");
            number_of_cities++;
        }
        conn.Close();

        cities.Items.Clear();
        anothercities.Items.Clear();

        if (lang == "EN")
        {
            for (int i = 0; i < len; i++)
            {
                cities.Items.Add(cities_en[i]);
            }

            for (int i = 0; i < len; i++)
            {
                anothercities.Items.Add(cities_en[i]);
            }
        }
        else
        {
            for (int i = 0; i < len; i++)
            {
                cities.Items.Add(cities_ua[i]);
            }

            for (int i = 0; i < len; i++)
            {
                anothercities.Items.Add(cities_ua[i]);
            }
        }
    }

    private void compare_cities_CheckedChanged(object sender,
EventArgs e)
    {
        if (compare_cities.Checked == true)
        {
            compare = true;
            pdf.Enabled = false;
        }
        else
        {
            pdf.Enabled = true;
        }
    }

```

```

        compare = false;
        if (lang == "EN")
        {
            result_of_city.Series[1].Name = "City #2";
            anothercities.Text = "-----Select a city-----";
";
        }
        else
        {
            result_of_city.Series[1].Name = "Місто №2";
            anothercities.Text = "-----Оберіть місто-----";
";
        }

result_of_city.Series[result_of_city.Series[1].Name].Points.Clear(
);

table_of_results.Rows.Remove(table_of_results.Rows[0]);
    povtor = 0;
    }
}

private void pdf_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (user_type == "Науковець" || user_type ==
"Scientist")
    {
        MySqlConnection conn = new
MySqlConnection(connStr);

        conn.Open();
        MySqlCommand comm = conn.CreateCommand();
        comm.CommandText = "SELECT * FROM " +
name_of_table;
        MySqlDataAdapter adapter = new
MySqlDataAdapter(comm);

        DataSet result = new DataSet();
        adapter.Fill(result, name_of_table);
        conn.Close();

        iTextSharp.text.Document doc = new
iTextSharp.text.Document();

        PdfWriter.GetInstance(doc, new
FileStream(name_of_table + "_" + DateTime.Now.ToString("dd/MM/yy
HH_mm_ss") + "_pdf", FileMode.Create));

        doc.Open();

        string font1 =
Path.Combine(Environment.GetFolderPath(Environment.SpecialFolder.F
onts), "Arial.ttf");

```

```

        BaseFont baseFont = BaseFont.CreateFont(font1,
BaseFont.IDENTITY_H, BaseFont.NOT_EMBEDDED);
        iTextSharp.text.Font font = new
iTextSharp.text.Font(baseFont,
10/*iTextSharp.text.Font.DEFAULTSIZE*/,
iTextSharp.text.Font.NORMAL);

        for (int i = 0; i < result.Tables.Count; i++)
        {
            PdfPTable table = new
PdfPTable(result.Tables[i].Columns.Count);

            PdfPCell cell = new PdfPCell(new
Phrase(name_of_table, font));

            cell.Colspan = result.Tables[i].Columns.Count;
            cell.HorizontalAlignment = 1;
            cell.Border = 0;
            table.AddCell(cell);

            for (int j = 0; j <
result.Tables[i].Columns.Count; j++)
            {
                cell = new PdfPCell(new Phrase(new
Phrase(result.Tables[i].Columns[j].ColumnName, font)));
                cell.BackgroundColor =
iTextSharp.text.BaseColor.LIGHT_GRAY;
                table.AddCell(cell);
            }

            for (int j = 0; j <
result.Tables[i].Rows.Count; j++)
            {
                for (int k = 0; k <
result.Tables[i].Columns.Count; k++)
                {
                    table.AddCell(new
Phrase(result.Tables[i].Rows[j][k].ToString(), font));
                }
            }
            doc.Add(table);
        }
        doc.Close();

        if (lang == "EN")
        {
            MessageBox.Show("Pdf-document saved");
        }
        else
        {
            MessageBox.Show("Pdf-документ збережено");
        }
    }

```

```

        else
        {
            if (lang == "EN")
            {
                MessageBox.Show("You don't have sufficient
permissions, contact the developer.\npoleg1997@gmail.com");
            }
            else
            {
                MessageBox.Show("У вас недостатньо прав
доступу, зверніться до розробника.\npoleg1997@gmail.com");
            }
        }

    }

    private void statistic_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        if (user_type == "Науковець" || user_type ==
"Scientist")
        {
            f1 = new Statistic(lang, cities_en, cities_ua,
current_city);
            f1.Show();
        }
        else
        {
            if (lang == "EN")
            {
                MessageBox.Show("You don't have sufficient
permissions, contact the developer.\npoleg1997@gmail.com");
            }
            else
            {
                MessageBox.Show("У вас недостатньо прав
доступу, зверніться до розробника.\npoleg1997@gmail.com");
            }
        }
    }

    private void evaluate_weight_Click(object sender,
EventArgs e)
    {
        f2 = new Evaluate(lang);
        f2.Show();
    }
}

```

У лістингу 3.4 наведено програмний код із файлу RegisterNewCity.cs.

Лістинг 3.4 – Програмний код із файлу RegisterNewCity.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.IO;
using System.Linq;
using System.Windows.Forms;
using MySql.Data.MySqlClient;

namespace smart_city
{
    public partial class RegisterNewCity : Form
    {
        string connStr =
"server=localhost;user=palkoleg;database=smart_city_index;password
=Palka@27081997;";
        string lang;
        int count_of_indicators;

        public RegisterNewCity(string lang, int
count_of_indicators)
        {
            InitializeComponent();
            this.lang = lang;
            this.count_of_indicators = count_of_indicators;
            if (lang == "EN")
            {
                this.Text = "Adding a new city";
                label1.Text = "Please enter your details";
                label6.Text = "Name of city (ua):";
                label2.Text = "Name of city (en):";
                label5.Text = "Count of citizen:";
                label35.Text = "Please enter the values of the
indicators on a scale from 1 to 100";

                for (int i = 0; i < count_of_indicators; i++)
                {
                    string name = "i" + (i + 1);
                    var label = this.Controls[name];
                    label.Text = "Indicator" + (i + 1);
                }

                info.Text = "#\tName of indicator\r\n";

                MySqlConnection conn = new
MySqlConnection(connStr);
```

```

        conn.Open();
        MySqlCommand comm1 = conn.CreateCommand();
        comm1.CommandText = "SELECT id, full_name_EN FROM
indicators";
        MySqlDataReader reader1 = comm1.ExecuteReader();
        while (reader1.Read())
        {
            info.Text += reader1[0] + "\t" + reader1[1] +
"\r\n";
        }
        conn.Close();

        register_new_city.Text = "Add a new city";
    }
    else
    {
        this.Text = "Додавання нового міста";
        label1.Text = "Введіть, будь ласка, дані";
        label6.Text = "Назва міста (укр):";
        label2.Text = "Назва міста (англ):";
        label5.Text = "Кількість жителів:";
        label35.Text = "Введіть, будь ласка, значення
індикаторів у шкалі від 1 до 100";

        for (int i = 0; i < count_of_indicators; i++)
        {
            string name = "i" + (i + 1);
            var label = this.Controls[name];
            label.Text = "Індикатор" + (i + 1);
        }

        info.Text = "№\tНазва індикатора\r\n";

        MySqlConnection conn = new
MySqlConnection(connStr);
        conn.Open();
        MySqlCommand comm1 = conn.CreateCommand();
        comm1.CommandText = "SELECT id, full_name_UA FROM
indicators";
        MySqlDataReader reader1 = comm1.ExecuteReader();
        while (reader1.Read())
        {
            info.Text += reader1[0] + "\t" + reader1[1] +
"\r\n";
        }
        conn.Close();

        register_new_city.Text = "Додати нове місто";
    }
}
}

```



```

private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
{
}

private void register_new_city_Click(object sender,
EventArgs e)
{
    MySqlConnection conn = new MySqlConnection(connStr);
    conn.Open();
    MySqlCommand comm = conn.CreateCommand();
    comm.CommandText = "INSERT INTO cities
(name_of_city_UA, name_of_city_EN, count_of_citizen) VALUES
(@name_ua, @name_en, @count)";
    comm.Parameters.AddWithValue("@name_ua",
name_of_city_ua.Text);
    comm.Parameters.AddWithValue("@name_en",
name_of_city_en.Text);
    comm.Parameters.AddWithValue("@count",
Convert.ToInt32(count_of_citizen.Text));
    comm.ExecuteNonQuery();
    conn.Close();
    double [] indicators = new double
[count_of_indicators];

    for (int i = 0; i < count_of_indicators; i++)
    {
        string name = "ind" + (i + 1);
        var textBox = this.Controls[name];
        indicators[i] = Convert.ToDouble(textBox.Text);
    }
    conn.Open();
    MySqlCommand comm1 = conn.CreateCommand();
string str = "INSERT INTO all_indicators (name_of_city,
";

    for (int i = 0; i < count_of_indicators; i++)
    {
        if (i != count_of_indicators - 1)
        {
            str += "ind" + (i + 1) + ", ";
        }
        else
        {
            str += "ind" + (i + 1) + ") ";
        }
    }
    str += "VALUES (@name_of_city, ";

    for (int i = 0; i < count_of_indicators; i++)
    {
        if (i != count_of_indicators - 1)
        {
            str += "@ind" + (i + 1) + ", ";
        }
    }
}

```

```

        else
        {
            str += "@ind" + (i + 1) + " ";
        }
    }

    comm1.CommandText = str;
    comm1.Parameters.AddWithValue("@name_of_city",
name_of_city_ua.Text);
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind1",
Convert.ToDouble(ind1.Text));
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind2",
Convert.ToDouble(ind2.Text));
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind3",
Convert.ToDouble(ind3.Text));
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind4",
Convert.ToDouble(ind4.Text));
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind5",
Convert.ToDouble(ind5.Text));
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind6",
Convert.ToDouble(ind6.Text));
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind7",
Convert.ToDouble(ind7.Text));
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind8",
Convert.ToDouble(ind8.Text));
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind9",
Convert.ToDouble(ind9.Text));
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind10",
Convert.ToDouble(ind10.Text));
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind11",
Convert.ToDouble(ind11.Text));
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind12",
Convert.ToDouble(ind12.Text));
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind13",
Convert.ToDouble(ind13.Text));
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind14",
Convert.ToDouble(ind14.Text));
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind15",
Convert.ToDouble(ind15.Text));
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind16",
Convert.ToDouble(ind16.Text));
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind17",
Convert.ToDouble(ind17.Text));
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind18",
Convert.ToDouble(ind18.Text));
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind19",
Convert.ToDouble(ind19.Text));
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind20",
Convert.ToDouble(ind20.Text));
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind21",
Convert.ToDouble(ind21.Text));
    comm1.Parameters.AddWithValue("@ind22",
Convert.ToDouble(ind22.Text));

```

```
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind23",
Convert.ToDouble(ind23.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind24",
Convert.ToDouble(ind24.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind25",
Convert.ToDouble(ind25.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind26",
Convert.ToDouble(ind26.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind27",
Convert.ToDouble(ind27.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind28",
Convert.ToDouble(ind28.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind29",
Convert.ToDouble(ind29.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind30",
Convert.ToDouble(ind30.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind31",
Convert.ToDouble(ind31.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind32",
Convert.ToDouble(ind32.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind33",
Convert.ToDouble(ind33.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind34",
Convert.ToDouble(ind34.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind35",
Convert.ToDouble(ind35.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind36",
Convert.ToDouble(ind36.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind37",
Convert.ToDouble(ind37.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind38",
Convert.ToDouble(ind38.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind39",
Convert.ToDouble(ind39.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind40",
Convert.ToDouble(ind40.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind41",
Convert.ToDouble(ind41.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind42",
Convert.ToDouble(ind42.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind43",
Convert.ToDouble(ind43.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind44",
Convert.ToDouble(ind44.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind45",
Convert.ToDouble(ind45.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind46",
Convert.ToDouble(ind46.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind47",
Convert.ToDouble(ind47.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind48",
Convert.ToDouble(ind48.Text));
```

```

        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind49",
Convert.ToDouble(ind49.Text));
        comm1.Parameters.AddWithValue("@ind50",
Convert.ToDouble(ind50.Text));

        comm1.ExecuteNonQuery();
        conn.Close();
        if (lang == "EN")
        {
            MessageBox.Show("The city registration was
successful!");
        }
        else
        {
            MessageBox.Show("Реєстрація міста пройшла
успішно!");
        }
        this.Close();
    }
}
}

```

У лістингу 3.5 наведено програмний код із файлу Evaluate.cs.

Лістинг 3.5 – Програмний код із файлу Evaluate.cs

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using EO.WebBrowser;

namespace smart_city
{
    public partial class Evaluate : Form
    {
        string lang;
        private EO.WebBrowser.WebView m_WebView = new
EO.WebBrowser.WebView();

        public Evaluate(string lang)
        {
            InitializeComponent();
            this.lang = lang;
            if (lang == "EN")
            {
                this.Text = "Weighting";
            }
        }
    }
}

```

```

    }
    else
    {
        this.Text = "Оцінка ваг";
    }

}

private void Evaluate_Load(object sender, EventArgs e)
{
    m_WebView.Create(browser.Handle);
    m_WebView.Url = "https://forms.gle/hVMmew2C5JHLagja6";
}
}
}

```

У лістингу 3.6 наведено програмний код із файлу `Statistic.cs`.

Лістинг 3.6 – Програмний код із файлу `Statistic.cs`

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.IO;
using System.Linq;
using System.Windows.Forms;
using MySql.Data.MySqlClient;

namespace smart_city
{
    public partial class Statistic : Form
    {
        string connStr =
"server=localhost;user=palkoleg;database=smart_city_index;password
=Palka@27081997;";
        string lang;
        string[] cities_en;
        string[] cities_ua;
        string current_city;

        bool save_graph_to_png = false;

        public Statistic(string lang, string [] cities_en, string
[] cities_ua, string current_city)
        {
            InitializeComponent();

```

```

this.lang = lang;
this.cities_en = cities_en;
this.cities_ua = cities_ua;
this.current_city = current_city;

if (current_city == "")
{
    current_city = "Тернопіль";
}

if (lang == "EN")
{
    this.Text = "Statistics on the respondents";
    save_graph.Text = "Save charts";
    refresh.Text = "Refresh";
    exit.Text = "Exit";

    total.Text = "Total:";
    mans.Text = "Mans:";
    womans.Text = "Womans:";

    citizen_weight.Series[0].Name = "All";
    citizen_weight.Series[1].Name = "Mans";
    citizen_weight.Series[2].Name = "Womans";

}
else
{
    this.Text = "Статистика щодо опитаних";
    save_graph.Text = "Зберігати графіки";
    refresh.Text = "Оновити";
    exit.Text = "Закрити вікно";

    total.Text = "Загалом:";
    mans.Text = "Чоловіки:";
    womans.Text = "Жінки:";

    citizen_weight.Series[0].Name = "Загалом";
    citizen_weight.Series[1].Name = "Чоловіки";
    citizen_weight.Series[2].Name = "Жінки";

}

}

private void build_of_graph()
{
    int[] result = { 0, 0, 0 };

    MySqlConnection conn = new MySqlConnection(connStr);
    conn.Open();

```

```

        int p = 0;
        for (int i = 0; i < cities_en.Length; i++)
        {
            if (current_city == cities_en[i] || current_city
== cities_ua[i])
            {
                p = i;
            }
        }

        MySqlCommand comm = conn.CreateCommand();
        comm.CommandText = "SELECT COUNT(city) FROM all_weight
WHERE city IN (@cities_en, @cities_ua)";
        comm.Parameters.AddWithValue("@cities_en",
cities_en[p]);
        comm.Parameters.AddWithValue("@cities_ua",
cities_ua[p]);

        MySqlDataReader reader = comm.ExecuteReader();
        while (reader.Read())
        {

            result[0] = Convert.ToInt32(reader[0]); //кількість
записів для даного міста
        }
        //Console.WriteLine(N);
        conn.Close();

        total.Text += " " + result[0];

        conn.Open();
        MySqlCommand comm1 = conn.CreateCommand();
        comm1.CommandText = "SELECT COUNT(city) FROM
all_weight WHERE city IN (@cities_en, @cities_ua) AND sex IN
(@sex)";
        comm1.Parameters.AddWithValue("@cities_en",
cities_en[p]);
        comm1.Parameters.AddWithValue("@cities_ua",
cities_ua[p]);
        comm1.Parameters.AddWithValue("@sex", "Чоловік");

        MySqlDataReader reader1 = comm1.ExecuteReader();
        while (reader1.Read())
        {

            result[1] =
Convert.ToInt32(reader1[0]); //кількість записів для даного міста
        }
        //Console.WriteLine(N);
        conn.Close();

        mans.Text += " " + result[1];

```

```

        conn.Open();
        MySqlCommand comm2 = conn.CreateCommand();
        comm2.CommandText = "SELECT COUNT(city) FROM
all_weight WHERE city IN (@cities_en, @cities_ua) AND sex = @sex";
        comm2.Parameters.AddWithValue("@cities_en",
cities_en[p]);
        comm2.Parameters.AddWithValue("@cities_ua",
cities_ua[p]);
        comm2.Parameters.AddWithValue("@sex", "Жінка");

        MySqlDataReader reader2 = comm2.ExecuteReader();
        while (reader2.Read())
        {

            result[2] =
Convert.ToInt32(reader2[0]); //кількість записів для даного міста
        }
        //Console.WriteLine(N);
        conn.Close();

        womans.Text += " " + result[2];

        int[] all = new int[3]; //3 категорії за віком

        string[] category_ua = { "до 18 років", "від 18 до
40", "40 і більше" };
        string[] category_en = { "to 18 years", "from 18 to
40", "40 and more" };

        for (int i = 0; i < 3; i++)
        {
            conn.Open();

            MySqlCommand comm3 = conn.CreateCommand();
            comm3.CommandText = "SELECT COUNT(city) FROM
all_weight WHERE city IN (@cities_en, @cities_ua) AND age IN
(@category) ";
            comm3.Parameters.AddWithValue("@cities_en",
cities_en[p]);
            comm3.Parameters.AddWithValue("@cities_ua",
cities_ua[p]);
            comm3.Parameters.AddWithValue("@category",
category_ua[i]);

            MySqlDataReader reader3 = comm3.ExecuteReader();
            while (reader3.Read())
            {

                all[i] =
Convert.ToInt32(reader3[0]); //кількість записів для даного міста
            }

```



```

        conn.Close();
    }

    int[] all_mans = new int[3]; //3 категорії за віком

    for (int i = 0; i < 3; i++)
    {
        conn.Open();

        MySqlCommand comm4 = conn.CreateCommand();
        comm4.CommandText = "SELECT COUNT(city) FROM
all_weight WHERE city IN (@cities_en, @cities_ua) AND age IN
(@category) AND sex IN (@sex) ";
        comm4.Parameters.AddWithValue("@cities_en",
cities_en[p]);
        comm4.Parameters.AddWithValue("@cities_ua",
cities_ua[p]);
        comm4.Parameters.AddWithValue("@category",
category_ua[i]);
        comm4.Parameters.AddWithValue("@sex", "Чоловік");

        MySqlDataReader reader4 = comm4.ExecuteReader();
        while (reader4.Read())
        {
            all_mans[i] =
Convert.ToInt32(reader4[0]); //кількість записів для даного міста
        }
        conn.Close();
    }

    int[] all_womans = new int[3]; //3 категорії за віком

    for (int i = 0; i < 3; i++)
    {
        conn.Open();

        MySqlCommand comm5 = conn.CreateCommand();
        comm5.CommandText = "SELECT COUNT(city) FROM
all_weight WHERE city IN (@cities_en, @cities_ua) AND age IN
(@category) AND sex IN (@sex) ";
        comm5.Parameters.AddWithValue("@cities_en",
cities_en[p]);
        comm5.Parameters.AddWithValue("@cities_ua",
cities_ua[p]);
        comm5.Parameters.AddWithValue("@category",
category_ua[i]);
        comm5.Parameters.AddWithValue("@sex", "Жінка");

        MySqlDataReader reader5 = comm5.ExecuteReader();
        while (reader5.Read())
        {

```

```

        all_womans[i] =
Convert.ToInt32(reader5[0]); //кількість записів для даного міста
    }
    conn.Close();
}

for (int i = 0; i < 3; i++)
{
    if (lang == "EN")
    {
        citizen_weight.Series[citizen_weight.Series[0].Name].Points.AddXY(
category_en[i], all[i]);

        citizen_weight.Series[citizen_weight.Series[1].Name].Points.AddXY(
category_en[i], all_mans[i]);

        citizen_weight.Series[citizen_weight.Series[2].Name].Points.AddXY(
category_en[i], all_womans[i]);
    }
    else
    {
        citizen_weight.Series[citizen_weight.Series[0].Name].Points.AddXY(
category_ua[i], all[i]);

        citizen_weight.Series[citizen_weight.Series[1].Name].Points.AddXY(
category_ua[i], all_mans[i]);

        citizen_weight.Series[citizen_weight.Series[2].Name].Points.AddXY(
category_ua[i], all_womans[i]);
    }

    if (save_graph_to_png == true)
    {
        citizen_weight.SaveImage("statistic_of_city_"
+ current_city + "_" + DateTime.Now.ToString("dd/MM/yy HH_mm_ss")
+ ".png", System.Drawing.Imaging.ImageFormat.Png);
    }
}

private void Statistic_Load(object sender, EventArgs e)
{
    build_of_graph();
}

private void save_graph_Click(object sender, EventArgs e)
{
    save_graph_to_png = true;
}

```

```

        if (lang == "EN")
        {
            MessageBox.Show("Congratulations!!!\nAll charts
will be stored in the current folder until the program is
closed.");
        }
        else
        {
            MessageBox.Show("Вітаю!!!\nУсі графіки до закриття
програми будуть збережені у поточній папці.");
        }
    }

    private void exit_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        this.Close();
    }

    private void refresh_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        citizen_weight.Series[citizen_weight.Series[0].Name].Points.Clear(
);

        citizen_weight.Series[citizen_weight.Series[1].Name].Points.Clear(
);

        citizen_weight.Series[citizen_weight.Series[2].Name].Points.Clear(
);

        if (lang == "EN")
        {
            total.Text = "Total:";
            mans.Text = "Mans:";
            womans.Text = "Womans:";
        }
        else
        {
            total.Text = "Загалом:";
            mans.Text = "Чоловіки:";
            womans.Text = "Жінки:";
        }

        build_of_graph();
    }
}
}
}

```

Реалізовані у даних файлах класи забезпечують коректну роботу програми.

Анкетування для здійснення оцінки розумності міста

Здійсніть, будь ласка, оцінку важливості даних критеріїв на власний розсуд.

**Обов'язкове поле*

1. Оберіть, будь ласка, ваше місто *

Виберіть лише один варіант.

- Тернопіль
- Львів
- Чернівці
- Рівне
- Івано_Франківськ
- Луцьк
- Хмельницький
- Ужгород

2. Ваше ім'я *

3. Стать *

Виберіть лише один варіант.

- Чоловік
- Жінка

4. Вік *

Виберіть лише один варіант.

- до 18 років
 від 18 до 40
 40 і більше

Розумна економіка

5. Рівень самозайнятості *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Зареєстровані нові підприємства *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. ВВП на одну зайняту особу *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Рівень безробіття *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Питома вага в умовах неповної зайнятості *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Розумна мобільність

10. Мережа громадського транспорту на одного жителя *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Задоволеність доступом до громадського транспорту *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Задоволеність якістю громадського транспорту *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Міжнародна доступність *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Комп'ютери в домашніх господарствах *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Широкополосний доступ до Інтернету в домогосподарствах *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Безпека руху *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. Використання економних автомобілів *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Розумне середовище

18. Наявність сонячних годин *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19. Частка зеленого простору *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. Тверді частинки *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

21. Смертельні хронічні захворювання нижніх дихальних шляхів на одного жителя *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

22. Індивідуальні зусилля щодо охорони природи *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Розумні люди

23. Важливість центрів знань *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

24. Навички іноземної мови *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

25. Наявність книг на одного мешканця *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

26. Участь у навчанні впродовж життя *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

27. Участь у мовних курсах *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

28. Частка іноземців *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

29. Частка громадян, народжених за кордоном *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

30. Частка людей, що працюють у творчих галузях *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

31. Явка виборців на виборах *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

32. Іміграційне середовище (ставлення до імігрантів) *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

33. Знання про Європу, країни *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

34. Явка виборців на місцевих виборах *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

35. Участь у добровільній роботі *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Розумний спосіб життя

36. Відвідуваність кіно/музеїв/театрів одним жителем *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

37. Лікарі та лікарняні ліжка на одного жителя *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

38. Задоволення якістю системи охорони здоров'я *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

39. Рівень злочинності *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

40. Смертність від нападу *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

41. Задоволення особистою безпекою *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

42. Задоволення особистим житловим становищем *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

43. Задоволеність якістю освітньої системи *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

44. Важливість як туристичного розташування (ночівля, визначні місця) *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

45. Сприйняття особистого ризику бідності *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

46. Рівень бідності *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Розумне управління

47. Кількість представників міста на одного жителя *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

48. Політична діяльність жителів *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

49. Важливість політики для мешканців *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

50. Витрати муніципалітету на одного жителя в нормах купівельної потужності *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

51. Частка дітей у дитячому садку *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

52. Задоволеність якістю шкіл *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

53. Задоволення прозорістю бюрократії *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

54. Задоволення боротьбою з корупцією *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>