



**Шевченко Р. Ю.**

**КИЄВОЗНАВСТВО:**

**просторова  
інтерпретація  
урболандшафту**

*Монографія*

МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ  
ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНА ЕКОЛОГІЧНА АКАДЕМІЯ  
ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ ТА УПРАВЛІННЯ

**Шевченко Р. Ю.**

**КИЄВОЗНАВСТВО:  
просторова інтерпретація урболандшафту**

*Монографія*

*Рекомендовано Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України як науково-пошукове видання для підготовки здобувачів вищої освіти ступеня магістра галузі знань «Природничі науки» спеціальності «Екологія», а також слухачів курсів підвищення кваліфікації та перепідготовки працівників природоохоронної сфери*

*Розглянуто, схвалено та рекомендовано до друку Вченою Радою Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління (протокол № 2-21 від 31 березня 2021 р.)*

КИЇВ – 2021

**УДК 911:528: 504**

Автор:

**Шевченко Р.Ю.**, канд. географ. наук, завідувач кафедри екологічного моніторингу та геоінформаційних технологій Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління.

Рецензенти:

**Адаменко Я.О.**, д.т.н., проф., зав. каф. екології, Івано-Франківський національний технічний університет нафти та газу.

**Мальований М.С.**, д.т.н., проф., зав. каф. екології та збалансованого природокористування, Національний університет «Львівська політехніка».

**Тверда О.Я.**, д.т.н., доц. каф. геоінженерії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського».

**Ткачук К.К.**, д.т.н., проф. каф. геоінженерії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського».

**Шевченко Р.Ю. Кієвознавство: просторова інтерпретація урболандшафту. Монографія. Київ, 2021. 248 с.**

Монографія присвячена дослідженню навколишнього природного середовища (довкілля), а також природних, антропогенних та соціокультурних екологічних публічних просторів м. Києва. Столиця України представляє собою цілий ряд малодосліджених кластерів її території: трансформація природного та антропогенного ландшафтів, особливості довкілля та природокористування у топонімії міста, аудит історичних та сучасних картографічних матеріалів, як документальних літописів екологічної історії міста, екологія туристсько-рекреаційного та рекреаційно-екскурсійного природокористування природних зон, історія та географія екологічних катастроф та їх генезис. Відповідне дослідження об'єднане у розроблену комплексну парадигму вивчення довкілля та простору м. Києва – обсерваційний моніторинг. Для його реалізації та розв'язання відповідних наукових задач були успішно апробовані сучасні технології геодезії, картографії, фотограмметрії, геоінформаційних систем та технологій. Основою наукових досліджень є еколого-географічні та картографічні рекогносциувальні експедиції, які були проведені протягом останніх двадцяти років. Був накопичений величезний за об'ємом фактологічний еколого-географічний матеріал (база даних). Це абрис експедицій, архів стародавніх та сучасних карт, матеріали аерокосмічної зйомки та дистанційного зондування м. Києва. Розроблений та застосований інструментарій технологій полігонного та камерального моніторингу м. Києва: укладена карта ландмарків – реперів еколого-географічних та природоохоронних обсервацій, обґрунтовані нові наукові дефініції: довкілля-простір м. Києва, екологічне кієвознавство, інновінг-інструментарій обсерваційного моніторингу великого міста. Вивчені особливості проектування еколого-туристичних стежок (на прикладі вул. Оболонська набережна). Досліджені маловідомі еколого-гідрографічні об'єкти: каскад озер Почайна, штучні еколого-гідрологічні об'єкти публічних просторів (фонтани та водограї). Окремо вивчені технології створення геоінтелектуальної системи прийняття екологічних рішень у м. Києва. Укладена серія статистичних еколого-моніторингових карт. Представлений широкий опис унікальних та ексклюзивних об'єктів природного та публічного просторів м. Києва із метою їх залучення в систему міського екологічного (зеленого) та урбаністичного (промислового) туризму, рекреації, релаксації, інтерпретації природної та культурної спадщини м. Києва засобами ГІС та ДЗЗ.

Монографія буде корисною дослідникам м. Києва: екологам-природоохоронцям, кієвознавцям-географам, історикам, картографам, екскурсоводам та гідам-інтерпретаторам, а також спеціалістам у галузі геоінформаційного еколого-географічного картографування великих міст.

## ЗМІСТ

Глосарій та перелік скорочень .....	5
Вступ.....	9
<b>РОЗДІЛ I. ТЕХНОЛОГІЇ ПОЛІГОННОГО ТА КАМЕРАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ МІСТА КИЄВА .....</b>	<b>16</b>
1.1. Інфраструктура екологічних обсервацій – ландмарків .....	16
1.2. Кореляційний аналіз обсерваційних ландмарків довкілля-простору ...	25
1.3. Інновінг-інструментарій забезпечення рекогностування місцевості ....	30
1.4. Сучасні геоматичні технології реалізації обсерваційного моніторингу	35
1.5. Інструментарій геотегінгу при реалізації обсерваційного екологічного моніторингу міста Києва .....	39
1.6. Розробка інновінг-інструментарію цифрової реальності довкілля- простору .....	45
1.7. Інструментарій оперативного визначення ризиків антропогенного впливу у місті Києві .....	52
1.8. Геоматичні технології управління моніторингом довкілля-простору великого міста Києва .....	61
Висновки до розділу .....	71
<b>РОЗДІЛ II. МЕТОДОЛОГІЯ КАРТОГРАФІЇ ТА ГЕОІКОНІКИ У МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ МІСТА КИЄВА .....</b>	<b>72</b>
2.1. Картосемантичний комплекс інструментів для візуалізації та передачі геопросторових даних обсерваційного моніторингу в картографічних легендах .....	72
2.2. Метододика проектування картографічного банку даних умовних позначень природоохоронних територій м. Києва .....	77
2.3. Аудит карт системи природокористування та екологічної безпеки .....	86
2.4. Інструментарій комплексного екологічного атласного картографування великого міста .....	95
Висновки до розділу .....	106
<b>РОЗДІЛ III. ІНСТРУМЕНТАРІЙ АЕРОКОСМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ УРБОСИСТЕМИ МІСТА КИЄВА .....</b>	<b>108</b>
3.1. Моніторинг теплофізичних властивостей природно-техногенних об'єктів довкілля (на прикладі Батієвої гори м. Києва) .....	108
3.2. Дешифрування об'єктів природокористування міста за цифровими космічними геозображеннями .....	116
3.3. Використання багатоспектральних зображень в екологічному моніторингу для визначення антропогенного впливу .....	120
3.4. Еколого-антропогенна інтерпретація змісту космічних знімків міста ...	128
Висновки до розділу .....	134
<b>РОЗДІЛ IV. ЕКОЛОГІЧНЕ КИЄВОЗНАВСТВО: ПРИРОДООХОРОННІ ТА РЕКРЕАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....</b>	<b>135</b>
4.1. Інтерпретація довкілля-простору на картографічних зображеннях публічних просторів м. Києва .....	135
4.2. Екологічний моніторинг та екологічна безпека рекреаційного	



природокористування дніпровських островів м. Києва .....	148
4.3. Екологічна безпека довкілля в акваторії каскаду озер Опечень м. Києва .....	157
4.4. Екологічний моніторинг штучних гідроекологічних об'єктів м. Києва.....	168
4.5. Методика побудови гіпергенезичної (еколого-геодезичної карти) м. Києва.....	177
4.6. Моніторинг екологічних катастроф у м. Києві.....	183
4.7. Туристсько-краєзнавче та еколого-екскурсійне рекогностування вулиці Оболонська набережна міста Києва .....	199
4.8. Особливості довкілля та природокористування у топоніміці м. Києва .	216
4.9. Інтерпретація топографії урочищ еколого-атракційної дестинації міста Києва «Басейн ріки Либідь: Нова Забудова-Жилань-Солом'янка» .....	227
Висновки до розділу .....	237
ВИСНОВКИ .....	240
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	244
Інформація про автора .....	247

## ГЛОСАРІЙ ТА ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

Android-ГІС	Геоінформаційні, картографічні та геодезичні програми на основі технологій, що адаптовані для функціонування на смартфонах.
Demo	Демонстраційна версія роботи програми з метою ознайомлення, яка має обмежені можливості.
DMS	Degrees Minutes Seconds. Формат відображення географічних координат. Характеризується кількістю відображення цифр градусних вимірювань після коми, що визначає точність.
dpi	Dots Per Inch – кількість точок на дюйм.
Gadget	У перекладі означає «пристрій». Призначений для полегшення та удосконалення процесу.
GPRS-GSM	General Packet Radio Service – пакетний радіозв'язок загального користування. Group Spetial (System) Mobile – глобальний стандарт цифрового мобільного зв'язку.
ISO	International Organization for Standartization – Міжнародна організація ООН зі стандартизації.
LBS	Location-Based Service. Технологія визначення поточного місцеположення мобільного пристрою.
MGRS-UTM-OSNG (OSGB36)	Military Grid Reference Systems – військова система прямокутних координатних систем. Наприклад $\varphi = 50^{\circ} 25' 52''$ N та $\lambda = 30^{\circ} 28' 34''$ E мають наступний вигляд: 36UUA2076089634; Universal Transverse Mercator – система координат універсальної поперечної картографічної проєкції. Наприклад $\varphi = 50^{\circ} 25' 52''$ N та $\lambda = 30^{\circ} 28' 34''$ E мають наступний вигляд: 36N 320762 5589629; Orientation System Navigation Grid – Orientation System Global Base. Система координування навігаційної мережі. Наприклад $\varphi = 50^{\circ} 25' 52''$ N та $\lambda = 30^{\circ} 28' 34''$ E мають наступний вигляд: TQ 30401 79499.
NGSS	Navigation Geodetic Satellite Systems – навігаційна геодезична супутникова система.
Offline-системи	Автономні програмні засоби.
SVG-A	Super Video Graphics Array – система відеоадаптерів.
SWOT	Strengths Weaknesses Opportunities Thereats – метод дослідження із визначення позитивних та негативних характеристик.
Азимутальне зображення	Зображення земної кулі на січній площині паралельно екватору або дузі великого кола.
Акумуляція	Збирання даних у відповідності до тематичного змісту

	геоінформаційної системи.
БДС	Бази даних символів.
Відносна система координат	Метризація довкілля-простору відносно фундаментальних або умовних систем відліку. Наприклад Балтійська система висот, Грінвицький меридіан, небесний екватор або місцева система координат відносно доміантних об'єктів топографії місцевості.
Візуалізація	Представлення даних у різних її форматах.
Геопортал	Картографічний ресурс та довідковий сервіс Інтернету.
Геопростір	Географічна оболонка, що візуалізована картографічно в системах ГІС.
ГІС (ГІС) та ДЗЗ (RS)	Географічна інформаційна система (Geographic Information Systems) та Дистанційне зондування Землі (Remote Sensing).
ДГМ	Державна геодезична мережа. Поділяється на планову та висотну.
Дефініція	Наукове визначення вживаного поняття.
Екогеосистема	Екологічна географічна система (біогеоценоз).
Зум (зумування)	Збільшене картографічне зображення без зміни масштабності.
Інновінг	Новітні технологічні прийоми що не мають аналогів.
Інструментарій	Комплекс приладів та програмного забезпечення.
Інцидентність	Визначається суміжністю вершин та ребер графу, коли вершина є початком або кінцем ребра. Наприклад, дві вершини графу називають інцидентними, коли в них є спільне ребро.
Картолінгвістика	Прикладна теорія про мову карти, що визначає правильність написання географічних та топографічних назв.
Картопрагматика	Прикладна теорія про мову карти, що визначає таке компонування та розміщення елементів тематичного змісту карти з метою її максимальної читаності та однозначного сприйняття геоінформації.
Картосемантика	Прикладна теорія про мову карти, що визначає особливості побудови знакових систем та бібліотек умовних позначень.
Картосеміотика	Прикладна геоінформаційна теорія про карту, що визначає її як специфічний текст.
Кластер	Об'єднання декількох однорідних природних та техногенних елементів ландшафту, що можуть розглядатися як самостійні одиниці, які мають визначені та притаманні їм виключні властивості.
Кореляція	Математично визначена та підтверджена взаємна залежність.

Краудсорсинг	Використання у власних наукових цілях програмних продуктів із відкритими базами даних. Наприклад, краудсорсиновими є наступні ресурси Інтернету: Google Earth, Google Map, OpenStreetMap, Wikimapia.
Лінеарність	Геометрична властивість об'єктів на місцевості, що характеризується вузькою лінійною витягнутістю.
Маркшейдерія	Інженерно-геодезичні технології, що застосовуються при підземному будівництві та динамічному моніторингу деформацій конструкцій та споруд замкнутого підземного простору або геологічного середовища.
Масштаб повздовжній та поперечний	Повздовжній масштаб використовується при побудові повздовжніх профілів (розрізів) місцевості. Метричність задається умовно у відповідності до типу та виду профілю. Поперечний масштаб – графічний спосіб вимірювання, що ґрунтується на вимірюванні пропорційності відрізків паралельних прямих на карті, що перетинають сторони кута. Застосовується для високоточного вимірювання довжин ліній на топографічних планах.
Математична основа карт	Сукупність математично визначених елементів, що забезпечують точність передачі географічної інформації. До них належать: поверхня відносності (геодезичні дати), вид картографічної проєкції, система координат.
Мережа Хартмана-Керрі	Енергоінформаційна географічна концепція, що обґрунтовує наявність на поверхні Землі мережі енергетичних паралелей та меридіанів із різними метричними показниками. Мережа визначає ареали гепатогенних та геовітальних зон на Землі.
Метод базових матриць	Має ще назву базового мінору матриць. У матриці порядку $m \times n$ мінор порядку називається базовим, якщо його визначник не дорівнює нулю, а всі мінори порядку $r+1$ і вище дорівнюють нулю, або не існують зовсім, тобто $r$ збігається з меншим із чисел $m$ або $n$ .
Оверлейн-палетка	Геоінформаційна опція, що дозволяє зробити додатковий прозорий шар для додаткових картометричних робіт.
Опорний пункт	Реперна або вихідна точка рекогносцирувального обсерваційного моніторингу довкілля-простору.
Ортофотоплан	Фотографічний план місцевості на точній геодезичній основі, отриманий шляхом аерофотозйомки або космічної зйомки з подальшим перетворенням знімків з центральної проєкції в ортогональну за допомогою методу ортотрансформування. Останнім часом з'явилися нові види ортофотопланів – дійсні ортофотоплани (true orthophotoplans), на яких відсутні «мертві зони» та «тіні»,

	що забезпечують надвисоку (прецизійну) точність проєктування за ними.
Питома вага	Фізична величина, що визначає відношення ваги до об'єму. В картографії використовується в прийомі зображення, що має назву середньозваженого та точковий спосіб.
Піксель	Найдрібніша одиниця растрового цифрового зображення.
Потенційний об'єкт екологічної безпеки	Природний або антропогенний об'єкт, що несе потенційну загрозу навколишньому природному середовищу та безпеці життєдіяльності людини в повсякденних умовах.
Радіоінтерферометрія	Прийом астронометричного дослідження простору, що ґрунтується на методиці спостережень із високою кутовою роздільною здатністю із наддовгою базою між приладами, які розташовуються на різних континентах.
Рекогностування	Геопросторова розвідка місцевості з метою виявлення нових природно-техногенних об'єктів, що не можна знайти або ідентифікувати на картах або аерокосмічних знімках.
Рекреація	Система заходів з метою еколого-просвітницької, культурно-оздоровчої діяльності на територіях природно-заповідного фонду.
РЕМ-фотограмметрія	РЕМ – растровий електронний мікроскоп. Фотограмметрична технологія в екології, що дозволяє проводити ретроспективний аналіз та прогноз вегетації або визначення мікроекологічних параметрів в закритих просторах-довкіллях.
Родон	Небезпечний інертний газ, який має властивості концентруватися в закритому довкіллі-просторі.
САПР	Система автоматизованого проєктування.
СДОР	Сильнодіючі отруйні речовини.
Синусно-косинусне перетворення	Одне із ортогональних перетворень, що використовується в програмах проєктування бібліотеки умовних позначень карти.
СКП	Середньоквадратична похибка.
СУБД та БД	Система управління базами даних та бази даних.
Тахеометрія	Сучасна геодезична технологія швидкої зйомки місцевості із одночасним визначенням планових та висотних координат.
Уніфікація	Приведення до однакової системи та форми.
Хмарні технології	Технологія, що функціонально дозволяє віддалену обробку та зберігання даних.

## ВСТУП

*Довкілля-простір м. Києва* – це нова уніфікована дефініція сучасної дійсної реальності існування столичної територіальної громади в системі «суспільство-природа». Геософічна парадигма довілля-простору м. Києва ґрунтується у визначенні її континуальності та одночасної кінцевості, як реальної ойкумени сприйняття геопростору Землі як живої істоти.

*Красзнавчий моніторинг довілля-простору м. Києва* – є необхідний процес дослідження швидкоплинності змін та трансформації геосфер та їх геонегативний чи геовітальний вплив на подальшу долю розвитку території міста. Для вирішення відповідної наукової проблеми постає проведення вступного (первинного) геоінформаційного аналізу функціонування довілля-простору взагалі та його природно-територіальних систем зокрема. Зазначаються особливості проведення його геометризації за допомогою інновітінг-інструментарію визначення його параметрів. Враховуючи високу вартісність приладів та обладнання моніторингових обсерваційних досліджень, до апробації рекомендовані визначені краудосорсингові геотехнології, як основні при автономному дослідженні особливостей навколишнього природного середовища.

Запровадження Android-додатків, точність яких не поступається технічним показникам сучасних геодезичних приладів, а саме: Geodezist, Fields Area Measure, Star Walk 2, Compass надають повний масив даних координат проблемних об'єктів. При реалізації їх роботи вони проходять процедуру компарування, і не зважаючи на деякі неточності, відповідні технічні показники визначення координат задовольняють вимогам до обсерваційного моніторингу довілля-простору.

Інноваційною є робота інструментарію Smart-додатків, особливо при визначенні всіх наявних координованих систем від географічних, астрономічних, топоцентричних та геоцентричних. Їх застосування впливає із геоматичної парадигми довілля-простору, як мінливого континуально-дискретного простору-часу. Континуальна дискретність підтверджується створенням статистичних картограм QuickMap просторово-дискретними методиками проектування цифрової моделі рельєфу та місцевості.

Результатом вищезазначених апробацій постає алгоритмічна методика створення інтерактивних динамічних карт навколишнього природного середовища м. Києва. В них зазначена континуальність простору-довілля, що інтерпретована як безперервність фізичних полів існування цивілізації. Це підтверджується роботою навігаційного обладнання (системи координат, безкінечність локсодромічної кривої, наявність аномалій неевклідової геометрії, як 180<sup>0</sup>-двокутник – «фюзоз»), а також в його дискретних формах простору-довілля, що знайшли своє відображення в бібліотеці умовних позначень та легенд.

В зв'язку із всеохоплюючою діджиталізацією (дігіталізацією) різних форм діяльності соціуму, виникає нагальна необхідність переходу до цифрової реальності. Такий перехід вимагає інструментарного забезпечення моніторингу за довіллям-простором, що складається з наступних модулів: формування баз даних ГІС, блоку інтерпретаційних моделей, застосування баз даних ДЗЗ та їх практичного

використання для потреб сфери обслуговування та захисту довкілля. Зазначимо також, що аналогові методи геодезії можуть стати в нагоді у різних форс-мажорних обставинах.

В монографії наведені практичні рекомендації щодо подальшого впровадження в систему екологічного моніторингу розробленого і вже апробованого інновіт-інструментарію цифрової реальності довкілля-простору.

В процесі вивчення проблем екологічної безпеки, реалізації програм охорони навколишнього природного середовища та проведення екологічного моніторингу, основними матеріалами візуалізації та інтерпретації відповідних даних є геоінформаційні моделі, а саме: тематичні цифрові картографічні зображення проблемного простору-довкілля відповідного простору-середовища.

В Україні відсутня монополія на топографо-геодезичну та картографічну діяльність в галузі екологічного моніторингу довкілля. У зв'язку із тим, кожна людина дипломована за геоінжиніринговою спеціальністю або повноцінно володіючи ГІС-технологіями, може створювати геопросторові моделі на замовлення державних та комерційних структур або за матеріалами власних пошукових досліджень.

Виходячи із вищевикладеного, *формулювання постановки наукової та технологічної проблеми* доступності якісного ГІС-моделювання, є доцільним вирішення даного надуманого перепону в роботі еколога-картографа шляхом демонстрації функціонування бюджетного інновіт-інструментарію для високоточного геодезичного, картографічного, фотограмметричного та геоінформаційного моделювання простору-довкілля.

Фактично найбільш складною проблемою професійного виконання відповідних екологічних завдань є придбання поширених на виробництві сьогодні ГІС-пакетів: ArcGIS, програмних продуктів ESRI із фотограмметричної, геодезичної обробки та геоінформаційного картографування. Це пов'язано із високою вартістю, яку можуть дозволити лише великі компанії. Для науковця-дослідника або підприємця, що працює автономно, можуть бути застосовані лише краудсорсингові картографічні та геоінформаційні ресурси координування та проектування ГІС-моделей. Якість, точність та реалістична відповідність таких ГІС-моделей, що в них проєктовані, не поступаються професійності виконання та конкурентоздатності на ринку відповідних послуг. Всеохоплююча гегемонія продуктів компанії ArcGIS із інсталяції та експлуатації із перманентним оновленням баз даних, софту на усіх рівнях наукового, навчального та виробничого циклів робіт із ГІС-картографування довкілля, обґрунтовується лише вузькокорпоративною метою – отримання надприбутків.

На сучасному етапі проведення краєзнавчого обсерваційного екологічного моніторингу *не висвітлені питання* організації картографо-геодезичної діяльності для прикладних задач екологічного моніторингу, освітньо-екологічної діяльності, запровадження даних дистанційного зондування Землі в зеленому (екологічному) туризмі, складання картографічних моделей загального користування, які дадуть уявлення про стан довкілля-простору та його цифрову реальність.

Наукове обґрунтування технологічності та інновіт-інструментарію краудсорсингових картографічних пакетів та програм Android-забезпечення проведення польових



обсерваційних рекогносциувальних експедицій у просторі-довкіллі, визначає їх альтернативність класичним сучасним ГІС-пакетам в реалізації програм наукових досліджень. Демонстрація їх якості та точності при створенні картографічних моделей надає змогу запровадити їх широке функціонування в наукових, педагогічних та виробничих товариствах, установах та організаціях, в першу чергу освітньо-екологічних, природоохоронних та ресурсозберігаючих.

В монографії запроваджена нова термінологія, наукова дефініція «довкілля-простір» та представлена її геоінформаційна парадигма. Наведена технологія цифрової реалістичності (реальності) в процесі картографічного геоінформаційного моделювання та прогнозування стану навколишнього середовища.

*Дігіталізація довкілля-простору м. Києва* – це наукоємна та вартісна технологія. Сьогодні основною технологією інтерпретації цифрової реальності навколишнього середовища є цифрові геодезичні прилади, а саме сканерні та роботизовані тахеометри. Наприклад, застосування геодезичних обсерваційних ландмарків використовуються для розпланування та будівництва рекреаційних та меморіальних зон на схилах Дніпра у м. Києві (рис. 1).



Рис. 1. Статичний пункт роботизованої тахеометрії «Парк Слави», м. Київ

При запровадженні та реалізації обсерваційного моніторингу м. Києва, вважаємо, що застосування високовартісних геодезичних технологій доцільно замінити Gadget-додатками, точність яких не поступається прецизійним. Це обґрунтовується тим, що довкілля-простір в екологічному моніторингу поділяється на дослідження відкритих денних поверхонь (фізичної поверхні Землі), підземних природних та маркшейдерських просторів, а також закритих предметно-орієнтованих та предметно-функціональних просторів. Методологічне обґрунтування реалізації відповідного екологічного моніторингу *постає як головна наукова задача.*

*Довкілля-простір урболандшафту* – це загальнофілософська, фізична та метафізична дефініція визначення метризації відповідного навколишнього природного та штучного (антропогенного, промислового, виробничого) середовища та простору. Середовище та простір у сформульованій науковій парадигмі визначаються відповідними прийомами параметризації та системного картографування на засадах геоінформаційної континуальності та геоіконічної відповідності реальності.

*Дефініція «довкілля-простір»* визначається як сукупність наземних, підземних, плавучих, повітряних, навколоземних та космічних сегментів живої та неживої природи. Простір визначається структурно-параметричними сегментами геопросторового сприйняття та інструментарного визначення реального світу. За допомогою різної апаратури визначаються його приховані (латентні) виміри кількісних або метричних показників середовища. Це насамперед інфрачервоний, ультрафіолетовий та гама-діапазони, які ідентифікуються якісними складовими простору-довкілля. Оптичний сегмент дослідження простору-довкілля максимально обмежений роздільною здатністю та впливу плинних метеорологічних умов, хоча інфра- та ультра- технології також залежать від радіоелектромагнітних факторів або інших фізичних полів реальної дійсності просторових особливостей місцевості дослідження.

*Цифрова реальність довкілля-простору* – це надзвичайно складна роботизована технологія мультимірної координування, проектування та моделювання швидкоплинної гібридної природно-техногенної системи та природно-територіальних комплексів, що зазнають патогенного впливу від цивілізаційного розвитку. Важливою умовою роботи інструментарію цифрової реальності будь-якого простору є визначення просторово-геометричних параметрів його візуалізації. Наприклад, у традиційній картографії застосовуються три види проектування земної поверхні, які вже технологічно і апробаційно не можливо використовувати для інтерпретації довкілля-простору. Це пов'язано із тим, що довкілля-простір – це мультиспектральне та багатовимірне середовище, яке не можливо представити площиною, яка є основною математичною поверхнею не лише при картографуванні, а також при геоінформаційному моделюванні. Окрім того, необхідно звернути увагу на семантичну складову довкілля-простору, яке на відміну від картографічного або геоінформаційного зображення не потребує розробки банку даних умовних позначень. Їх відсутність підтверджує його реалістичність та перцепційність. Все це потребує розробки методологічної теорії

(парадигми) обґрунтування інструментарності та метричності цифрової реальності довкілля-простору.

*Геоматична парадигма довкілля-простору* – це сукупність фундаментальних наукових методологій, які акумулюють науки про Землю для формулювання концептуальних основ теорії екологічної безпеки мультивимірного простору, що визначає його плинні параметри під дією космічних (космогонічних), земних та глобальних антропогенних факторів. Відповідну параметризацію забезпечуватиме екологічна геоматика. Це новітня гібридна галузь (симбіоз) технічних, фізико-математичних, географічних та біологічних наук, головна наукова задача якої формулюється із наступного постулату-твердження: *біосферні показники стану навколишнього середовища та компоненти геосфери визначаються технічними засобами інтерпретації довкілля (інструментарієм супутникової геодезії, геоінформаційними системами цифрового інтерактивного картографування, прийомами та способами геоінженерних вишукувань), з метою визначення оптимальних проєктних показників розгортання територіальної системи в різних проєкційних площинах та різноманітних орієнтаційних хмарах даних на локалізованих ділянках природно-територіального комплексу, що зазнає патогенного промислово-антропогенного впливу.*

Відомо, що концепція екологічної безпеки урбанізованого ландшафту практично є сформульованою та апробованою, про що не можна однозначно стверджувати відносно трансформованого природного ландшафту на забудованих територіях, а також природно-заповідних місцинах, які є атрактивними дестинаціями при реалізації, наприклад, програм екологічного туризму та розпланування комплексу спеціалізованих споруд санаторно-рекреаційних комплексів. Також лише набувають практичного застосування інженерні методи біолокаційного моніторингу географо-еніологічних гепатогенних та геовітальних зон. Але методичні та методологічні обґрунтування запобігання або зниження впливу відповідних новітніх екологічних викликів в системі природно-техногенної безпеки не є апробованими та науково доведеними, а також інструментарно підтвердженими. Хоча є вже беззаперечним фактом те, що в київському туристичному регіоні України при розробці геоматичного забезпечення територіальної організації туристичних комплексів або прокладанні на карті еколого-туристичних стежок, залучаються матеріали експедиційних даних еніологічних експедицій, аудиторні дослідження стародавніх та сучасних картографічних матеріалів, які висвітлюють деякі екологічні та геофізичні особливості відповідної місцевості.

*Теорія екологічної безпеки довкілля-простору* та його інструментарій цифрової реальності знаходиться на початковому стані формулювання і є новим методологічним напрямком сучасної прикладної екології. Поступово запроваджуються технології хмарового проєктування просторів за технологією сканування та роботизованої тахеометрії. Але вони в сукупності не дають глобального уявлення про плинність панглобального довкілля-простору. Таким чином цей інструментарій є дискретним, такий, що не дає змоги визначити континуальність простору-довкілля, його розміри, геодезичні параметри, трансформаційні особливості.

*Інновінг-інструментарій технологій цифрової реальності* на базі краудосорсингових програм та відкритих ГІС є бюджетним варіантом проведення та реалізації екологічного обсерваційного моніторингу. Довкілля-простір – є континуальним з точки зору неосяжності глобальності його вимірювання, але в дискретній модальності його просторова реальність є зрозумілою та такою, що високоточно представляється у бі- та полікоординатних системах ГІС. Застосування Android-програм дає змогу знизити вартість проведення досліджень, а картограми статистичних моделей довкілля-простору дають однозначну інтерпретацію плинності показників навколишнього середовища. Також необхідно зазначити, що неможливо відмовитися від традиційних прийомів аналогової геодезії, картографії та фотограмметрії при реалізації програм інтерпретації цифрової реальності довкілля-простору.

*Головною науковою проблемою, що розв'язується* – є розробка наукової теорії та формулювання геоматичної парадигми обсерваційних досліджень з метою створення геоінформаційної астронавігаційної системи оперативного попередження (запобігання) та управління при подоланні надзвичайних ситуацій природного походження у м. Києві. Технологічно це вирішується за допомогою наземних та космічних сегментів геоінтелектуальної системи прийняття екологічних рішень. Концепція відповідної моделі ґрунтується на розробці окремої теорії екологічної геоіконіки природокористування.

*В рамках розв'язання сформульованої проблеми вирішуються наступні наукові задачі:*

- поняття і визначення екологічної геоматики;
- обґрунтування методологічних основ екологічної геоіконіки;
- формулювання контенту наукової теорії обсерваційних досліджень на високоурбанізованих територіях;
- підтвердження (спростування) гіпотетичних припущень про вплив геологічних та астрогеологічних патогенних зон на ймовірність виникнення локальних та глобальних екологічних катастроф;
- розробка технологічних прийомів впровадження ортофотопланів територій критичної інфраструктури нового покоління – дійсних ортофотопланів (true orthophotoplans);
- розробка математичного апарату та структурно-параметричних схем забезпечення роботи експериментальної ГІС «Екологія довкілля Києва».

Матеріали монографії пройшли апробацію у науково-дослідній роботі «*Розробка нормативно-методичного документа – рубрикатора завдань у сфері екологічного моніторингу за допомогою космічних систем ДЗЗ та ГІС*», 2018 р. Розроблені критерії створення тематичних екологічних карт м. Києва в ГІС за даними аерокосмофотознімання.

*Апробовані результати дослідження.* Відповідний інновінг-інструментарій запроваджується при проведенні обсерваційного екологічного моніторингу довкілля-простору м. Києва та застосований в реалізації програм генерального планування столичної території на предмет створення відповідних еколого-географічних карт природно-територіальних систем та критичної інфраструктури.

Розроблені теоретичні та практичні основи проєктування геоінтелектуальної системи прийняття рішення в середовищі спеціалізованих ГІС та ДЗЗ з проблем оперативного картографування природно-техногенного простору столиці України є в нагоді при виникненні надзвичайних ситуацій природного, техногенного, соціально-політичного та воєнного характеру.

Запроваджені нові методики технології захисту довкілля міста Києва із впровадженням технології РЕМ-фотограмметрії, космічної радіоінтерферометрії, космічної геодезії та картографії. Це є методологічною основою при формуванні бази даних координат потенційно-небезпечних об'єктів довкілля-простору.

Проведене зонування території київської агломерації за рівнями екологічних ризиків впливу гепатогенних зон, що сформувалися під впливом астрогеологічних процесів знайшло впровадження в астронометричних технологіях прогнозу виникнення екологічних катастроф у м. Києві.

## РОЗДІЛ І. ТЕХНОЛОГІЇ ПОЛІГОННОГО ТА КАМЕРАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ МІСТА КИЄВА

Територія, акваторія, підземні простори та навколосемна космічна оболонка планети має мережу стаціонарних, кінематичних та статичних об'єктів із допомогою яких дистанційно чи автоматично однозначно визначають координати у різноортних відлікових системах та датурах місцеположення географічних пунктів. Вони виконують роль орієнтирів (в тому числі в навколосемному просторі – це геодезична і супутникова інтерферометрія). Їх сукупність до теперішнього часу не має узагальненого термінологічного визначення та його наукового обґрунтування в контексті досліджень у царині збалансованого природокористування і охорони навколишнього природного середовища.

Головним науковим завданням дослідження є термінологічне обґрунтування комплексу геомаркерів, геодатумів, геодезичних та географічних знаків, класифікація ландмарків, проведення їх типізації, здійснення кореляційного аналізу ландмарків спостереження і типів природокористування.

### 1.1. Інфраструктура екологічних обсервацій – ландмарків

Наукові праці вітчизняних та закордонних вчених із уніфікації назви комплексу геодезичних, географічних, астрономічних знаків, споруд та комплексів відсутні. Наявні лише дослідження із вивчення загальної територіальної організації розташування геомаркерів у контексті створення Державної геодезичної мережі, що робить результати вузько науковими та обмеженими у використанні. Наприклад, в системі популяризації екологічних знань про вимірювання та орієнтування.

Перед визначенням загальної структури інфраструктури ландмарків доцільно дослідити історію актуальних поверхонь відносності геоїдних тіл обертання, вихідних координатних та геодезичних датумів при обробці, проектуванні і перетворенні результатів геодезичних вимірювань у відповідні тематичні картографічні моделі. Необхідно обґрунтувати термінологічний апарат – глосарій ландмарків. В результаті необхідно створити графоаналітичну модель зв'язку історичного типу природокористування та виду ландмарку спостереження, провести функціонально-кластерний аналіз ландмарків природокористування в Україні від найдавніших часів до сьогодення.

*Ландмарк* (слово німецького походження, що складається із двох значень «*land*» – земля, територія, ділянка та «*mark*» – знак, маркер, споруда і у дослівному перекладі означає "орієнтир") – антропогенний або природний геопросторово координований, домінуючий в природному чи техногенному ландшафті об'єкт або комплекс. Він має яскраві відміни на тлі оточуючого середовища та структуру, що виокремлюється у складі інших конструкцій, будівель чи ансамблів. Використовується в цілях навігаційного орієнтиру, знаку попередження особливих географічних зон і територій активного природокористування, екологічного моніторингу (обсервації) довкілля-простору. Є центром чи знаком державної планово-висотної мережі або відіграє функції географічного пам'ятника історії

екології природокористування, географії, геодезії, навігації, астрономії та системи географічних, технічних, історичних та фізико-математичних наук. Як правило охороняється державою або внесений у перелік об'єктів Світової культурної спадщини ЮНЕСКО. Термінологічно визначає, узагальнює і уніфікує сукупність відповідної системи (мережі) інфраструктури наземних, підземних та плавучих географічних обсерваційних об'єктів на Землі, що відіграють центральне значення в системі природокористування та спостереження за довкіллям-простором.

Останнім часом з'явилися нові типи ландмарків – віртуальні. Державна установа «Держгідрографія» з 2012 р. використовує віртуальні засоби навігаційного обладнання (ЗНО) в системі плавучого огороження навігаційних небезпек у зоні відповідальності України в Чорному та Азовському морях. Віртуальний ЗНО не існує як фізичний навігаційний орієнтир, проте являє собою цифровий інформаційний об'єкт, дані про який поширюються відповідальною установою. Водночас такий об'єкт відображається в навігаційних системах (на електронних картах).

Інформація, у тому числі про географічне положення, яку несуть у собі віртуальні ЗНО є статичною або динамічною (змінюватися впродовж часу) залежно від поставленої цілі.

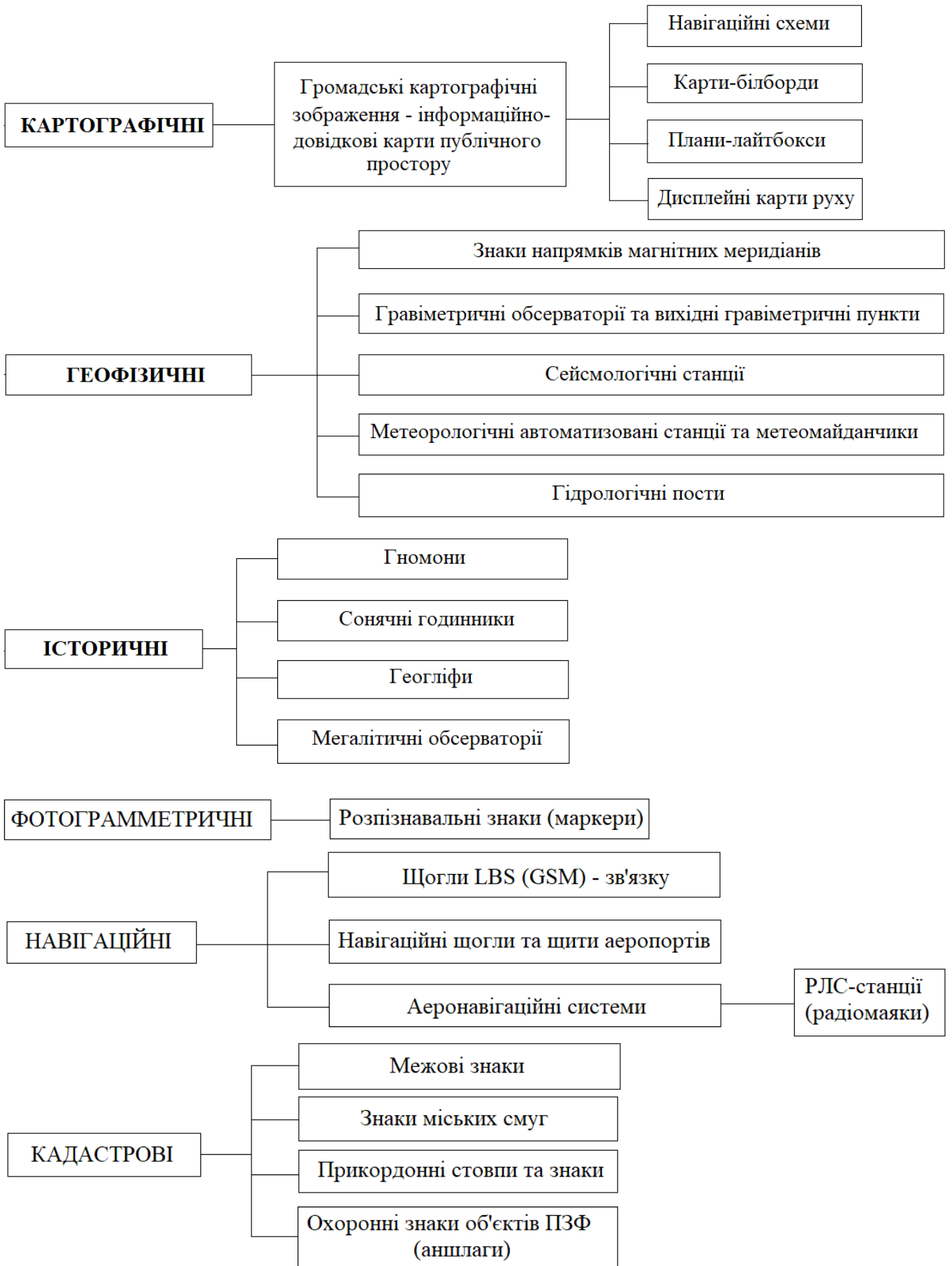
На початковому етапі запровадження віртуальних навігаційних ландмарків створюються синтетичні ЗНО (за наявності фізичного буя-сигари позначка віртуального буя, який функціонує замість фізичного сезонного буя, відображається на навігаційних картах та у цифрових навігаційних системах) для поступового впровадження та сприйняття судноводіями нововведень, а з часом – повністю перейти з синтетичних ЗНО на віртуальні.

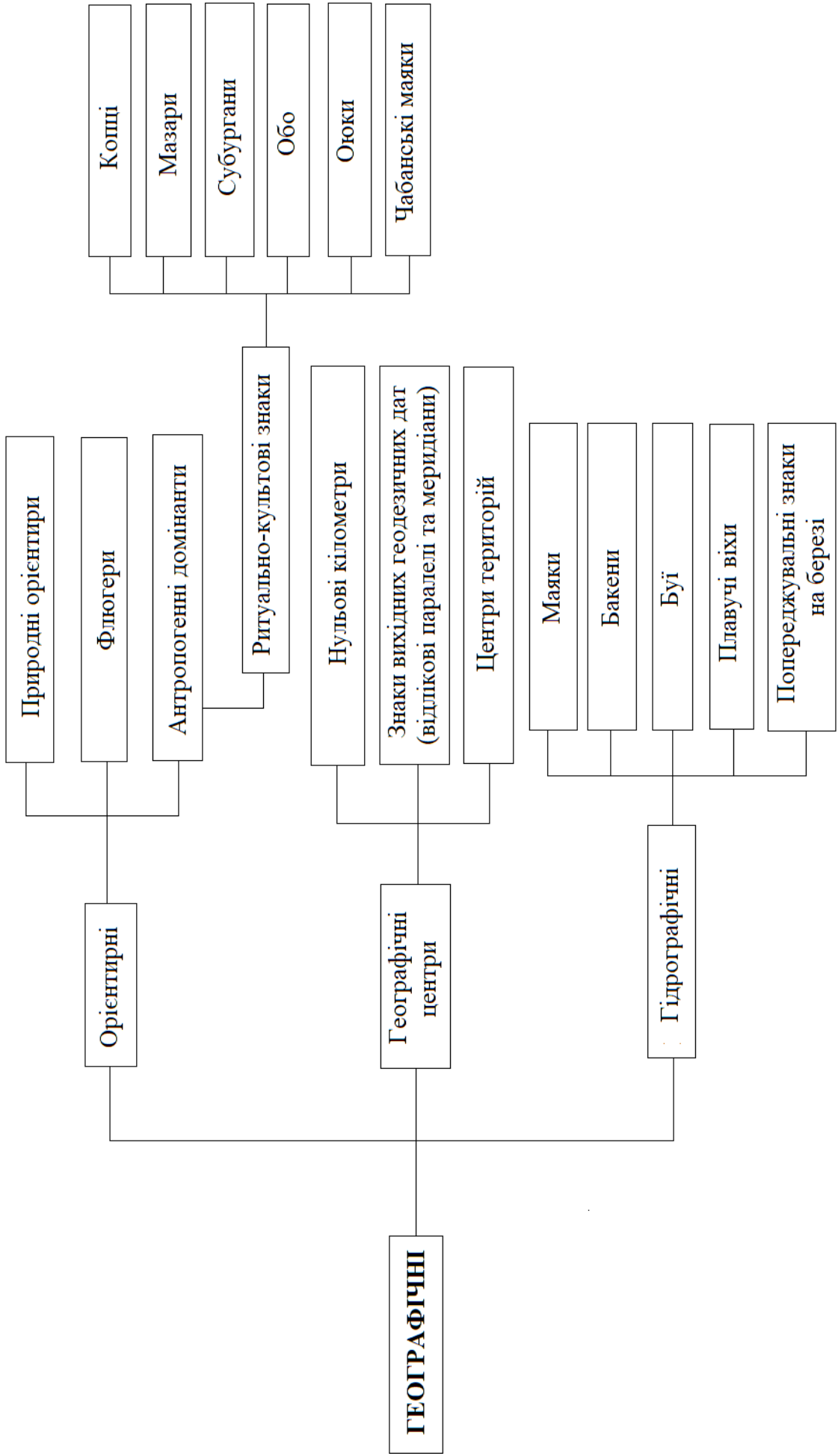
Поетапне впровадження віртуальних ЗНО на основній водній артерії України дозволить поступово зменшити експлуатаційні витрати на щорічне утримання реальних ЗНО (виставлення і зняття сезонних буїв, обслуговування буїв-сигар тощо), а також створить технічні умови для інтеграції річкових судноплавних шляхів України в Європейську мережу внутрішніх водних шляхів міжнародного значення.

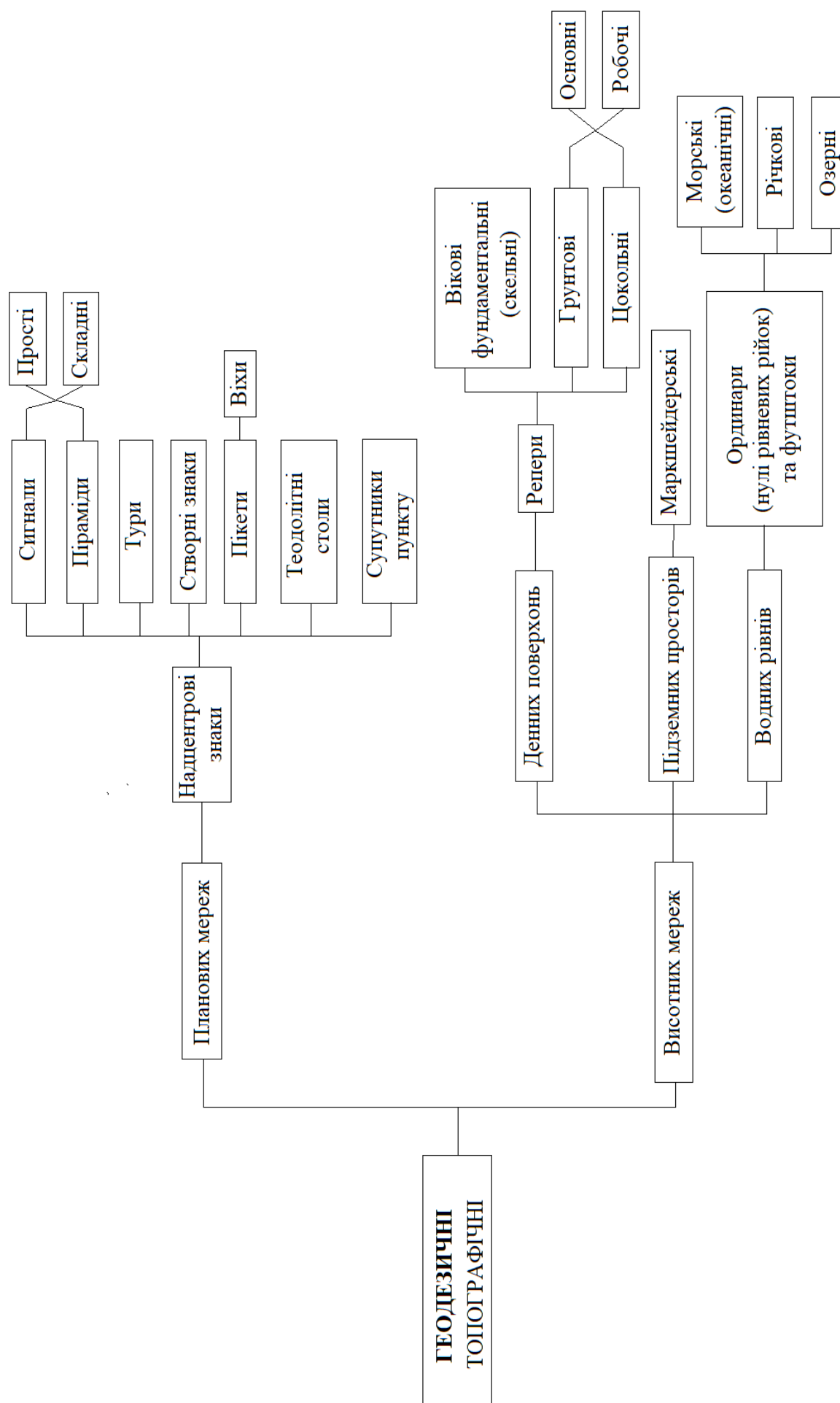
Загальна схема класифікації ландмарків представлена на рис. 1.1.

Історія вихідних геодезичних та координатних датумів уходить у стародавні часи. Першими вихідними реперами у Світі були піраміди у Гізі (Єгипет), мегалітичні астрономічні обсерваторії Стоунгенджу, комплекси астрономічних спостережень боснійських пірамід, астрокаменів в Арменії, диво-каменів у Росії та анфілада геолітичних пірамід в Кримських горах [1].









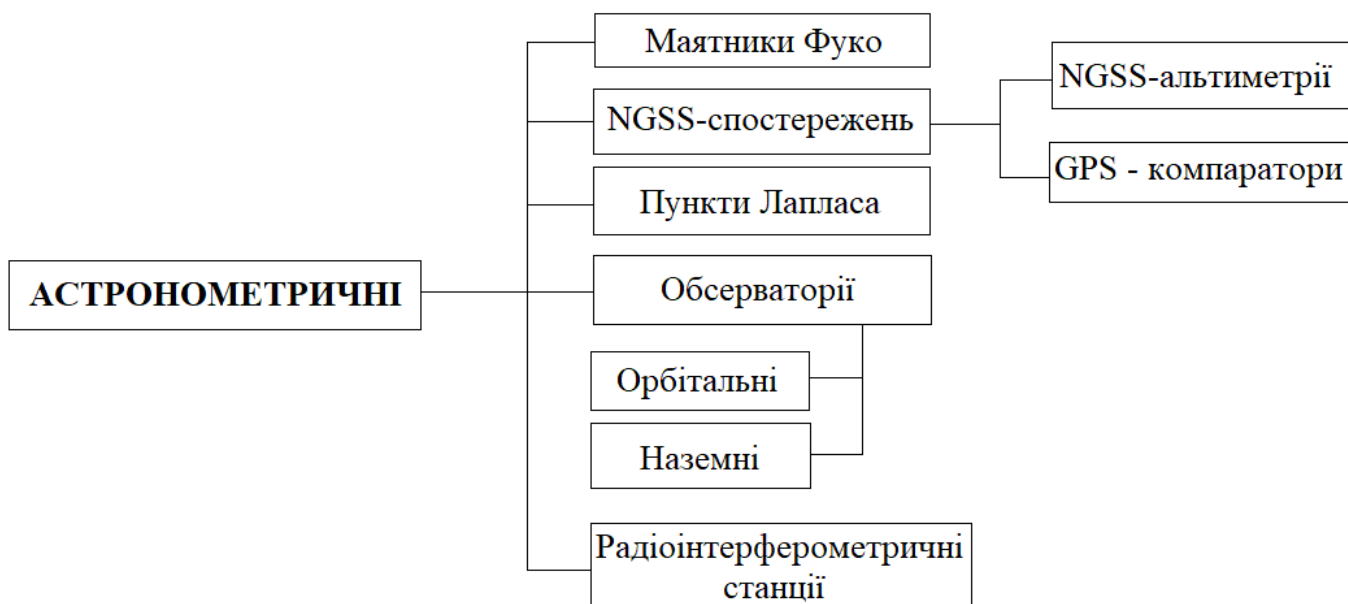
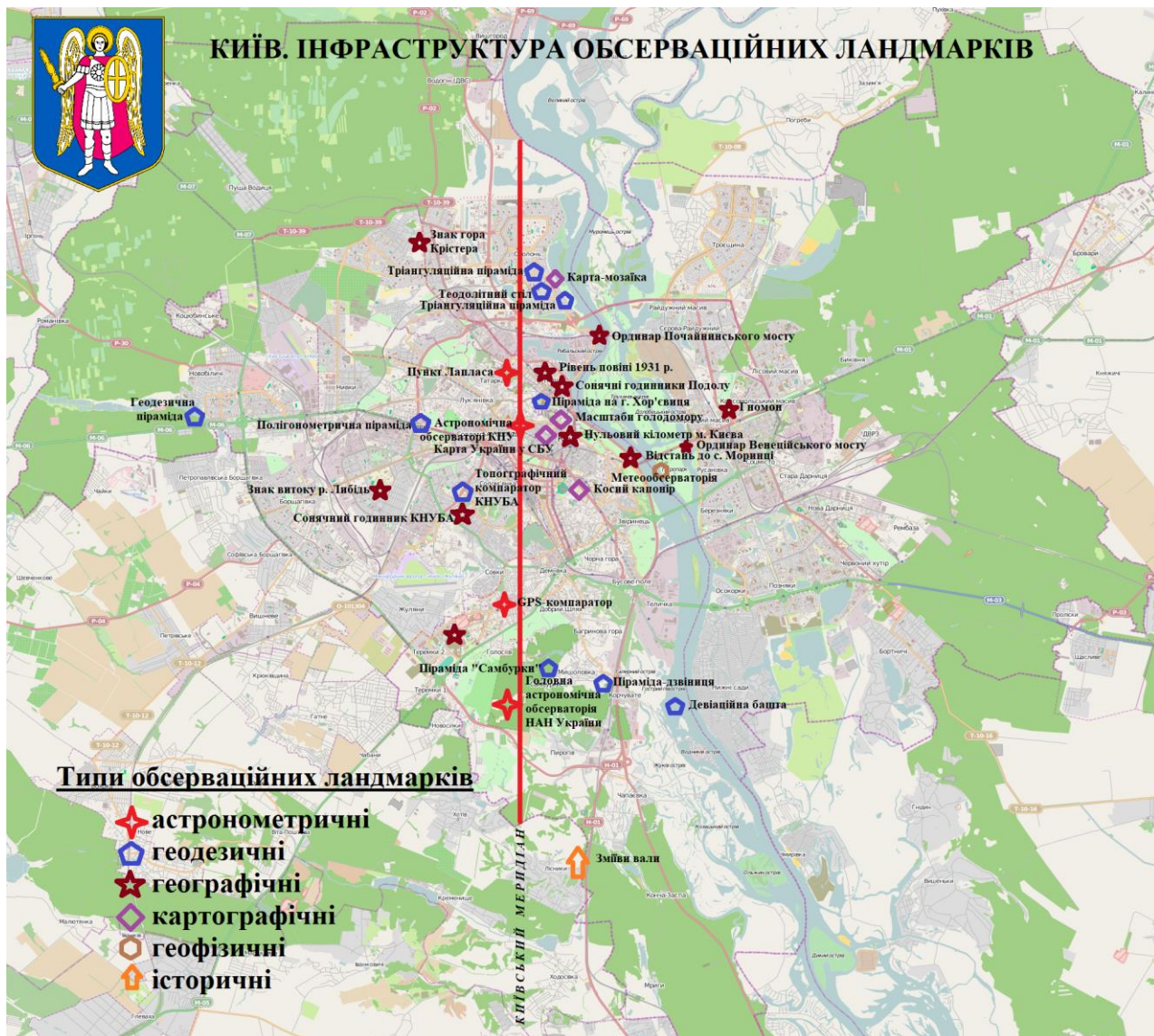
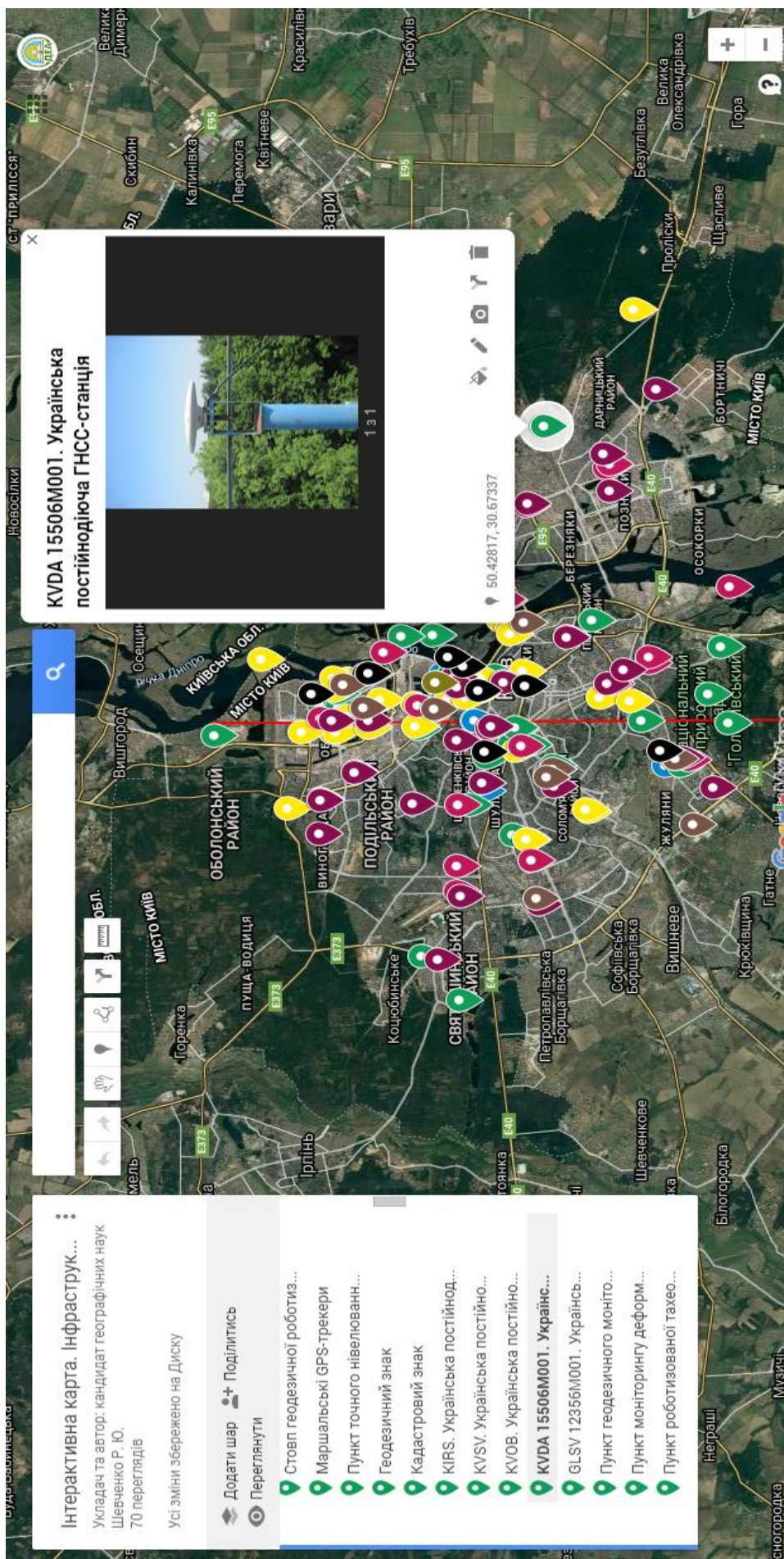


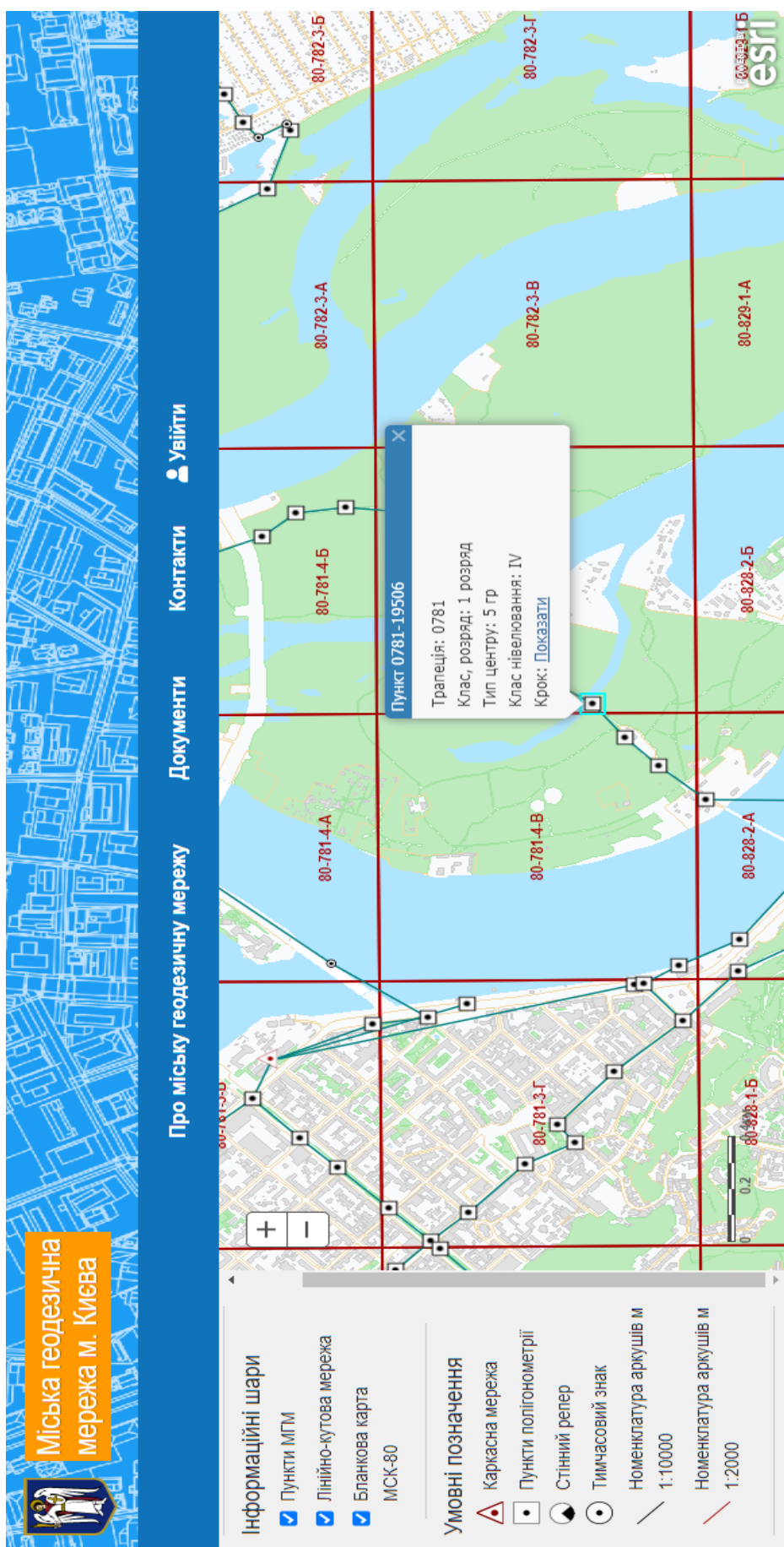
Рис. 1.1. Класифікація інфраструктури екологічних обсервацій – ландмарків







Б



В

Рис. 1.2. Ладмарки м. Києва: А – статична карта, Б, В – інтерактивні карти



У місті Києві першими метричними ландмарками були копці Києво-Печерської Лаври. Умовним відліковим знаком «початку землі руської» є камінь у дворі Національного історичного музею. Територіально ландмарки у м. Києві розміщуються відносно рівномірно в залежності від транспортно-логістичної й природно-антропогенної ситуації (рис. 1.2). У заплаві р. Дніпро переважають гідролого-метеорологічні ландмарки: футштоки, мірні рейки, буї та бакени, маяки прибережної навігації та віхи потенційно-небезпечних мілин, місць викиду стічних зливних вод в акваторію міста, санітарно-охоронні сонари Київської ДРЕС та ГЕС. Функціональне призначення відповідних ландмарків набуває значення при видобутку та транспортуванні річного донного піску від місць його вишукування до пунктів призначення, а саме до найближчого берега до територій будівельних майданчиків.

Останнім часом підвищується роль рекреаційного природокористування в районі урочища Чорторий, де відповідними ландмарковими маркерами позначені акваторії змагань.

Геодезичні, географічні та картографічні ландмарки домінують у загальній кількості ландмарків міста. Це обумовлено політичними, соціально-економічними та урбаністичними тенденціями розвитку столиці України. Супутникові ландмарки (NGSS/GPS) вже витіснили традиційні теодолітні столики, пункти-супутники, піраміди, сигнали та тури. Вони фактично перетворилися у пам'ятки історії геодезії, топографії, астронометрії та усіх геоінжинірингових наук, що потребують збереження, консервації та охорони держави на кшталт пуктів Дуги Струве. Фото ексклюзивних ландмарків м. Києва представлені на рис. 1.3.



Астрономо-геодезичний пункт Лапласа «Гора Юрковиця»





Стінний репер нівелювання (вул. Темірязевська, 3)



Картографічний ландмарк «Карта Ушакова» у Йорданського монастиря на Подолі.  
(вул. Кирилівська, 51/1, у тупику Мильного провулка)

Рис. 1.3. Ексклюзивні ландмарки м. Києва

## 1.2. Кореляційний аналіз обсерваційних ландмарків довкілля-простору

Функціонально-кластерний аналіз ландмарків зводиться до визначення сировини виготовлення ландмарку та природних ресурсів, промислового та економічного розвитку навколишньої території, від чого залежать фізичні властивості, місцерозташування, функціональне та часове призначення ландмарку.

Кореляційний аналіз відповідності ландмарку ідентичному до історичного типу природокористування та точності вимірювання (геотаксону) від найдавніших

часів до сьогодні є прикладним напрямком відповідних досліджень. Функціональна відповідність ландмарка визначається графо-аналітичним способом.

Організація рекогностування місцевості при організації обсерваційного моніторингу довкілля-простору на теперішній час забезпечується товарами картографо-геодезичного виробництва, а саме: туристичними навігаторами – приладами радіогеодезичного позиціонування, які працюють в системі супутникової (космічної) навігації, геоінформаційними системами та технологіями або геопросторовими базами та банками географічних даних, завдяки яким проєктуються та запроваджуються нові маршрути експедиційного вивчення території. Також проводиться візуальний польовий (полігонний) обсерваційний моніторинг в режимі реального часу.

Інструментарне забезпечення проєктування, розпланування і будівництва еколого-рекреаційних зон, комплексів та інших споруд представляють теодоліти, нівеліри, тахеометри, кіпрегелі, фототеодоліти, радіоінтерферометри тощо. Сучасне проєктування і моделювання маршрутів рекогностування потребує застосовувати фотограмметричні та маркшейдерські технології при прокладанні спелеологічних, рафтингових, альпіністських маршрутів екстремального туризму.

Розроблена теорія кореляції типу ландмарків із різновидами природокористування на окремо взятій території України. Приймаючи на увагу системний характер організації роботи підприємств природо- та ресурсокористування за різними видами економічної діяльності та їх відповідність до спеціалізованих типів обсерваційних ландмарків, функціонування обсерваційного екологічного моніторингу дозволяє зробити припущення про органічну кореляцію рівномірного розподілу різних типів ландмарків за територіальною організацією спеціалізованих ресурсовидобувних підприємств. Наприклад, Карпатський економічний район, що домінує запасами нафти та газу, корелює із ландмарками, що пов'язані із фотограмметричною, стереофотограмметричною, маркшейдерською та аерогеодезичною інформацією.

Таким чином елементи двох множин – різновидів спеціалізованих напрямків природокористування та множини (комплексів) відповідних ландмарків, – це взаємопов'язані компоненти однієї системи, які представляють основу кореляційної моделі територіальної організації виробництва та виду обсерваційного ландмарку за територією.

Для обґрунтування відповідності обсерваційного комплексу до типу природокористування на місцевості (математичної кореляції) задається співвідношення між цими двома множинами елементів територіальної системи спеціалізованого природокористування  $M_{(CT_i)}$  та типу обсерваційного ландмарку – кількості обсерваційних пунктів на  $i$ -ої території  $N_{(Ti)}$ .

Представимо їх як підмножину декартового множення в плоскій прямокутній системі відповідності  $M_{(CT_i)}$  та  $N_{(Ti)}$ .

Множина  $M_{(CT_i)}$  – комплекс підмножини спеціалізованих тематичних типів ресурсо- та природокористування, які розподілені за територіальною (топографічною та географічною) приналежністю, а конкретно:

$$M_{(CT_i)} \subseteq \{(CT_1), (CT_2), \dots, (CT_{10})\}, \quad (1.1)$$

де: (CT<sub>1</sub>) – промислово-урбаністичне природокористування;  
 (CT<sub>2</sub>) – міське сельбищне природокористування;  
 (CT<sub>3</sub>) – транспортно-промислове природокористування;  
 (CT<sub>4</sub>) – гірничо-промислове природокористування;  
 (CT<sub>5</sub>) – сільськогосподарське природокористування;  
 (CT<sub>6</sub>) – іригаційно-землеробське природокористування;  
 (CT<sub>7</sub>) – пасовисько-тваринницьке природокористування;  
 (CT<sub>8</sub>) – лісогосподарське природокористування;  
 (CT<sub>9</sub>) – водне та ґрунтово-водноохоронне природокористування;  
 (CT<sub>10</sub>) – рекреаційне та санітарно-гігієнічне природокористування.

$N_{(Ti)}$  – це об'єднання підмножини елементів відповідної сукупності спеціальних комплексів ландмарків, орієнтованих на моніторинг відповідних систем природокористування.

Підмножина типів системи сучасного природокористування в Україні інструментарно та технологічно зорієнтовані на наступні ландмаркові обсервації при проведенні екологічного моніторингу. Це можна представити наступним виразом:

$$N_{(Ti)} \subseteq \{(T-1), (T-2), \dots, (T-6)\}, \quad (1.2)$$

де: (T<sub>1</sub>) – астрономічні та астронометричні ландмарки: пункти Лапласа астрономо-геодезичної мережі України, яка поєднана із триангуляцією, полігонометрією, латерангуляцією та трилатерацією. Локалізація маятників Фуко, що визначають особливості обертання Землі, прецесійно-нутаційні аномалії. Пункти космічної триангуляції – GPS-мереж;

(T<sub>2</sub>) – геодезичні мережі та їх обсерваційні центри: геодезичні піраміди, геодезичні сигнали, геодезичні тури, марки, пікети, мережа висотних позначень: вікових (фундаментальних), тимчасових реперів, ординарів та футштоків рівнів водних поверхонь, центри та знаки космічної альтиметрії та аерокосмічного нівелювання місцевості;

(T<sub>3</sub>) – географічні ландмарки, які поділяються на картографічні, навігаційні, орієнтирні та історичні, що дозволятимуть визначати особливості територіальної організації різних сфер технічної забезпеченості та інженерно-географічної вивченості території, що допомагатимуть в процесі реалізації полігонних рекогносцивальних обсервацій;

(T<sub>4</sub>) – геофізичні ландмарки, які забезпечують проведення моніторингу горизонтальних та вертикальних рухів земної поверхні, визначення запасів корисних копалин та розробка проєкту організації екологічнобезпечних виробництв на промислових територіях, запровадження перманентного моніторингу всіх геосфер на територіях відповідних виробництв. Організація наземних та підземних маркшейдерських експедицій: дослідження штолень шахт, шахтових полів, печер,

карстових порожнин. Проектування соляних рекреалогічних та бальнеологічних шахт;

( $T_5$ ) – картографічні ландмарки застосовуються при визначенні зон біогенного впливу на підземні води, засолення та гірбіцизації ґрунтів, трансформація шарів педосфери під впливом зміни фізико-географічних та кліматичних зон, організації метеорологічного моніторингу за даними автоматизованих синоптичних лабораторій;

( $T_6$ ) – історичні ландмарки надають інформацію про історію системи природокористування, зміни та трансформацію кліматичних й погодних умов, їх вплив на ґрунти та іншу денну поверхню Землю.

У загальному вигляді розроблена графічна схема відповідності типу природокористування та комплексу обсерваційних ландмарків (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Кореляційна схема (графічна модель) зв'язку типу природокористування та виду ландмарку спостереження

Таким чином, отримуємо типову матрицю інцидентності типів ресурсного природокористування та забезпечення їх моніторинговим інструментарієм на відповідних обсерваційних ландмарків.

	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_5$	$T_6$
$CT_1$	1	1	0	0	0	0
$CT_2$	1	1	0	1	1	0
$CT_3$	1	0	1	0	0	0
$CT_4$	1	1	0	0	1	1
$CT_5$	1	1	1	1	1	1
$CT_6$	0	1	0	1	1	0
$CT_7$	1	1	0	1	1	1
$CT_8$	0	1	0	0	0	1
$CT_9$	0	1	0	1	1	1
$CT_{10}$	1	0	1	1	0	1

(1.3)

На прикладі міста Києва (рис. 1.5): це  $CT_1$ ,  $CT_9$ ,  $CT_{10}$ ,  $CT_2$ . У відповідності до типу природокористування визначені типи ландмаркових обсервацій. Це відповідно  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$ .

Кожний ландмарк відповідає за одне до декількох відповідних типів природокористування. Таким чином, кореляція та необхідність забезпечення розробки та реалізації моніторингу раціонального природокористування обсерваційними ландмарками є необхідною умовою отримання якісних даних про довкілля-простір.

Аналіз матриці та кореляційної схеми довів, що найбільш затребуваними обсерваційними ландмарками в системі природокористування, в частині організації та реалізації активного ресурсокористування є:

- геодезичні ландмарки планових та висотних мереж, а саме топографічні центри – прості та складні (сигнали, піраміди, тури, пікети, створні знаки, теодолітні столи);
- фотограмметричні знаки (розпізнавальні маркери);
- астронометричні пункти Лапласа, NGSS-спостережень, маятники Фуко;
- футштоки, репери основні та робочі, вікові фундаментальні (скельні), ґрунтові, цокольні, NGSS-альтиметрії тощо.

Відповідний комплекс ландмарків динамічної та статичної геолокалізації розширює геоінформаційну основу проектування інфраструктури індустрії державного обсерваційного моніторингу раціонального природокористування економіки України, надає точну та актуальну інформацію про зміни в геопросторі, обґрунтовує та підвищує екологічну та природоохоронну ефективність роботи ресурсовидобувних підприємств, створюючи основу безпеки життєдіяльності населення в повсякденних умовах, а також дає неабиякі можливості онлайн-контролю ситуацій, які виникають під час надзвичайних ситуацій природно-техногенного характеру. Застосування відповідних технологій робить роботу підприємств інноваційною та прагматичною з точки зору застосування геоінтелектуальних систем прийняття екологічних рішень в галузі обсерваційного моніторингу, які тільки починають апробуватися в м. Києві.



КИЇВ. МНОЖИНА ЕЛЕМЕНТІВ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ СИСТЕМИ  
СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

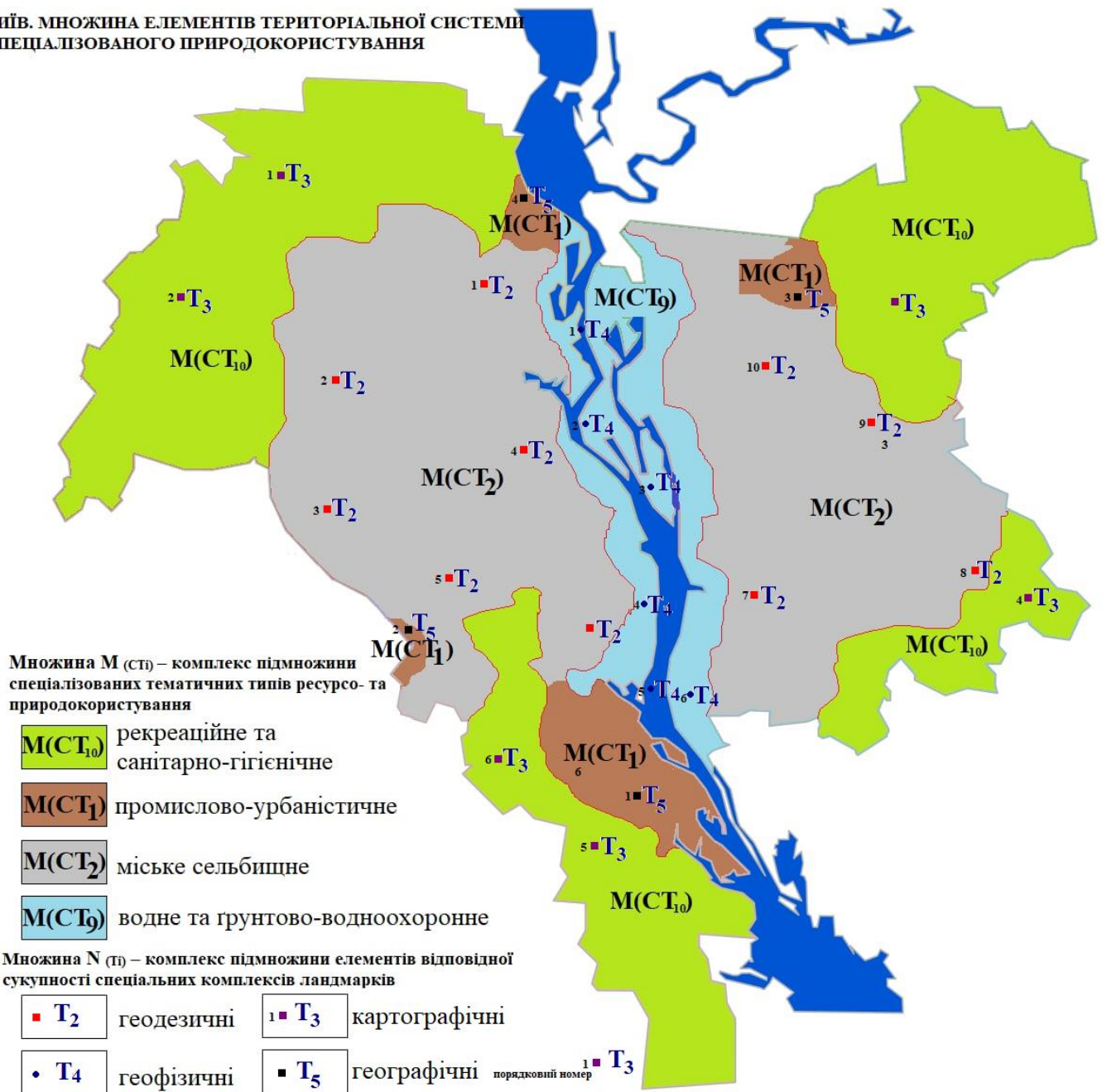


Рис. 1.5. Ідентичність типу природокористування та типу обсерваційного ландмарку на території м. Києва

### 1.3. Інновінг-інструментарій забезпечення рекогностування місцевості

Науково не визначеною задачею навіть в середовищі геоінженерних наук до яких відноситься картографія, геодезія, маркшейдерія, фотограмметрія, астрономо-геодезія є класифікація геодезичних приладів обсерваційного екологічного моніторингу взагалі, і зокрема, асортименту відповідної продукції, яку необхідно застосовувати в галузі оцінки викидів в довкілля. На рис. 1.6 представлена розроблена схема класифікації картографо-геодезичного інструментарію для реалізації обсерваційного моніторингу за ландмарками України.

Іновінг-інструментарій картографо-геодезичного виробництва, які застосовуються в обсерваційному екологічному моніторингу поділяються на аналогові або механічні та оптичні, робота з якими проходить в польових (полігонних) умовах безпосереднього знімання території, наприклад при розплануванні паркової та іншої рекреаційної зони. Цифрові (електронні) товари представляють собою прилади, які технологічно забезпечені електронними або радіоелектронними засобами вимірювання. Функціональність відповідних приладів кутомірна та висотомірна. Кутомірні прилади застосовуються при розплануванні парків та скверів природно-заповідного фонду, а висотомірні для будівництва ландшафтних парків.

Кутомірні прилади, це насамперед теодоліти фірми Leika. Першим, хто застосував теодоліт в галузі екологічного моніторингу був англієць Джон Сіссон, який вимірював кутові напрямки викидів забруднюючих речовин від димарів крупних підприємств м. Лондона. Висотомірні прилади представлені нівелірами (у перекладі означає «рівневий») та тахеометрами (у перекладі – «швидкий») фірм Usrex, Bosh, Leika. У цілях астрономічного спостережного моніторингу за сміттям в навколосемному (Ближньому) космічному просторі використовуються астрономо-геодезичні універсали, секстанти, маркшейдерські та гравіметричні стовпи [5].

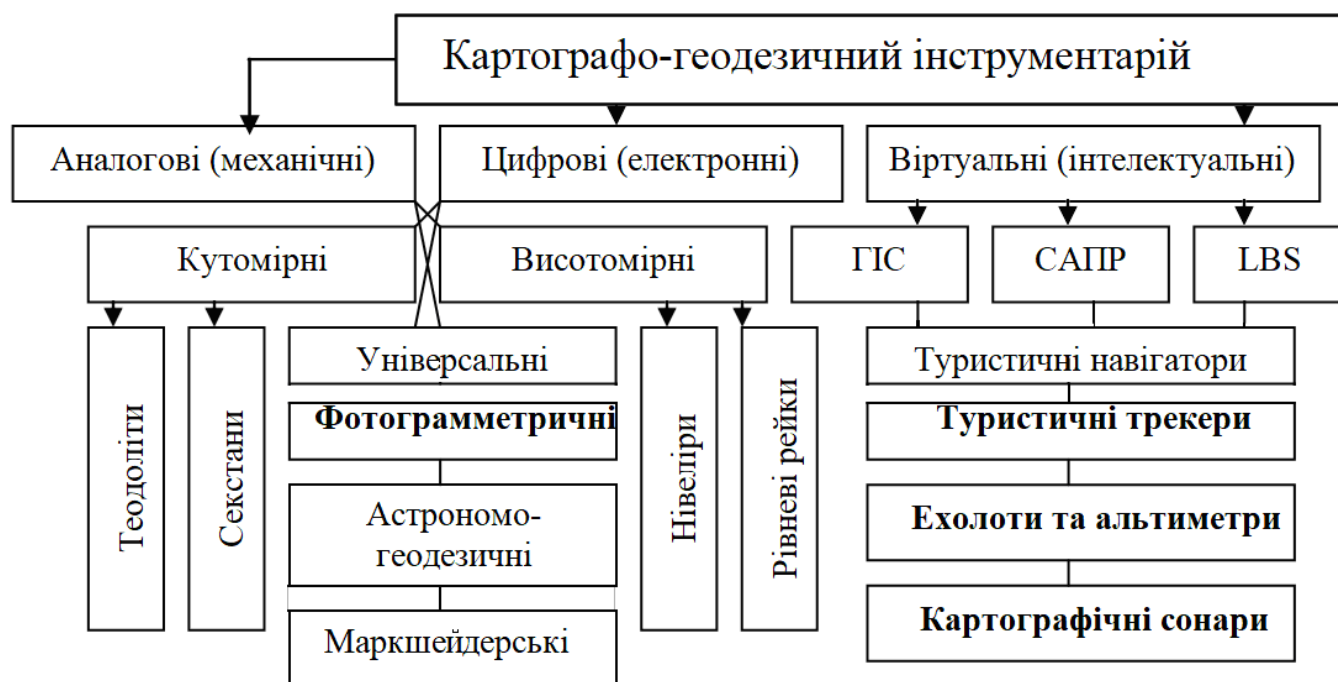


Рис. 1.6. Інструментарій обсерваційного моніторингу довкілля-простору

Віртуальний або інтелектуальний інструментарій представляють собою комерційні програмні продукти: ГІС – географічні інформаційні системи та технології (MapInfo, ArcGIS, Microstation, Panorama, AutodeskMapGuide), САПР – системи автоматизованого проектування або геоінтелектуальні системи прийняття екологічних рішень (MapCAD, GPSSurvey, GPSS standart), LBS-технології мобільного (стільникового) оповіщення про місцеперебування туриста.

*Навігатори*, які необхідно використовувати в обсерваційному рекогноситуванні



представлені фірмами-виробниками: «Аероскан», «Навіоніка», «Навлюкс», Garmin, MapsWithMe.

*Обсерваційні треки* забезпечують експедиційну партію даними про географічні координати положення групи, її швидкість переміщення, висотою над рівнем моря (спелеологічні та альпіністські обсервації) тощо і представлені наступними виробниками продукції: TomTom, Mio, iGo.

*Ехолоти* (вимірювання глибин) знайшли застосування в екогідрологічних обсерваціях, а *альтиметри* (вимірювання висоти літака) застосовуються у *авіавізуальному моніторингу довкілля-простору* та *рекогносциувальному повітроплаванні* і виготовляються фірмами Navteq, «Автосупутник», Garmin.

*Картографічні сонари* мають вузькоспеціалізоване використання в галузі екологічного моніторингу, а саме, в урбопромисловій обсервації.

*Центральною науковою задачею дослідження* є огляд картографічних моделей територіального (міського) розподілу кон'юнктури та попиту на товари картографо-геодезичного виробництва для потреб обсерваційного екологічного моніторингу м. Києва. Для цього необхідно вивчити еколого-географічне та природно-техногенне районування природно-територіальних систем м. Києва. Найбільш повно воно відображено в «Екологічному атласі Києва», а територіальна організація державних картографо-геодезичних підприємств викладена на сайті Державної служби з питань геодезії, картографії та кадастру.

Практичне використання обсерваційних методів та їх інструментаріїв знайшло впровадження при організації еколого-просвітницького туризму в межах природно-заповідного фонду м. Києва. Для укладання відповідної картографічної моделі зазначаються наступні тематичні шари: туристичні і рекреаційні кластери м. Києва за спеціалізацією відповідно до матриці інцидентності, центри виробництва картографо-геодезичних товарів і картографічно позначені ринки збуту відповідної продукції.

Відповідний процес картографічного іцидентно-симплексного моделювання перетворює геодані та їх полісистеми в просторово-територіальні моделі з метою отримання систематизованих та нових взаємозв'язків в системі «моніторинг-територія-ландмарк». В даному випадку складовими системи виступають товари картографо-геодезичного виробництва та територіальна організація екологічного туризму за національними парками та заповідниками.

Алгоритм іцидентно-симплексного картографічного моделювання побудований таким чином, щоб максимально визначити об'єктивні матеріальні явища або абстрактні та штучні конструкти (товари картографо-геодезичного виробництва), що підлягають вивченню у територіальній складовій міста.

Існуючий в екологічній картографії досвід говорить про те, що на відповідних картографічних моделях є змога відобразити різні просторові властивості і відношення, які відносяться до специфічних кореляційних складових, як товари та екологічні послуги з рекреації. Така картографічна модель відтворює геопросторову сутність складових, а саме – геоструктурну визначеність обсерваційних систем в екологічному туризмі м. Києва (рис. 1.7).

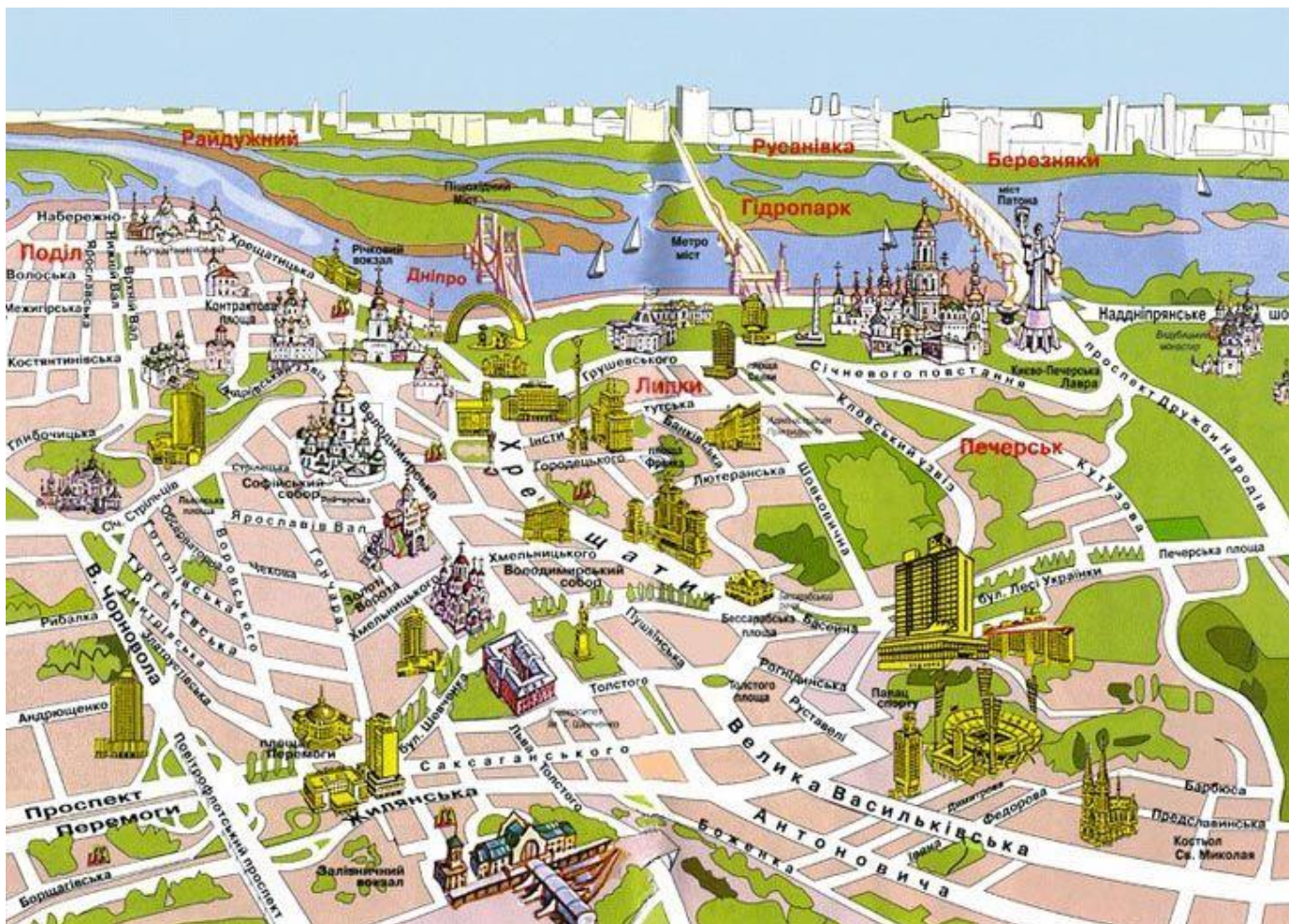


Рис. 1.7. Еколого-туристична карта м. Києва

Картографічні моделі, що складені на територію України наочно демонструють, що географічно територія України поділена на десять еколого-туристичних регіонів:

- центром ділового та подієвого екологічного фестивального туризму є м. Київ (численні екотовиставки, бізнесеконференції, екоярмарки тощо);
- ареали урбо-промислового туризму поширені в Луганській, Донецькій, Харківській, Дніпровській та Запорізьких областях – індустріальних регіонах держави, а також м. Київ;
- екологічний зелений туризм має потужні центри в Київській, Черкаській, Полтавській, Житомирській, Рівненській та Волинській областях;
- релігійно-паломницький туризм в екосистемах отримав розповсюдження в м. Києві та Тернопільській областях;
- круїзний (морський та річковий) туризм має центри у Києві, Одеській та Херсонській областях;
- рафтинг та каякінг має центри підготовки в Чернівецькій області;
- альпіністсько-спелеологічний туризм географічно представлений у Львівській, Івано-Франківській областях, та нещодавно і у м. Києві – спелеологічні дослідження Печерських, Варязьких, Китаївських, Звіринських, Кирилівських та Церківщинних печер;

- компанії космічного та авіаційного туризму мають представництва у Києві та Миколаївській області;
- парашутний туризм та повітроплавання поширений в Сумській, Чернігівській та Хмельницькій областях;
- масові центри рекреації та релаксації знаходяться у Києві, Вінницькій та Закарпатській областях.

Відповідно до територіальної спеціалізації еколого-туристичних подорожей розташовуються відповідні підприємства картографо-геодезичного виробництва наступним чном. На території ділового та подієвого туризму розміщена найбільша кількість підприємств (м. Київ) – ДНВП «Картографія», Укрінжгеодезія, Аерогеодезичне підприємство, Географіка, Укргеоінформ. Підприємства міст Харкова, Маріуполя, Бахмута, Донецька та Запоріжжя забезпечують товарами заходи урбо-промислового туризму. Картографічна продукція для екологічного зеленого туризму виготовляється у м. Рівне, Житомир, Київ та Полтава. Плани монастирів та релігійного паломництва активно реалізуються у м. Києві та Тернопільській області. Гідрографічне забезпечення круїзних маршрутів готується у м. Херсон. Плани рафтингових маршрутів виготовляються на підприємстві «Чернівцікартографія»; спеціальні навігаційні карти навігаторів розповсюджуються в м. Івано-Франківську та Львові. Парашутний туризм та повітроплавання розповсюджені у м. Кам'янець-Подільський та м. Суми. На Сіверщині знаходиться відомий на всю країну картгеоцентр цифрових повітроплавальних планів на територію України. Карти санаторіїв та профілакторіїв виготовляються на Вінницькій картографічній фабриці та у науково-дослідному і виробничому картцентрі у м. Мукачевому.

В трьох містах щороку проходять міжнародні туристичні екоярмарки «Мисливство та рибальство» (м. Київ), «Міжнародний туризм та реклама» (м. Горішні Плавні), «Туризм» (м. Одеса), де на продаж виставлені спеціалізоване навігаційне, геодезичне та картографічне тематичне обладнання і забезпечення для сфери екотуризму із вище перелічених центрів картографо-геодезичного виробництва України.

Послуги в організації туристичних та еколого-екскурсійних подорожей неможливі без широкого картографічного, навігаційного, а іноді й інженерно-геодезичного забезпечення. Це підтверджується тим, що геопросторове розміщення є визначальним фактором формування атракцій та DESTИНАЦІЙ конкретної території.

Місцезоташування унікальних природних та техногенних об'єктів обов'язково документується, в т.ч. картографічно. Формування нових DESTИНАЦІЙ неможливе без географо-картографічного обґрунтування та координування, яке визначається в процесі реалізації обсерваційного екологічного моніторингу. Таким чином підтверджується кореляція між ареалами спеціалізованого екологічного туризму з застосованими обсерваційними ландмарками та супроводжуваним інструментарієм – асортиментом відповідної картографо-геодезичної продукції.

Місцезоташування та кон'юнктура відповідного ринку картографо-геодезичної продукції для сфери індустрії екологічного туризму має територіальну прив'язку, яка визначена прийомами картографічного моделювання в програмному середовищі MapInfo.

На сьогодні в даній галузі наукових досліджень створення геоінтелектуальної

системи прийняття екологічних рішень вирішена проблема застосування інструментарію картографо-геодезичного виробництва при трансформації територіальної організації та управління екологічним моніторингом в середовищі інфраструктури обсервацій.

#### 1.4. Сучасні геоматичні технології реалізації обсерваційного моніторингу

Система супутникового моніторингу і навігації – це система моніторингу обсерваційних ландмарків, яка побудована на основі систем супутникової навігації, обладнання та технологій стільникового і/або радіозв'язку, обчислювальної техніки і цифрових екологічних, природоохоронних та ресурсо- користувальницьких карт.

Супутниковий моніторинг використовується для вирішення задач динамічного екологічного моніторингу в системах управління екологічним моніторингом антропогенного впливу.

Розвиток систем GPS-моніторингу в екологічному моніторингу можна розділити на наступні етапи. Перше покоління – offline-системи, які використовують принцип чорної скрині, який фіксує події, прив'язуючи кожен з них до географічних координат і реального часу. Після прибуття експедиційної групи із полігону вся інформація з такої чорної скрині проходить камеральну картографо-геодезичну обробку. Перевагами такого підходу є велика кількість різномірної інформації, яка збирається пристроєм та відсутність абонентської плати за передачу даних. При цьому передача здійснюється або через фізичне підключення пристрою до комп'ютера диспетчера, або через локальні бездротові мережі. Недоліком тут є те, що інформація стає доступною для обробки і аналізу тільки після прибуття об'єкта на базу.

Друге покоління систем GPS-моніторингу використовує в екомоніторингу для обміну інформацією не фізичні з'єднання та носії, а CSD-з'єднання (Circuit Switched Data) або GSM Data – стандартна технологія передачі даних з комутацією каналів у мережі GSM. Максимальна швидкість доступу складає 9,6 Кбіт/сек).

Третє покоління систем GPS-моніторингу для обміну інформацією використовується GPRS-з'єднання (General Packet Radio Service) – технологія швидкісної пакетної передачі даних у мережах GSM. Швидкість доступу складає 20-40 Кбіт/сек. На сьогоднішній час впроваджуються технології надшвидкісної передачі геоданих 4G та 5G. Важливим призначенням всіх вище перелічених технологій є збір картографічних даних та створення електронних моніторингових екологічних карт.

Процес збору картографічних даних для спеціалізованої ГІС обсерваційного моніторингу починається з аналізу забезпечення району робіт топографо-геодезичними, планово-картографічними матеріалами, а саме перевіряється наявність [26]:

- вихідних пунктів державної геодезичної мережі (далі – ДГМ);
- екологічних, природоохоронних, ресурсокористувальницьких та природокористувальницьких карт та планів різних масштабів на дану територію.

Після чого наявні матеріали геодезичних, екологічних, полігонних, топографічних робіт, що виконувались на даній території, аналізуються на предмет:

- місця розташування вихідних пунктів ДГМ;

- наявності базової екологічної карти масштабу 1 : 10 000;
- забезпечення екологічними картами (планами), що містять відомості про якісні та кількісні значення та властивості навколишнього природного середовища;
- встановлення меж природоохоронних територій та небезпечних екологічних зон.

В результаті аналізу вищенаведених матеріалів визначаються два основні способи створення цифрового картографічного матеріалу:

- оновлення існуючих паперових карт та актуалізація застарілих векторних карт;
- створення нових карт «з нуля», що пов'язано із зміною стану простору-довкілля внаслідок глобальних кліматичних змін.

Наразі в Україні одержання архівного картографічного матеріалу здійснюється за наступною технологією і проводиться шляхом їх сканування з подальшими маніпуляціями над отриманим растрово-картографічним зображенням: геоприв'язка, видалення зниклих геооб'єктів, нанесення нових елементів змісту [ ].

Якщо вимоги при скануванні мінімальні і це задовольняє умови, коли відсканована карта слугує для потреб візуального аналізу або, як растровий фон, поверх якого наносяться тематичні об'єкти, то досить тієї якості, при якій людське око розрізняє необхідні деталі. Вважається, що людське око не може бачити більш ніж 300 точок на дюйм (dpi). Тому для сканування архівних екологічних карт масштабів від 1 : 100 000 і дрібніше застосовується саме така величина роздільної здатності.

Якщо ж сканування екологічної карти та плану проводиться з метою її подальшої векторизації, то розрахунок роздільної здатності виконується за формулою:

$$\delta = 2/n, \quad (1.4)$$

де:  $\delta$  – роздільна здатність, з якою слід сканувати;  
 $n$  – мінімальна товщина лінії на карті.

Це означає, що найтонша лінія, накреслена на карті, повинна складатися як мінімум з 2 пікселів. В такому разі для екологічних карт, мінімальна товщина ліній для яких за нормативами складає 0,1 міліметра, мінімально достатня роздільна здатність повинна становити 20 пікселів на міліметр, або 508 dpi. А для природоохоронних карт масштабу 1 : 200 000, обернена величина дорівнюватиме 10 метрів на піксель. Тому для створення векторних карт крупнішого масштабу в результаті сканування вихідне зображення повинне мати роздільну здатність не менше ніж 508 dpi.

Після завершення сканування отримуємо зображення, яке необхідно записати у растрові файли одного з форматів \*.tiff, \*.bmp, \*.jpg тощо, та здійснити їх прив'язку до заданої системи координат.



Актуалізація існуючих векторних екологічних карт здійснюється шляхом внесення змін в їх геометрію або атрибути об'єктів на основі даних, отриманих після останніх наземних або дистанційних обстежень заданої ділянки території.

Збір вхідних даних для побудови баз картографічних даних екологічної ГІС, а отже, для створення цифрових карт заданого масштабного ряду, здійснюється за допомогою проведення топографічних знімачів. Види топографічного знімання класифіковано на дистанційні та наземні, а вибір методу визначається, в першу чергу, технічними можливостями та економічною доцільністю.

Аналіз результатів екологічного картографування показав, що найбільш інформативними, достовірними та перспективними вихідними матеріалами для створення електронних векторних екологічних карт є такі дані дистанційного топографічного знімання, як космічна та аерофотозйомка.

В даний час для дистанційних топографічних зйомок місцевості все частіше використовуються багатоспектральні оптико-механічні системи – сканери. За допомогою сканерів формуються зображення хмар точок, що складаються з безлічі окремих, послідовно одержуваних елементів. Термін «сканування» позначає розгортку зображення за допомогою скануючого елемента, який поелементно переглядає місцевість поперек руху носія і посилає променистий потік в об'єктів і далі на точковий датчик, що перетворює світловий сигнал в електричний. Цей електричний сигнал надходить на приймальні станції по каналах зв'язку. Зображення місцевості отримують безперервно на стрічці зі послідовних смуг – сканів, складених окремими елементами – пікселями.

Сканерні зображення можна отримати у всіх спектральних діапазонах, але особливо ефективними є видимий та ІЧ-діапазони. При зйомці земної поверхні за допомогою скануючих систем формується зображення, кожному елементу якого відповідає яскравість випромінювання ділянки, яка знаходиться у межах миттєвого поля зору. Ефективність застосування дистанційного фотознімання пов'язана з високим ступенем просторової та спектральної розрізненості.

Завдяки великому обсягу одержуваної інформації і відносній простоті застосування, дистанційні фотографічні методи зайняли провідне місце у створенні картографічної екологічної інформації. Так, на відміну від тахеометричного, мензульного та наземного фототопографічного знімачів, аерофототопографічне знімання значно скорочує витрати часу і коштів на складання та оновлення екологічних карт. Це відбувається за рахунок того, що фотознімання дає змогу отримати одномоментні зображення значної за розміром ділянки місцевості у вигляді дрібномасштабних аерофотознімків (рис. 1.8).



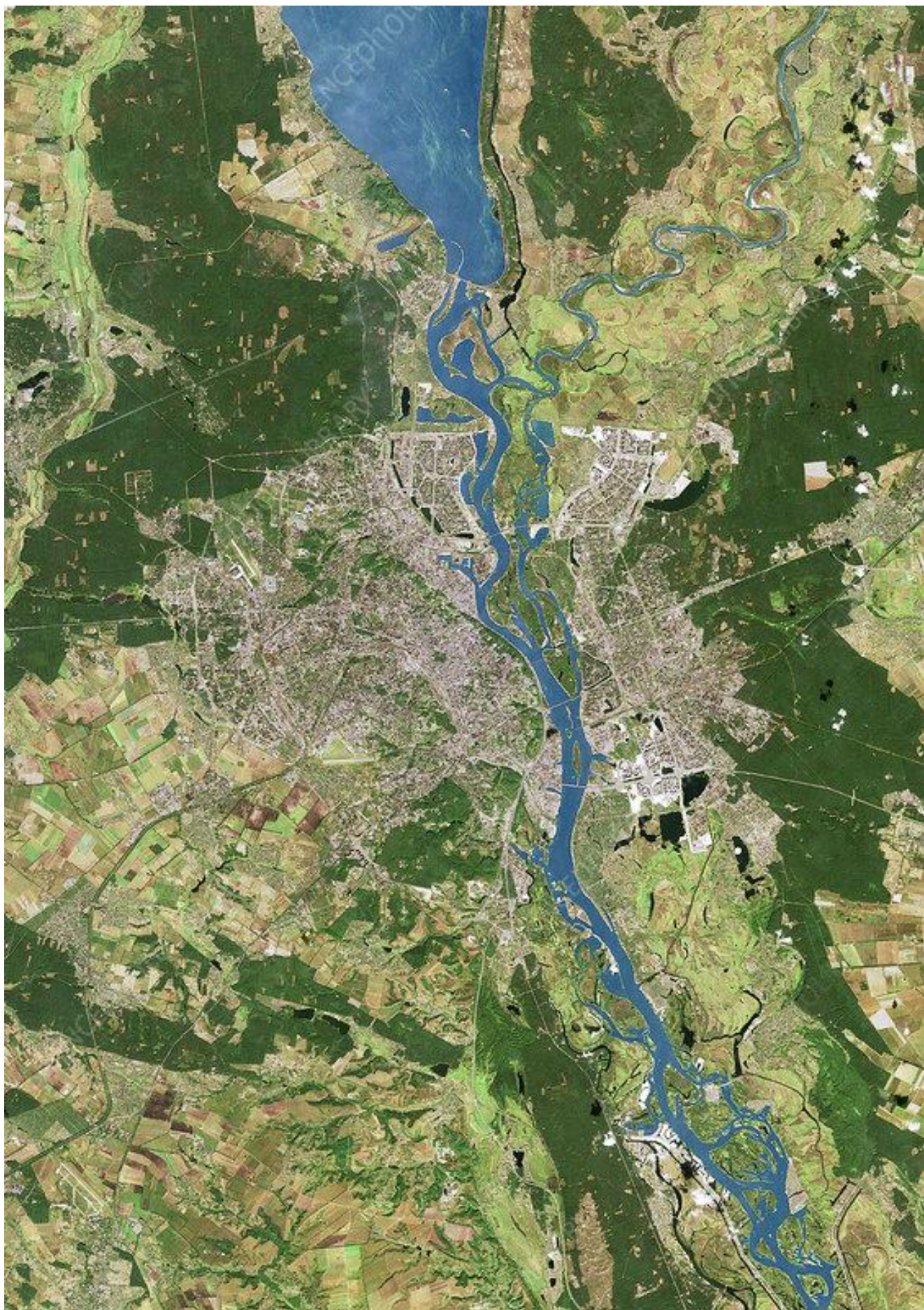


Рис. 1.8. Ортофотоплан м. Києва (зйомка червня 2020 р.)



Під час наземного (традиційного) знімання на це потрібно значно більше часу, тому що зображення місцевості створюється поступово, від точки до точки. Крім того, більшість робіт для створення екологічної карти виконується за допомогою технічних засобів у камеральних умовах. Для перетворення знімка в карту чи план, окрім фотографування місцевості, потрібно провести у повному обсязі польові топографо-геодезичні й камеральні фотограмметричні роботи. Останні пов'язані з дешифруванням фотознімків та визначенням виду, форми, положення об'єктів місцевості тощо, внаслідок чого значно скорочується обсяг польових робіт.

Наповнення тематичної бази даних екологічної ГІС вимагає збору специфічної інформації про стан довкілля і побудову ряду тематичних електронних екологічних карт.

Існуючі закордонні новітні технології створення електронних екологічних карт вже доступні вітчизняним розробникам. Але складність полягає у тому, що програмні продукти окремих виробників використовують різне представлення форми Землі, а отже і різні системи координат, що зумовлює труднощі експорту даних та їх конвертування.

Історично склалося так, що в Україні та ряді країн Східної Європи при геодезичних і картографічних роботах багато років використовується еліпсоїд Ф.М. Красовського, розміри якого було обчислено в 1940 р.: велика напіввісь – 6378245 м, полярне стиснення 1 : 298,3. В той час, як в світі існує ряд інших референц-еліпсоїдів (еліпсоїд Беселя, еліпсоїд Міжнародний) та декілька сучасних загальноземних еліпсоїдів (WGS-84, МСВЗ (IERS)). Склалася ситуація, коли постає гостра необхідність створення ефективних та універсальних методів перерахунку координат картографічних об'єктів між згаданими системами у національні вихідні геодезичні дати УСК-2000, які вже доступні вітчизняному розробнику.

### **1.5. Інструментарій геотегінгу при реалізації обсерваційного екологічного моніторингу м. Києва**

Екологічний моніторинг міста Києва – це найбільш бурхлива і затребувана суспільством галузь в системі державного управління, що жваво розвивається. За даними Всесвітньої екологічної організації, Україна посідає одне із провідних місць у галузі екологічного контролю державними органами влади.

Так, в 2019 р. Україна прийняла близько 2 тис. міжнародних моніторингових екологічних місій ООН, ОБСЄ та ЄС (20-те місце в світі). Високий рівень забруднення навколишнього середовища і природна різноманітність ставлять Україну на помітне місце в світі серед країн з потенційним ростом екологічного, просвітницького та еколого-промислового туризму. В країні знаходяться 7 об'єктів Всесвітньої спадщини природи ЮНЕСКО. Різні регіони та біогеоценози в Україні мають великі різноманітні ареали флори та фауни.

Основні еколого-туристичні маршрути в Україні представляють собою відвідування унікальних пам'яток природи столиці України, санаторно-курортних закладів Львівської, Закарпатської, Одеської та Херсонської областей, гірськолижних курортів Українських Карпат, мандрювання «Золотою підковою



природного надбання Черкащини» та «За геологічними пам'ятниками природи Львівщини», круїзи Дніпром та відвідування Національного природного парку «Асканія Нова» на Херсонщині, поїздки тунелями Карпатських гір, відвідування Шацьких озер та Синевиру, мандрування до грязьових вулканів Олешківщини.

Здійснення такого розгалуженого туризму вимагає перманентного обсерваційного моніторингу з оцінки впливу на довкілля відповідними екостежками за допомогою сучасних систем космічної навігації за методикою геотеґінгу та геокешінгу.

Сьогодні в Україні реалізація еколого-обсерваційного моніторингу в галузі запровадження широкомасштабних програм еколого-туристичних експедицій проходить період оновлення, згідно з затвердженою урядом цільовою програмою розвитку охорони природної спадщини в Україні 2018-2028 рр. У найбільш мальовничих і привабливих фізико-географічних зонах України будуть створені сприятливі умови для організації оперативного дистанційного моніторингу стану довкілля-простору, одним з яких є екологічний супутниковий геокешінг, як інновінгова технологія обсерваційного моніторингу.

Питання екологічного супутникового геокешінгу розглядаються у працях професорів Є. Скуритиної, Л.Є. Марченка, а також популярні статті в Вікіпедії та посилання в соціальних мережах. Однак комплексної методично і науково обґрунтованої праці з питань екогеокешінгу не існує. Тому актуальною в контексті формулювання методології обсерваційного моніторингу довкілля-простору є робота по узагальненню і висвітленню відповідної новітньої картографо-геодезичної технології на терені України.

Необхідним є визначення еколого-природоохоронного значення екогеотеґінгу в обсерваційному моніторингу в контексті залучення громадських екологічних організацій заради активного пізнання оточуючого світу та промоції природи України, як нової перцепційної програми розвитку держави. Нагальним питанням є представлення варіантів шляхових еколого-рекогностувальних листів у екогеокешінгу, що складається із системи геоінформаційного довідкового забезпечення щодо фізико- та еколого-географічної характеристики району дослідження. Вони ґрунтуються на визначенні геодезичних координат за допомогою GPS-навігатора, що є технічним оснащенням обсерваційного рекогностування. З'ясування технічних передумов виникнення екогеокешінгу в світі та Україні подано у роботі.

Історія екологічного геотеґінгу в моніторингу як сучасної методики почалася 2000 р. До цього супутники GPS (вся система супутників належить США) передавали координати з помилкою. Система GPS, як раніше і Інтернет, спочатку розглядалася як технологія для військових потреб. 1 травня 2000 р. Президент США У. Д. Клінтон зробив заяву про скасування режиму «selective availability» (режим штучного загублення точності визначення координат). Уряд США визнав GPS як інновінгову технологію, яка необхідна всьому світові, що застосовується у різних областях, від міської «швидкої допомоги» до екологічного моніторингу, розвідки корисних копалин, вивчення джерел забруднення та онлайн-спостереження за довкіллям-простором. З відміною обмежень користувачі GPS-приймачів отримали можливість визначати координати в 10 разів точніше, ніж раніше.

З появою GPS-пристроїв виникли різні сервіси, що використовуються в системі сучасного екологічного моніторингу. Передусім сервіси пов'язані з еколого-рекогносцивальними полігонними експедиціями, коли навігатор допомагає слідувати від реперу до пікету. Дослідники природи в лісах, в горах і на воді використовують GPS-приймачі для того, щоб позначати окремі точки і складати ці точки в маршрути, це так звані POI-пікети (точки особливого інтересу).

2 травня 2000 р. Дейв Алмер (Dave Ulmer) з Портленда (штат Орегон) в одній з мережових конференцій запропонував світові моніторинговий екологічний квест «Stash» (хованка природи), сутність якого полягає у тому, що один дослідник створює еколого-інформаційний аншлаг, публікує його координати в Інтернеті, а інші по цим координатам пробують знайти геоінформацію про унікальні та ексклюзивні об'єкти природи. Дейв Алмер створив по світу цілу систему супутникових координованих еколандшафтів, які дали поштовхи розвитку розвідувального екологічного туризму.

Організатор створив цілий тематичний моніторинговий сайт. Потім була заснована моніторингова екокомпанія «Grounded Inc», яка докладає зусилля, щоб зробити геотегінг в екології широко застосованим науково-технічним проектом. Паралельно розвиваються інші сервери, присвячені геотегінгу, такі, як «Navicache» і кілька сайтів в різних країнах світу. Затверджена міжнародна емблема екологічного геотегінгу, що символізує центр (фактично ландмарк, обґрунтування якого подано вище).

Із залученням GPS-пристроїв виникли різні сервіси екологічного моніторингу, що використовують їх можливості.

*Екологічний обсерваційний геотегінг в моніторингу довкілля-простору* – це сучасна технологія пізнання навколишнього природного середовища, спрямована на вивчення стану еколого-географічної спадщини, є ексклюзивним видом активного екологічного та еколого-пізнавального моніторингу при підготовці фахівців інтерпретаторів природної спадщини довкілля.

Завдання цього специфічного виду моніторингу допомагає вирішувати прилад – супутниковий GPS-навігатор, який приймає радіосигнали від штучних супутників Землі. Відповідно до цих сигналів користувачеві надаються координати точки, в якій він знаходиться, швидкість руху, відстань до заданого об'єкта, висота над рівнем моря, шляховий кут, траєкторія руху (азимут), пройдена відстань, астрономічні дані та багато іншого. Просування геотегінгу, як одного з основних напрямків обсерваційного моніторингу, дозволяє реалізовувати завдання більш рентабельно та оперативно.

*Геокешінг* («geocaching» з грец. «geo» – Земля, англ. «nat.cache» – природний тайник або пам'ятник) – пов'язаний з пошуком унікальних природних ексклюзивів або розгадування природних аномалій, пов'язаних із географічними координатами.

Еколого-обсерваційний геокешінг запроваджується в регулярних рекогносцивальних експедиціях і може використовуватися для навчання сучасним картографо-геодезичним технологіям не тільки для екологічного моніторингу, які методично формують картографічні вміння та геопросторову компетенцію за допомогою прийомів ДЗЗ та ГІС, а й з географії, рекреації, організації

туристичних і еколого-екскурсійних подорожей, екологічного країнознавства та києвознавства.

Організатори реалізації екологічного вивчення закодовують урочища у ГІС-інструментарії та вказують їх географічні координати в Інтернеті. Це використовується в науково-педагогічній діяльності. Викладач за цією навчальною моделлю при викладанні курсу «ГІС в екології» виконує роль «штурмана» еколого-рекогносциувальних маршрутів.

В процесі не тільки відзначаються точки на карті, а й збираються матеріали для перевірки точного місцезнаходження та прокладається для студентів-екологів шлях від однієї точки (реперу) до іншої (пікету або марки). Дослідники або студенти отримують перелік точок, які вони повинні відвідати. Завдання – знайти реперні точки, що стосуються еколого-географічної та еколого-туристичної особливості топографії місцевості. У кожній реперній точці (обсервації) студенти виконують навчальні завдання і роблять помітки на своїй дорожній карті (пікетажному екологічному журналі).

Влітку і восени 2019 р. навчальні заходи із організації обсерваційного екологічного моніторингу за технологією екогеотегінгу пройшли в кількох містах України: Києві, Харкові та Черкасах. У всіх містах екологічні технології GPS викликали значний науковий інтерес. При організації апробації інновітг-технології, основне навантаження і конструктивна діяльність була покладена на відзначення точки (реперу) на місцевості.

Наукові завдання *освітнього екогеокешінгу*, поділяються на такі типи: на уважність і пошукову активність навколо зазначеної топографічної, гідрографічної чи орографічної точки. Відповіді на ці питання потребують уваги і спостережливості. Найчастіше студенти, учасники екогеокешінгу не звертають уваги на топографічні об'єкти, які їх оточують. Так, завдання «знайдіть природно-техногенні об'єкти еколого-географічної обсервації біосфери, що мають ознаки орієнтирів», спонукає підняти голову і побачити гілки хвойних дерев, їхню орієнтацію за сторонами світу.

*Екологічний геотегінг – це технологія не лише наукова, а й навчально-педагогічна із раціональної організації проведення екологічного обсерваційного моніторингу.* Наприклад, якщо до наукового завдання прикладається архівний фототеодолітний знімок чи карта, то пошук відповіді на питання «що на цій фотографії чи карті не відповідає сучасній топографічній дійсності» вимагає від дослідників знайти об'єкти, які з'явилися або зникли в даному місці.

Знання еколого-географічних фактів про досліджувану місцевість (геокомунікативна активність) є запорукою успішної реалізації рекогносциування. Пошук відповіді на завдання «Палеоекологіна спадщина» передбачає знання з історії та географії цих місць, наприклад, «чому місце у Києві називається Вовками» (урочище на Південному Заході Біличів у Києві), «чому урочище між Нивками та Академмістечком називається Дударів Сінокіс або Веселий Майдан».

*Технологія локальних обсерваційних вимірювань.* Передбачає використання можливостей GPS-станції або смарт-додатка гаджету. Наприклад, вимірявши площу урочища можна дізнатися його ярусність. Позначивши реперні точки за його

периметром і отримавши від GPS-станції відстані між цими точками дозволяє моніторити площі заповідання.

Екологічні мітки в обсерваційного моніторингу – це ексклюзивна методика із визначення астрономічного азимуту з першого пункту на другий при моніторингу геофізичних змін відхилення прямовисних ліній девіаційної обсервації компасного картографування довкілля-простору (практично визначаються параметри річного схилення магнітної стрілки).

На завершальному етапі обсерваційного моніторингу за технологією супутникового геотегінгу укладають панорамні фотокарти та презентації пояснення у PowerPoint, в яких розповідають про результати виконання наукових завдань за обсерваційними пунктами POI.

Сьогодні українська національна школа підготовки фахівців в галузі екологічного моніторингу покликана формувати геопросторову компетентність, яка дозволить кожному випускнику стати висококваліфікованим фахівцем і спеціалістом, який адекватно орієнтується в сучасних геотехнологіях в екології. Важливим фактором ефективності екологічного моніторингу стає впровадження супутникових навігаційних і картографічних технологій. Але проблема полягає в тому, що декларативне запровадження картографічного GPS-методу до обсерваційного рекогностування часом призводить до формалізації, яка полягає у відкиданні можливостей смарт-систем в екології, що є помилкою і лише лобіює інтереси великих геодезичних компаній.

*Доцільною є інноваційна методологія обсерваційного екологічного моніторингу – супутниковий геотегінг.* Основним завданням методичного забезпечення впровадження геокешінгу до реалізації програм екологічного моніторингу є акумулювання банку описів проєктів та структурованого ГІС-банку «точок-ландмарків». Варіантів організації проєктів у формі екологічного обсерваційного геокешінгу може бути багато.

По-перше, проєкти можуть мати різну предметну спрямованість (екологічне краєзнавство, географія надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, екологічне киевознавство, рекреаційна географія та курортна справа). Крім того, можуть бути міжпредметні або надпредметні спрямування.

Екологічне картографування за допомогою GPS-навігаторів, крім визначення координат, має і багато інших можливостей: визначення відстані, площі, швидкості і часу. Екогеотегінг та його ГІС-варіація може самостійно розробляти маршрути і завдання, що не менш цікаво і пізнавально, ніж визначати об'єкти заданого маршруту і шукати відповіді на питання. Це вже запроваджено в технологію *кіберкартографії*, головне наукове завдання якої – визначитися із завданнями проєкту і задалегідь розробити цікаві дослідницькі проблеми з топографії, географії та екологічних проблем місцевості. Подібні проєкти доцільні в галузі *екологічної геодезії та картографії*.

Ще один спеціалізований напрямок обсерваційного геотегінгу – *еколого-освітній геокешінг* стає дуже популярним в країнах ЄС. Всі дослідники довкілля працюють онлайн в навігаційних картах. У Києві їх розробками займаються підприємства «Візіком», «Аероскан», «Навітел» та «Навіоніка». Вони можуть розробляти і адаптувати відповідні спеціальні карти маршрутів, отриманих у ході

реалізованих раніше проєктів: «Природно-техногенний простір м. Києва», «Підприємства забруднювачі та їх джерела» (фотографування об'єктів та їх одночасне координування та картографування), «Небезпечні техногенні об'єкти», «Природні орієнтири», «Природні ексклюзиви».

Організація екологічного моніторингу за технологією екологічного геотегінгу, як педагогічна та інженерна *методологія апробована в рамках київського міського дистанційного освітнього екологічного проєкту «Екоград»* і присвячена проблемам відеоєкології міста.

*Відеоєкологія* – прикладний напрямок екології, що вивчає вплив видимого довкілля на здоров'я людини. Небагато замислюються про те, що панування темно-сірого кольору, величезна кількість великих плоских поверхонь, переважання прямих ліній і кутів – все це робить негативний вплив на наше самопочуття. Основоположне питання проєкту – психофізіологічний фактор у зовнішньому вигляді географічних об'єктів.

Для реалізації відповідного специфічного обсерваційного моніторингу на основі геокешінгу та геотегінгу визначені п'ять наукових завдань. Для міста Києва пропонується використовувати супутниковий GPS-навігатор Garmin Dakota 20, де результати онлайн-дослідження оперативно представляються у вигляді ментальних карт довкілля-простору. Софт навігатора дозволяє проаналізувати видиме середовище мікрорайонів м. Києва з точки зору геокешінгу. Визначаються «оздоровлювальні території» і непривабливі об'єкти та геопатогенні зони.

В результаті моніторингу визначено агресивне видиме середовище міста, що обумовлює типову забудову м. Києва. З точки зору екопсихофізіології вплив має все, що нас оточує. Голі стіни з бетону, глухі паркани, темно-сіра кольорова гама негативно впливає на здоров'я. Водночас в результаті моніторингу зазначається, що техногенне середовище буває геовітальним. Це залежить від присутності різноманітних елементів – зелених посадок, сучасних будівель, незвичайних за формою і колірної гама, рекламних щитів і барвистих магазинних вивісок. Це формує техногенне довкілля відкритого простору [59].

*Еколого-обсерваційний геотегінг* – це потужний інструментарій, що дозволяє підняти на якісно новий рівень і наповнити новим практичним змістом організацію моніторингу навколишнього природного середовища. Дана технологія дозволяє зробити процес спостереження дійсно актуальним, особистісно-значущим, цікавим і творчим. Доцільною є реалізація відповідної технології на територію м. Києва, в якій використовується маршрут проходження за заздалегідь завданими точками-ландмарками. Точність, з якою GPS-приймач визначає геопозицію, складає декілька десятків метрів. GPS-приймач дозволяє лише «окреслити» невеликий район місцезнаходження об'єкта. Для більш точного пошуку необхідно користуватися геоінформацією з описання маршруту екологічного рекогносрування.

*Еколого-обсерваційний геотегінг*, як новітня методологія, направлений на становлення та вдосконалення (оптимізацію) системи обсерваційного моніторингу: геоінформаційними системами, включаючи використання GPS-навігатора та смарт-гаджетів; технологічної взаємодії в процесі створення загальної програми екологічного моніторингу, роботи з новітніми інформаційно-комунікаційними технологіями геоінформатики, географії, краєзнавства, рекреалогії. В ході

проведення екологічного моніторингу за цією технологією окреслюються і визначаються територіально-функціональні компоненти довкілля-простору.

Сценарій реалізації еколого-обсерваційного геотегінгу поділяється на чотири етапи:

- *рекогностувально-ознайомлювальний*: знайомство з GPS-навігацією та GPS навігаторами, видача завдання;
- *моніторингово-пошуковий (обсерваційний)*: пошук природно-техногенних об'єктів за вулицями міста Києва;
- *створення презентації та обсерваційної моніторингової карти* за результатами пошуків. Показ та захист презентацій результатів моніторингу. Маршрутні карти та листи з завданнями використовуються в якості геоілюстрацій за тематикою, наприклад, «Еколого-географічна спадщина м. Києва».

## 1.6. Розробка інновінг-інструментарію цифрової реальності довкілля-простору

В основу концепції інновінг-інструментарію цифрової реальності довкілля-простору покладаються вже апробовані теоретичні аспекти еколого-ландшафтної трансформації природно-територіального комплексу масштабного ряду діапазону 1 : 50 000 – 1 : 100 000. Відповідне мірило параметрів моніторингової територіальної «екобезпечності» еколого-територіального ландшафту підтверджується сучасними матеріалами аерокосмічної зйомки та дистанційного зондування Землі. І не лише ними. Відомо, що геосистемне ландшафтне картографування при визначенні геофізичних джерел збурювачів латерарності (стабільності) ландшафту проводиться у пріоритетному масштабі 1 : 64 000.

У відповідності до Першої аксіоми ландшафтоутворення «...перетворення ландшафтних територіальних комплексів до самотрансформованих є наслідком антропогенного впливу, який зазначається у температурних та синоптичних показниках...», атрактивність (привабливість) ландшафту та перетворення його на DESTИНАЦІЙНУ БЕЗПЕЧНУ ЕКОЗОНУ відбувається найповільніше. Не зважаючи на це, екологічна безпека довкілля-простору у відповідності до Директив Світової туристичної організації не є пріоритетною і навіть не зазначеною у її регламентах, внаслідок чого статистика постраждалих туристичних груп по усьому світові визначається геометричною прогресією.

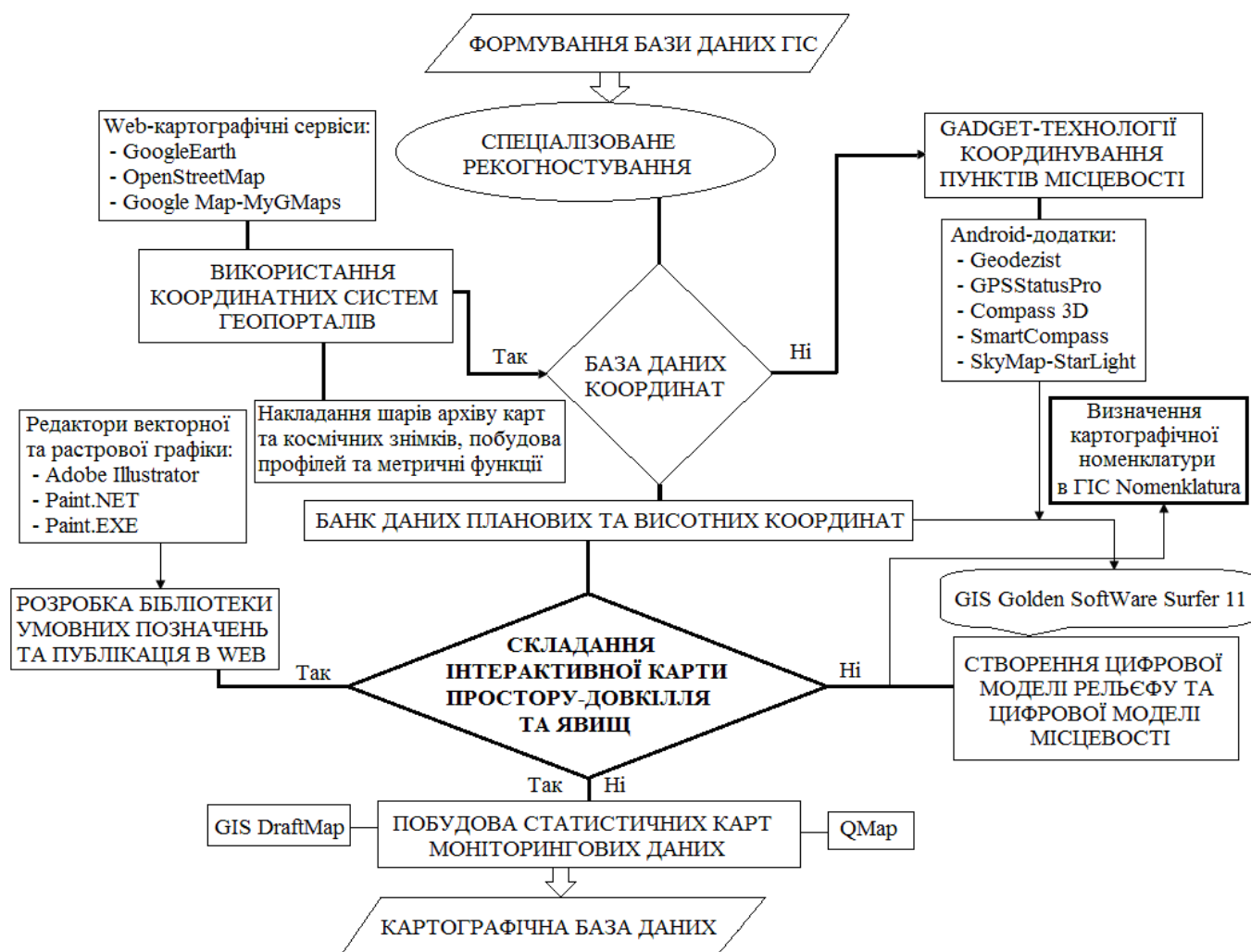
Відповідний недолік складової безпеки при організації туристичних подорожей, особливо не групових, частково компенсується неурядовими інтерактивними картографічними сервісами Інтернету – геопорталами, де туристами-аматорами наносяться потенційні природно-техногенні небезпеки територій, біологічні та санітарно-епідеміологічні небезпеки. Але не враховується фактор геотрансмісії небезпечних речовин в морських портах, литовищах, поштових та транспортних перевезеннях, що супроводжують туристичний трансфер. Але у цих усіх дослідженнях відсутній інструментарій цифрової реальності довкілля-простору, який є основним законом його екологічного моніторингу. Таким чином це потребує формулювання концептуальних засад алгоритму впровадження (апробації) інновінг-інструментарію цифрової реальності

довкілля-простору та подальшої розробки теорії екологічної безпеки довкілля-простору та обґрунтування її наукових законів, апробованих в системі екологічного моніторингу м. Києва.

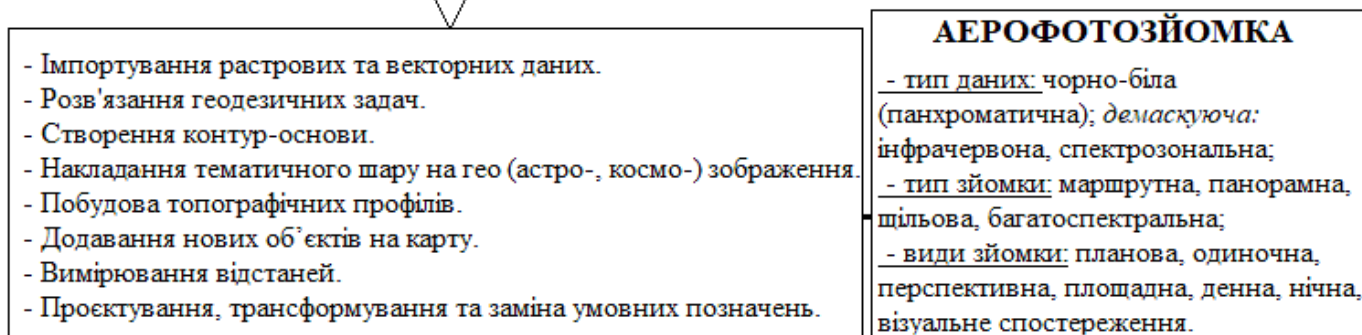
Детально розглянемо апробаційний алгоритм інновіг-інструментарію цифрової реальності довкілля-простору за допомогою краудосорсингових програм просторової візуалізації (рис. 1.9).

Інформаційно-аналітичним ядром функціонування геоінтелектуальних систем прийняття екологічного рішення є технології формування баз даних ГІС, яка акумулює дані спеціалізованого обсерваційного рекогностування за складовими інфраструктури еколого-географічних обсервацій (ландмарків) [88-89]. Польові рекогностувальні журнали складаються із бази даних географічних (астрономічних) координат в системі ( $XX^{\circ}XX'XX''\cdot XXXX$ ), прямих прямокутних координат у конформній (рівнокутній) проєкції Гауса-Крюгера зі зміщенням ординати  $N = +500000$  метрів та геоцентричних координат  $X, Y, Z$ .

У польових рекогностувальних журналах зазначається: дата, час, середня швидкість у км/год та система координат. В обсерваційному журналі географічних (астрономічних) координат в змістовному наповненні зазначається: № об'єкту місцевості, інтерпретація об'єкту місцевості (назва), точність визначення, азимут (напрямок) та координати об'єкту місцевості (широта –  $\varphi$ , довгота –  $\lambda$ , висота –  $H$ ). В обсерваційному журналі геодезичних координат Гауса-Крюгера в змістовному наповненні окрім перших трьох, як у попередньому журналі ще зазначаються: зближення меридіанів, магнітне схилення, дирекційний кут Сонця, координати  $x, y, h$ . У польовому журналі геоцентричних координат зазначають окрім № об'єкту місцевості й інтерпретації об'єкту місцевості (назви) такі особливості: азимут Сонця, кут місця Сонця та координати  $X, Y, Z$ .



### ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ГЕОТЕГІНГУ ДЛЯ ФОТОКООРДИНУВАННЯ ЕКСКЛЮЗИВНИХ ТА УНІКАЛЬНИХ ПАМ'ЯТОК ПРИРОДИ





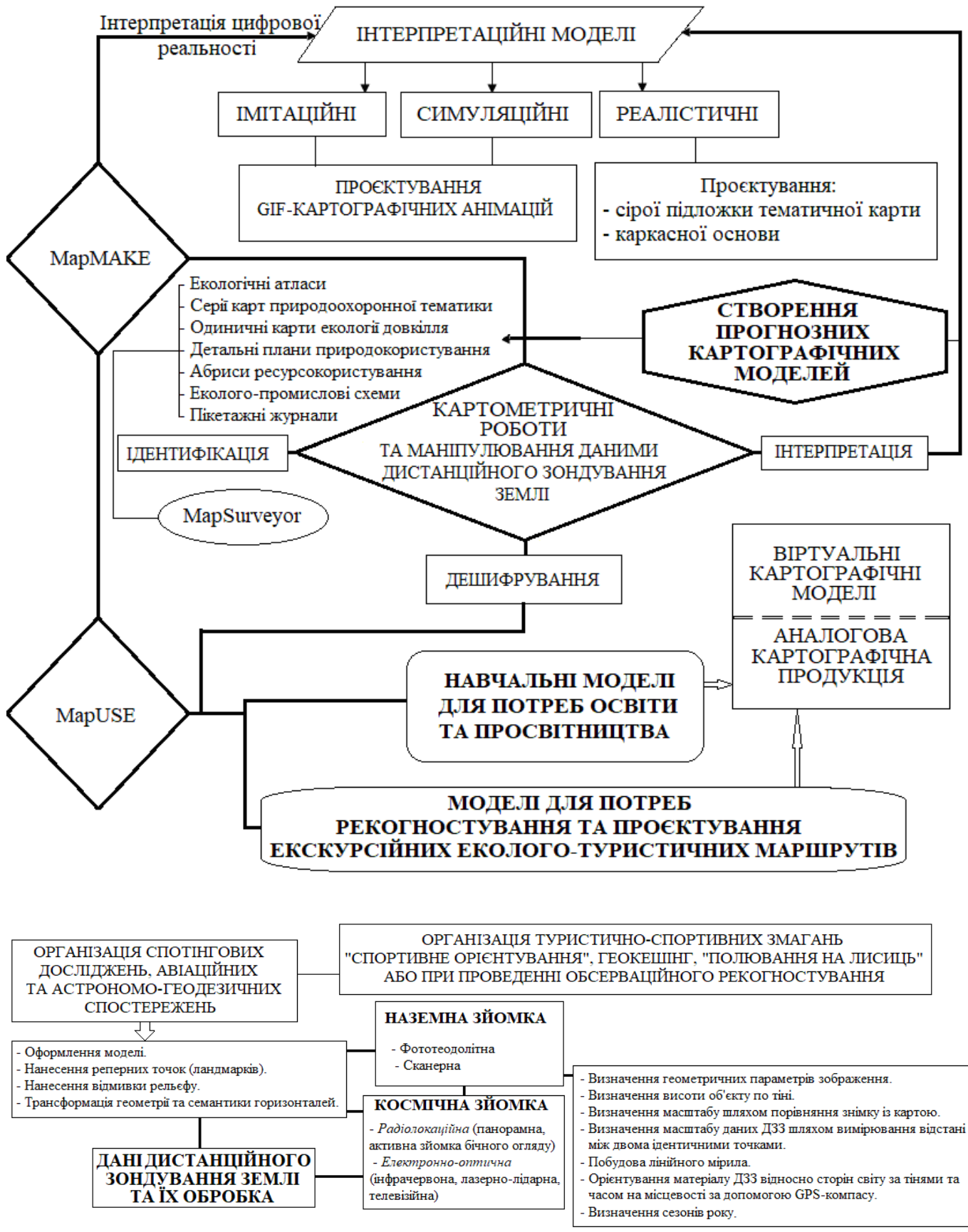


Рис. 1.9. Алгоритм інновінг-інструментарію цифрової реальності довкілля-простору великого міста

Можливі два варіанта інструментарного забезпечення відповідних геодезичних знімачів. На кафедрі екологічного моніторингу, геоінформаційних та аерокосмічних технологій Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління в базі матеріально-технічного забезпечення наявні: графічна станція-геосервер для централізованої геообробки даних F2D64AV HPz640+HP Z27n (K7C09A4); робоча станція адміністратора ГІС кадастру ПЗФ F5G73AV Z440+z24n K7B99A4; комплект для аерофотогеодезичних робіт; квадрокоптер Inspire 2, відеокамера ZENMUSE X4S, акумулятор для квадрокоптера Inspire 2 Part 17TB50 Intelligent Flight Battery, планшет Lenovo. Ця апаратура є високовартісною і для самостійного екологічного моніторингу потребуватиме значних коштів орендної плати.

Інший безкоштовний, але не менш високоточний прийом визначення координат або винесення в натуру точки місцевості, це Android-додатки для смартфонів із відкритим доступом до супутникових сигналів (гаджети із виключно А-GPS-сигналом не бажано застосовувати). А саме програми: Geodezist, Fields Area Measure, Compass, Компас, які визначають відповідні категорії координат в режимі оффлайн.

Перед використанням гаджету (девайсу) необхідно провести його юстеровання та компарування. На території факультету землевпорядкування Національного університету біоресурсів та природокористування (м. Київ, вул. Васильківська, 17) улаштовано GPS-компаратор, який дозволяє визначати похибку визначення географічних координат (рис. 1.10).



Рис. 1.10. Польовий GPS-компаратор м. Києва

Для визначення широти та довготи можливо також використовувати програми астрономо-геодезичної навігації Star Walk 2, StarLight, а для систем на базі iOS-програму SkyMap-StarLight. Основною програмою для роботи рекомендовано програму Geodezist.

Для роботи в програмі Geodezist необхідно провести наступні налаштування. У налаштуваннях додатку у форматах зазначити кути в системі ( $XX^0XX'XX''$ .XXXX), швидкість у км/год та місцевий часовий пояс. Фон карти необхідно обрати гідрид космічного знімку із семантичним навантаженням. За цим шаром зручно додавати точки обсерваційного моніторингу або в іншому режимі автоматично визначати та записувати у пам'ять пристрою координати точок стояння. Також є можливість імпортування даних в програмне середовище ГІС у форматі \*.gpx, яке необхідно імпортувати до краудосорсингових картографічних сервісів Інтернету – GoogleMap та GoogleEarth. Додатковими геоматичними даними, якими може оперувати софт, є розрахунок прямої та оберненої геодезичної задачі, розрахунок зближення меридіанів, астрономічні показники азимуту Сонця та його кут місця.

Не меншою точністю метричного забезпечення обсерваційних досліджень є Android-додаток Fields Area Measure, за допомогою якого потрібно чітко і точно обрахувати відстані, площі, а також є можливість додавати власні точки POI, імпортувати та експортувати геодані із інших гаджетів та інших портативних пристроїв. Для забезпечення роботи в єдиній метричній системі у налаштуваннях необхідно зазначити всі показники, які є ідентичними до роботи програми Geodezist.

Астрономо-геодезичні програми мають технологічну можливість визначати магнітне схилення, точність до шести знаків після коми, дійсний азимут тощо. Відповідні програми дають можливість визначати місцеположення навігаційних зірок на небесній сфері, що надає зручності при орієнтуванні на місцевості в автономному режимі у форс-мажорних обставинах. Для потреб екологічного туризму Android-додаток «Компас» передає дані Сонця та Місяця у просторовому режимі, що надає перцепційні уявлення про їх знаходження при щільній хмарності та інших небезпечних метеорологічних явищах.

Камерально відповідні польові роботи, але із меншою точністю можливо виконати при використанні координатних систем геопорталів. Найбільш вживаним для цих цілей є Google Earth, де постає можливість зняття координат та зазначення моніторингової точки на відповідній карті із додатковою можливістю обрання умовного позначення із запропонованих або зазначити авторський умовний знак. За відповідним комплексом полігональних точок можливо побудувати профіль місцевості, знімати будь-які метричні показники, накладати на базовий шар тематичні карти або графічні зображення місцевості різної часової характеристики.

Комплекс зібраних і сформованих геопросторових даних є основою укладання еколого-моніторингових карт, атласів та планів, насамперед інтерактивних. Статичні карти цифрової моделі рельєфу укладаються у ГІС Golden SoftWare Surfer 11. При введенні даних необхідно враховувати послідовність введення координат у відповідності до топології орт проєкції Гауса-Крюгера: Y, X, Z. Програма дозволяє візуалізувати цифрову модель місцевості за технологією відмивання рельєфу, ротації моделі по всім координатним вісям, визначати головні та другорядні ізолінії

(ізогіпси). В програмі зручно відображати графічний масштаб, реперні точки, додавати додаткові написи. При створенні топографічного плану постає необхідність залучати роботу програми визначення номенклатури відповідної карти «Номенклатура». В середовищі ГІС Golden SoftWare Surfer 11 можна створювати моделі полів, які не пов'язані і з топографічною поверхнею. Наприклад, відображати геостатистичний розподіл даних метеорологічних умов, геологічних даних, інших показників (еколого-економічних), тобто показувати дискретні та континуальні масиви статистичних даних довкілля-простору способом ізоліній та орієнтацій ними позначками.

Просторове уявлення географічного розподілу статистичних даних можна демонструвати у картографічному редакторі геоінформаційного моделювання QuickMap (Qmap). Способом картограми за визначеними замкненими полігонами будуються візуалізовані карти способами якісного та кількісного фону. Способом діапазонів представляються різного роду дані. Є можливість роботи з даними зарамкового оформлення та приведення дизайну карти до демонстраційного та товарного вигляду.

Є програма, яка дозволяє проводити дігіталізацію при створенні цифрової основи будь-якої екологічної карти. Крім того доцільно застосовувати програму векторної графіки Paint.EXE для створення контурної карти-основи для подальшого її перетворення у середовищі Digital QuickMap у повноцінну базову карту.

Важливим в проєктуванні екологічної карти є дизайн та ескізування макету картографічної моделі. Зручними і перевіреними програмами для відповідних робіт є софт: Adobe Illustrator або найпростіший Windows Paint, графічні можливості якого не знижують якість картографічних та геоінформаційних творів та моделей. Відповідна робота графічних редакторів є основою для проєктування імітаційних інтерпретаційних GIF-моделей. Їх можна робити у будь-якому відповідному онлайн-сервісі в мережі Інтернет, які надаватимуть уявлення симуляції та імітації реалістичності довкілля-простору у часі в процесі прогнозування або ретроспективному аналізі.

Найсучаснішим трендом картографічного виробництва геоінформаційних моделей екологічного, природоохоронного та ресурсозбережувального тематичного змісту є проєктування інтерактивних краудосорсингових карт в середовищі загальнодоступних геопорталів GoogleMap, OpenStreetMap та GoogleEarth. Для створення інтерактивної карти GoogleMap необхідно імпортувати дані роботи програми Geodezist, обрати для них запропоновану або обрану бібліотеку умовних позначень та сформулювати тематику у легенді карти.

Картографічну модель можна роботи відкритою або для службового користування та завантажити відповідний \*.kmz файл для архівування та зберігання. При умові активізації функції геотегінгу на смартфоні постає можливість автоматичної фотографічної візуалізації об'єкту місцевості на обсерваційній моделі простору-довкілля.

В результаті створення відповідних атласних сценаріїв за ними необхідно проводити картографічні роботи та геоінформаційне маніпулювання даними, як географічного змісту, так матеріалами дистанційного зондування Землі. Це дає можливість створення моделей для потреб екологічного моніторингу та організації

еколого-туристичних подорожей. Бувають такі випадки, коли не працює система доступу до світової мережі, є досвід швидкої розрядки акумуляторів портативного геодезичного Smart-обладнання, і постає проблема подальшої навігації експедиційної групи. В таких випадках партія повинна бути забезпечена аналоговим девіаційно перевіреним компасом, паперовими картами та даними аерокосмічної зйомки. Таким чином, необхідно, навіть в епоху діджиталізації простору-довкілля звернутися до наступних життєнеобхідних питань орієнтування аерокосмічних знімків відносно сторін світу на топографічній карті, а також за тіннями та часом отримання аналогових даних ДЗЗ.

Відповідні завдання стосуються сучасних прийомів спортивно-туристичних змагань на кшталт «Спортивне орієнтування», геокешінг, «полювання на лисиць» та організації екскурсійної діяльності за методикою інтерпретації природи.

Передумовою використання відповідних методів є наявність топографічних карт тих районів, які зображені на аерофотознімках. Фотодокументи накладають на відповідну топографічну карту та орієнтують за координатними лініями, які однаково та однозначно розпізнаються на аерокосмічному знімку та на карті. Найкраще підходять для орієнтування повздовжні контури (мережа шляхів сполучення) та об'єкти великих розмірів (архітектурно-техногенні доміанти та природні комплекси). Потім на фотознімок, який орієнтований таким чином, є можливість візуально перенести з карти напрямок лінії координатної сітки Північ-Південь.

Відповідна технологія може проводитися і в цифровому режимі, коли маємо космофотознімок із невідомими орієнтаційними показниками. Відповідний спосіб орієнтування надзвичайно простий і не потребуватиме ні карти, ні компасу.

На будь-якому аерофотознімку бачимо тіні, що виникають в результаті сонячного освітлення. Виключенням є лише нічні знімки, знімки місцевості, де не має будівель, рослинності або мають «шуми» чи десятибальну хмарність. При орієнтуванні за базову береться емпірична формула за якою Сонце в 6<sup>h</sup> знаходиться на Сході, о 12<sup>h</sup> – на Півдні та о 18<sup>h</sup> – на Заході, а за 12<sup>h</sup> описує на півколо зі Сходу на Захід через Південь. За той самий час тінь проходить шлях у протилежному напрямку на Схід через Північ. Таким чином о 12<sup>h</sup> тінь буде чітко вказувати на Північ. Якщо півколо (180°) розділити на кількість годин (12<sup>h</sup>), то отримуємо швидкість переміщення тіні – 15°/год.

Таким чином процедура визначення Півночі на знімку є зрозумілою. Сезони року визначаються відповідно до вегетаційних показників педосфери та флори. Але ці аналогові прийоми є надзвичайно рідкісними. Знання щодо відповідної реалізації при забезпеченні обсерваційних екологічних досліджень не є досі актуальними і можуть лише іноді паралельно застосовуватися при наявності високоточного інженерно-геодезичного обладнання.

## **1.7. Інструментарій оперативного визначення ризиків антропогенного впливу у місті Києві**

Управління якістю довкілля реалізується шляхом проведення перманентного екологічного моніторингу з виявлення джерел антропогенного впливу на

навколишнє природне середовище. Територіально відповідний моніторинг з оцінки ризиків техногенного навантаження здійснюється на локаціях промислових підприємств, великих забудованих міських територій, що зазнають впливу забруднення транспортними засобами уздовж автомобільних магістралей, та на територіях надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру.

Для отримання оперативної інформації про стан трансформації навколишнього середовища під впливом антропогенних чинників, виявлення джерел, що формують ризик-фактори та формулювання рекомендацій щодо їх попередження і подолання, застосовуються аерокосмічні технології та геоінформаційні системи. Обробка та моделювання реалізується у створених імітаційних моделях у середовищі експертних геоінтелектуальних систем прийняття екологічних рішень у прикладних ГІС, таких як ГІС Golden Software Surfer та QMap.

На сьогодні в Україні актуальною є проблема ефективності управління екологічним моніторингом для оперативного визначення ризиків антропогенного впливу. У таких країнах, як Сполучені Штати Америки, Канада, Німеччина, Франція та Велика Британія ця проблема успішно розв'язується за допомогою технологій геоінтелектуальних систем прийняття екологічних рішень, ядром якої є супутникові системи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).

Основні задачі ГІС точного управління екологічним моніторингом для оперативного визначення ризиків антропогенного впливу є введення, обробка, зберігання і виведення геоінформації відповідно до запитів та вимог системи управління екологічним моніторингом, різноманітних картографічних даних про стан навколишнього природного середовища, геоданих про динамічні рухомі, промислово-антропогенні об'єкти, що впливають на загальний стан довкілля та медико-географічну ситуацію на території місцевих об'єднаних територіальних громад.

Розробляється методологія побудови, конструювання та проектування моделей, методів і засобів формування динамічних сценаріїв для екологічних геоінформаційних систем реального часу. Для підвищення достовірності сприйняття та представлення геоданих про навколишнє середовище застосовують рухомі об'єкти космічного, повітряного та наземного базування.

Для досягнення вище зазначеної мети необхідно розв'язати такі взаємопов'язані задачі:

- розробити моделі та методи побудови статичного та динамічного складників екологічних ГІС реального часу для управління екологічним моніторингом та оперативного визначення ризиків антропогенного впливу;
- створити технологію інтеграції прикладних програм обробки даних аерофотознімання для створення електронних екологічних карт заданого масштабу;
- запропонувати методи та засоби формування динамічних сценаріїв для екологічних ГІС реального часу;
- на основі запропонованих моделей, методів та алгоритмів створити програмні засоби формування динамічних сценаріїв управління екологічним моніторингом для оперативного визначення ризиків антропогенного впливу.

Для розв'язання поставлених задач використаний комплекс методів:



- *розробка моделей статичного та динамічного складників екологічної ГІС* – це застосування апарату системного аналізу на основі теорії академіка В.М. Глушкова: теорія множин, теорія графів;
- *формалізація представлення знань предметної області* – методи дискретної математики та математичного моделювання;
- *створення бази картографічних даних* – методи фотограмметрії та комп'ютерної графіки, цифрової картографії;
- *програмна реалізація моделей та алгоритмів формування динамічного сценарію* – методи структурного, модульного та об'єктно-орієнтованого програмування.

Дослідження базуються на загальнонаукових засадах теорії ризиків, теорії управління, системи управління екологічним моніторингом і наукових концепцій, розроблених провідними українськими вченими: О.І. Бондарем, В.М. Барановим, Г.І. Рудьком, Г.І. Білявським, С.М. Чумаченком.

Аналіз доступних публікацій дає підстави стверджувати, що на сьогодні в Україні немає відкритих для вітчизняних розробників геоінтелектуальних моделей управління екологічним моніторингом та оперативного визначення ризиків антропогенного впливу, методів і засобів побудови динамічних сценаріїв, які створюються за допомогою спеціалізованих ГІС.

Вони дозволяють вести оперативний контроль за станом довкілля та управляти операціями попередження і ліквідації надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру в режимі реального часу (онлайн). Така геоінформація є у закордонних розробників, що ретельно приховується з огляду на комерційні інтереси фірм-монополістів ГІС і частково доступна для вітчизняних геоінженерів та науковців-екологів [27].

В результаті аналізу та узагальнення досліджень екологічних ГІС-моделей, методів та засобів формування динамічних сценаріїв у спеціалізованих геоінформаційних системах знайдено аналоги та обрано прототипи таких систем, виявлено їхні істотні недоліки, серед яких основними є наступні. Використання як фону динамічного сценарію картограм, які не мають властивостей електронних карт, тобто подають зображення місцевості схематично і з великим ступенем спотворення. Відсутність прив'язки рухомих об'єктів космічного, повітряного і наземного базування до світових систем координат та їх відображення на картографічному фоні в реальному часі. Відсутні ефективні моделі та методи формування динамічних сценаріїв, які включають динамічні об'єкти космічного, повітряного та наземного базування. Потребують удосконалення пакети прикладних програм формування динамічних сценаріїв реального часу для ГІС [28].

Застосовано модель взаємодії прикладних програм обробки даних аерофотознімання та технологію їх інтеграції, які включають блок обробки навігаційних екологічних даних та блок корекції сканованого зображення місцевості, що працюють паралельно та дозволяють створити ортофотоплан заданої ділянки місцевості без втрати якості та зі значною економією часу. Це дозволяє проектувати великомасштабні карти управління екологічним моніторингом та оперативного визначення ризиків антропогенного впливу.

Необхідний етап в управлінні моніторингом якості довкілля, – це інженерно-технічні рекогносрування за відповідними пунктами екологічної обсервації ландмарками, в тому числі польове дослідження з виїздом на проблемні об'єкти й території. Відповідний сегмент наукових досліджень забезпечується спеціалізованим інструментарієм – геодезичними приладами: цифровими тахеометрами, лазерними сканерами, комплектами супутникового спостереження для фіксування динамічних (швидкоплинних) явищ та процесів, таких як розлив аміаку або деформація інженерних конструкцій та споруд, що руйнуються під впливом непідконтрольних природних або техногенних стихійних ситуацій. Навіть таких, що виникають унаслідок таких чинників, як надзвичайні суспільно-політичні ситуації та військові дії (пожежі внаслідок підпалу, диверсійні та терористичні акти на промислових об'єктах або комунальних підприємствах).

Виникнення надзвичайної ситуації локального рівня є наслідком термінового координування джерел промислово-антропогенного забруднення. Це потребує використання гаджетних програмних засобів GPS, а саме Android-додатків: GPS Status & ToolBox Professional та GeoDesist. Це дозволяє ітераційно (у першому наближенні) прогнозувати геопросторові аспекти розповсюдження, наприклад, сильнодіючих отруйних речовин. За допомогою командних засобів зв'язку інформування населення щодо проведення оперативних надзвичайних заходів з евакуації територіальної громади у відповідних місцях ураження.

Із запровадженням у систему управління моніторингом дефініції *якості довкілля* та оперативного визначення ризиків техногенного впливу за допомогою безпілотних літальних апаратів, як складової частини аерокосмічних систем, підвищується ступінь оперативної інформованості державних і муніципальних установ та відповідних спеціалізованих аварійно-рятувальних формувань, які моніторять ситуацію у режимі онлайн.

Технологічна функціональність передачі відповідної потокової оперативної геоінформації та її трансформація в цифрові об'єктові та площадні умовні позначення на картографічних сервісах Інтернету – геопорталах (ГІС-картах), електронних ортофотопланах створює передумови для якісного попередження (взяття під контроль) надзвичайної ситуації. Це потенційно зменшує людські та фінансові втрати.

В Україні, з її теперішнім розвитком продуктивних сил та розміщенням виробництва, вважаються застарілими практично всі основні виробничі і не виробничі фонди. Це зношеність технологічного обладнання підприємств, що є наслідком їх виробничого консервування та подальшого закриття. Деякі інженерні аспекти закриття еколого-небезпечних підприємств здійснюється під контролем відповідних державних інспекцій та урядових організацій [32].

Економічна та політична кризи на фоні воєнного конфлікту на Сході держави суттєво посилюють потенційні загрози виникнення надзвичайних ситуацій природно-техногенного характеру. Цьому сприяє значна кількість загиблих, переселення, трудова міграція, втрати території, що є логічним наслідком вище зазначених загальноноціональних проблем.



Для попередження наслідків небезпечних неконтрольованих ситуацій необхідне впровадження постійно діючого екологічного моніторингу для оперативного визначення ризиків техногенного впливу. Він включає:

- розробку картографічних систем управління техногенним впливом;
- формулювання концепції механізмів управління екологічним станом на основі використання аерокосмічних систем для контролю стану навколишнього природного середовища;
- обґрунтування та побудову управлінської моделі екологічного контролю у повсякденних умовах та під час надзвичайних ситуацій;
- створення імітаційних моделей системи управління запобігання екологічним катастрофам.

*Геоінтелектуальним ядром* такої системи управління екологічним моніторингом для оперативного визначення ризиків антропогенного впливу є спеціалізовані ГІС, які дозволяють без затримок відображувати оперативну геоінформацію про поточну екологічну ситуацію на цифровій екологічній карті.

Використовуються наступні методи:

- *картографічний* (проведення кореляційного аналізу стану довкілля на полігонних територіях, аналіз факторів природного та техногенного патогенного взаємного впливу, визначення трендів розвитку патогенної ситуації на місцевості – геопросторовий аналіз),
- *геоінформаційний* (аналіз та обробка даних дистанційного зондування Землі, розробка моделі інфраструктури екологічної ГІС),
- *математичний* (формулювання математичного апарату управління екологічним моніторингом, конструювання структурно-параметричних моделей розвитку для подолання екологічних катастроф),
- *метод аналізу й синтезу* (прогнозування екологічних надзвичайних ситуацій з розробкою інтерполяційних методів білінійної інтерполяції техногенних ризиків).

Для вирішення поставлених завдань застосовуються також загальнонаукові та спеціальні методи досліджень:

- *системного підходу та структурно-графічного моделювання* – визначення складових оперативного екологічного моніторингу та формування комплексу джерел для забезпечення його функціонування;
- *узагальнення та логічного аналізу* – обґрунтування нових термінів і понять;
- *описовий* – аналіз досвіду проведення моніторингу;
- *порівняльно-географічний, класифікаційний та експедиційний* – збір фактичних матеріалів;
- *геоінформаційного та картографічного моделювання* – візуалізація просторових еколого-небезпечних об'єктів та їхніх особливостей.

*Науковою основою досліджень* є експериментальна база ГІС та ДЗЗ, що складається з наступних блоків (рис. 1.11).

*Управління екологічним моніторингом* є однією з найбільш важливих у природно-техногенному моніторингу складовою частиною національної безпеки України. Важливим напрямом інновацій у цій галузі є розробка та впровадження

систем управління засобами супутникового моніторингу та геоінформаційного картографування, а точніше, геоінтелектуального моделювання та прогнозування надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру.

*Технологія управління екологічним моніторингом* із визначення ризиків антропогенного впливу реалізується в поєднанні з ГІС та GPS. Це дозволяє забезпечити посилений контроль за проведенням операцій із запобігання та ліквідації їхніх наслідків, відслідковувати зміну ситуації в часі на кожній окремій проблемній території чи акваторії: від навколосемного простору до найменшої площі ділянки.



Рис. 1.11. Експериментальна база наукового дослідження

Все це допомагає провести порівняльний аналіз ситуація, яка складається з прогнозованим вектором розвитку подій (тренду горизонту подій).

В Україні склалася критична ситуація зі зношенням технологічного обладнання, основних фондів підприємств, що несе потенційну загрозу забрудненню навколишньому природному середовищу. Це має суцільно негативну просторову характеристику в усіх регіонах держави. Пікові показники критичності зношення інфраструктури припадають на територію м. Києва.

Вивести місто Київ з потенційного ризику надзвичайної ситуації природно-техногенного характеру допоможуть нові наукові підходи (інструментарії) щодо управління екологічним моніторингом із визначенням показників антропогенного впливу.

Система управління екологічним моніторингом складається зі структурно-параметричної схеми, складовими частинами якої є такі контрольні функції:

- *моніторинг трансферу отруйних речовин територією м. Києва* проводиться за аерокосмічними знімками стану автошляхів, коридорів водного та повітряного транспорту, ліній телекомунікації, нафто-, газо- й аміакопроводів та інших високоенергетичних і вибухонебезпечних хімічних сполук;
- *спостереження за рівнями фонового забруднення* в напрямках проблемно-небезпечних транспортно-логістичних шляхів сполучення з отриманням потокової (оперативної) інформації про кількісні та якісні показники фізико-хімічного стану водної поверхні, суходолу і повітряних мас за допомогою мережі реперних пунктів спостереження довкілля.

У відповідну мережу моніторингу залучаються дані автоматизованих та стаціонарних метеорологічних станцій, гідрологічних постів, пунктів астрономо-

геодезичної мережі, матеріали радіотехнічного та візуального спостереження уздовж відповідних трас. Формуються трасові звіти (пикетажний журнал стану довкілля); контроль розвантаження/завантаження отруйних речовин і сильнодіючих отруйних речовин (далі – СДОР) на транспортні засоби на так званих ординарних постах морських та річкових портів, залізниці, повітряного транспорту, що підпорядковані Митній службі.

Значну увагу у відповідному кластері управління екологічним моніторингом приділяються маркуванню відповідних хімічних сполук чи радіоактивних елементів. Відповідна проблема постає з будівництвом на території Чорнобильської зони відчуження сховища із зберігання радіоактивних відходів. На рис. 1.12 представлена *структурно-параметрична схема* критичної інфраструктури м. Києва, що підлягає оперативному моніторинговому дослідженню.

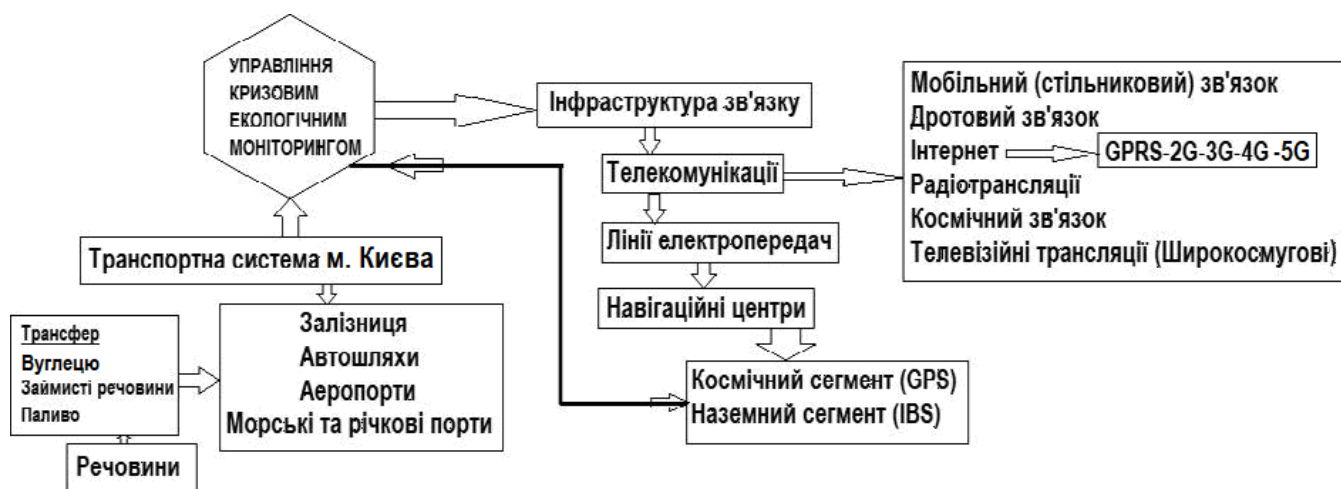


Рис. 1.12. Система управління екологічним моніторингом

*Організація управління кризовим моніторингом є інновітивною, а саме:*

- визначаються оптимальні маршрути транспортування і переміщення отруйних речовин Україною та оцінка ризиків із визначенням масштабів потенційних надзвичайних ситуацій;
- синтезуються підходи у системі управління оперативним (кризовим) екологічним моніторингом у середовищі геоінформаційних систем із застосуванням даних дистанційного зондування Землі;
- оцінюються ризики переміщення СДОР та їх впливу на оточуюче середовище перебування людини в залежності від сезонів року (кліматичних умов), типу топографії місцевості та факторів територіальної організації системи цивільного захисту;
- оцінюються ризики антропогенного впливу отруйних речовин на стан здоров'я населення прилеглих територій, шляхом створення спеціалізованої ГІС «Екологічна геологістика СДОР в Україні»;
- за результатами обробки даних створюється картографічний ресурсу Інтернету (екогеопортал) для проведення оперативного екологічного

моніторингу, попередження природно-техногенних надзвичайних ситуацій та створення моделей ліквідації наслідків потенційних катастроф.

В основу відповідної *математичної структурно-параметричної моделі ГІС* покладені наукові концепції системи інженерного управління екологічним моніторингом (структурно-логістичні коридори), теорія ризиків та катастроф, а також власне теорія управління. На рис. 1.13 представлена *структурно-логічна модель* алгоритму створення відповідної спеціалізованої ГІС.

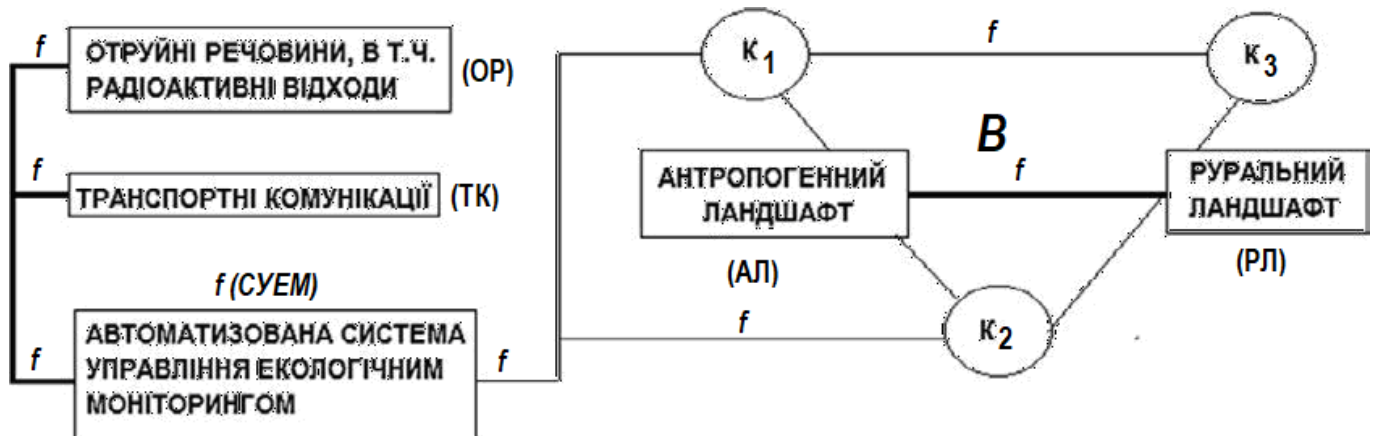


Рис. 1.13. Схема інформаційних потоків формування реляційної бази даних ГІС/

де:  $K$  – коефіцієнти ризиків;

$B$  – математична основа ГІС, де задіяні такі складові:

$f_{(СУЕМ)}$  – функція системи управління екологічним моніторингом;

$f$  – функціональні компоненти роботи ГІС;

ОР – отруйні речовини;

ТК – транспортні комунікації,

АЛ – антропогенний (урбаністичний, промисловий) ландшафт;

РЛ – руральний (сільський, природний) ландшафт;

$K_{1...3}$  – коефіцієнти ризиків техногенного впливу на оточуюче природне середовище (катастрофи).

З геопросторової точки зору проблема визначення відповідних коефіцієнтів  $K_{1...3}$  має географічну складову частину. Картографічно створюється імітаційна модель територіального розподілу коефіцієнтів антропогенних ризиків впливу на навколишнє природне середовище. У кожному кластері стовпчиковою діаграмою у вигляді різних розмірів стрілки показується кількісні характеристики, що відповідає сумарному значенню потенційно-небезпечних об'єктів критичної інфраструктури та представляється значенням  $P_i$ . Складовими елементами загальноміського показника ризику  $\epsilon$ :  $P_i$  – об'єкти критичної інфраструктури та  $i = 14$  – адміністративно-територіальні суб'єкти м. Києва (райони).

Наукові основи управління екологічним моніторингом ґрунтуються на структурно-параметричному алгоритмі послідовності його реалізації. Система управління спирається на дані сучасних дистанційних зйомок Землі в різних спектрах та опрацьовується ГІС.

*Українська система управління моніторингом* має свою специфічну структуру, і це пов'язано з катастрофічним станом навколишнього середовища. Значним фактором забруднення в Україні є транспортна мережа. Запровадження системи управління відповідними процесами за допомогою ГІС створюють заслін їх розповсюдженню і формують комплекс державних заходів із запобігання природно-техногенним катастрофам.

За допомогою систем моніторингу з об'єктів космічного, повітряного і наземного базування *розв'язується актуальна науково-прикладна задача формування динамічних сценаріїв управління екологічним моніторингом у навігаційних геоінформаційних системах реального часу*. Це підвищує достовірність відображення та сприйняття поточної ситуації та отриманню таких основних наукових та практичних результатів:

- *запропоновано модель взаємодії прикладних програм обробки даних аерофотознімання та технологію їх інтеграції*. Це включає блок обробки навігаційних даних та блок корекції сканованого зображення місцевості, що працюють паралельно. Це дозволяє створити ортофотоплани заданої ділянки місцевості без втрати якості зі значною економією часу, що дозволяє укласти великомасштабні карти будь-якого тематичного змісту;
- *представлено модель бази картографічних даних, сутність якої – це диференціація зв'язків картографічних об'єктів (концептів) з виділенням тематичної, графічної і просторової множин на основі єдності їх концептуалізації та інтерпретації в електронній карті у вигляді одного файлу*;
- *запроваджено технологію відображення символів рухомих об'єктів за рахунок створення бази символічних даних зі складною атрибутикою для наземних, космічних і повітряних об'єктів у залежності від їх типу, структури та функціонального призначення*;
- *розроблений метод відображення переміщень символів рухомих об'єктів на картографічному фоні з частотою відновлення динамічної сцени 50 разів у секунду, що забезпечує плавність відображення та більш достовірне сприйняття динамічної ситуації людиною-оператором*;
- *апробована модель функціонування динамічних сценаріїв у екологічній ГІС*. Сутність удосконалення полягає в новій формалізації опису складових об'єктів, що рухаються в космічному, повітряному і наземному просторах.

Використовується метод трансформації символів рухомих об'єктів синхронно з масштабом картографічного фону, що дозволяє максимально адаптувати динамічну сцену відповідно до запитів оператора ГІС.

Розробка адаптована до діючої системи державного екологічного моніторингу різних рангів: регіонального, місцевого та об'єктового.

Алгоритми покладені в основу розробки багатофункціональної ГІС екологічної безпеки м. Києва.

## 1.8. Геоматичні технології управління моніторингом довкілля-простору міста Києва

Управління якістю довкілля реалізується шляхом проведення перманентного екологічного моніторингу з виявлення джерел антропогенного патогенного впливу на навколишнє природне середовище. Територіально відповідний моніторинг з управління якістю довкілля проводиться на територіях крупних промислових підприємств, великих забудованих міських територій, що зазнають впливу забруднення транспортними засобами уздовж автомобільних магістралей та на територіях надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру [18].

Для отримання оперативної інформації про стан трансформації навколишнього середовища під впливом антропогенних чинників, виявлення джерел, що формують ризик-фактори та формулювання рекомендації щодо їх попередження і подолання (в разі виникнення), застосовуються аерокосмічні технології та системи. Обробка та моделювання проводиться на прикладі імітаційних моделей в середовищі геоінформаційних систем, наприклад ГІС Software Surfer.

Необхідним етапом в управлінні моніторингом якості довкілля є безпосередні інженерно-технічні рекогностування (польове дослідження із виїздом на проблемні об'єкти та території). Відповідний сегмент забезпечується спеціалізованим інструментарієм: геодезичними приладами – тахеометрами, лазерними сканерами, комплектами супутникового спостереження для фіксування динамічних (швидкоплинних) явищ та процесів, таких як розлив аміаку або деформація інженерних конструкцій та споруд, що руйнуються під впливом невідконтрольних природних або техногенних стихійних ситуацій. Або навіть таких, що виникають внаслідок інших генетичних чинників, таких як надзвичайні суспільно-політичні та військові дії: пожежі, внаслідок підпалу, диверсійні та терористичні акти на підприємствах або комунальних організаціях.

При оперативному (надзвичайному) локальному рівні виникнення надзвичайної ситуації, коли виникає необхідність термінового координування джерел промислово-антропогенного забруднення, можливе використання гаджетних програмних засобів GPS, а саме Android-додатки: GPS Status & ToolBox Professional та GeoDesist. Їх використання дозволить ітераційно (у першому наближенні) прогнозувати геопросторові аспекти розповсюдження, наприклад, сильнодіючих отруйних речовин та за допомогою командних засобів зв'язку з попередження і інформування населення провести оперативні надзвичайні заходи із евакуації населення на відповідних територіях.

Із запровадженням в систему управління моніторингом якості довкілля безпілотних літальних апаратів, як складової частини аерокосмічних систем, підвищується ступінь оперативної інформованості відповідних державних та муніципальних установ, відповідних спеціалізованих аварійно-рятувальних формувань, які дозволяють в режимі онлайн моніторити ситуацію та приймати рішення в режимі реального часу [29].

Технологічна функціональність передачі відповідної потокової оперативної геоінформації та її трансформація у цифрові об'єктові та площадні умовні



позначення даних на електронні ортофотоплани (ГІС-карти), створює передумови для якісного керування (взяття під контроль) будь-якої надзвичайної ситуації, що потенційно зменшуватиме людські та фінансові втрати. Всі ці технології випробовуються концепцією геоінжинірингу.

*Геоінжиніринг* – комплекс технологій, методик та прийомів отримання та маніпулювання геопросторовими даними. Геоінжинірингове дослідження в системі обсерваційного моніторингу довкілля-простору та реалізація відповідних наукових та проєктних досліджень ґрунтується на теоретико-методологічних положеннях та концепціях про моделювання та картографування системи довкілля-простір, як однієї з головних і найважливіших методологічних проблем сучасної теорії простору-часу. Функціонування та реалізація на практиці відповідного методологічного апарату геоматики в інженерних дослідженнях починається з методологічного обґрунтування підходів до технології інженерно-картографічного вивчення загальнонаукової проблеми природокористування.

Теоретичним фундаментом реалізації концепції геоінжинірингового обсерваційного моніторингу є наступні наукові теорії прикладного геоінформаційного картографування і моделювання антропогенного та природного середовищ, що сформульовані проф. С.М. Білокриницьким та Б.І. Волосецьким, управління базами даних, маніпулювання ними, а також гео економічні обґрунтування відповідних досліджень обґрунтовані М.А. Хвесиком.

Окреме застосування вищезазначених технологій у обсерваційному моніторингу не дає повноцінного результату. Поєднання методів геодезії, картографії, технічних та географічних наук є основою розробки програми масштабних досліджень довкілля-простору. Методологія повинна кореспондуватися з державною програмою раціонального природокористування. Не вирішеним з наукової точки зору є обґрунтування полікомпонентності, структурованості, термінології та технологічного процесу прийомів геоінжинірингу системи обсерваційного моніторингу довкілля-простору. В методологію необхідно закласти функції багатоаспектності та мультиформатності отриманих результатів. Реалізація відповідної методологічної програми обсервації дає найвищий результат достовірності і стає основою до прийняття управлінських рішень в системі екологічної безпеки.

Інжинірингова концепція геоматичної парадигми розкриває можливості *розв'язання наукової проблеми розробки методології оптимальних інструментарних аспектів метризації довкілля-простору*. Необхідним для забезпечення розуміння відповідної концепції є термінологічне визначення поняття картографічної геоінформаційної моделі довкілля-простору, запровадження структурно-параметричних алгоритмів вишукування масивів ретроспективних та сучасних картографічних творів, що демонструють мінливість та трансформацію різних рівнів довкілля-простору, показують проблему природокористування та природоохоронну тематику [22].

Дефініція відповідних визначень дозволяє дати стислий огляд проєктованих відповідних тематичних шарів картографічних моделей, прокласифікувати їх та обґрунтувати відповідний ранжир, розробити критерії оцінки геоінформаційної достовірності та наукової цінності для проведення дослідження в рамках

широкоформатного та мультимасштабного обсерваційного моніторингу довкілля-простору та його прикладного напрямку у вивченні системи природокористування в Україні.

Проведення спеціалізованих інженерно-обсерваційних картографічних досліджень (геоінжинірингу) ґрунтуються на наступних передумовах виконання наукових завдань: розробці концепції алгоритму спеціалізованого екологічного дослідження та розкриття призначення, практичного використання тематичного змісту електронної обсерваційної екологічної карти природокористування, як результату реалізації парадигми обсерваційного моніторингу.

Інша сукупність передкартографічних, польових, дистанційних і камеральних методів, послідовність їх впровадження і отримання очікуваного результату складають методологічну парадигму інженерно-обсерваційних картографічних досліджень (геоінжинірингу).

В основу алгоритму покладений принцип, що передбачає створення структурно-параметричної схеми складових і містить компонентний наскрізний просторово-часовий аналіз матеріалу та його подальший синтез. Результатом є укладання тематичного картографічного матеріалу з обов'язковою публікацією на геопорталах та картографічних ресурсах Інтернету. Такий підхід дозволяє встановити напрямки, тенденції розвитку дослідження систем природокористування та визначити певні закономірності динаміки функціонування, управління та їх територіальну організацію.

При реалізації виконання геоінжинірингових досліджень обсерваційного моніторингу довкілля-простору визначаються генезис та закономірність природно-техногенних явищ. Передкартографічні дослідження (науково-природничі експедиції-рекогностування) дозволяють виявляти геопросторові зв'язки в системах «довкілля-простір» та «суспільство-довкілля» та формувати комплексний абрисний матеріал, який багатосторонньо відображає структурні зміни та визначає ієрархію підсистем господарювання, їх видів та форм. Наприклад, кар'єрів видобутку. Відповідний алгоритм представлений на рис. 1.14.

*Польові методи* поділяються на *геодезичні* (топографічні, навігаційні та кадастрові) та інші прийоми отримання геоінформації за допомогою інструментарію вимірювальної техніки, в тому числі геофізичної. Геодезичні технології представлені *маркшейдерськими* (інженерно-геодезичні визначення та вишукування у підземному кар'єрному та видобувному виробництві). Топографічне знімання місцевості є основою у формуванні земельного кадастрового банку. Визначаються межі ділянок та господарств, надаються координатні характеристики об'єктам підпорядкування та відповідальності для їх грошової оцінки. В результаті укладаються індексно-кадастрові плани [23].

Необхідним є запровадження цифрового різнопланового знімання, такого як цифрова роботизована тахеометрія місцевості, що інтегрована із супутниковими методами місцевизначення. На деяких етапах обсерваційного рекогностування, що не вимагають високої точності позиціонування, застосовуються системи навігації розгалуженої діючої мережі стільникової LBS-навігації. В деяких випадках застосовують гравіметричні, астрономо-геодезичні та гідрографічні методи

вивчення трансформації систем оновлення геоданих для геоінформаційного моделювання довкілля-простору.

Методологічно слід розрізняти фундаментальні польові рекогносрування довкілля-простору, що характеризують глобальні тенденції в геосфері (геофізичні зміни), та методи, що пов'язані з особливостями побудови системи раціонального природокористування: мікрогеологічних, мікрокліматичних та антропогенних змін в довкіллі-просторі конкретного масштабу обсервації, внаслідок чого видозмінюються та трансформуються методики, прийоми та способи отримання геоінформації у відповідності до специфіки екогеосистем.

*Геолого-геофізичні методи.* Сейсмометричні та гравіметричні зйомки застосовуються в дослідженнях суцільного природного простору, визначають його зміну. Інформація, що отримана внаслідок глобальної гравіметричної й сейсмічної зйомки характеризує зміни фізичного поля Землі, яке впливає на еколого-обсерваційні показники природокористування. Наприклад, при проведенні зйомок визначаються пласти залягання цінних порід, обсяги запасів. Дані є основою розрахунку економічної рентабельності розробки корисних копалин.

*Сучасні дистанційні методи* включають лідарну, наземну фототеодолітну, аеро- та космічну багатоспектральну зйомку. В залежності від роздільної здатності отримується вихідна необхідна екоінформація. Такі дані є затребуваними при зборі та формуванні геопросторового банку даних та його обробки. Дистанційні методи та результати їх обробки визначають латентність рухів. Наприклад, метод квазістереоефекту дозволяє визначати мінливі рухи відкосів кар'єрів та розрахувати об'єми проведення виробіток, запасів тощо.

Критерії достовірності обсерваційних моніторингових даних довкілля-простору визначаються в експертних геоінтелектуальних системах, що контролюють оперативну систему обсерваційного моніторингу.

Оперативна потокова онлайн-трансляція дозволяє операторам обсерваційного перманентного моніторингу, які контролюють процес, аналізувати актуальну ситуацію завдяки впровадженню геотегінгу – технології геопозиціонування та координування об'єктів за їх геофототеодолітними фотографічними панорамними зображеннями, що дозволяє втручатися на різних етапах ресурсокористування в технологічний процес.



Рис. 1.14. Алгоритм методології геомоніторингу довкілля системи природокористування великого міста.

На *етапі картоукладання* (камеральних робіт) здійснюється обробка та формування архітектури сформованої СУБД, маніпулювання якими здійснюється системами експертних ГІС та web-картографування. Вони забезпечують: координатно-часове місцезположення, формують та передають необхідні геоповідомлення, визначають та візуалізують позаштатні ситуації забруднення довкілля. На цьому етапі важливе значення надається цифровому дешифруванню при процедурі ідентифікації як явних джерел забруднення (шлейфові димові труби, основні об'єкти забруднення у комплексі промислових підприємств, дифузійних плям на дзеркалах водних об'єктів), так і латентних (виявлення об'єктових джерел викидів у довкілля різноманітних СДОР, в т.ч. й радіаційного випромінювання). За допомогою відповідних інструментаріїв укладається оперативна електронна карта (план) охорони природи та природокористування.

Загальне управління відповідними етапами координується геоінтелектуальною системою прийняття екологічних рішень за сформованими базами даних відповідних геоінформаційних блоків (тематичних шарів). З ціллю забезпечення простоти використання ці шари об'єднуються в інформаційні блоки, що є реляційною базою даних геоінформаційної концепції парадигми обсерваційного моніторингу довкілля-простору.

Етапи картографічного моделювання довкілля-простору дозволяють сформулювати методологічні підходи акумулювання геоінформації в різні вузькоспеціалізовані тематичні ГІС-шари з багатьох проблемних питань екології довкілля. Кожному тематичному ГІС-шару проблемно-орієнтованої обсерваційної моніторингової ГІС-картографічної моделі відповідає картографічний банк даних умовних позначень – бібліотека умовних знаків, яка супроводжується семантичною інформацією [24].

*Цифрові обсерваційні моніторингові ГІС-картографічні моделі довкілля-простору* – новий різновид електронних еколого-географічних карт, що

використовується диспетчерськими службами управління вуглевидобутку, перевезення та трансмісії ресурсів, в т.ч. нафто-, газо-, сланце-проводів, рятувальних служб різних підприємств. Наявність інтегративності модулів геоінтелектуальних систем із супутниковими приймачами забезпечує оптимальну роботу організації, безпеку довкілля та охорону праці.

Типова електронна обсерваційна моніторингова ГІС-карта довкілля-простору має наступні шари: шляхова мережа, гідрографія, рослинний покрив, небезпечні підприємства, місця видобутку та залягання корисних копалин, мости, тунелі та транспортна біфуркація. Відповідний відомчий (для службового користування) картографічний продукт містить наступні додаткові оперативно-тактичні елементи тематичного навантаження: платформи та станції залізниць, термінали та пункти цивільного захисту в цілях розробки та прокладання схем-планів евакуації населення та карти заходів щодо ліквідації катастроф та їх наслідків. Наприклад, сучасні еколого-гідрографічні карти природокористування поряд із інформацією про небезпечні особливості водотранспортних сполучень також відображають особливості господарської діяльності в акваторіях або визначають місця викиду небезпечних отруйних речовин.

Періоди актуалізації відповідних карт для різних регіонів та населених пунктів України можуть бути різними і визначаються ступенем забудови, темпами будівництва чи змінами топографії внаслідок гіперактивного природокористування. Період актуалізації може бути зменшений за рахунок залучення даних перманентного цифрового дистанційного зондування. Процес актуалізації є наукоємною задачею, тому що вимагає редагування об'єктів зразу з їх появою чи зникненням. В іншому випадку, відповідні ГІС-моделі довкілля-простору не будуть відповідати сучасним вимогам з повноти та достовірності.

Результатом проведення обсерваційного рекогносцювання – є первинні цифрові, як правило абрисно-пікетажні картографічні ГІС-моделі природокористування та заходів охорони довкілля, екологічно-просвітницького туризму. Така інформація є все більше суспільно значимою, особливо під час обґрунтування територіальної організації системи управління екологічним обсерваційним моніторингом довкілля-простору різних масштабно-територіальних рівнів, реалізації заходів раціонального природокористування та охорони навколишнього природного середовища.

Проектування, укладання, видання та розповсюдження актуалізованих картографічних моделей довкілля-простору із вище обґрунтованих тематик є конче необхідним для запобігання надзвичайним ситуаціям природного, техногенного, як наслідок, соціально-політичного та воєнного характеру.

*Одним із сучасних напрямків постає застосування SMART & MindMap-технології в методиці реалізації обсерваційного моніторингу. SMART-технології в сучасних технологічних інноваціях при проведенні обсерваційного екологічного моніторингу є надзвичайно різноманітними. Спеціалізованим напрямом SMART-методу при обсерваційному рекогносцюванні місцевості постають кібернетичні прийоми у вигляді SMART & MindMap-технології. Вони отримали назву – метод ментальної (розумової) карти місцевості, яка*

вперше була обґрунтована англійськими вченими Тоні Бузаном та Ентоні Б'юзеном. Технологія спирається на наукових доктринах про закони роботи мозку. Вітчизняний вчений, який близько підійшов до розв'язання проблеми класифікації ментальних географічних карт є проф. А.М. Берлянт та А.Ф. Асланікашвілі, які запропонували відповідний напрямок, що назвали метакартографією або неогеографією.

SMART & MindMap-технології, а саме її структура, є ексклюзивною та унікальною, яку порівнюють з методикою нейронного програмування, яке відтворює механізми уявного (ментального або віртуального) картографування.

З точки зору нейронної кібернетики, відповідні стежки ментальних (розумових) карт утворюються нервовими клітинами в уявленні геопросторової інформації у науковців експедиційної групи. Сукупність відповідних стежок формують в уявленні дослідника ментальну карту обсерваційної геоінформації.

При постійному повторюванні полігонних досліджень, наприклад гідрологічними обсерваціями, аналізується більший обсяг геоінформації, який акумулюється на шляху їх проходження. Тим самим, продуктивніше стає робота експедиційної партії. Якщо моніторингова місія створює (моделює) спонтанно на місцевості максимальну кількість відповідних екологічних стежок, це посилює ефективність колективного мислення та сприйняття еколого-географічної інформації, тобто йде формування геоінженерного (системно-логічного) мислення та аналітичної обробки поточної ситуації в доквілля-просторі. Особливо це має вагу при ліквідації наслідків екологічних катастроф.

Метод SMART & MindMap-технології в екологічному моніторингу або метод Бузана, визначає SMART & MindMap-технології як надзвичайно міцну віртуальну графічну техніку (картосеміотику, картолінгвістику та картопрагматику) у процесі полігонної реалізації обсерваційного рекогносрування міських (урбанізаційних) ландшафтів, актуальність вивчення яких підтверджується реаліями теперішнього метеорологічного та кліматичного перетворення в Україні.

В основі SMART & MindMap-технології покладені наступні аксіоми:

- предмет геопросторової візуалізації (наприклад пожежна та бактеріологічна безпека) демонструється ментальним геозображенням, яка розміщується в центрі ментальної екологічної карти м. Києва, основні ідеї (екобезпекові характеристики) відображаються відгалуженнями, які радіантом виходять з центрального зображення, центральні терміни над відгалуженнями визначаються ключовою картиною або ключовим словом, наприклад «екологічна небезпека м. Києва», «техногенна аварія», «забруднення доквілля малих річок м. Києва»;
- менш важливі геокартографічні асоціації займають місце над лініями, які примикають до основних відгалужень. Одна одиниця геопросторової інформації може бути джерелом мультикількості асоціацій у дослідника доквілля, які, в свою чергу, є джерелом надзвичайної кількості асоціацій (геопросторових перцепцій);
- формується променеве мислення та просторове уявлення про стан доквілля та всеохоплююче поглинання всієї екологічної накопиченої інформації і



відображає роботу мозку на підкорковому рівні. SMART & MindMap-технологія стає зовнішнім периферійним графічним проявом відповідної концепції. На рис. 1.15 представлена схема, що відображає підхід та методика SMART & MindMap-технології ментального картографування при реалізації засад екологічної безпеки та проєктів екологічного моніторингу.

Укладання SMART & MindMap-проєктів в ході підготовки проведення екологічного моніторингу та подальша оптимізація з уточнення змістовного наповнення ментальних карт є наслідком когнітивного процесу успішного сприйняття оточуючого середовища.

Наука, що займається вивченням MindMap-технологій сприйняття інформації називається *гемісферологією*.

*Камеральне (кабінетне) опрацювання* результатів екологічного моніторингу спирається на відпрацюванні відповідної взаємодії, забезпечує нову, більш високу якість отриманих картографічних реальних матеріалів.

Картографічні технологічні MindMap-моделі в екології поділяються на ментальні, когнітивні і можуть бути і самі різних підвидів. При відпрацюванні технологічних тем (робота GPS-обладнання) найбільш результативними основами стають операційні функціонально-спеціалізовані топографічні плани та карти. Для задач вивчення впливу інженерних конструкцій та споруд (теплоенергетики) на довкілля застосовують предметні (спеціалізовані) екологічні карти [6].

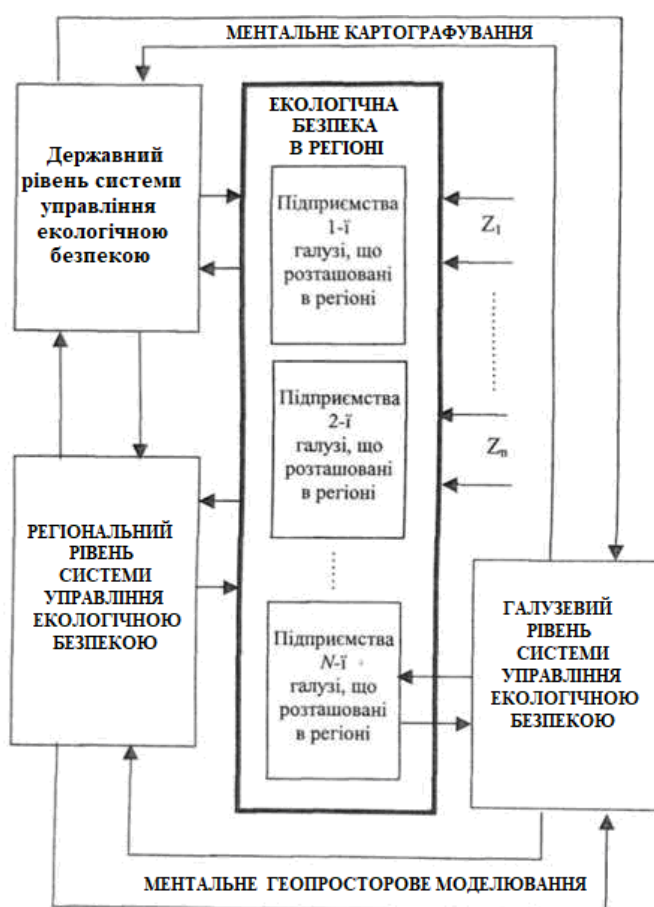


Рис. 1.15. Картосемантична складова MindMap-технології в системі картографо-геодезичного забезпечення рівнів екологічної безпеки великого міста

*Ментальні екологічні карти довкілля-простору* можуть бути раціональні та образні (ірраціональні). У першому випадку вони представляють собою деяке ієрархічне дерево або набір екранів, збудованих за визначеним алгоритмом і виражається глосарієм теми (тематичними спеціалізованими екологічними та природоохоронними визначеннями).

В другому випадку MindMap-технологія – це організована композиція картосемантичних знаків, картографічних символів, геоінформаційних картин. Термінологія, що об'єднує відповідний комплекс уявних ментальних карт в даному випадку доцільно називати *геоіконічними псевдокартографічними геозображеннями*, які несуть асоціативні стимули.

В процесі реалізації екологічного обсерваційного моніторингу довкілля-простору доцільно використовувати *ментальні карти дискусійного походження*. Які формуються під впливом обміну думками членів експедиції. Картограф отримує більш конкретизовану та повну геоінформацію, що буде покладена в основу реальної екологічної карти.

Розроблена універсальна комп'ютерна геоінформаційна програма для побудови ментальних екологічних карт-таблиць MindMapManager v.1.745.23, яку можна використовувати у підготовчих роботах при укладанні екологічної карти за результатами екологічного обсерваційного рекогносциувального моніторингу довкілля-простору. Це дозволяє контролювати особливості представлення картосемантики об'єктів природи та техносфери.

MindMap-технологія, як складова SMART-ресурсів в екологічному моніторингу є інноваційним технологічним прийомом при вивченні довкілля-простору, а також є інструментарієм, що підтвердив свою ефективність в контексті простоти сприйняття математичної, техніко-технологічної та функціональної характеристики способів та прийомів забезпечення персональної та колективної безпеки в експедиційних екологічних дослідженнях [7].

В результаті розробки геоінжинірингових прийомів у вивченні особливостей трансформації системи природокористування приходимо до наступних висновків:

- термінологічно обґрунтовані і запроваджені поняття обсерваційних моніторингових ГІС-карт природоохоронної тематики та карт обсервації, що розширює глосарій сучасної теорії екологічного моніторингу;
- проведено аналіз екологічних картографічних творів, що лежать в основі передрекогносциувальних обсерваційних робіт;
- прокласифіковані відповідні картографічні твори за специфікою відтворення ними моніторингової природоохоронної інформації та обґрунтовано їх ранжування;
- розроблені геоматичні критерії визначення інформаційної цінності та геометричної достовірності ГІС-карт довкілля-простору;
- запроваджені геоінженерні інновації у картографуванні, які стали основою виокремлення шару спеціалізованих електронних картографічних моделей – *цифрових обсерваційних моніторингових ГІС-картографічних моделей довкілля-простору*, що показують і вирішують актуальні наукові проблеми

сбалансованого природокористування, шляхом раціонального використання природних та рекреаційних ресурсів на основі картографічно обґрунтованих розрахунків у ГІС.

## Висновки до розділу

Сформульована концепція методології обсерваційного екологічного моніторингу. Теоретично визначені та на практиці перевірені затребуваність та практична цінність мережі інфраструктури еколого-рекогносцирувальних обсерваційних центрів – ландмарків. Зазначена їх класифікація, приналежність та тип до відповідного спеціалізованого екологічного моніторингу у різних кластерах географічної оболонки Землі. Доведена кореляція між типом ландмаркової обсервації, фізико-географічною зоною та типом ресурсо- та природокористування.

Запроваджена система геоінжинірингового моніторингу навколишнього природного середовища. Визначені інструментарні особливості при реалізації екологічних полігонних досліджень. Вибудована система прецизійних когнітивних моніторингових досліджень із урахуванням метричності довкілля-простору, яке підлягає перманентному або фоновому моніторингу.

Розроблений алгоритм проведення обсерваційного моніторингу за інновітним технологічним інструментарієм Gadget (smart)-картографії. Зазначені особливості запровадження супутникових навігаційних технологій. Наведені прикладні напрямки організації зйомок місцевості за допомогою безпілотних літальних апаратів, залучення та обробки даних аерокосмічної зйомки та дистанційного зондування Землі.

Особлива увага приділена методологічному обґрунтуванню дефініції «довкілля-простір». Запропоновано визначати відкрите довкілля навколишнього природного середовища та закритий антропогенний простір. Це може бути підземні конструкції та споруди, закриті приміщення сфери туристичного обслуговування, штольні, шахти, печери. Відповідні простори також потребують проведення обсерваційного екологічного моніторингу, яке науково до теперішнього часу не було визначено математично, фізично, геодезично та картографічно.

Сформульована геоматична концепція екологічного моніторингу, що поєднує сучасні технології фізико-хімічного дослідження геосфери, метризації просторів за допомогою високоточних картографо-геодезичних та фотограмметричних технологій. Доведена ефективність та результативність проведення обсерваційного рекогносцирувального моніторингу за реперними точками (ландмарками), що складають основу успішної реалізації моніторингу та отримання своєчасних та достовірних даних та матеріалів у вигляді геоінформаційних екологічних карт, атласів та геопорталів.

Важливим сегментом екологічного моніторингу – є розроблена система управління екологічним моніторингом антропогенного впливу на довкілля-простір. Розроблена концепція викладена у структурно-параметричних схемах реалізації відповідного рекогносцирувального моніторингу.

## **РОЗДІЛ II. МЕТОДОЛОГІЯ КАРТОГРАФІЇ ТА ГЕОІКОНІКИ У МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ МІСТА КИЄВА**

*Геоіконіка* – це візуалізація довкілля-простору різноманітними прийомами картографічної, фотограмметричної, семіотичної, картопрагматичної та семантичної інтерпретації методами та способами визначення кластерних характеристик природно-територіального комплексу.

В системі обсерваційного екологічного моніторингу великого міста геоіконічна методологія відіграє репрезентативну роль моделювання та прогнозування стану довкілля-простору, його часової, просторової та змістовної (топографічної) трансформації.

Геоіконіка є основою реалізації екологічного моніторингу навколишнього природного середовища, а також відкритих та закритих антропогенних предметно-функціональних просторів, як складової частини довкілля.

*Картографічне моделювання* – це універсальний інструментарій формування бази даних геоінформації при дослідженнях реальної дійсності. Запровадження картографічного методу геоінформаційного дослідження довкілля-простору дозволяє оперативно визначати потенційно-небезпечні території та зони потенційних надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру.

Задачею картографічної методології в обсерваційному моніторингу довкілля-простору м. Києва є визначення аналізу моделей зберігання геопросторових даних, методи побудови класифікаторів екологічних моніторингових обсерваційних карт.

### **2.1. Картосемантичний комплекс інструментів для візуалізації та передачі геопросторових даних обсерваційного моніторингу в картографічних легендах**

Усі функції тематичних даних, показаних на карті, повинні пройти процес спрощення, узагальнення (іноді перебільшення) і, нарешті, символізації за допомогою картосемантичного комплексу інструментів візуалізації та передачі даних у картографічних легендах на етапі конструювання картографічної легенди при програмуванні алгоритму укладання відповідної географічної карти. Це є одним із центральних наукових завдань теоретичної та прикладної картосеміотики.

Питаннями картосеміотичного конструювання картографічних легенд займалися такі теоретики картографії: М.М. Баранський (1934 р.), К.О. Саліщев (1966 р.), О.Ф. Асланікашвілі (1967 р., 1974 р.), О. Володченко (2009 р.). Вони заклали теоретико-методологічну основу технологічних і виробничих трендів автоматизованого проектування і конструювання картографічних легенд.

Болгарський професор картографії Радостин Стоянов у своїй праці дуже скептично ставиться до теорії картосемантичних комплексів картографічної візуалізації і символізації даних, називаючи їх «ментальними основами передкартографічних робіт», які не мають спільного з картографічними роботами укладання карт. Мало дослідженим залишається питання картосеміотичних, картосемантичних та картосемісіологічних (картних) підходів до філософії

проектування картографічних легенд геопросторових моделей, що створюються на основі ГІС-технологій.

Важливим є не лише вивчення концептуальних засад формування конструювання типових загальногеографічних спеціалізованих легенд карт, а й перевірка відповідних гіпотез заради підтвердження або спростування деяких наукових концепцій стосовно відповідного технологічного інструментарію та сучасних технологій візуалізації в картографії.

Для візуалізації географічних явищ у суспільстві та навколишньому природному середовищі використовуються символи на картах, що представляють різні геопросторові дані, пов'язані з місцем, відстанями, обсягами, рухом, функціями, процесами кореляції. Ці явища поділяються на чотири основні категорії: *точка* (безвимірні дані), *лінії* (одномірні дані), *площа* (двовимірні дані), *обсяги* (тривимірні дані). Усі дані, що картографуються, відображаються у легенді карти спеціальними умовними позначеннями. Професор В.С. Тікунов виокремив три групи полімодельних конструкцій картографічних легенд: ланцюговоподібні (однопорядкові); мережеві (порівняльного аналізу вивчення явищ), деревоподібні (подібності явищ) та тип «переплетіння крон дерев».

Сучасна наукова парадигма методології конструювання картографічних символів ґрунтується на тому, що чотири категорії даних мають бути представлені на карті тільки в трьох основних типах символів: *точках*, *лініях* і *областях*. Таким чином, значна увага повинна бути зосереджена на створенні картографічної легенди – бібліотеки умовних позначень-символів, які зображують більше однієї характеристики. У той же час, кожен з трьох типів символів представляє різні основні географічні особливості інтерпретації, що методично апробовано на топографічних картах США. У тематичній картографії ці символи можуть бути використані для подання географічних статистичних даних, наприклад, густина або щільність.

Подамо порівняльний картосеміотичний аналіз фрагменту бібліотеки умовних позначень України та США. Картолінгвістична інтерпретація картографічних знаків геодезичної мережі на картах українських і США відрізняється. Замість знаку «пункт триангуляції» запроваджений термін «горизонтальний контрольний пункт»; знак «пункт полігонометрії» на американських картах представляє собою картолінгвістичну інтерпретацію як «межевий знак». Різними картопрагматичними конструкціями подано і піктограму «репер». На українських топографічних картах відсутні картографічні умовні знаки «геодезична піраміда», «пункт екологічного моніторингу», «промислове підприємство». Картинне зображення знаку «колодязь» на американських картах повністю не збігається із вітчизняною бібліотекою умовних позначень для топографічних карт.

В українських каталогах умовних позначень відповідна картопиктограма за іконометрією ідентична знаку «рудникова штольня». Умовного позначення «маяк» на американських топокартах немає, проте в українській бібліотеці картографічних позначень існує цілий перелік різних типів умовних позначень маяків при укладанні легенди морських і річкових навігаційних карт в ГІС deKart. Таким чином, *запровадження порівняльної картосемантики умовних позначень ГІС різних країн є важливою науковою задачею прикладної картосеміотики.*



Процеси створення і укладання каркасу умовних картографічних знаків на етапі авторського програмування карти називаються технологічними прийомами укладання метакarti. Після того, як метакarta створена, обирають, які географічні особливості повинні бути зображені на карті та яким чином. Масштаб карти є важливим фактором у визначенні того, які функції можуть бути показані та у який спосіб. Деякі дані не підходять для зображення на всіх рівнях. Якщо географічні показники відображаються в помилковому масштабі, то дані можуть виявитися занадто перевантаженими або їх масив буде занадто малим.

Взагалі, для відображення геоінформації, є два основні алгоритми конструювання картографічних символів, які використовують при укладанні картографічних легенд: *живописні (картинні, натурні)* і *абстрактні*.

Символи з точки зору картосемантики і теорії сприйняття графічної інформації, що їх розробив професор М.К. Бочаров (1957 р.), мають у переважній більшості *мальовничий (картинний)* вид середовища, об'єктів, явищ, які вони представляють. Ці символи, як правило, відображають формові (об'єм, параметри, топологію) та кольорові особливості. Наприклад, символом для організації пікніка може бути картинка «стіл для пікніка», символом рослинності чи області заказника може бути «зелений полігон». Символи, описані як абстрактні, можуть бути будь-якої геометричної форми, визначені представленням якісних функцій. Наприклад, ряд послідовних точок та/або квадрати можуть представляти квартали населених пунктів у легенді карти. З іншого боку, кольорові або малюнкові полігони можуть представляти різні соціальні явища, наприклад, щільність населення на карті. Існує невелика різниця в тому, як технологічно відрізняється побудова картографічних символів для відображення географічних явищ у комп'ютерному середовищі і звичайному ручному (рукописному) при укладанні паперової карти.

На думку проф. О. Володченка, у виборі розміру картографічного символу потрібно застосовувати такий алгоритм для дотримання вимог, що стосується запровадження аксіоми, де *картографічні символи (позначення) є підходящими для різних масштабів, при яких карта може розглядатися як адекватна картографічна модель*. Іноді кращий вибір розміру може бути результатом компромісів. В цьому випадку укладається мінілегенда. Важливим є те, що на жодній карті, незалежно від дизайну символу або використання засобу джерела геоінформації, всі символи повинні бути чітко описані в легенді карти.

При картосеміотичному аналізі типової картографічної символізації важливо мати чітке уявлення про набір даних для їх зіставлення. Розподіл набору умовних позначень може бути вивчений шляхом розрахунку описових статистик семіотико-інформаційних одиниць умовних позначень на карті, таких як: *середнє, режимне, середній діапазон, стандартне відхилення*. Такий рівень вимірювання в теорії картографічної мови називають шкалою вимірювання. Коли географічних даних для укладання карти надто багато, це є не завжди добрим і непрактичним.

Відповідний перенабір геоданих з надлишкових вимірювань є позитивним лише в топографічних зніманнях). Щоб призначити унікальному символу ідентичний запис даних, необхідно визначити при його проектуванні відповідні морфографічні, прагматичні, семантичні, сигматичні та стилістичні картосеміотичні категорії його моделювання.

Для відображення важливо, щоб критерії класифікувалися і групувалися. Є кілька методів класифікації картосеміотичних критеріїв при менеджменті модульних структур умовних картографічних позначень. В результаті проведення мультиквадрикового картосеміотичного аналізу метаданих у ГІС, можуть бути застосовані тільки певні типи картографічних знаків. Наприклад, легенда аеронавігаційної GPS-NGSS-карти, де значна кількість геооб'єктів умисно не враховується в легенді цифрової карти.

В легендах карт спеціального призначення та проблемної орієнтації застосовуються картопиктограми. У деяких ГІС-програмах (Bentley Microstation) не роблять різниці між інтервалом і співвідношенням у картографічній символізації, називаючи їх як *безперервний картографічний знак*. Це є технічно помилковим, тому що інтервал починається з *природного нуля*, а співвідношення даних не дозволяє це зробити.

*Метод класифікації у конструюванні системи умовних позначень* ґрунтується на суб'єктивному визнанні розриву в розподілі статистичного масиву даних, де є значно менше похибок та неточностей (для топографічних планів забудованих територій).

Побудова гістограми даних виявляє ці недоліки статистики. Цей метод, розроблений Джорджем Дженксом, де результат впливу зводиться до мінімуму зміни в класах, якщо збільшуються відмінності між класами. Він найбільш корисний, коли набір даних має більш ніж одне модальне значення і включає топологію символу: його розміри, форму, орієнтацію, структуру (текстуру), кольоровість (колір) та значення кольору (яскравість і легкість). Ці змінні, окремо або в комбінації, використані для розробки бібліотеки умовних позначень – легенди географічної або спеціалізованої карти. Однак не всі змінні в рівній мірі відносяться до символізації всіх типів географічних явищ або наборів даних.

Символізація номінальних або якісних даних, як правило, найменш складна. У процесі впровадження картографічного дизайну символів необхідно лише вказати різницю в класі, і, що важливе, це не передбачатиме ранжування. Змінні форми, текстури, відтінки використовують для формування умовних позначень якісних даних. Символізація кількісних даних при конструюванні легенд карт є більш складною. Часто виникає необхідність показати дані логічним продовженням. При цьому змінні розміри значення кольору є більш важливими, внаслідок чого в конструюванні картографічної символіки на цих картах зображують номінальні дані, що повинні використовувати зовсім різні форми та/або відтінки, а не розміри. Це правило професора А.С. Васмута, яке застосовується до ліній, що зображують символи номінальних даних.

Порядкові дані при моделюванні (конструюванні) політочки символу у геоінтелектуальній системі на стадії укладання тематичної географічної карти із зображенням порядку даних можуть використовувати абстрактні геометричні форми або символи, що класифікуються відповідно до розміру. Інший метод для зображення порядкових даних використовує той самий символ точки різних кольорних значень.

Для акцентування на проблемно-орієнтованих географічних об'єктах модульні функції розміру і кольору можуть бути об'єднані. Важливими є дослідження топології розмірів картографічного знаку та розрахунок площі, що займає картографічна стеоіконіка на карті. Для цього зображують інтервал і співвідношення даних, за допомогою яких можна досліджувати зміни значення кольору і структури картографічного знаку, щоб показати поступове значення даних. Колір відповідної прогресії в одному з відтінків акумулює значення даних, які збільшуються в міру збільшення значення від білого до насиченого кольору. Це особливо підходить для легенди монохромної карти. Даними класами відображаються поступові зміни. Наприклад, від світло- до темно-сірого біполярна прогресія відображає дані у діапазоні від позитивного до негативного, а гіпсометричні відтінки показують висоту вище і нижче рівня моря.

Формування картосемантичного інструментарію візуалізації і представлення геопросторових даних залежить від зображувальних засобів та стосуються конкретної за змістом і призначенням географічної карти, яка укладається. Результати реалізації відповідної методики представлені на прикладі карти унікальних дерев м. Києва (рис. 2.1).

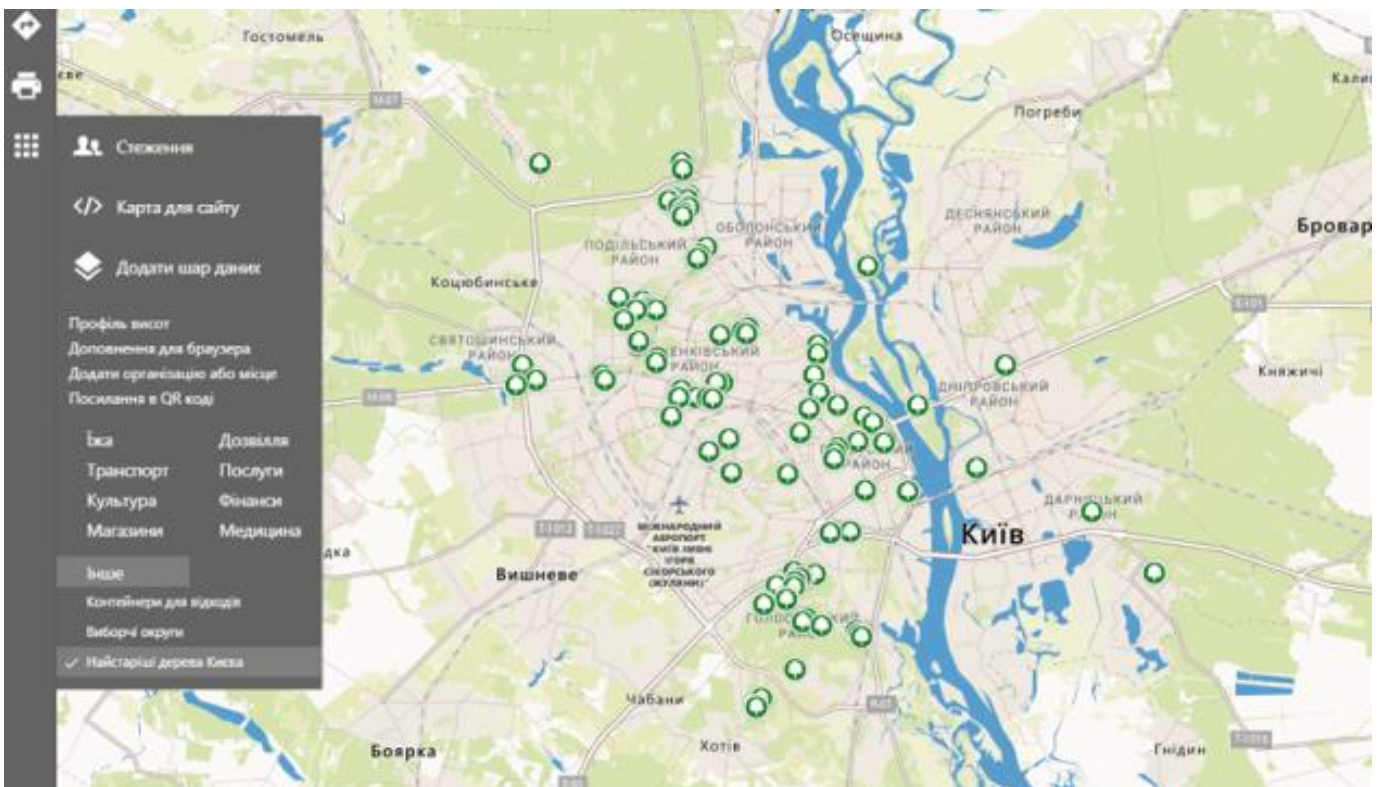


Рис. 2.1. Онлайн карта найстаріших дерев м. Києва

На сьогодні вирішені такі наукові задачі:

- визначені поліматричні елементи візуалізації географічних даних;
- проведений порівняльний аналіз картосемантичних піктограм вітчизняних та іноземних топографічних карт;
- сформульовані основні алгоритми конструювання картографічних символів;

- запроваджений картосеміотичний аналіз типової картографічної символізації на відповідних прикладах географічних легенд карт;
- запропоновані картопрагматичні та картосеміотичні моделі прогресивного визначення текстур передачі кольорової кількісної інформації при конструюванні картографічних легенд.

## **2.2. Метододика проєктування картографічного банку даних умовних позначень природоохоронних територій м. Києва**

Наукове завдання уніфікації умовних позначень картографічних моделей, що створені в середовищі геоінформаційних систем є актуальною, особливо для карт і атласів природоохоронної та заповідної тематики. Уніфікація та стандартизація умовних позначень шляхом створення картографічного банку даних (бібліотеки) надає можливості ефективного державного регулювання та управління у заповідній справі, а саме: єдиний каталог умовних позначень функціональних зон національних природних парків, гідрологічних, геологічних, ботанічних пам'яток природи, інженерно-технічних та проєктних заходів на території природних парків та заповідників. Це дозволяє уникати різночитання та некореспондентності тематичного змісту відповідних карт.

Подамо моделі створення умовних позначень за вимогами семіотики, які були апробовані при створенні проєкту організації Національного природного парку «Голосіївський», легенду карти та власне карту (рис. 2.2).

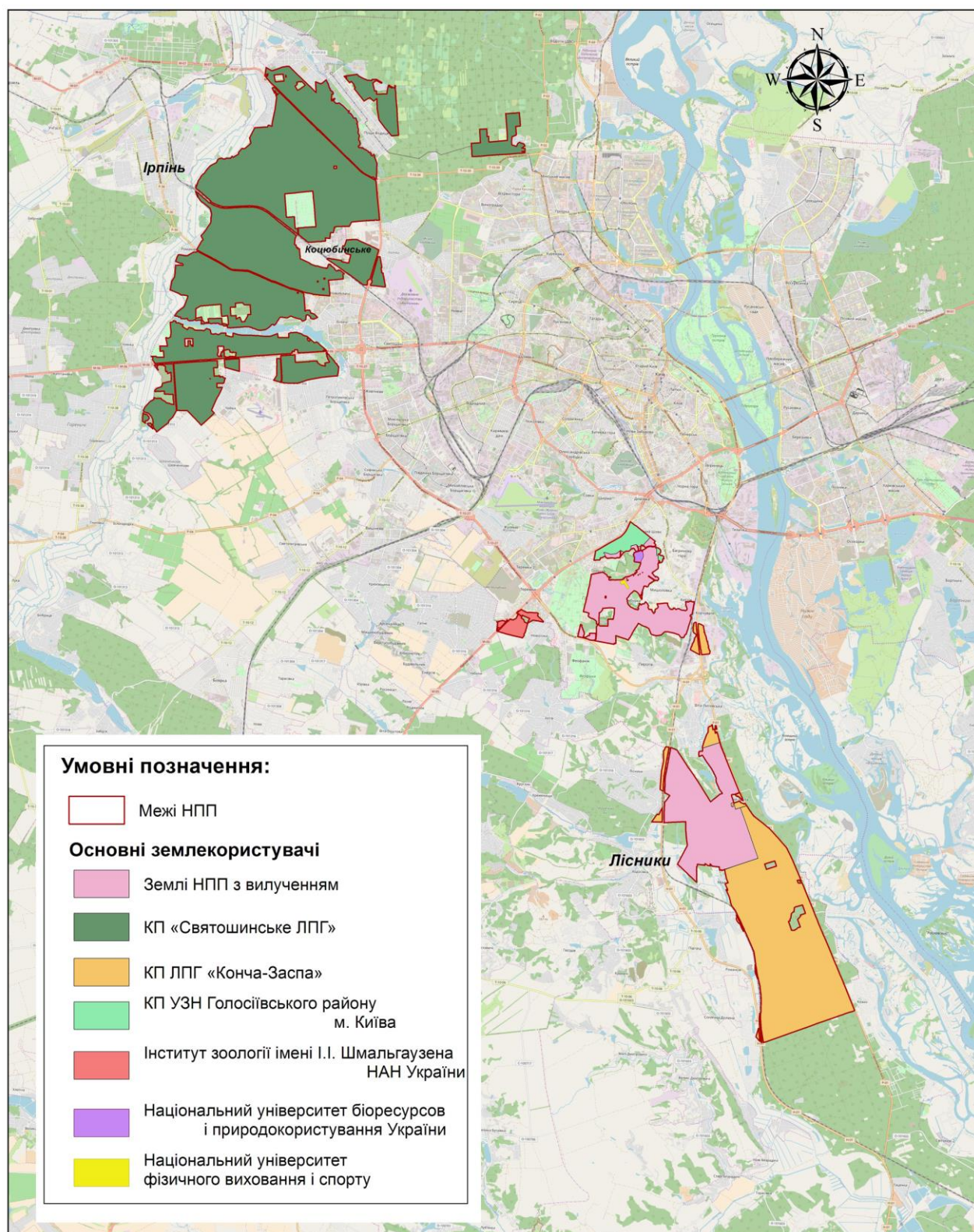
Для прийняття оптимальних управлінських рішень в природно-заповідній справі необхідна інформація про різні параметри діяльності муніципальних і регіональних структур природоохоронних організацій та інноваційний досвід моніторингу навколишнього природного середовища взагалі і окремо на природно-заповідних територіях національних природних парків.

Універсальний спосіб, що демонструє масштабність, просторовість та локалізацію відповідних явищ та об'єктів, – є картографічний. Мовою є легенда природозаповідної карти – бібліотека картографічного банку даних умовних позначень об'єктів на територіях та акваторіях природно-заповідного фонду (ПЗФ) України.

Технологічне проєктування умовних знаків природно-заповідного фонду, складових ланок в єдиному ланцюгу екологічного картографування, недостатньо висвітлено в сучасній науковій літературі. Основний наголос ставиться на демонстрації лише функціональних особливостей ГІС-систем, а мова карти – умовні позначення, досліджуються недостатньо.

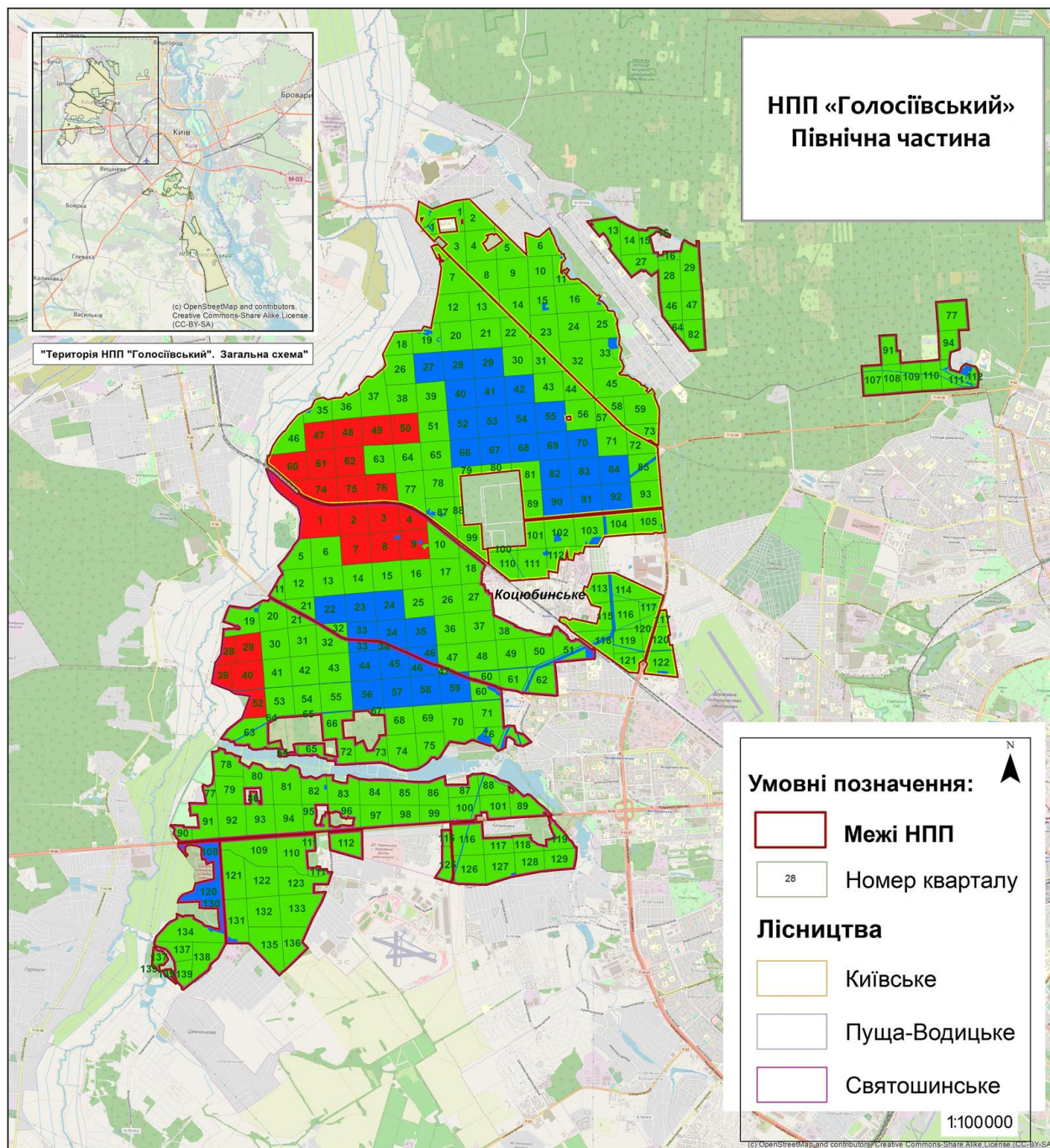
Наукова проблема полягає в тому, що уніфікованих (стандартизованих) умовних позначень об'єктів ПЗФ не існує. Наслідком цього є картографічна некореспондентність атласів та карт відповідної тематики (різночитаність, яка пов'язана із тим, що кожен автор карти самостійно і одноосібно розробляє відповідну знакову бібліотеку) і, як наслідок, – не забезпеченість прийняття державних рішень за уніфікованими картографічними документами, що може бути серйозним фактором нестабільності роботи галузі.





А





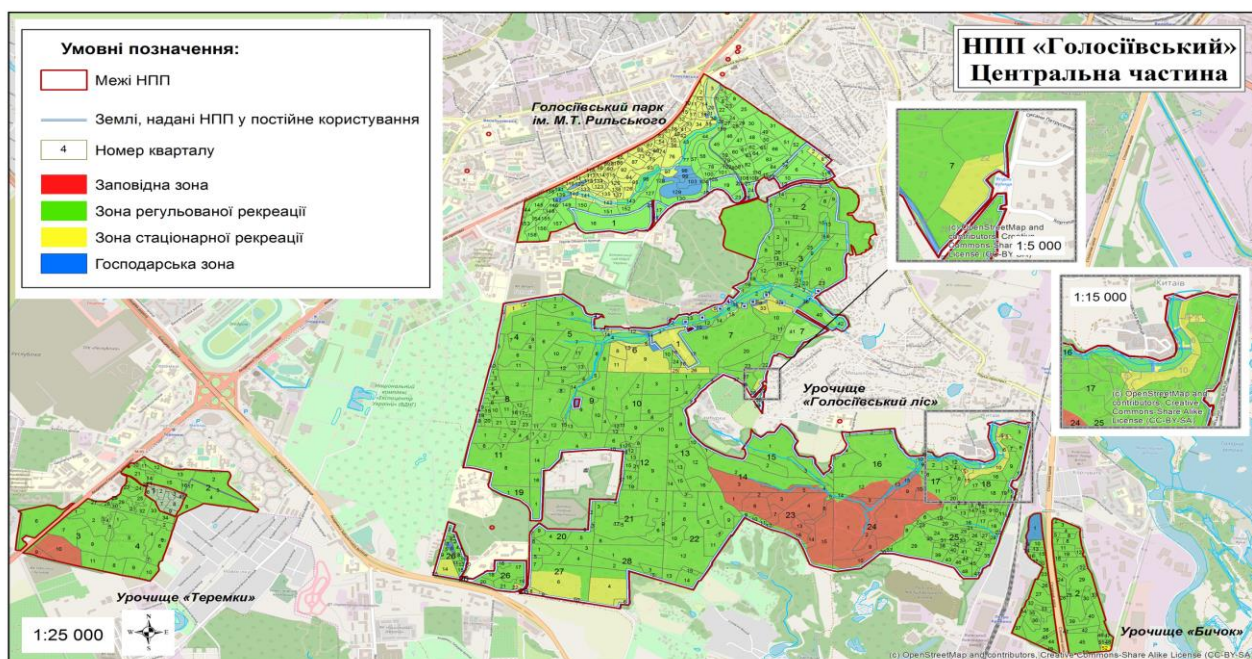
**Заповідна зона**

**Зона регульованої  
рекреації**

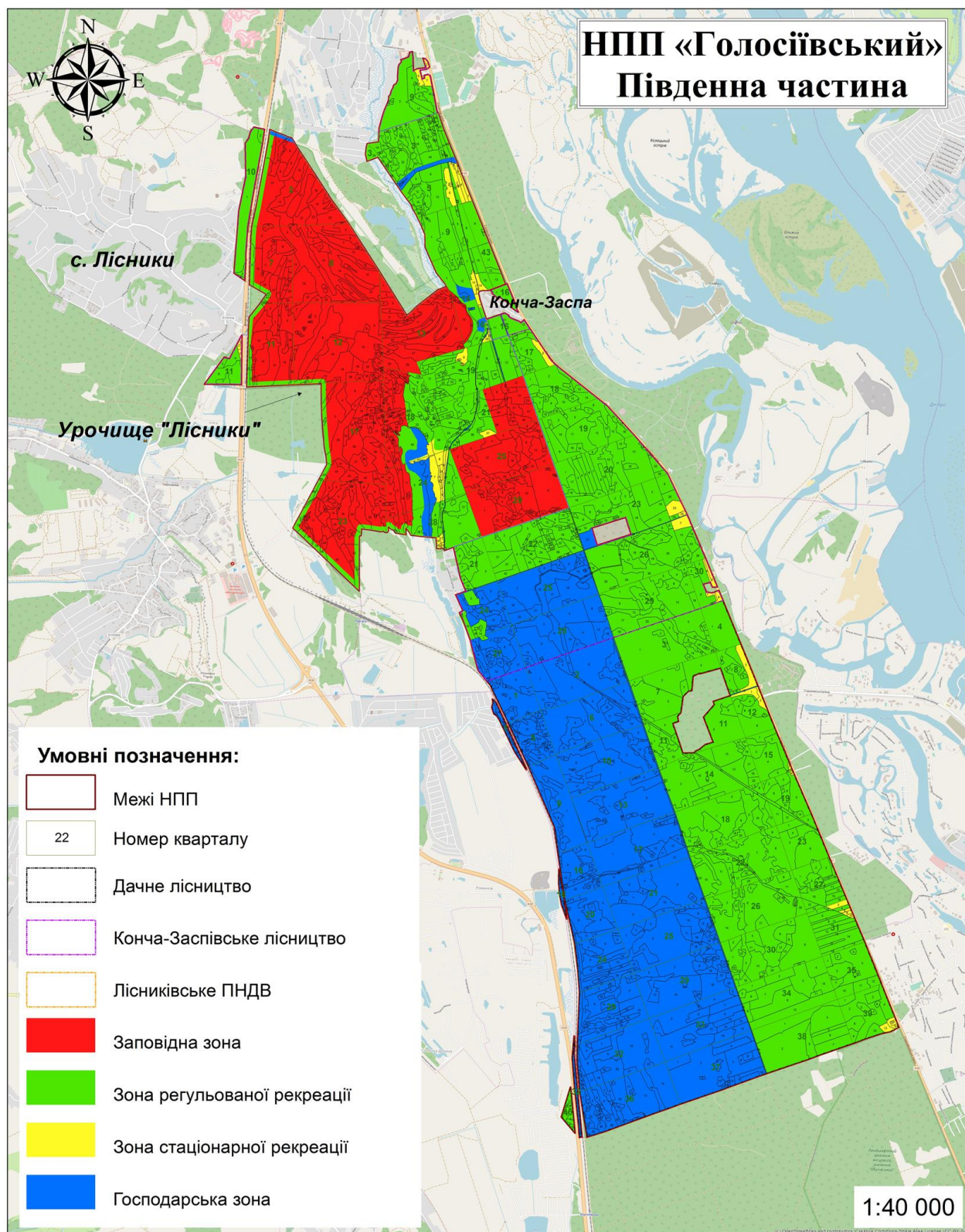
**Господарська зона**

**Б**





В



Г

Рис. 2.2. Карта національного природного парку «Голосіївський» з легендою позначень (А – карта землекористувачів, Б – Північна частина, В – центральна частина, Г – Південна частина)



Відсутність уніфікованої стандартизованої бібліотеки умовних позначень об'єктів ПЗФ України унеможливорює єдиний (континуальний) загальнодержавний картографічний моніторинг довкілля та прийняття оптимальних рішень у заповідній справі. Відсутність надійної, повної і доступної спеціалізованої бібліотеки умовних позначень ПЗФ стала набагато більш серйозною проблемою, ніж в минулому. Звичайно, на сьогоднішній день існує цілий ряд систем, які можуть забезпечувати вирішення цієї проблеми лише на етапі геовізуалізації просторових явищ. Це в першу чергу електронні карти геоінформаційних систем, а також цілий ряд картографічних ресурсів мережі Інтернет (геопортали).

Актуальною є розробка теоретико-методологічних прийомів проектування стандартизованої і уніфікованої національної бібліотеки умовних позначень об'єктів природно-заповідного фонду України.

*Картографічний банк умовних позначень (бібліотека)* – це новий вид допоміжних геоінформаційних підсистем, адаптованої під попит цифрового картографування в природно-заповідній справі.

Запровадження уніфікованої стандартизованої бібліотеки умовних позначень об'єктів ПЗФ України та її впровадження в систему геоінформаційного картографування національних природних парків та заповідників представляє однорідну геосемантичну інформацію про відповідні території України і є важливим фактором вирішення завдань формування системи охорони навколишнього середовища, природозаповідання, а також надання еколого-освітніх (еколого-краєзнавчих), туристсько-рекреаційних та екскурсійних послуг.

Методологія алгоритму розв'язання цієї наукової проблеми спирається на географічні, топографічні, аерокосмічні моделі відображення навколишнього середовища та його сприйняття у вигляді адекватного знаку із геоінформаційною прив'язкою до державної системи геодезичних координат УСК-2000. Картографічний банк даних умовних позначень інтегрується до програмних комплексів сучасних ГІС: Map-CAD, Digitals, Panorama, ArcGIS і не вимагає тривалого навчання ГІС-користувачів і не є високотехнологічним для переформатування потокової геоінформації карт (символьної або текстової). Це лише призводить до створення національного картографічного стандарту.

Проектування системи умовних знаків для наповнення електронної карти – є складним завданням на початковій стадії розробки. З початку необхідно розглянути загальні критерії вибору умовних позначень для потреб заповідної справи. Картографічний банк умовних позначень являє собою систему картографічних знаків, що візуалізуються і відповідним чином інтерпретуються на екрані монітора. Для визначення критеріїв, за якими моделюються відповідні умовні позначення, необхідно розглянути питання проектування картографічних піктограм на електронній карті. Підхід до проектування системи картографічних позначень і карти в цілому багато в чому визначається призначенням, тематикою, масштабом картографічної моделі, що складається.

Істотна відмінність в підході до проектування умовних позначень спостерігається в залежності від функціонального призначення карти (цільової аудиторії). Наприклад, карта для наукових цілей функціонального зонування національного природного парку контрастує з картою, що відображає освітньо-

екологічні, туристичні, рекреаційні ресурси природно-заповідної території. Карта для наукових цілей ПЗФ, на відміну від карт широкого вжитку, призначена для зняття з неї точної і достовірної геодезичної інформації.

Основна задача проектування і конструювання умовних позначень для ГІС природно-заповідних територій полягає в тому, щоб візуалізація інформації з електронних карт однозначно сприймалася і інтерпретувалася, як на персональному комп'ютері, так й на навігаторах, смартфонах або інших переносних девайсах.

Умовні картографічні позначення, як графічна мова карти, показують модифікований вид об'єкту, його просторове положення, розміщення і інформацію про нього. Перевага картографічних знаків перед вербальним поясненням полягає в тому, що вони допомагають розкрити просторово-тимчасові зв'язки і відносини. Наука, яка вивчає знакові системи, називається *картосеміотикою*.

Відповідність позначень до дійсності представлена в легенді карти, яка служить саме для уточнення її змісту. *Легенда* – система використаних на карті умовних позначень і текстових пояснень до них. У легенді необхідна послідовність позначень, тобто класифікований відбір, що більш логічно подає зображуваний об'єкт або процес.

При проектуванні стандартизованої бібліотеки картографічних позначень здійснюються наступні операції. Вибір умовних позначень за допомогою семіотики. Визначаються критерії вибору конструкції знаку, кольору і пріоритету сприйняття знака (об'єкта) на карті з позиції основних аспектів семіотики. Критерії вибору знаків адаптуються за допомогою кольорознавства. Розглядаються умови однакового сприйняття кольору виробником і споживачем карти для ергономічного проектування системи.

Розглянемо критерії вибору умовних позначень з позиції семіотики, яка включає в себе наступні аспекти: синтаксичний, семантичний, прагматичний та лінгвістичний. За допомогою картографічної синтактики вирішуються такі питання: будуються та систематизуються картографічні позначення за допомогою графічних засобів, досліджується поєднання графічних засобів в одному позначенні, аналізуються комбінації картографічних зображень в просторі змістовного навантаження карти, а також шляхи їх раціонального компонування.

Такі позиції картографічної синтактики моделюються за допомогою умовних позначень в ГІС таким чином, щоб вони мали деяку загальну систему за елементами їх конструкції. Об'єкти протипожежної системи національного природного парку та інженерно-технічні заходи, що проводяться на його території, є спорідненими об'єктами тематики і тому повинні мати знаки однакової конструкції, але з різним кольором.

Необхідно встановити об'єкти, які є пріоритетними і другорядними, для того щоб згодом визначити для них форму і колір умовного позначення об'єктивно за їх призначенням. Пріоритетними об'єктами на карті природно-заповідного фонду є наступні: межі парку (заповідника), функціональні зони, лісові квартали, річки, ставки, службові споруди, підписи. Причому ступінь зниження пріоритету відбувається згідно перерахованим в списку об'єктам і виглядає наступним чином:

$$A \subseteq \{f(x_1), f(x_2), f(x_3), \dots, f(x_n)\}, \quad (2.1)$$

де:  $x_i \in A$ ,  $A$  – сукупність знаків першорядної групи, з умовою, що:

$$f(x_1) > f(x_2) > f(x_3) > \dots > f(x_i), \quad (2.2)$$

де:  $f(x_i)$  – метричні параметри умовного знаку об'єкту;  $i$  – порядок пріоритету об'єкта,  $n$  – кількість пріоритетів у виборі об'єкту картографування.

Другорядними об'єктами на карті є наступні об'єкти: геолокалізація червонокнижної та зеленокнижної флори та фауни, геоморфологічні особливості, що використовуються в рекреалогічних цілях, аншлаги, реперні центри. В другорядному списку об'єктів ступінь значущості буде наступною:

$$B = \{f(y_1), f(y_2), f(y_3), \dots, f(y_m)\}, \quad (2.3)$$

де  $y \in B$ ,  $B$  – сукупність знаків другорядної групи, з умовою, що:

$$f(y_1) \geq f(y_2) \geq f(y_3) \geq \dots \geq f(y_m), \quad (2.4)$$

де  $f(y_i)$  – метричні параметри умовного знаку;  $i$  – порядок пріоритету об'єкта,  $m$  – кількість другорядних пріоритетів картографічного позначення об'єкту.

У другорядній групі, як видно з формул, допускається рівність знаків в частині сприйняття, тобто не має значення, що деякі позначки цієї групи можуть візуально сприйматися однаково. Визначивши умовні позначення по групам, приступимо до їх конструювання.

Умовні позначення ПЗФ України відповідно до характеру поширення зображувальних об'єктів і явищ поділяються на три групи:

$$I \subseteq \{a, b, c\}, \quad (2.5)$$

де:  $I$  – є множина умовних знаків;

$a, b, c$  – підмножини  $I$ ;

$a$  – топологічна група позначень (гідрологічні, геологічні, ботанічні пам'ятки природи);

$b$  – лінійна група позначень (туристичні маршрути, дороги, річки на території ПЗФ);

$c$  – площинна група позначень (лісові квартали, територія парків та заповідників).

Кожна група складається з  $n$  ступнів елементів:

$$\begin{aligned} a &\subseteq \{K, L, C, Q, M\} \\ b &\subseteq \{K, L, C, Q, M\} \\ c &\subseteq \{K, L, C, Q, M\} \end{aligned} \quad (2.6)$$

Літеральними позначеннями вказані наступні характеристики умовного позначення:  $K$  – форма,  $L$  – розмір,  $C$  – колір,  $Q$  – орієнтування,  $M$  – внутрішня структура.

Змінюючи параметри в кожній групі умовних позначень не тільки вирішують поставлене завдання формування черговості сприйняття умовних позначень, а й обирається вдаль розташування (компонування) на карті з урахуванням законів картографічної генералізації, а також забезпечення їх естетичного сприйняття (картографічний дизайн умовних позначень).

При конструюванні умовного позначення визначаємо його геометричні характеристики або його вид. Наприклад натуралістичний (піктограма, що нагадує конструктивний вигляд об'єкту). Виходячи з наявних груп умовних позначень обираємо шрифт, розмір, колір, ефект для поліпшення сприйняття.

Другим критерієм семіотики при розробці позначень є картографічна семантика, в якій виділяються наступні напрямки: вивчення змістовного значення знаків, співставлення до дійсності, виявлення інформаційних властивостей знаків на різній семантичній та семіотичній основі.

Зміст позначень полягає в тому, щоб за допомогою графічного образу і відповідно складеної легенди карти передати ту особливість, яка властива об'єктам ПЗФ України. Для цього необхідно встановити родові і видові зв'язки об'єктів ПЗФ України.

Безсумнівно, що еколого-освітні і туристсько-краєзнавчі об'єкти є спорідненими в рамках сфери гуманітарної роботи на території ПЗФ і, отже, повинні бути систематизовані, тобто приведені до загальних критеріїв наступним чином:

$$Q \subseteq \{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6\}, \quad (2.7)$$

де:  $X_i \in Q$ ;  $Q$  – фундаментальна сукупність картографічних позначень у ГІС;

$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$  – сукупність картографічних позначень певної групи видового зв'язку у картографічній легенді, що відобразатимуть об'єкт або зображуване явище.

Позначення дозволяють характеризувати якісні та кількісні особливості об'єктів ПЗФ, а також їх внутрішню структуру. На картах ПЗФ України позначення, що відображають національні природні парки використовують абстрактні геометричні знаки: квадрати, ромби, трикутники. Однак ці знаки позамасштабні (розмір знаків буде незмінний при збільшенні або зменшенні масштабу, тобто як при зумуванні), і, отже, розмір позначення не відображає кількісну характеристику, а колір – якісну.

З'ясувавши всі напрямки картосемантики, переходимо до третього критерію картосеміотики, а саме до картографічної прагматики при проектуванні картографічних бібліотек позначень.

*Картографічна прагматика* допомагає розглянути сприйняття позначень виробниками і споживачами картографічної продукції (в даному випадку, працівниками природно-заповідного фону та еко туристами).

При створенні картографічного банку даних умовних позначень аспекти інтерпретації сприйняття позначень виражаються наступним чином. Виробники



карт повинні при використанні стандартизованих (уніфікованих) картографічних позначень об'єктів ПЗФ, на основі знання процесів і законів зорового сприйняття, забезпечити доступну інтерпретацію позначень з урахуванням зчитування знаків ГІС-системами.

Споживачі карт повинні мати можливість аналізувати карту і розуміти сутність представлених об'єктів та відображених явищ. Це дозволить однозначно інтерпретувати смислове навантаження на картографічне умовне позначення.

Знання з *картографічної лінгвістики* допомагають підписувати назви географічних об'єктів, визначати шрифт, колір та орієнтацію у полі змістового навантаження карти. Якісна читаність умовних позначень буде в тому випадку, якщо дотримані правила і рекомендації кольорознавства.

Процес проектування бібліотеки умовних позначень ПЗФ України є досить складним завданням. Для позитивного сприйняття геоінформаційної карти національного природного парку необхідна умова – умовні позначення повинні відповідати правилам картосеміотичної науки. Ґрунтуючись на цих правилах можна вирішити основне завдання оптимізації сучасної системи умовних позначень, що відображають об'єкти ПЗФ України. Таке завдання полягає в тому, щоб візуалізація інформації з карт легко сприймалася, однозначно інтерпретувалася та достовірно використовувалася.

### **2.3. Аудит карт системи природокористування та екологічної безпеки**

Використання природних ресурсів все більше набуває складових ознак національної безпеки в світі. Вичерпується все: водні ресурси для сільського господарства при забезпеченні меліорації чистою водою, а також при забезпеченні чистою питною водою життєдіяльності великих промислових агломерацій, міст-мільйонників, де в майбутньому буде зосереджуватися лівова частка усього світового народонаселення.

Виснажується потенціал земельних ресурсів, що є наслідком виникнення світової продовольчої кризи, забруднюється атмосферне повітря, що приводить до захворювання населення – донора національних бюджетних систем.

Реалізація програм раціонального природокористування не відновлювальних природних ресурсів – нагальна проблема сучасної цивілізації. Дослідити відповідні процеси та дати їм адекватну оцінку й прогноз в глобальному та локальному масштабі можна за допомогою географічних карт. Дослідження карт системи природокористування є актуальною проблемою сучасної географічної картографії в контексті комплексного вивчення підходів до картографічного забезпечення раціонального природокористування в Україні.

Картографуванню системи природокористування та охорони довкілля в присвячені наукові праці наступних вчених: В.А. Пересадько – природоохоронне картографування в масштабі області України (Харківський університет), В.А. Барановський – еколого-географічне та медико-гігієнічне картографування території України (РВПС України), Руденко Л.Г., Пархоменко Г.О. – картографування територіальних систем охорони природи (Інститут географії НАН України) та інші.

*Карти систем природокористування* можна знайти в працях не лише професійних картографів, а й у вчених суміжних географічних спеціалізацій. Наприклад в монографії «Просторові дестинації м. Києва». В роботі присутні карти санітарно-оздоровчого комплексу та присвячені проблемі родючості та еродованості ґрунтів м. Києва.

Жодні дослідження не узагальнюють досвід у картографуванні трансформації систем «довкілля-простір» та «суспільство-природа» та не дають теоретико-методологічного обґрунтування дострокового прогнозу розвитку територіальних систем та сталого розвитку з боку вивчення змін картографічної топоніміки, трансформації системи розселення населення, в залежності від змін економічних формацій, геополітичних відносин.

*Мета досліджень ставить наступні наукові завдання вирішення проблем:*

- дати термінологічне визначення поняття «карта системи природокористування»; вишукати масив картографічних творів, що висвітлюють проблему природокористування та природоохоронну тематику;
- дати стислий огляд відповідного шару картографічної продукції;
- рокласифікувати та обґрунтувати відповідний ранжир карт систем природокористування;
- розробити критерії оцінки інформаційної достовірності та цінності для проведення еколого-географічного дослідження трансформації системи природокористування у м. Києві.

Визначення карти системи природокористування або карти природоохоронної спеціалізації можна ґрунтується на термінологічному визначенні «раціонального та сбалансованого природокористування».

Класифікаційна схема карт системи природокористування представлена на рис. 2.3.

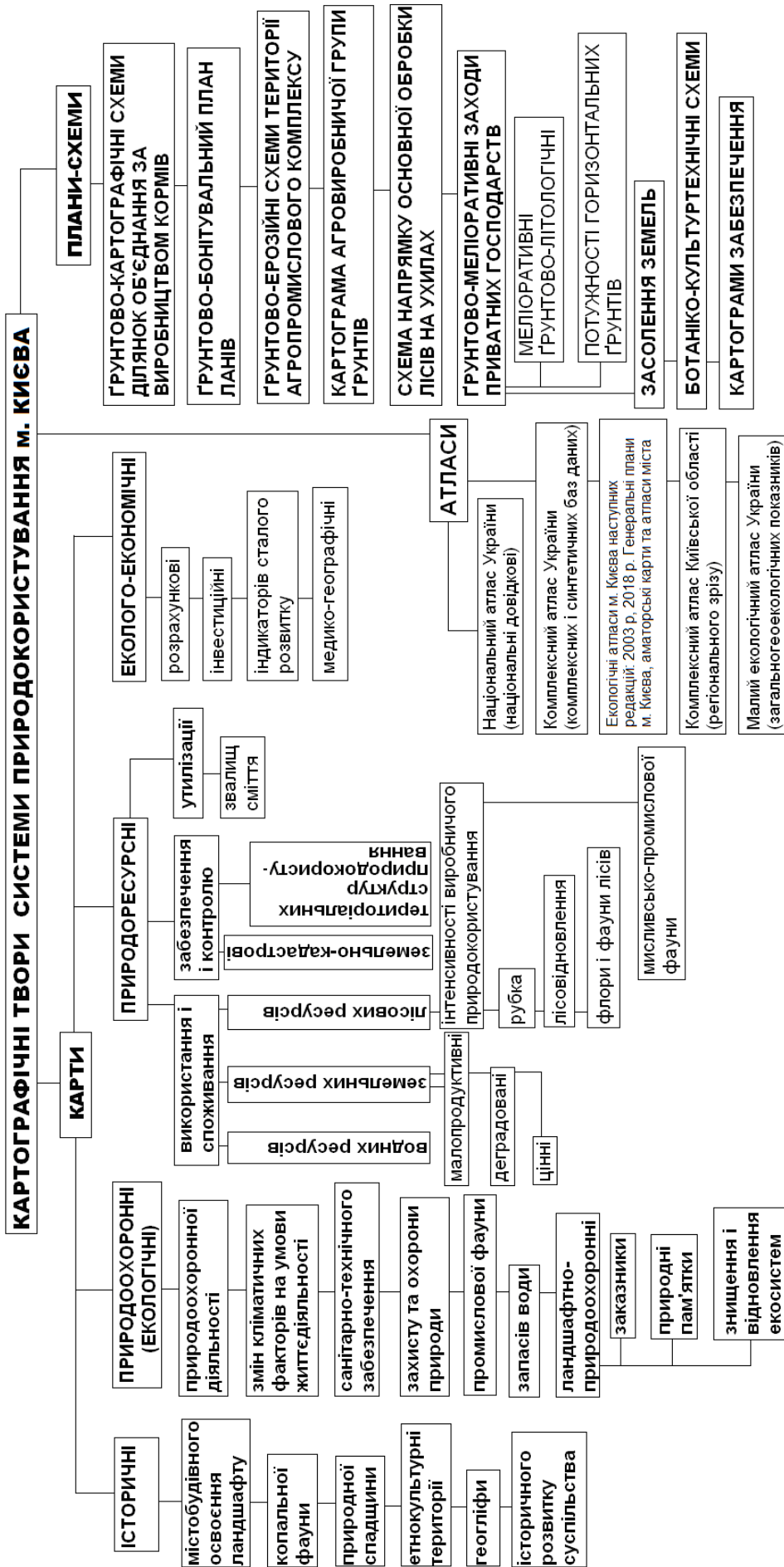


Рис. 2.3. Класифікація карти системи природокористування м. Києва

*Карта системи природокористування* – це картографічний твір, що демонструє національну та міжнародну інфраструктуру геопросторових даних про сферу виробничої та наукової діяльності, спрямованої на комплексне вивчення, освоєння, використання, відновлення, поліпшення й охорону природного середовища та природних ресурсів з метою сталого розвитку продуктивних сил і збереження сприятливих умов життєдіяльності людини.

*Природоохоронна карта* – модель геопросторової інфраструктури в системі забезпечення охорони природи та раціонального природокористування.

Першою, відомою картою системи природокористування в Україні є “Межирицька карта”, яка наочно демонструє уявне узагальнення оточуючого природного середовища та господарства. На ній також присутні умовні позначення елементів примітивного природокористування, а саме: мисливські угіддя, території чотирьох кулеподібних будівель, глиняні схили.

У Екологічному атласі м. Києва (2003 р.) представлена ціла серія карт системи організації раціонального природокористування. Карта “Природоохоронна діяльність у м. Києві” (масштаб 1 : 4 500 000) та її зміст відображає еколого-географічні особливості системи природокористування вмісті: районний розподіл стану забруднення (рис. 2.4).

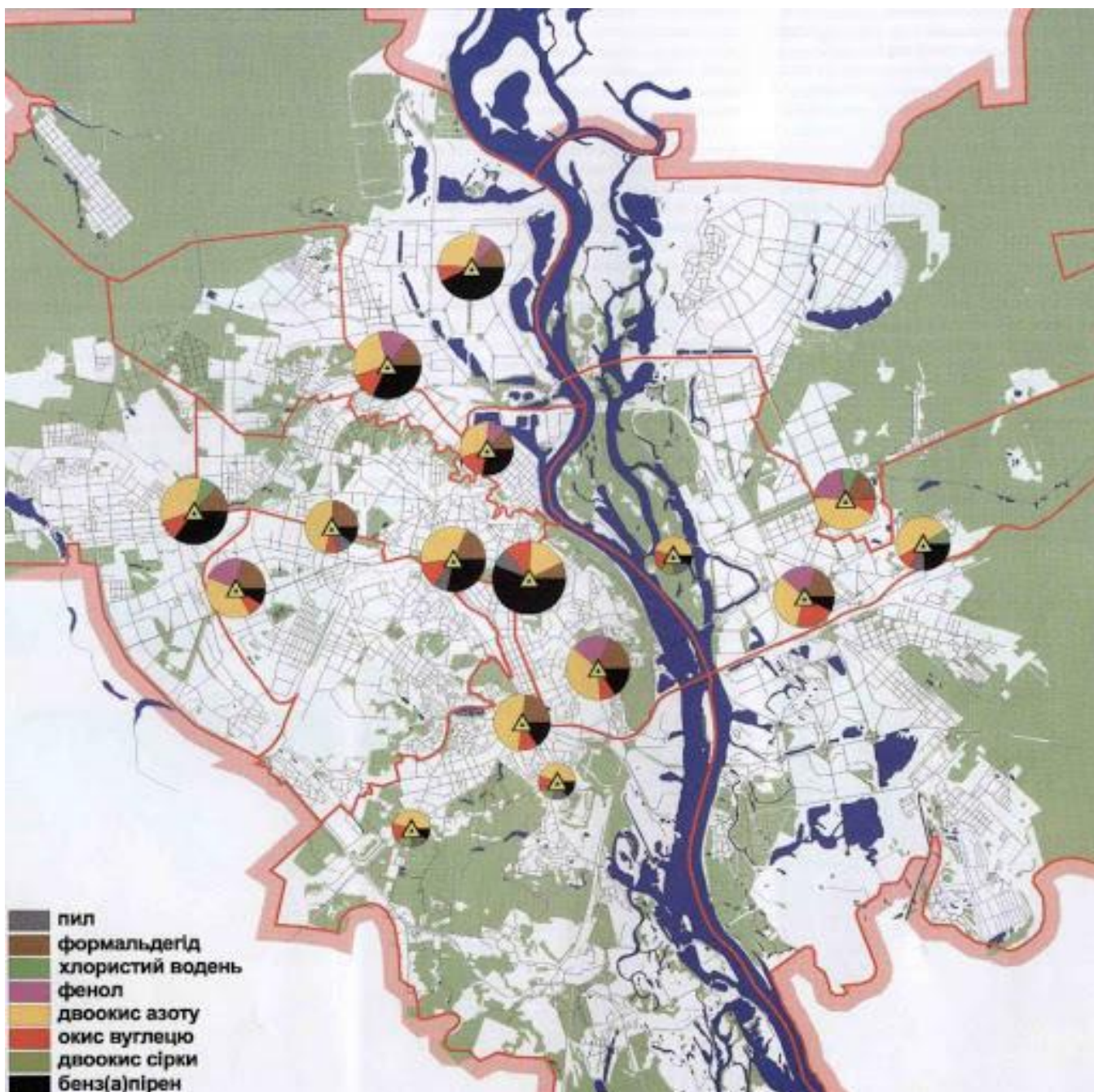


Рис. 2.4. Районий розподіл кількості забруднення за станціонарними пунктами

На відміну від будь-якої карти, що демонструє регіональний розподіл грошових вкладень у заходи з охорони природи на основі щорічної статистичної інформації (картограмної карти), у «Комплексному атласі України» показані недержавні та урядові організації та їх кількість у відповідності до кожного міста способом локалізованих значків. Інформаційне (тематичне) навантаження на географічну основу карти представлено блоком «регіони України із найбільшими інвестиціями в систему природокористування», в т.ч. м. Київ.

Карта «Забезпечення водними ресурсами та їх використання м. Києва» (масштаб 1 : 1 500 000) показує забезпеченість і використання водних ресурсів за різними виробничими потребами муніципального господарства та обсяги їх споживання.

В «Комплексному атласі України» представлена карта «Еродовані орні землі» у масштабі 1 : 7 000 000, яка надає синтетичну інформацію про відсоток площ еродованих земельних ресурсів. Додатками до карти є наступні карти-схеми системи прикладного природокористування в системі екологічного землекористування у довільному масштабі: «Деградовані та малопродуктивні орні землі» та «особливо цінні продуктивні ґрунти». Карти демонструють відсотки площ орних земель по областям України та окремо по м. Києву.

До особливих видів картографічних творів системи природокористування і представлення географічної інформації відносяться *картоїди*. На фрагменті картоїду «Скупчення сміття» показані території для утилізації за наступними критеріями інтерпретації сміття: звалища та обсяги сміття, відстані між звалищами, способи утилізації сміття.

Фрагменти серії карт (автор І.П. Підоплічко) розвитку лісового покриву демонструють стан лісів за часовими зрізами від I тис. до н.е. до XIX ст. Спеціальною (адресно-орієнтованою) є карта копальної фауни (автор Г.О. Пархоменко) із вузькоспеціалізованою бібліотекою умовних позначень. Це карти «Рослинність у ранньому та пізньому голоцені» демонструють ареали реліктових типів рослинності. Продовженням тематики картографування є серія карт змін рослинності в ході історичного розвитку суспільства у мезоліті, неоліті та сучасних періодах (автори: А.Т. Артюшенко, Р.І. Арап, Л.М. Безусько, С.І. Турло, Г.О. Пархоменко).

Карта «Зміна впливу кліматичних факторів на умови життя і господарювання діяльності людей» (автор Г.О. Пархоменко) показує межі агрокліматичних зон, а також може використовуватися в прикладних задачах, про що демонструються географічні особливості розміщення районів з несприятливими погодними умовами для безпеки життєдіяльності місцевих громад та їх господарської діяльності. З точки зору картосеміотики картографічний банк умовних позначень є індексним, тобто у літерально-цифровій формі.

Легенда карти «Територіальна структура природокористування» (автори: І.А. Горленко, Л.Г. Руденко, Г.О. Пархоменко) дає уявлення про територіальний розподіл інтенсивності виробничого природокористування, кластеризацію виробництва за рівнями з індексацією (індексно-багаторівнева картографічна інтерпретація). Аналіз карти виявив, що найвищий рівень інтенсивності природокористування є в Донбасі та Слобожанщині. Недоліком карти є спрощена бібліотека умовних позначень.

Інші картографічні твори із зазначеної проблематики, а саме: «Земельні угіддя», де позамасштабними умовними позначками показані сільськогосподарські угіддя, торфорозробки, водосховища. Інформативний зміст карти «Вплив Київського водосховища на розподіл основних метеорологічних елементів» є основою до укладеної карти «Використання водних ресурсів у м. Києві», де картограмою показані запаси води за адміністративними районами в млн. куб. метрах на рік, об'єми води та її розподіл за різними виробничими рівнями. На карті санітарно-технічного забезпечення природокористування «Порушення санітарного стану річок» локалізованими позначками інтерпретовані місця виникнення забруднення річок в балах, відповідно до рівня забрудненості.



Відповідний блок карт покладено в базу геоданих еколого-туристичної карти Києва.

Карта «Захист та охорона лісів» надає вичерпну інформацію про заходи захисту лісів із застосуванням прийомів та способів локалізованих діаграм та піксельно-розряджених конструкцій. Наступною в цій серії карт є твір «Заходи рубки лісу» із показом щільності ваги рубки лісу для визначеної території. Карта «Заходи лісовідтворення» показує у вигляді картограм процес посадки молодого лісу.

Карта «Ресурси промислових риб» демонструє екваторіальне районування основних рибопромислових районів та виробничого потенціалу. Тематично-проблемний напрямок впливу господарської діяльності людини на тварин та біоту представлений наступними картами: «Охорона ресурсів водоплавної фауни» та «Збагачення ресурсів мисливсько-промислової фауни».

Карта із змістом групування районів Київської області за рівнем забезпеченості природно-ресурсним потенціалом показує природні ресурси території за градаціями та їх забезпечення за районами області.

Особливим видом карт системи природокористування є *ландшафтно-природоохоронні карти*, які представляють інформацію про заповідні об'єкти від державних заказників до геологічних пам'яток, проведення меліоративних заходів та локалізацію установ зі збагачення і охорони природних ресурсів при їх використанні.

Локальний рівень системи природокористування (на прикладі м. Києва) представлений планами, схемами та абрисами, а саме – наступними картографічними творами «Ландшафти території Києва та міська забудова», де показані: межі міської забудови, міська рослинність зеленої зони міста та їх часова трансформація.

Історичні плани-схеми системи природокористування показують ареали містобудівного освоєння ландшафтів за різними часовими зрізами (X, XII, XVIII, XX стт. та сучасний час). До особливих карт даного тематичного напрямку відносяться плани ландшафтно-архітектурних систем міста. До карт системи природокористування належать інженерні плани транспортного забезпечення та облаштування територій. Г. Островерхом у 1999 р. укладена карта «Інтегральної оцінки стійкості рельєфу Києва за морфометричними даними» із демонстрацією лісозахисних зон міста способом ареалів.

Приклади побудови комплексних умовних позначень для карт системи природокористування розроблені акад. Руденком Л.Г. із урахуванням суспільно-господарських факторів. Специфіка відповідних побудов обґрунтована відображенням на картах синтетичних характеристик в системі «суспільство-природа». Це знайшло відображення на плані «Київ. Функціонально-територіальна структура». На карті застосований прийом монохромного кольорового коду Б. Ратоті.

Карта деградації ґрунтів представлена у національних доповідях про стан навколишнього середовища із показниками деградації земельних ресурсів України.

У зарубіжному досвіді, найбільш актуальною є карта природокористування Республіки Чорногорії із показом на ній лісів, шляхів сполучення, сільськогосподарських підприємств.

Карти систем природокористування представлені в «Національному атласі України» та є основою при виконанні і реалізації досліджень охорони навколишнього природного середовища водних об'єктів України. До карти природоохоронної тематики відносяться й генеральні плани міст.

Відповідно до схеми класифікації картографічних творів, комплекс карт розподіляється на карти природокористування при фундаментальних географічних дослідженнях змін навколишнього природного середовища та карти прикладного змісту – планів-схем при розв'язанні задач оцінки землі, земельно-кадастрових відносин та робіт із землеустрою та землевпорядкування приватних сільськогосподарських підприємств.

Карти системи природокористування поділяються наступним чином:

- *історичні* – демонструють зміни у часі розселення населення, територій господарювання, зміни і трансформації рельєфу, долин річок;
- *природоохоронні (екологічні)* карти, на яких відображають сучасні процеси в системі «довкілля-простір» та «суспільство-природа», природно-ландшафтні зміни в містах під час урбанізаційних змін довкілля, захисту довкілля;
- *природоресурсні* карти є похідними від загальногеографічних карт копалин, але із особливостями у легенді, де представлені умовні позначення інтенсивності виробничого природокористування в основних державних кадастрових *планах*: водних, земельних, лісових, міських, повітряних, морських. До природоресурсних карт відносяться карти систем забезпечення та утилізації промислових та комунальних відходів;
- *еколого-економічні* карти переважно є картограмними і інтерпретуються для кожної визначеної території розраховані прогностичні показники індикаторів сталого розвитку, інвестиції;
- *плани-схеми інженерного природокористування* застосовуються при визначенні критично можливих показників раціонального використання земельних ресурсів для попередження їх виснаження та деградації, проведенні економічно обґрунтованих робіт із максимального збереження потенціалу ресурсів.

Для проведення багатостороннього оцінювання стану системи природокористування в Україні, необхідно визначені критерії до методики оцінки інформаційної цінності картографічних творів природоохоронного змісту.

*Критерії оцінки (аудиту) карти* ґрунтуються на вивченні її тополого-геометричної основи (картографічному каркасі), на якій надбудовуються проблемно-тематичні навантаження (тематичний зміст карти).

Першим, найголовнішим критерієм є часова відповідність картографічного твору, тоб то наскільки карта є актуальною. У картах природокористування їх можна поділити на актуальні електронні (ГІС) з терміном експлуатації від 5 до 7 років із незначними змінами географічної еколого-економічної (господарської)

діяльності. Застарілими картами вважаються твори, що відтворюють повноцінну еколого-географічну характеристику території більше 10 років.

*Картосеміотичні критерії* – новітній напрям картографічного аудиту картографічних творів, який складається із семіотичних, прагматичних, лінгвістичних та семантичних критеріїв.

Семіотика карт досліджує їх текстові літерально-цифрові (індексні) та комбіновані кластери математичної основи карт. Відповідний напрямок прикладної картосеміотики методично поділяє такі карти за видами передачі та представлення інформації: цифрові (еклектронно-дисплейні карти), аналогові карти (паперові скляні, білбордеві, неонні), 3-D та 4-D динамічні картографічні моделі.

Прагматика карт визначає сприйняття умовних позначень та рекомендує, які види умовних знаків є візуально сприйнятливими на карті, що проектується та як їх позначати. Це стосується масштабових та позамасштабових (довільних) умовних позначень на абрисах природохоронного змісту.

Лінгвістична складова критеріїв оцінки географічної достовірності та цінності картографічного твору визначає наявність чи відсутність написів у різних транскрипціях.

Семантично карти системи природокористування ранжуються за специфікою видів представлення еколого-економічної інформації та змістовними критеріями. Вони поділяються на тематичні карти на топографічній (геодезичній) основі, аерокосмофотознімки, схеми природокористування невеликих об'єктів, що не виражаються у масштабах (абрис кар'єру).

Необхідними критеріями дослідження інформаційної цінності карт є сучасність тематичного змісту та географічної основи. Стосовно прикладних планів-схем природохоронної тематики та природокористування переважають наступні критерії: наявність прогнозних характеристик (інформаційна база, що покладена в основу карти), еколого-економічна та власне екологічна інформація.

*Оцінемо картографічні твори за критеріями.* Практично всі вище зазначені карти є застарілими (історичними), окрім карт Національного та Комплексного атласів. За семіотичною складовою вони є комбінованими та аналоговими двомірними картографічними моделями.

З прагматичної точки зору на картах переважають позамасштабні знаки та довільні бібліотеки умовних позначень із підписами, що обмежуються лише назвами основних географічних об'єктів. Семантично, це карти без особливих спотворень масштабу та топографічної основи, які використовуються при вивченні історичних трендів розвитку основ природохоронного картографування в Україні.

Формула загальногеографічних критеріїв методики оцінки інформаційної достовірності та цінності карти природохоронної тематики на основі вище викладених критеріїв оцінки визначається видозмінною формулою А.М. Большакова – теоретика математичної обробки геодезичних вимірювань. Сумарна кількість неточностей на карті повинна прагнути до мінімуму [39]:

$$\left( \sum_{i=1}^{m_1} n_{1i} + \sum_{i=1}^{m_2} n_{2i} + \sum_{i=1}^{m_3} n_{3i} + \sum_{i=1}^{m_4} n_{4i} \right) \rightarrow \min \quad (2.8)$$

де,  $n_1$  – похибки масштабу;  $n_2$  – похибки математичної основи;  $n_3$  – похибки

вихідних передумов теми;  $n_n$  – картосеміотичні похибки.

Формула визначає геопросторовий (картографічний) сегмент парадигми обсерваційного моніторингу довкілля-простору, що містить географічний аудит та рекогностування території, які разом утворюють систему прийомів первинного збору інформації та її представлення в картографічному вигляді. Проведення географічного аудиту зводиться до вивчення змістовної насиченості, актуальності та достовірності архівних та сучасних проблемно-орієнтованих атласів, карт та планів. В картах еколого-обсерваційної тематики важливими є аналіз просторово-часових особливостей розвитку природно-територіальних систем.

#### **2.4. Інструментарій комплексного екологічного атласного картографування великого міста**

Рівень забруднення навколишнього середовища в місті перевищує всі нормативи та гранично допустимі концентрації небезпечних речовин. Особливо це стосується повітря, що зазнає впливу від викидів автомобільного транспорту. Його кількість в м. Києві налічує понад мільйон засобів. При цьому значна частина з них, це застаріла продукція автопрому, яка максимально виділяє в атмосферу небезпечні об'єми вуглецю. Такі транспортні засоби в країнах ЄС є забороненими. Необхідно зазначити, що Україна, яка є учасником Токійського протоколу, не виконує її положення в частині лімітації забруднення від транспортної інфраструктури.

Велике місто, у відповідності до класифікації населених пунктів вважається такими, населення яких налічує понад 250 тис. мешканців. Треба відрізнити номінальну чисельність населення, що підраховується за кількістю зареєстрованих громадян та фактичною, яку визначає трудова маятникова міграція із міст-супутників промислових агломерацій. В Україні таких міст, що формують промислові агломерації є декілька. Це Дніпровська урбопромислова агломерація (міста: Дніпро, Кам'янське, Новомосковськ), Одеська разом із м. Чорноморськ, Криворізька, Київська, Харківська. Вони визначають центри великих антропогенних навантажень на довкілля-простір відповідних природно-територіальних комплексів.

Значні об'єми викидів в навколишнє природне середовище міських просторів завдають несанкціоновані викиди у малі річки, що колекторовані в підземні водотоки; організація незаконних сміттєзвалищ навколо збудованих елітних селищ; робота малих промислових підприємств, що завдають патогенного впливу на довкілля у нічні часи. Наприклад, це асфальтовий завод у м. Києві, що забруднює виключно в часи нічної роботи повітря житлових масивів Почайна, Оболонь та Мінського.

В Україні юридично оформлена відповідальність та плата за лімітами викидів у довкілля під час роботи індустріальних комплексів різних форм власності. Але насправді, фактично, правові засади охорони навколишнього середовища не працюють. Проблема ґрунтується не лише у великому рівні корупції в природоохоронній галузі. Відсутні документально підтверджені джерела та ареали забруднень та не визначений їх небезпечний вплив на здоров'я та безпеку життєдіяльності населення. Так, за допомогою приладів та датчиків визначаються числові показники рівня впливу на довкілля (рис. 2.5). Складаються статистичні

звіти, технічні документи, методики оцінки впливу на довкілля (рис. 2.6). Універсальним способом візуалізації відповідної гео- та екоінформації є спеціалізоване тематичне картографування.



Рис. 2.5. Тривісний геофон акусто-сейсмічного моніторингу системи «Горгона», встановлений по проспекту Перемоги в м. Києві, щовиконує вимірювання рівня вібрацій і шуму внаслідок будівельних робіт





Рис. 2.6. Програмне забезпечення Geoscope, яке інстальовано на персональних ПК, гаджетах та девайсах

В процесі оцінки впливу на довкілля та в стратегічному екологічному плануванні м. Києва аналітика та прогноз здійснюється за допомогою картографічних творів та моделей. Зазначимо, чим відрізняється картографічний твір від картографічної моделі в системі екологічного моніторингу великого міста. Картографічний твір здійснює поточну демонстрацію у тематичному змісті стан параметрів навколишнього природного середовища. Його укладання допускається у польових умовах екологічного рекогносцирувального моніторингу. Умовні позначення, як правило є авторськими, не уніфікованими. Математична основа карти є довільною. Фактично, картографічний твір є електронним абрисом (схемою) полігонних досліджень. Він виконується у Gadget-картографічних додатках, планшетних картографічних редакторах, програмах растрової та векторної графіки.

Картографічна модель результатів проведення екологічного моніторингу представляє собою верифіковану геопросторову візуалізацію еколого-природоохоронних заходів із поліпшення та оптимізації стану довкілля-простору. Укладається в програмних оболонках ГІС-систем. Зміст моделі демонструє рекомендації, дії та прогноз. Демонстраційні можливості картографічної моделі вищі за картографічний твір. Це характеризується форматами даних, інтеграційними можливостями передачі геопросторової інформації [34].



*Геопросторова інформація при реалізації екологічного моніторингу* та програм охорони навколишнього природного середовища інтерпретується у наступному ряді картографічної продукції:

- пікетажному журналі полігонних рекогностувань;
- абрисі оперативної екологічної інформації;
- плані організації природоохоронних заходів рекультивації та ревіталізації ландшафтів;
- картографічного твору (карти) моніторингової інформації;
- картографічної моделі (ГІС) екологічного моніторингу та прогнозу;
- серії карт стану навколишнього природного середовища;
- комплексних екологічних атласів спеціалізованого тематичного картографування.

Проведемо характеристику затребуваності та ефективності застосування відповідних категорій карт в екологічному моніторингу м. Києва (табл. 2.1).

Таблиця 2.1.

Оцінка картографічної продукції в системі екологічного моніторингу міста

<b>Параметри оцінки</b> <b>Вид</b>	<b>Територіальне охоплення</b>	<b>Пріоритетний масштаб</b>	<b>Основні елементи змісту</b>	<b>Область застосування</b>
Пікетажний журнал полігонних рекогностувань.	Витягнуті (лінеарні) ділянки земної поверхні, ширина зони моніторингу до 50 м. від осьової лінії пікетажу	1 : 50 1 : 100 1 : 200 1 : 250	Топографічна ситуація місцевості	Проектування вулично-дорожньої мережі
Абрис оперативної екологічної інформації.	Мікрорайони міста, промислові майданчики, зони сміттєзвалищ, несанкціонованого приєднання до систем ЖКГ.	1 : 500	Топографічна ситуація, джерела забруднення геосистем	Оцінка впливу на довкілля та стратегічне екологічне оцінка
План організації природоохоронних заходів рекультивації та ревіталізації ландшафтів.	Окремі адміністративно-територіальні райони міста, промислові вузли та великі транспортно-логістичні	1 : 500 1 : 1 000 1 : 2 000 1 : 2 500 1 : 5 000	Топографічна ситуація із генералізацією у відповідності до масштабу, роза вітрів	Моніторинг природно-територіальних комплексів, що зазнали впливу промисловості

	території, що не працюють			
Картографічний твір (карта) моніторингової інформації.	Територія міста, сельбищні та промислові території, агломерація або околиці міста	1 : 10 000 1 : 25 000 1 : 50 000 1 : 100 000	Фізико-географічна ситуація, кліматичні дані	Формування оперативної екологічної інформації
Картографічна модель (ГІС) екологічного моніторингу та прогнозу.	Територія міста, сельбищні та промислові території, агломерація або околиці міста. Адміністративна область	1 : 10 000 1 : 25 000 1 : 50 000 1 : 100 000 1 : 500 000	Ландмарки, маршрути полігонних експедицій	Створення проекту організації заходів охорони довкілля міста
Серія карт стану навколишнього природного середовища.	Включають території всіх територій. Всі рівні деталізації природних та промислових зон	Масштаби відповідають деталізації проблемних зон	Топографічна та фізико-географічна складова	Порівняльна характеристика розвитку рівнів забруднення
Комплексний екологічний атлас спеціалізованого тематичного картографування.	Охоплює всі території міста та навколишніх передмість. Антропогенний та природний ландшафт	Весь масштабний ряд карт	Залежить від генералізації створеної карти	Загально-екологічна характеристика довкілля-простору міста

Таким чином, комплексне екологічне атласне картографування м. Києва максимально репрезентує стан навколишнього природного середовища трансформованого природно-територіального комплексу. Воно дозволяє всеохоплююче вивчити хронологію патогенного впливу на ландшафти. Дозволяє дослідити елементи антропогенного рельєфу. Є можливості оцінити наслідки антропогенного навантаження. Провести аналіз між станом навколишнього середовища та захворюваністю населення.

Комплексність атласного екологічного картографування розкриває особливості територіальної організації виробництва, суспільних та громадських установ, рекреаційного потенціалу зелених зон, водних просторів. Є основою генерального планування перспективного розвитку забудованих територій. Дозволяє у планово-висотному забезпеченні обґрунтувати проекти ландшафтного дизайнерського планування територій, що підлягають антропогенному навантаженню. Визначає його проєктні показники таким чином, щоб запобігти патогенного впливу на біоту. Це насамперед, при будівництві Подільсько-

Воскресенського мостового переходу, проєкту другої навколо міської автомобільної дороги.

Для реалізації проєкту створення комплексного екологічного атласу м. Києва першочерговим етапом є формулювання його концепції. Це означає, що необхідно визначити технічні, технологічні та функціональні аспекти роботи над відповідним завданням. Технічна складова проєктування визначається інструментарієм обробки еколого-природоохоронної інформації, яка поступатиме до первинних баз даних, які покладені в тематичний зміст блоків атласу. Цим визначається методика обробки статистичних даних, визначається її актуальність та перевірка доцільності їх візуалізації. Технологічні прийоми атласного картографування впливають із технічного завдання на його створення. За проблемними сторонами обґрунтовують тематичні розділи атласу. Відповідно до атласного картографування м. Києва визначені такі блок-структури:

- трансформованість природного ландшафту під впливом швидкоплинних кліматичних змін;
- деградація природного ландшафту під дією антропогенного навантаження від найдавніших часів до сьогодення;
- зміни гідрографічної розчленованості природно-територіального комплексу. Зміни гідрологічного стану басейну р. Дніпро;
- особливості геологічних структур літосфери м. Києва, вертикальні та горизонталі рухи земної поверхні за районами м. Києва. Визначення показників «чаші опускання» міста;
- показники забруднення гідросфери, літосфери, атмосфери, педосфери та біосфери за адміністративно-територіальними одиницями м. Києва;
- нетрадиційні загрози довкілля: іонізоване випромінювання, шумове, світлове та еніологічне забруднення;
- медико-географічна характеристика та тренди захворюваності населення міста, шляхи поліпшення стану;
- ревіталізація та рекультивація потенційно-небезпечених промислових територій міста;
- перспективний екологічний генеральний план розвитку м. Києва.

Функціональна складова використання карт комплексного екологічного атласу м. Києва потребує визначення вже на етапі проєктування.

В сучасних умовах функціонування відкритих картографічних систем це забезпечується роботою в середовищі картографічних сервісів Інтернету – геопорталів.

Розглянемо конструктивні блоки атласного екологічного картографування м. Києва.

*Архів ретроспективних та сучасних карт м. Києва* являє собою файли відсканованих картографічних творів (рис. 2.7). Для переходу до опції створення модулю картографічної інформації визначаються основні параметри: класифікатор вулиць, номерів будівель, класифікатор адміністративних районів міста, класифікатор об'єкта/явища природно-техногенної небезпеки м. Києва.

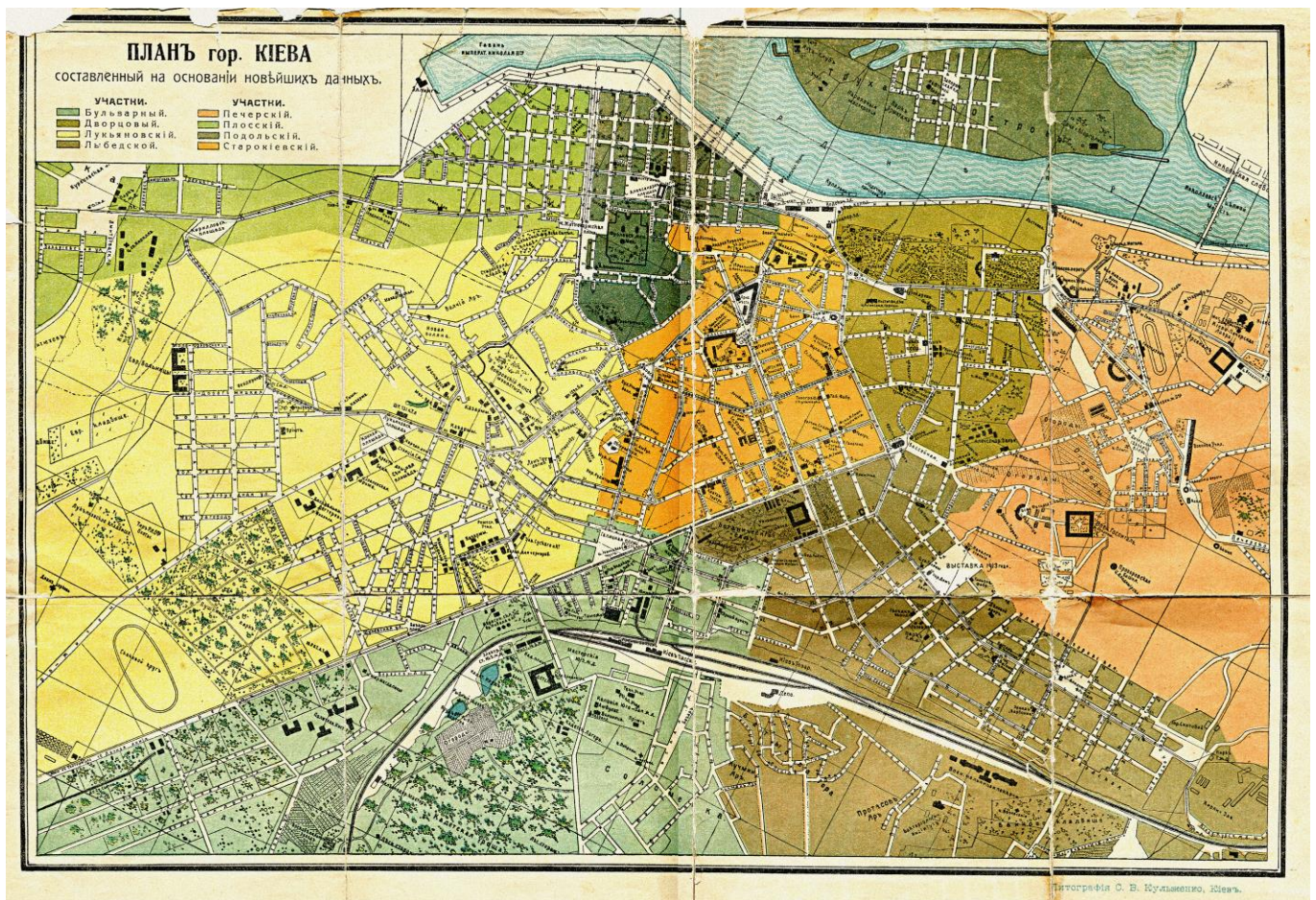


Рис. 2.7. План м. Києва, 1914 р.

Сформована інформаційна база об'єктів/явищ природно-техногенної небезпеки є основою для створення кількох карт різного призначення (рис. 2.8):

- *інвентаризаційні карти* окремих адміністративних районів м. Києва;
- *рекомендаційні* (аналітичні і комплексні) карти для практичного використання;
- *науково-дослідницькі синтетичні карти*, які фіксують теоретичні особливості мережі об'єктів/явищ природно-техногенної небезпеки.



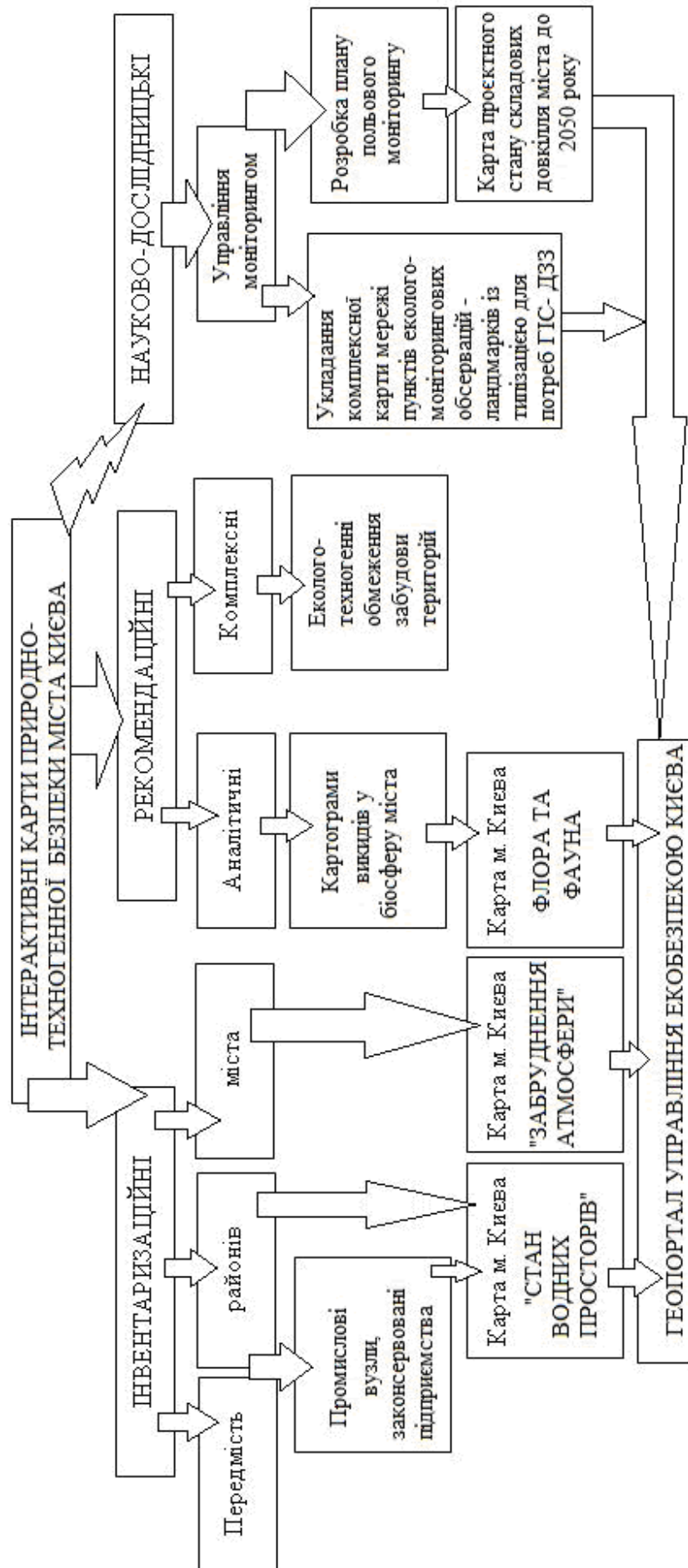


Рис. 2.8. Структурно-графічна модель системи картмоделей м. Києва

*Інвентаризаційні карти* відбивають положення та сучасний стан мережі об'єктів/явищ природно-техногенної небезпеки конкретної території, зокрема адміністративних районів м. Києва. Такі карти створені здебільшого на основі польових експедиційних маршрутних досліджень з урахуванням даних друкованих картографічних матеріалів. Основне призначення таких карт – слугувати базовим картографічним матеріалом для створення інших карт у спеціалізованій ГІС управління екологічним моніторингом. Такі карти формують первинну базу даних.

Інвентаризаційні карти представлені такими темами: стан водних просторів, забруднення атмосфери, флора та фауна м. Києва (щільність політочкових об'єктів, які відображають диференціацію та розсіювання джерел забруднень), промислові вузли та законсервовані території (географія об'єктів / явищ природно-техногенної небезпеки, яка постійно оновлюється). На основі первинних інвентаризаційних карт адміністративних районів створюються карти окремих передмість, географічних частин Києва (центру міста) та територій міста загалом на різні часові зрізи.

*Рекомендаційні (аналітичні та комплексні) карти* становлять карти, призначені для практичного використання в управлінні екомоніторингом. Зміст таких карт рекомендує користувачу обрати оптимальне планування території та конкретні екологічні обмеження.

На карті природно-техногенної безпеки м. Києва пропонується дві групи об'єктів/явищ:

- *аналітичні* (відображені об'єкти/явища природно-техногенної небезпеки окремих топонімів та їхню щільність);
- *комплексні* (відображені об'єкти/явища природно-техногенної небезпеки, всі або окремі, втрачені промислові об'єкти).

Зміст *науково-дослідницьких карт* синтезує отримані в результаті досліджень дані про територіальні особливості мережі об'єктів/явищ природно-техногенної небезпеки м. Києва.

Представлені карти мають велике значення для управління екологічним моніторингом, територіальним плануванням, заповідною справою та туристичною діяльністю у розвитку м. Києва як туристичного центру, де повинна гарантуватися екологічна безпека рекреантів.

Для забезпечення цілісності відповідних створених карт екологічної безпеки м. Києва, логічної послідовності розкриття географічного місцеположення екологічних небезпек м. Києва, застосовано системний підхід при вивченні об'єкту картографування та при створенні карт та моделей.

*Геоінформаційне картографування довкілля-простору* виконується в декілька етапів. Результатом аналізу картографічних джерел є виокремлення основних етапів в історії виникнення екологічних небезпек на територіях, установлення історико-географічних особливостей. Розроблено концепцію створення карт екологічної безпеки м. Києва, що відображають територіальну щільність об'єктів антропогенного впливу на довкілля міста у різні періоди.

*Навігаційні екологічні GPS-карти* – це екологічні картографічні пошукові системи всіх потенційно небезпечних територій. До географічної бази даних карт входить інформація про місто. ГІС-структура екобезпекових карт включає такі блоки:



- територія м. Києва площею понад 830 кв. км;
- відображення промислової забудови станом на 2020 р.;
- адреси підприємств та організацій, що забруднюють довкілля Києва;
- інформація про унікальні природні об'єкти міста (визначні природні пам'ятки Києва);
- рубрикатор (цифрова легенда карт), що містить тематичні рубрики та підрубрик.

Основні ГІС-можливості GPS-карт екологічної безпеки м. Києва:

- відображення довільно вибраного фрагмента карти міста на екрані дисплея;
- визначення місцезнаходження природно-техногенного об'єкта міста на карті за його назвою;
- знаходження місцезнаходження об'єкта на карті за його поштовою адресою;
- отримання інформації про природно-техногенний об'єкт міста та його відображення на карті;

Пошук природно-техногенного об'єкта проводиться за наступними критеріями:

- рубрикатором розташування (повною та неповною назвою);
- отримання інформації про транспортну інфраструктуру для потреб ДержНС;
- отримання інформації про особливі (унікальні) природні території міста;
- визначення відстаней між природно-техногенними об'єктами;
- виведення на пристрій для друку потрібних фрагментів карти характеристик окремих об'єктів.

Геоінформаційне картографування середовища природно-техногенних об'єктів великого міста дозволяє зробити такі висновки:

- прогнозування динаміки природно-техногенного середовища за моніторинговими картами має здійснюватися у спеціалізованих ГІС;
- картографування ґрунтується на наукових методологічних засадах географічної картографії;
- в основі виділення ядер повинен бути аналіз процесів ядроутворення, визначення ядер середовища промислових підприємств (ядра великих промислових комплексів м. Києва);
- стимулювання процесів формування нових ядер антропогенного середовища неможливе без геоінформаційного картографування.

В результаті розробки геоінформаційної системи з управління екологічним моніторингом з'явилась можливість швидко отримувати, обробляти й актуалізувати результати екологічного моніторингу великого міста за технологічними ознаками роботи екологічно небезпечних підприємств, а також ретельно стежити за процесом територіального планування.

Геоінформаційна система дозволяє значною мірою спростити систему управління й охорони довкілля міста, скоротити водночас матеріальні витрати, суттєво покращити інформативність і оперативність на всіх рівнях геоінформаційного моніторингу – від збирання й обробки даних, збереження та обміну існуючої геоінформації.

Картографічний ресурс спеціалізованої геоінформаційної системи в мережі Інтернет має ефективні ГІС-засоби надання різноманітної інформації та широкі комунікативні можливості.

Визначені інтеграційні можливості створеної спеціалізованої ГІС, що дозволяє більш повно використовувати її можливості для геоінформаційного картографування екологічної безпеки і підвищення якості електронних карт.

Представлена характеристика способів укладання просторових баз даних природно-техногенних територій міста. Визначаються можливі рівні інтеграції цифрових даних, що застосовуються в ГІС, та практичні результати, які можна одержати залежно від складності даних. Показані шляхи реалізації управління екологічним моніторингом через укладання геоінформаційного реєстру об'єктів природного та техногенного середовища м. Києва.

Апробація геоінформаційного реєстру можлива за виконання низки умов. Насамперед це створення координованого центру захисту довкілля, ухвалення державної програми міського геоінформаційного картографування довкілля, зняття обмежень на доступ до геоінформації, застосування Інтернет-технологій під час подальшої модернізації даної ГІС і популяризації знань про київське довкілля-простір.

## Висновки до розділу

Геоіконічна парадигма покладена в основу при розв'язанні задачі проектування візуалізаційної складової геоінформаційної моделі результатів обсерваційного рекогносциувального екологічного моніторингу.

В результаті сформульовані концептуальні основи проектування картографічного банку даних умовних позначень об'єктів екологічної безпеки, об'єктів критичної інфраструктури, картографічної бібліотеки умовних знаків унікальних та ексклюзивних об'єктів природно-заповідного фонду м. Києва.

Визначені принципові засади геоіконічної оцінки системи умовних позначень, що забезпечують якість геоінформаційної системи в розрізі оцінки сформованої бази даних екологічного моніторингу довкілля-простору. Геоіконічна парадигма обсерваційного моніторингу методологічно ґрунтується на постулатах прикладної картосеміотики, картопрагматики, картолінгвістики та картосемантики.

Умовне позначення або мовно-семантична архітектура екологічної карти довкілля-простору визначає просторово-часові характеристики за допомогою прийомів, способів та методів геоінформаційної інтерпретації трансформації систем природокористування.

Сформований модифікований алгоритм повороту складного картографічного умовного позначення, який реалізує метод базових матриць та алгоритм стандартизованого відображення складного картографічного умовного позначення на екрані динамічної сцени ділянки поля в реальному часі.

Перевірена аксіома про стандартні співвідношення між формою та розміром картографічного умовного позначення об'єктів і масштабом картографічного зображення.

Методологічні засади інновінг-інструментарію картографічного моніторингу довкілля-простору великого міста ґрунтуються на детальному вивченні класифікаційних природоохоронних ознак, природокористування, ресурсокористування. Оцінка (аудит) карт довкілля, обрахування коефіцієнту інформаційної цінності змістового наповнення картографічної моделі.

Основним полігоном картографічного аудиторського дослідження довкілля-простору є великий масив архівних та сучасних планів навколишнього середовища м. Києва.

Проведений картографічний аудит відповідних геопросторових моделей у відповідності до їх картометричності, семантики, геоіконіки, особливостей визначення природних та техногенних ареалів довкілля різних часів. Проведена порівняльна характеристика картографічних ресурсів еколого-природоохоронного змісту різних масштабів та інших пошукових картографічних матеріалів великого міста (на прикладі Києва).

Актуалізовано загальну тематику картографування надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру на забудованих територіях трансформованого природно-техногенного ландшафту.

Вперше в еколого-картографічний аудит було запроваджено новий глосарій громадських вулично-довідкових навігаційних картосхем навколишнього природного середовища, які оповіщають про природні, техногенні, аномальні та

інші потенційно-небезпечні явища та суцільні та дискретні процеси та явища у оточуючому середовищі, проведена їх класифікація т детальний опис тих, що локалізовані на території міста Київ. Укладена кореляційна картографічна модель територіальних особливостей розташування картографічних аншлагов, постерів та інших карто указів, що виконують попереджувальну роль та інформування про еколого-небезпечні території. Вперше визначений відповідний клас моделей та включений у ранжир екологічних та природоохоронних карт забезпечення реалізації проведення рекогностувального обсерваційного моніторингу довкілля-простору.

Запроваджена класифікація карт обсерваційного екологічного рекогностувального моніторингу довкілля-простору м. Києва.

Розроблений ітераційний алгоритм створення картографічних моделей на територію потенційних надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру. Укладена карта екологічної безпеки м. Києва.

## РОЗДІЛ III. ІНСТРУМЕНТАРІЙ АЕРОКОСМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ УРБОСИСТЕМИ МІСТА КИЄВА

Методологія обсерваційного екологічного моніторингу великого міста включає в себе методи фотограмметрії та прикладної зйомки місцевості у різних спектрах фототеодолітного зондування.

Теплофізорна фотограмметрія дозволяє визначати та прогнозувати кліматичні та фенолого-метеорологічні аномалії змін навколишнього природного середовища, дає можливість побачити латентні процеси та явища у тепловому полі великого мегаполіса, визначити поля баричної топографії. Дає можливість інтерполювати дані та прогнозувати надзвичайні екологічні ситуації.

Запровадження відповідних методик робить проведення екологічного моніторингу більш прецизійним, а матеріали даних більш конформними для потреб їх інтеграції в середовище спеціальних геоінформаційних систем.

Основою методології є технологічні прийоми дистанційного зондування Землі, автоматизовані системи спеціалізованого дешифрування, ідентифікації та інтерпретації об'єктів довкілля.

### **3.1. Моніторинг теплофізичних властивостей природно-техногенних об'єктів довкілля (на прикладі Батисвої гори м. Києва)**

Наукові засади експрес-діагностики теплофізичних властивостей природно-техногенних об'єктів ґрунтуються на теорії теплопровідності матеріалів і методології теплопровідного опору та концепції інтенсивності передачі теплової енергії в навколишньому природному середовищі у контексті визначення періоду часу вегетації флори міських природних урочищ та парків.

У зв'язку з запровадженням в систему екологічного моніторингу міста експертних оцінювань якості довкілля, оцінки впливу на довкілля та впровадження європейських директив експрес-діагностика міського простору-довкілля набуває пріоритетності. Для підтвердження сертифікатів і достовірності досліджень запроваджуються методики суміжних до *екологічної картографії* інженерно-технічних дисциплін, таких як прикладна фотограмметрія.

Сучасна *експрес-діагностика теплофізичних властивостей об'єктів природно-територіального комплексу міста* проводиться із залученням технології *цифрової фотограмметрії* – визначення геометричних, просторових, фізико-хімічних, мікробіологічних, теплофізичних та інших характеристик об'єктів, явищ, предметів за допомогою цифрових фотографічних та інших зображень різного спектру (тепловізійного, тепловізорного – інфрачервоного, ультрафіолетового). Однією із сучасніших методик визначення теплофізичних характеристик в контексті змін періоду вегетації при зміні кліматичних умов є методи цифрової фотограмметрії або прийоми вимірювання зображень і аналіз топографії місцевості за даними растрового електронного зображення.

Аналіз і реконструкція деяких топографічних характеристик при вивченні їх теплофізичних властивостей або реконструкція поверхонь – є одним із



важливіших аспектів використання можливостей сучасної *растрової електронної фотограмметрії*.

Ідея застосування цифрових стереофотограмметричних методів при оцінці електронних зображень структур виникла ще в 1940-х рр. і апробована професором Д. Готтхардтом у 1942 р. в Університеті штату Мічіган (США). Проте до теперішнього часу, не зважаючи на значні практичні й теоретичні досягнення в цій області *прикладної фотограмметрії*, залишаються не вирішеними певні завдання.

Одним із першочергових завдань при обробці електронних знімків є визначення виду проєкції або апріорний математичний опис процесу утворення зображення за допомогою методів *математичної картографії*. Як правило, при збільшенні до 300 крат виходить зображення, яке має вигляд і розглядається як центральна проєкція, при збільшенні до 500 крат – як паралельна. Використання центральної проєкції для моделювання трьохмірних моделей і побудова *квазіізотерм* теплофізичної диференціації на неї при збільшенні до 500 крат є виправданим і підтверджується експериментально.

Теоретичне узагальнення наукових підходів щодо вивчення основних фізичних характеристик потребує розкриття поняття *градієнта температур* на *антропогенно трансформованих ландшафтах* (поверхнях) для відповідного еколого-географічного моделювання площ на довгостроковий період. Теплофізичні властивості ландшафтів, детермінація температурного градієнта в їх середині, визначення топології розташування максимальних і мінімальних температур на поверхні, а також апробація оптимального методу цифрової фотограмметрії для високоточного моделювання теплофізичних властивостей, проводиться у форматах 3-D та 4-D.

Апробаційним матеріалом є методики та підходи, які залучаються в експрес-діагностиці теплофізичних властивостей міських урочищних просторів, трансформація яких є швидкоплинна в умовах мегалополісу.

Методика цифрової фотограмметрії є технічним інструментарієм із графіко-аналітичною системою з нанесеною сіткою *псевдопаралелей* і *псевдомеридіанів* із ціною поділки 0,25 мм, що входять до комплекту зразків фотограмметричного обладнання теплофізичної макрозйомки. Для забезпечення дослідження необхідне отримання стереопари цифрових електронних знімків, з яких обирається ділянка поверхні.

Визначення теплофізичної структури ландшафтів необхідно для розв'язання низки науково-практичних завдань. Методика підрахунку віку поверхні визначається на основі ідентифікації концентричних температурних стрибків поздовжнього профілю ландшафту. Отримання відповідного профілю без спотворень задача надзвичайно наукоємна та технологічна. Для розв'язання проблеми необхідне *дистанційне реконструювання* теплофізичних градієнтів у часі за допомогою модельної поверхні окремого об'єкта на визначеній території міста [30].

Методика отримання стереопар у *екологічній фотограмметрії* полягає в повторній зйомці території міста, під різними кутами по відношенню до електронного зонду. Стереозображення оброблюють на електронному обладненні

*Philips SEM 505*, що здійснює сканування. Прилад поєднаний з комп'ютером через спеціальний блок, у якому вихідний сигнал трансформується в цифрове теплофізичне зображення на екрані комп'ютера. Пряме з'єднання скорочує кількість помилок при переносі зображення з тепловізора, а також дає можливість оператору обрати оптимальну експериментальну область для встановлення типових теплофізичних градієнтів топографічної поверхні (рис. 3.1).

Для побудови цифрової моделі теплофізичних градієнтів необхідно користуватися фотограмметричною системою *Z-Space 1.2*, а також спеціально розробленим програмним ПС-комплексом *Program of Analysis 3D Model (PA-3DM)*, який складається з двох функціональних блоків, об'єднаних спільним інтерфейсом. Технологічний ланцюг побудови трьохмірної теплофізичної моделі представлено на рис. 3.2.



Рис. 3.1. Електронний фотограмметричний Philips SEM 505, який здійснює сканування знімків в різних спектрах

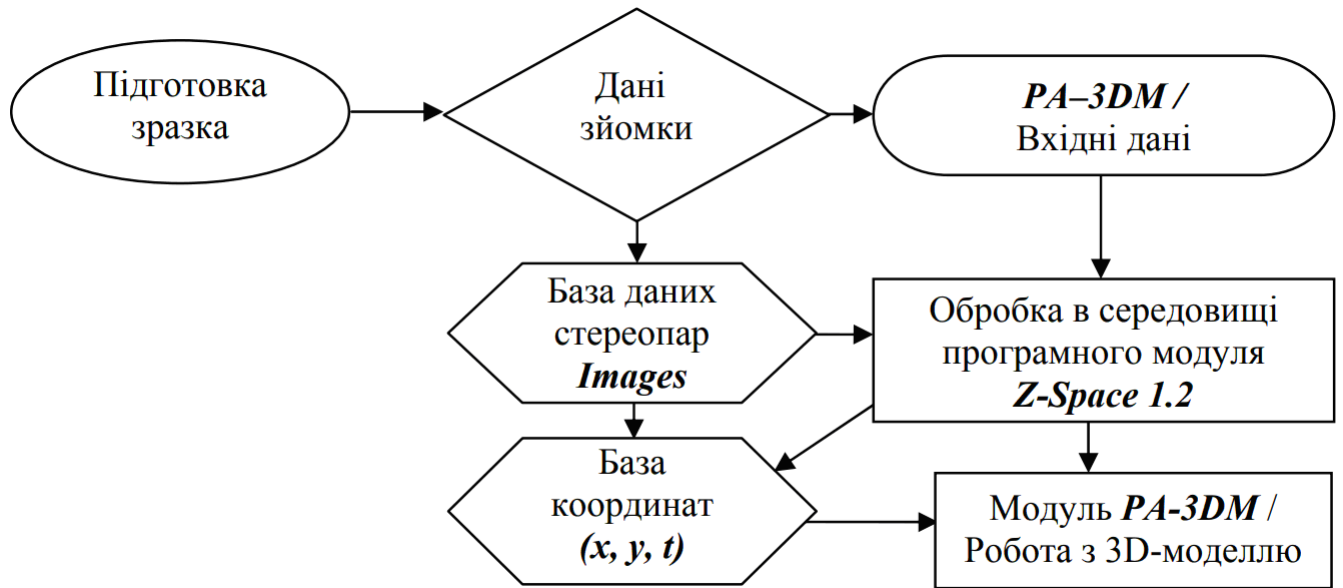


Рис. 3.2. Технологічний ланцюг отримання тримірної теплофізичної моделі

Підсистема підготовки *PA-3DM / Вхідні дані* – програмний модуль (опція), який представляє комплекс зібраної статистичної інформації у вигляді 3D-поля даних (поверхні температурних градієнтів) і реалізує функції встановлення параметрів розмітки (внутрішнє орієнтування):

- фокусна відстань фотокамери  $f$ ;
- координати  $x_0, y_0$  головної точки та шість елементів зовнішнього орієнтування – координати центру проєкції  $S - (X_S, Y_S, Z_S)^2$ ;
- поздовжній і поперечний кути нахилу знімка  $\alpha, w$  і кут повороту  $c$ .

Визначення опорних точок на стереознімку зберігає їх у вигляді текстового файлу (зовнішнє орієнтування) та визначає параметри фотографування для не метричних знімків.

Оброблена стереопара, а також вхідні параметри подаються як вихідні дані на вхід до цифрової фотограмметричної системи *Z-Space 1.2*. (рис. 3.3).

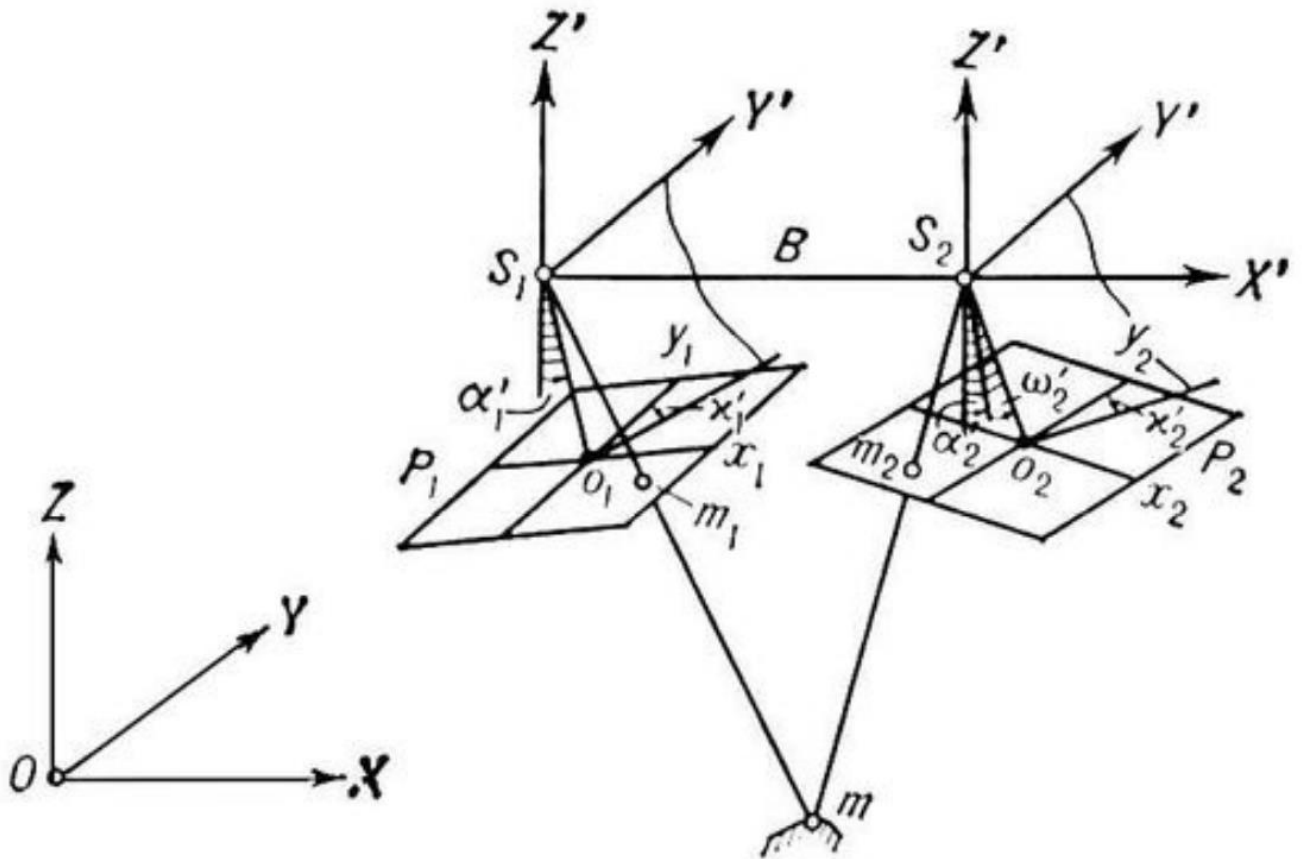


Рис. 3.3. Елементи зовнішнього та внутрішнього орієнтування цифрової стереофотограмметричної пари електронних знімків

Між координатами точки об'єкта та її температурою існує зв'язок, де:

- $X, Y, Z$  і  $X_s, Y_s, Z_s$  – координати точок  $M$ -коду і точки  $S$  в системі координат  $OXYZ$ ;
- $X', Y', Z'$  – координати точки  $m$  в системі  $SXYZ$ , яка є паралельною до системи  $OXYZ$ , що обчислюються за плоскими координатами  $x$  і  $y$ .

Взаємовідношення елементів є вигляд:

$$\begin{aligned}
 Ta_1 &= \cos \alpha \cos c - \sin \alpha \sin w \sin c; \\
 Ta_2 &= -\cos \alpha \sin c - \sin \alpha \sin w \cos c; \\
 Ta_3 &= -\sin \alpha \cos w; \\
 Tb_1 &= \cos w \sin c; \\
 Tb_2 &= \cos w \cos c; \\
 Tb_3 &= -\sin w, \\
 \text{де } c_1 &= \sin \alpha \cos c + \cos \alpha \sin w \sin c, \\
 c_2 &= -\sin \alpha \cos c + \cos \alpha \sin w \cos c, \\
 c_3 &= \cos \alpha \cos w,
 \end{aligned}
 \tag{4.1}$$

де:  $c$  – направляючі косинуси температурних градієнтів на топографічній поверхні.

Формули зв'язку між координатами точки  $M$ -коду об'єкта й координатами екстремальних значень температур  $m_1$  і  $m_2$  на стереопарі  $P_1 - P_2$  мають відповідність, де  $B_x, B_y$  і  $B_z$  – проєкції базису  $B$  на вісі координат.

Якщо елементи зовнішнього орієнтування стереопари відомі, то координати температури максимальної та мінімальної точки об'єкта визначаються методом прямої засічки. Положення точки поверхні знаходиться по одиночному знімку в окремому випадку, коли об'єкт плоский ( $Z$ -const). Координати мінімальних значень температур  $x$  і  $y$  точок знімків вимірюються на *монокомпараторі* або *стереокомпараторі*.

Елементи внутрішнього орієнтування відомі з результатів калібрування *цифрового тепловізора*, а елементи зовнішнього орієнтування визначаються при фотографуванні об'єкта методом *фототріангуляції*. Якщо елементи зовнішнього орієнтування знімків невідомі, то координати максимальних і мінімальних значень температур точок поверхні об'єкта знаходять із використанням опорних точок (метод зворотної засічки).

*Опорна точка* – визначена на знімку контурна точка об'єкта з координатами температур, які отримано в результаті теплофізичних вимірів або з *фототеплотріангуляції* (англ. *photoheattriangulation* – метод визначення координат точок із максимальним і мінімальним градієнтом, визначених прийомами дистанційного зондування. При цьому аналізують геометричні властивості фотознімків одного або декількох трикутників із променів (тріангуляція). Використовується для вирішення ряду теплофізичних інженерних задач.

Застосовуючи зворотну засічку, спочатку знаходять елементи взаємного орієнтування градієнтів температур на знімках  $P_1 - P_2$ , де –  $\alpha'_1, \alpha'_2, w'_2, c'_2$  в координатній системі  $S_1X'Y'Z'$ ; вісь  $X$  збігається з базисом, а вісь  $Z$  лежить у головній базисній площині  $S_1 S_2$  знімка  $P_1$ . Потім обчислюють координати точок температур моделі в тій же системі. Використовуючи опорні точки, переходять від координат точок моделі до координат температур точок об'єкта.

Елементи взаємного орієнтування уможливають встановлення перехідних температур на знімку в ті значення, якими вони були при фотографуванні об'єкта (початкові градієнти температур). У цьому випадку кожна пара відповідних променів, наприклад  $S_{1m_1}$  і  $S_{2m_2}$ , перетинаються і утворюють точку ( $m$ ) моделі. Сукупність променів, що належать знімку, називається термов'язкою, центр проєкції –  $S_1$  або  $S_2$  – вершиною термов'язки. Масштаб моделі залишається невідомим, тому що відстань  $S_1$  та  $S_2$  між вершинами в'язок вибирається довільно. Відповідні точки стереопари  $m_1$  і  $m_2$  містяться в одній площині, яка проходить через базис  $S_1 S_2$ .

Визначаємо елементи взаємного орієнтування. Вимірюють координати центрів максимальних температур не менше п'яти точок стереопари і розв'язують їх способом послідовних наближень. Координати точок моделі з мінімальними температурами обчислюють, вибравши довільно довжину базису  $B$ , і вважаючи  $X_{s_1} = Y_{s_1} = Z_{s_1} = 0$ ;  $B_x = Y$ ;  $B_y = B_z = 0$ . При цьому просторові координати точок  $m_1$  і  $m_2$  знаходять, направляючи косинуси для знімка  $P_1$  за елементами  $\alpha'_1, w'_1 = 0, c'_1$ , для знімка  $P_2$  за елементами  $\alpha'_2, w'_2, c'_2$ .

За координатами  $X' Y' Z'$  точки моделі визначаємо координати максимальної температури поверхні, де  $t$  – знаменник масштабу моделі. Направляючі косинуси

отримують, підставляючи замість кутів  $\alpha$ ,  $w$ ,  $\alpha_2'$  поздовжній кут нахилу моделі  $x$ , поперечний кут нахилу моделі  $h$  – кут повороту моделі  $q$ .

Визначаємо сім елементів зовнішнього орієнтування моделі –  $\varphi$ ,  $\zeta$ ,  $\omega$ ,  $x$ ,  $h$ ,  $q$ ,  $t$ . За ними складаються рівняння для трьох або більше опорних точок і розв'язують їх методом інтерполяції температурного градієнту поля значень. Координати опорних точок знаходять фотометричним способом або методом *фототриангуляції*. Сукупність точок об'єкта, координати екстремальних температур яких відомі, утворюють *цифрову теплофізичну модель* об'єкта для складання *теплофізичної карти градієнта температур*.

Окрім аналітичних методів обробки знімків, застосовуються аналогові, засновані на використанні *фотограмметричних приладів*: фототрансформатора, стереографа, стереопроектора [40].

При роботі зі стереопарою зразка в програмі *Z-Space* вручну здійснюється прив'язка відповідних опорних точок на лівому й правому зображеннях. Після такого вибору програма оцінює рівень температури та кореляцію точок. При високому коефіцієнті кореляції здійснюється технологічний перехід до створення *цифрової теплофізичної матриці денної поверхні ландшафту*.

Для моделювання і візуального відображення *моделі температурного градієнта ландшафту* або визначення часу вегетації розроблено другий програмний модуль системи *РА-3DM / Робота з 3-D-моделлю*.

Використання інструментальних засобів забезпечує додаткові можливості для *теплофізичного експрес-аналізу*, наприклад, *теплофізичне картографування поверхні* через рівнопроміжні та стохастичні часові інтервали (функція – «*Палітра*»), *теплофізичне профілювання* (опція – «*Зріз*»), вимірювання градієнта температур (опція – «*Лінійка*»).

За допомогою системи *РА-3DM* розв'язується задача реалізації екологічного моніторингу та *експрес-діагностики теплофізичних властивостей міських ландшафтів* за їх 3-D-моделюванням.

Отримуємо *профілі цифрового терморельєфу* уздовж будь-якого напрямку поверхні з відображенням так званого графіка температури. За допомогою даних відповідних графіків отримуємо виокремлені концентричні термічні градієнти, які називатимуться *екзотермічними зонами поверхні рельєфу*.

Отримані графіки у вигляді *псевдоізотерм* збережені у вигляді файлу графічного формату [43].

На рис. 3.4 представлено результат експрес-діагностики теплофізичного поля топографічної поверхні Батисевої гори у м. Києві.



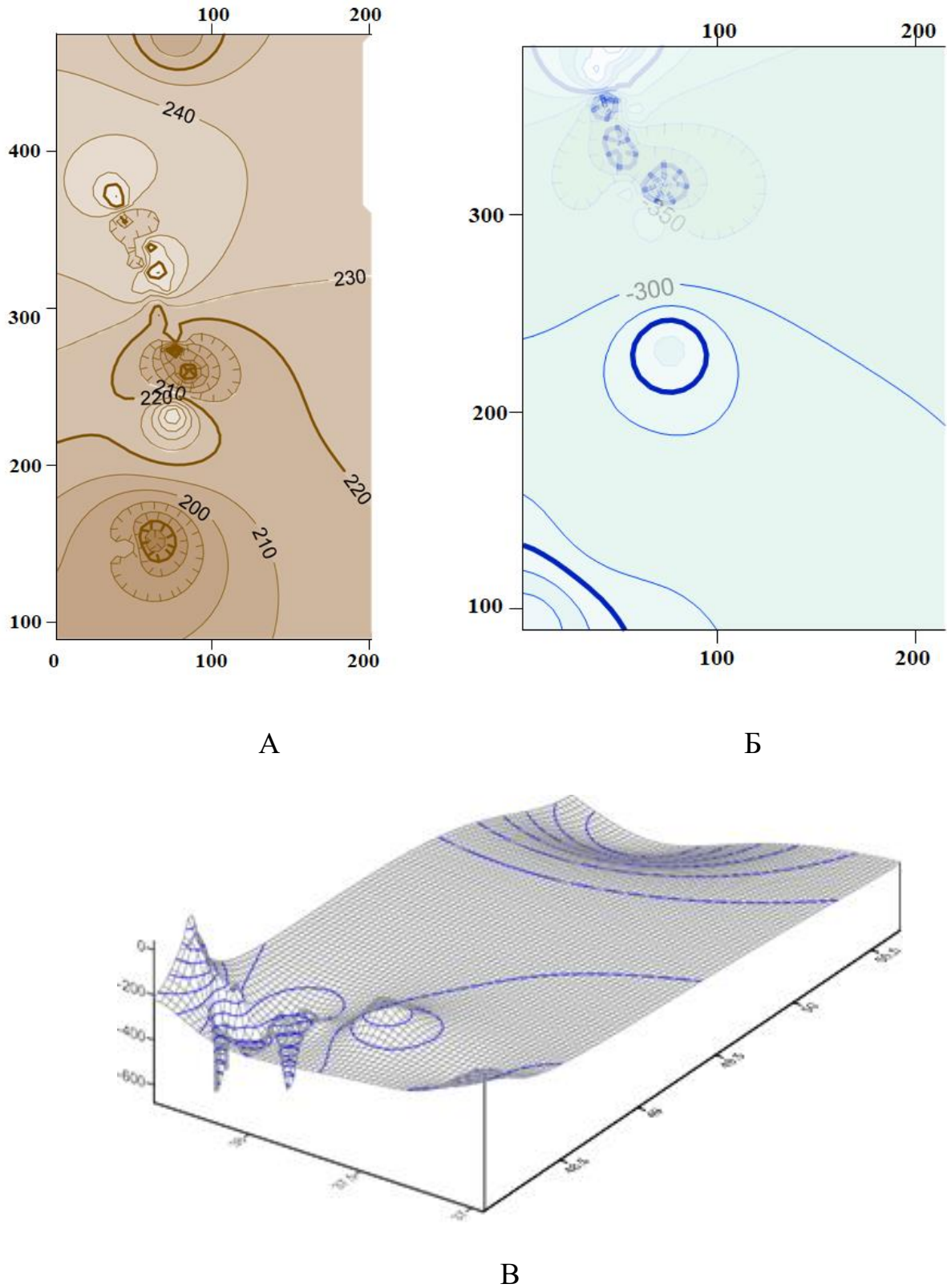


Рис. 3.4. Визначення теплового баричного поля поверхні Батієвої гори м. Києва у червні 2020 р. (А), листопаді 2019 р. (Б) та 3-D – модель середнього теплового баричного поля (В). Значення ізоліній: 210, 200, 300, 350 – сумарне значення температурного нагрівання поверхні протягом року

Технології моделювання теплофізичних властивостей ландшафтів з використанням цифрових фотограмметричних методів вирішують інноваційні наукові задачі експрес-діагностики теплофізичних властивостей природно-територіального комплексу, а саме:

- моделювання середовища за їх трьохмірними моделями поверхонь;
- застосування системи, яка інтегрує спеціально розроблене програмне забезпечення RA-3DM і ліцензовану цифрову фотограмметричну систему Z-Space 1.2. Це уможливило проводити високоточне вимірювання градієнта температур у середовищі;
- використання фотограмметрії в наукових дослідженнях щодо прогнозування терміну вегетації є технологічною основою створення комплексної наукової колекції (атласу) теплофізичних властивостей локальних ландшафтів під впливом дії ТЕС, АЕС, ГРЕС за їх чотирьохмірними координатами.

Визначимо прикладні аспекти фотограмметричних методик з експрес-діагностики теплофізичних властивостей міських ландшафтів:

- велика продуктивність (вимірюються не об'єкти, а їх зображення);
- висока точність (використання точних апаратів, інструментів для обробки знімків);
- вивчення як нерухомих, так і рухомих об'єктів;
- повна об'єктивність результатів вимірів, які виконуються дистанційно.

Визначено, що щільні, панорамні фотознімки отримані із застосуванням радіолокацій, телевізійних, інфрачервоно теплових та інших знімальних систем, істотно розширюють можливості будь-яких експрес-методів визначення теплофізичних властивостей ландшафтів. Вони мають єдиний центр проєкції та елементи зовнішнього орієнтування, які безперервно змінюються в процесі побудови зображення. Це не ускладнює використання таких знімків для вимірювальних цілей екологічного обсерваційного моніторингу.

Подальші дослідження потребуватимуть удосконалення підходів щодо підвищення точності фотограмметричних зондувань, а саме – розробки методів дистанційного експрес-контролю тепловізійної зйомки поверхні підземних просторів колекторів малих річок для контролю температурних градієнтів.

### **3.2. Дешифрування об'єктів природокористування міста по цифровим космічним геозображенням**

Використання матеріалів цифрової космічної зйомки дає можливість аналізувати широкий комплекс об'єктів природокористування (самих об'єктів, їх груп, сукупностей), процесів (розвиток, функціонування, переміщення), відносин (взаємодія, ієрархії, залежності, співвідношення).

Об'єкти природокористування поділяють на типи: промислово-урбаністичні, міські сельбищні, транспортно-промислові, гірничо-промислові, сільськогосподарські, іригаційно-землекористувальницькі, пасовисько-тваринницькі, лісогосподарські, лісопромислові, водно і ґрунтоохоронні, рекреаційні та санітарно-гігієнічні. Вони дуже чітко розрізняються на цифрових

космічних геозображеннях за прямими і непрямими ознаками. Розглянемо особливості дешифрування найцікавіших об'єктів.

Загальній методиці дешифрування присвячені багато робіт по цифровій і аналітичній фотограмметрії. Але не вирішеною залишається задача спеціалізованого дешифрування цифрових космічних геозображень різного спектру.

Необхідно визначити об'єкти та предмети, що підлягають дешифруванню в функціональних системах природокористування та імпорт результатів в середовище ГІС.

Для задач природокористування необхідні знімки надвисокого дозволу (дозвіл крупніше 2 метрів), такі як WordView 1, GeoEye 1, Cartosat-2, Terra Sar-X, QuickBird, Ikonos, OrbView-3, Eros-1A і 1B, Kompsat-2, Ресурс-ДК, WorldView -1 і TerraSAR X, і з високою роздільною здатністю (2-3 метри), такі як Radarsat 2, Alos Prism, Spot-5, Cartosat-1, Formosat-2 і програмне забезпечення, такі як модуль Feature Analyst для Erdas Imagine 9.0 та ArcGIS 9.1.

*Об'єкти гірничопромислового природокористування.* Їх розпізнають, як правило, на зумованих великомасштабних знімках. Окремі об'єкти, наприклад, кар'єри, видно і на середньомасштабних. Вони виділяються різними тональними переходами, топологією геометричних форм, розмірами, деякою обмеженістю елементів зображення, які розміщені по відношенню до суміжних елементів ландшафту (послідовність, примикання, відступ).

Підприємства з видобутку руди, твердого палива, будівельних матеріалів розпізнають за головною складовою фотомалюнка. Наприклад: кар'єри – це негативні форми антропогенного рельєфу витягнутої або овальної форми з диференціальним фототонном в залежності від виду розроблюваної копалини.

Часто буває можливим встановити на космознімках способи транспортування порід – транспортну інфраструктуру підприємства ресурсовиробітки. Відвали (терикони) порід інтерпретуються конусоподібними і віялоподібними структурами з ярусною надбудовою. Додатковою складовою відвалів можуть служити іноді помітні на них плями темного тону з регулярною смугастою або комірчастою структурою зображення – це ділянки зони рекультивачії.

Гідровідвали – це замкнуті або напівзамкнуті багатокутники, окреслені веслуванням, поруч, як правило, можна побачити піщану відпрацьовану частину – «пляж розробки». Суттєвою ознакою розмежування підземних і відкритих гірничих розробок на космознімках служить їх географічне розташування: відкриті розробки відокремлені від населених пунктів, пов'язані з ними зручним транспортним сполученням, а шахти можуть розміщуватися і в центрі міста (міста Донецького вугільного басейну).

За знімками вдається визначити типи і види мінеральних ресурсів (за фототонном, його насиченості – когерентності, інтерферентності, геометричній формі і топології підприємства). Наприклад, при гідравлічному способі видобутку вугілля, додатковою властивістю ресурсовиробітки служать відстійники. Додатковою інформацією про галузь підприємства можуть бути сліди його впливу на навколишнє природне середовище. Гірничодобувне підприємство інтерпретують за мозаїкою різнотонових ліній, прямокутників правильної геометричної форми.

*Об'єкти промислово-урбаністичного (енергогенеруючого) природокористування.* Підприємства з виробництва енергії інтерпретуються на тепловізорних геоізображеннях, інфрачервоних смугових сканерних знімках. Легко визначити ГЕС (дамба, інфраструктура генерування енергії, ЛЕП), АЕС (градирні), ТЕС (димлять димарі, терикони вугілля або компресорні станції газопроводу).

Основною проблемою, яка вирішується за допомогою цифрового (автоматизованого) дешифрування, є визначення ареалів несанкціонованого природокористування та незаконного забруднення навколишнього середовища, зокрема організація звалищ побутового та промислового сміття.

*Об'єкти санітарно-гігієнічного (екологічного) природокористування.* Вони розміщуються, найчастіше, за межею населених пунктів і пов'язані з ними автошляхами. На космознімках вони мають хаотичний малюнок з нерівним сірим фототонном та невизначеною в плані геометричною формою з ефектом маскування.

Промислові відстійники дешифруються за світлим фототонном вод в природних або техногенних пониженнях (багатокутники). Водоочисні споруди мають особливу топологію, яка нагадує в плані «циферблат» (цистерни для попереднього відстоювання, і вирізняються системою темних прямокутників – очисних басейнів) (рис. 3.5).



Рис. 3.5. Промислові відстійники Бортницької станції аерації м. Києва

*Об'єкти сільськогосподарського (інженерно-аграрного) природокористування.* Орні землі дешифруються за формою і характером меж угідь і за фототонном. Масиви орних земель створюють на знімках мультітональну мозаїку прямокутних, іноді колоподібних, осередків з чіткими контурами. Фототон



осередків варіюється від світло-сірого до чорного, в залежності від сезонного агростану полів.

Надійність інтерпретації залежить від виду і часу зйомки. Для степу підходять літні знімки, лісостепу – осінні, коли масиви рябі та контрастують з луками і ріллею. Ягідники, виноградники, сади, плантації розпізнаються під час застосування методу квартальної нарізки ділянок і характерною текстурою зображення (точково-смугастої) – це сади, плантації чаю, виноградники.

Геофізіономічні особливості цифрових космознімків виявляють екзогенні процеси, які мають місце на угіддях і дають можливість оцінити ефективність агротехнічних заходів на полях. Ерозійні форми на полях дешифруються за плавною звивистістю, деревовидним малюнком, поступовим розширенням, відсутністю на них перетинів. Їх початкові форми – безруслові ущільини і ділянки змиву ґрунтів, визначають за системою світлих тонових смужок.

Антропогенні зміни природних ландшафтів відбуваються внаслідок нераціонального і незбалансованого природокористування. Дешифруються забруднені території, вирубані ділянки лісу, зміна рельєфу внаслідок господарської діяльності або військових дій.

Спектрональна зйомка димових факелів надає інформацію про концентрацію отруйних речовин, радіус їх розсіювання при різних швидкостях вітру, а також ймовірний сектор осідання викидів.

Вся наведена інформація акумулюється в спеціалізованій ГІС. В результаті програмних картографічних модуляцій отримується тематична картографічна модель особливостей природокористування та оптимізації навколишнього середовища в проблемному регіоні.

Загальне забруднення повітря над містом на космознімках виглядає як сіра «вуаль» або темна пляма (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Смог над Київським регіоном у квітні 2020 р.

Чим більше забруднення атмосфери міста – тим щільніше «вуаль» і тим гірше відображається структура вулиць і кварталів міста. Багатозональне сканування міських парків проводиться в помаранчевих, червоних і інфрачервоних діапазонах. При цьому виявляють пошкоджені крони дерев.

За наявними плямами отруйних речовин від навколишніх об'єктів природокористування, що порушують нормативи викидів, визначають центри розташування несанкціонованих об'єктів природокористування.

На космознімках за шлейфами забруднення вод від підприємств, що розташовані в безпосередній близькості до об'єктів життєзабезпечення, за допомогою ЕМХ-спектра (синьо-зелена ділянка), визначається склад забруднення, ареал, концентрацію до глибини 3 метрів. В містах і на узбережжі морів – до 30 метрів. Під час критичної концентрації забруднення, оптична яскравість вод збільшується, пік інтенсивності випромінювання (яскравості) зміщується в бік довгих хвиль [18].

Дешифрування різних матеріалів ДЗЗ застосовується для вирішення різноманітних проблем природокористування великого міста, розв'язання геоекологічних завдань, а в перспективі – для проведення глобального універсального моніторингу ефективного регулювання господарською системою.

### **3.3. Використання багатоспектральних зображень в екологічному моніторингу для визначення антропогенного впливу**

Одним з перспективних напрямків використання космічної зйомки є дистанційне зондування Землі із застосуванням багатоспектральних сенсорів. Проведення зйомки супутником оптикоелектронного спостереження здійснюється в «вікнах прозорості», де технологічно функціонують багатоспектральні сканерні системи в діапазонах 0,3-1,3; 1,5-1,8; 2,0-2,6 мкм.

У видимій, ближній інфрачервоній і середньої інфрачервоній частинах спектра виявляються чіткі відмінності відбивної здатності. Це ускладнює розробку універсального алгоритму обробки космічних зображень.

На сьогоднішній день, визначені і достатньо вивчені «атмосферні вікна» з мінімальним поглинанням оптичного сигналу. Поряд з цим, використовується і частотний діапазон для проведення оптимальної зйомки в залежності від змісту прикладної задачі. Залишаються невивченими спектральні характеристики багатьох різних видів об'єктів і речовин, що впливають на спектральний їх відклик, що вимірюється оптичними системами дистанційного зондування.

Сучасні системи дистанційного зондування різнофункціональні за технологією реалізації знімальних програм. Для потреб екологічного моніторингу важливе значення відіграють технічні характеристики геозображень, а також методи автоматичної ідентифікації (дешифрування) потенційно-небезпечних об'єктів або явищ незалежно від їх геолокалізації (наземні, підземні, плавучі або латентні, динамічні та статико-кінематичні) [10].



Основним джерелом фотограмметричного моніторингу антропогенного впливу є аналіз каталогу космічних геозображень на території навколишнього середовища.

Каталоги отриманих космічних геозображень різнопланові і класифікуються технологією зйомки за діапазонами, технологічними і технічними параметрами ПЗС-матриці супутникових знімальних систем, кривизною Землі, просторовою відбивною здатністю географічних об'єктів, станом атмосфери та її шарів, динамічністю явищ, що підлягають зондуванню.

Важливим є вивчення геометрії цифрового супутникового геозображення в контексті розробки автоматизованих прийомів трансформування маршрутних знімків та «розкриття» спотворених зон на зображенні внаслідок його «перспективності» або іншої «ущільненості» географічної інформації. Проекція отриманого геозображення досліджується методами фотограмметричних побудов.

На рис. 3.7 позначені:  $A$  – ширина смуги знімання;  $Q$  – повний кут знімання;  $V$  – лінія нормалі – основної координати в фотограмметрії;  $O$  – центр проєкції зображення – центральна точка контурної області нульових викривлень;  $N_0, N_1, N_2$  – ізоколи-індикатриси  $T_{iso}$  (лінія рівних викривлень), за якою знаходяться спотворені ділянки зображення. Це може проявлятися в зміні кольору геооб'єкту, його топологічних характеристик. Відповідні області спотворення визначаються вимірюванням координат контрольних точок на цифрових геозображеннях: 1 та 2 із відповідними каталогами геодезичних координат місцевості:  $\varphi, \lambda, h$ .

Зі спотворенням дійсних координат об'єктів на місцевості, за якими реалізується екологічний моніторинг, «зміщується» і супутня геоінформація, достовірність якої фактично втрачається. Особливого значення такий «зсув» геоданих проявляється в процесі розробки оперативних дій з ліквідації наслідків техногенних та природних надзвичайних ситуацій. Приведення координат на цифровому знімку до дійсних геодезичних датумів контрольної точки місцевості, призводить до збалансування та у відповідності дійсним географічним координатам.

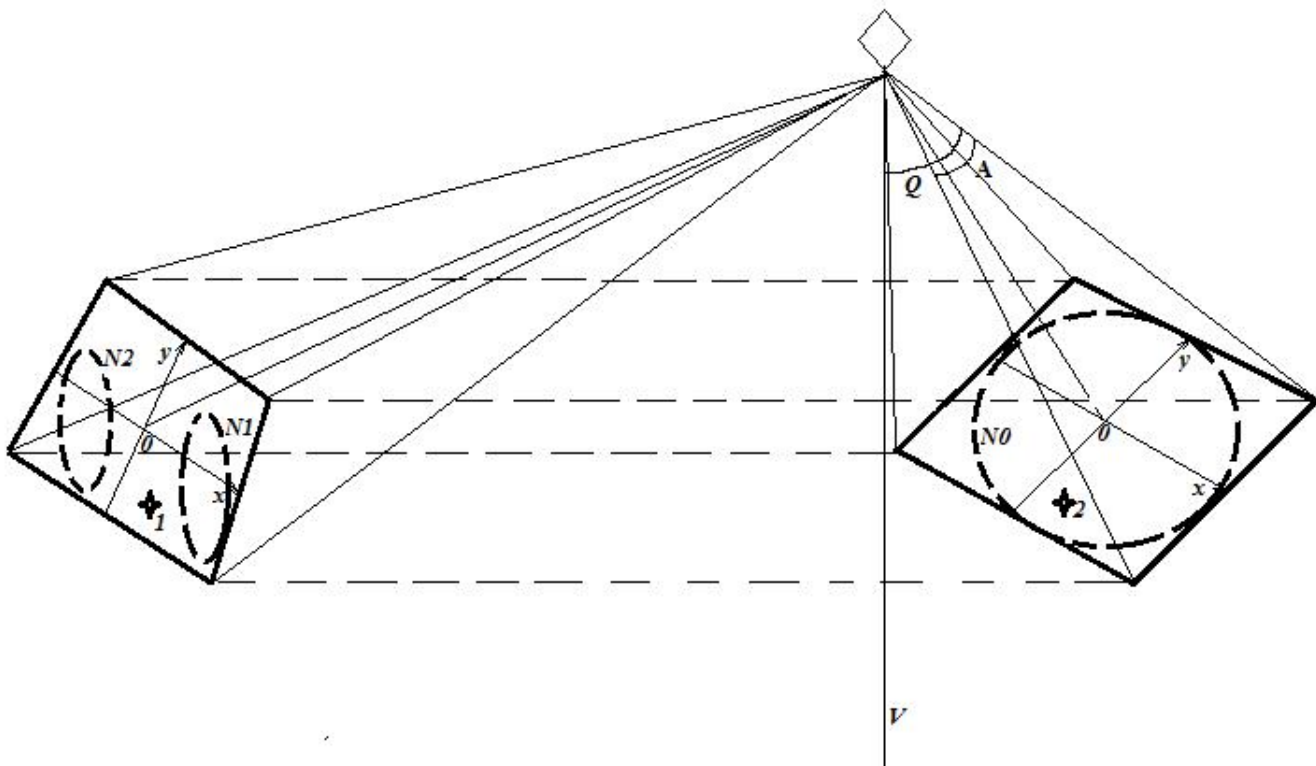


Рис. 3.7. Геометрія цифрових дистанційних зображень

«Зсув або стискання» географічної інформації за зовнішніми контурами ізокол вирівнюється за допомогою виправлення кутових величин на знімку суміщенням координатних ліній  $x$  та  $y$  на знімку із координатними лініями цифрової топооснови. Цей кут обчислюється за допомогою коефіцієнтів Гауса за формулами:

$$\sin A = \frac{f}{\sqrt{R_{N1}}};$$

$$\operatorname{tg} Q = \frac{f}{h}$$
(4.3)

де:  $A$  – поздовжній кут «змивання» геоінформації;  $f$  – коефіцієнт значення ізокол, що залежить від широти території космічного знімання;  $R_{N1}$  – значення суміщення пікселів на знімку, що залежить від трансформації координат;  $N_1$ ,  $Q$  – поперечний кут,  $h$  – висота космічного знімання.

Математичне перетворення аналітично приводить цифрову основу до трансформаційної моделі (ортофототрансформації знімків).

Наступним етапом досліджень є інтерполяційне або екстраполяційне відображення фотогеографічної (геоіконічної) складової панорамних, маршрутних та перспективних цифрових геозображень, що стиснуті контурами ізокол, які формують багатопланове сприйняття географічної інформації [9].

Подемо принцип формування космічного багатоспектрального зображення під час реалізації дистанційного зондування. В космічній зйомці головним джерелом освітлення є Сонце. Розподіл енергії, що випромінюється Сонцем, математично має вираз функції залежної від довжини хвилі по всьому електромагнітному діапазону, відомому як сонячний спектр.

Сонячна енергія поширюється через атмосферу Землі, її інтенсивність та спектральний розподіл змінюються під впливом атмосфери. Внаслідок цього енергія взаємодіє з поверхнею, яка відбиває сигнали, пропускає і/або поглинає. Потім відбита/випромінювана енергія повертається назад через атмосферу в оптичний пристрій штучного супутника Землі у фотоприймач, де піддається додатковій зміні через фізичні параметри інтенсивності сигналу та функції спектру. В результаті, енергія сприймається приймачем, де вона вимірюється і перетворюється в цифрову форму для подальшої обробки та використання. Особливість багатоспектральної зйомки полягає в тому, що на виході аналогово-цифрового перетворювача формується багатоспектральне зображення (рис. 3.8), де  $X$ ,  $Y$  – просторові (геодезичні) координати, а  $\lambda$  – кількість спектральних каналів.

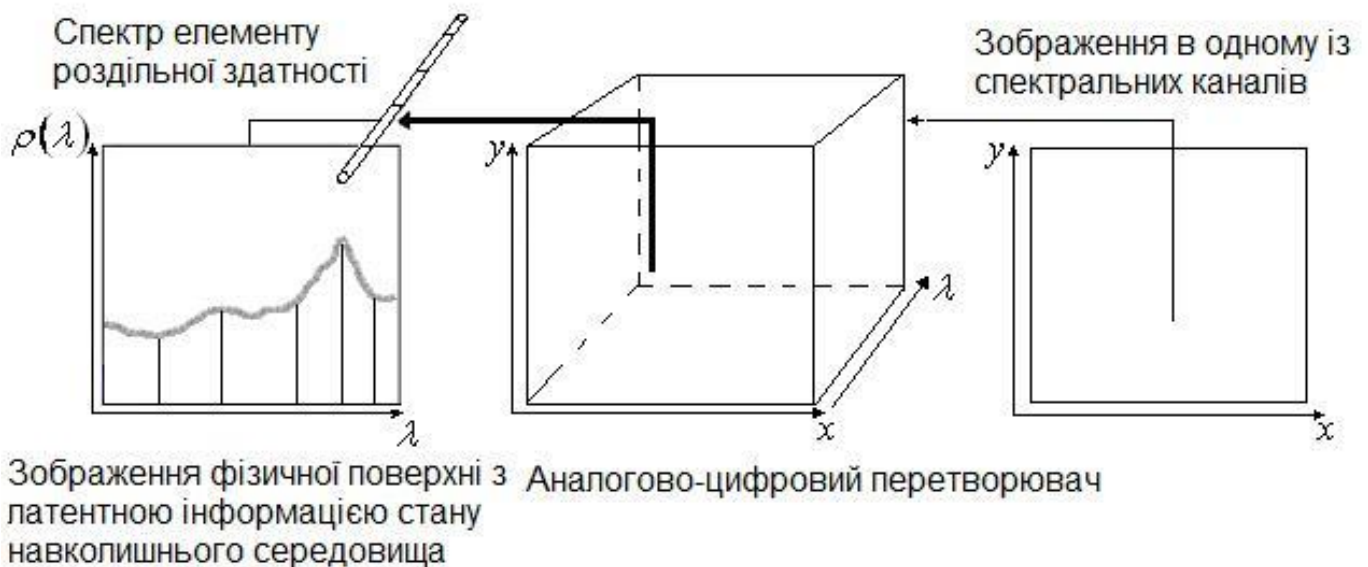


Рис. 3.8. Багатоспектральний куб зображення

При цьому, спектральні характеристики знімку визначаються здатністю відображати, поглинати і пропускати сонячну енергію. Відбиття, поглинання і пропускання падаючих сонячних променів залежать від довжини хвилі світла і описуються ланцюгом енергетичного балансу:

$$I_{\lambda} \rightarrow R_{\lambda} \rightarrow A_{\lambda} \rightarrow T_{\lambda} \quad (4.4)$$

де:  $I_{\lambda}$  – падаюча енергія;  $R_{\lambda}$  – відображена енергія;  $A_{\lambda}$  – поглинена енергія;  $T_{\lambda}$  – поглинаюча енергія.

Величина відбитої енергії залежить від багатьох факторів: довжини хвилі, висоти Сонця та його азимуту відносно структури поверхні об'єкта, потоку

розсіяної та сумарної радіації, азимуту напряму спостереження відносно площини головного вертикала, кута відхилення напряму спостереження від вискової лінії.

Ці фактори при обробці знімків забезпечується процедура розпізнавання різних об'єктів, а також виявлення в приземній області атмосферних змін. Крім цього, в залежності від сигнатури (спектральної характеристики) сигналу, визначаються стан хлорофілу рослинності, а також ґрунтовий покрив і стан водного середовища. Таким чином оцінюється стан навколишнього природного середовища, що є основою оперативного екологічного моніторингу довкілля.

Відповідні властивості ефективно використовуються при виявленні хвороб рослин, деградації ґрунту, забруднення води та атмосфери, а також інших факторів, що призводять до зміни їх стану. Таким чином, здійснюється класифікація різних типів за даними ДЗЗ.

У теоретичному плані багатоспектральне зображення представляє як кадр інформації, який містить в собі випромінювання з функцією спостереження безперервного простору, яке залежить від довжини хвилі і тимчасових змін. Однак на практиці всі датчики мають обмежені просторові, спектральні, радіометричні технічні параметри і часову роздільну здатність, в результаті чого кадр яскравості записується з кінцевою роздільною здатністю.

Просторова роздільна здатність оптико-електронної системи спостереження визначає розміри об'єкту, який можна побачити на поверхні Землі як певний об'єкт, який виокремлений від оточуючого середовища. Просторова роздільна здатність також пов'язана з тим, наскільки якісно оптико-електронна система може записувати просторові деталі.

Спектральна роздільна здатність космічного знімку визначається шириною смуги спектрального каналу, яка використовується для вимірювання або представляється на різних довжинах хвиль. Радіометрична роздільна здатність характеризується числом біт, які використовуються для опису значення яскравості вимірюваної величини в кожній спектральній смузі (рис. 3.9).



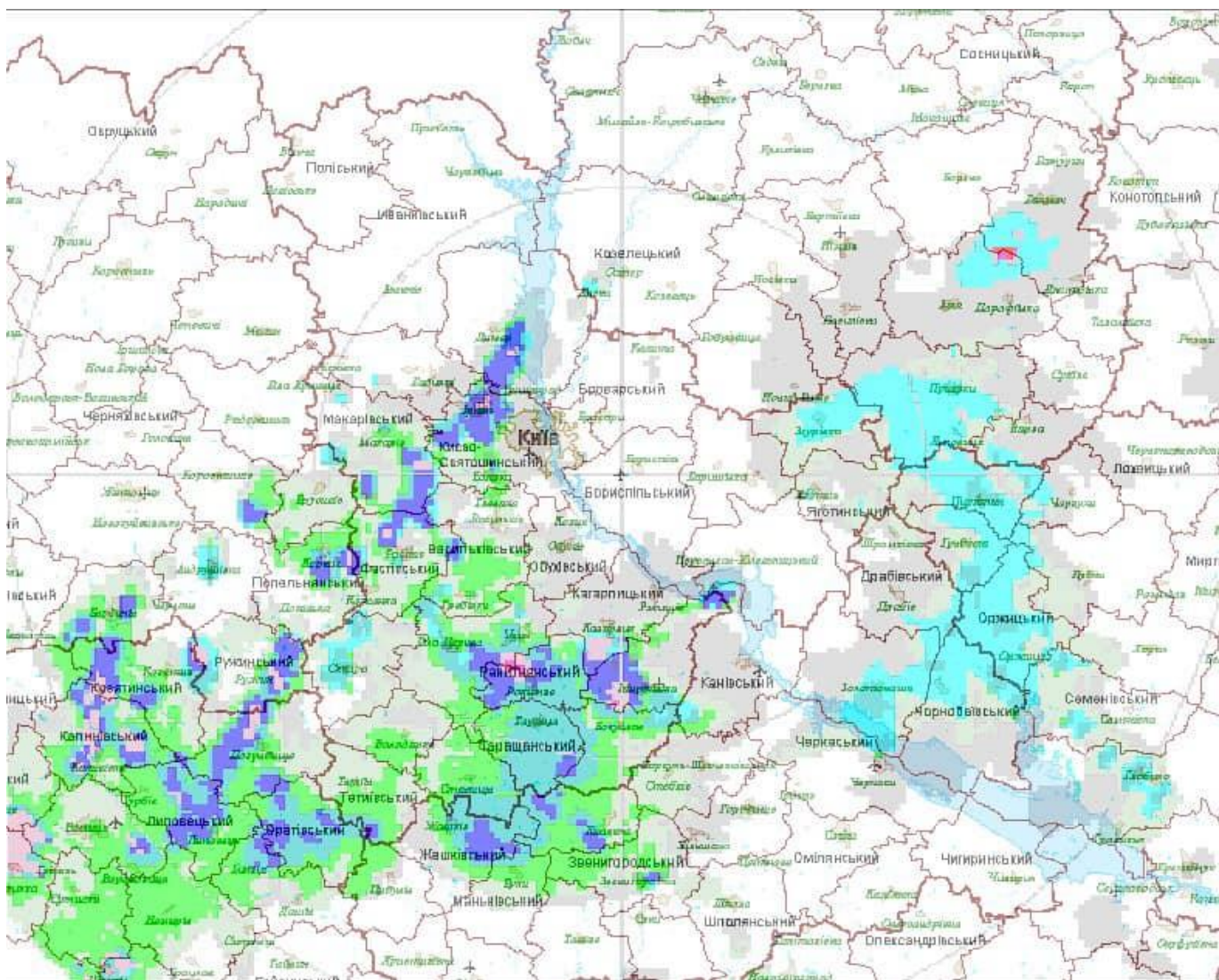


Рис. 3.9. Використання даних радіолокаційної зйомки для геоінформаційного моделювання небезпечних атмосферних явищ у столичному регіоні

Тимчасова роздільна здатність пов'язана частотою оптико-електронної системи проводити з космічного апарату дистанційне зондування Землі для отримання нового космічного зображення. Крім цього, спектральна і радіометрична роздільна здатність інтерпретуються у вигляді записаного спектру.

Іншою важливою стороною використання багатоспектральних космічних зображень є те, що вони орієнтовані на класифікацію у вигляді групи подібних точок. Множини точок кожного класу зменшують випадкові помилки при класифікації точок, тому що інтерпретація кадру ґрунтується на кластеризації більшості точок. Наприклад, якщо одна з кожної тисячі точок в зображенні є помилково класифікованою, то окремі помилки не змінюють загального сприйняття при ідентифікації. Однак збільшення кількості точок зі зміненою сигнатурою вагає інтерпретації інших властивостей.

Геоінформаційні властивості космічного зображення залежать від числа і ширини спектральних діапазонів оптико-електронної системи космічного апарату при дистанційному зондування Землі, що використовуються для збору інформації.

Багатоспектральні пристрої (девайси) мають сотні вузьких смуг. У табл. 3.1 наведені принципові відмінності між системами дистанційного зондування, які використовують просторову і спектральну інформацію.

Дослідження багатоспектрального зондування, а пізніше гіперспектрального зондування, привело до науково-методичного підходу для дистанційного зондування природного середовища, який включає наступні функціональні опції: вивчення складу мінералів, визначення характеристик покриву місцевості, оцінка параметрів стану врожаю.

Недоліком методу є те, що у додатках-опціях морфологічна (про форму) інформація (яка є важливою передумовою для дистанційного зондування штучних об'єктів), є мінімально корисною в процесі виявлення об'єктів, тому що різні природні матеріали не мають зумовлених форм. Це стосується в першу чергу забруднення та викидів небезпечних отруйних речовин.

При дешифруванні космічних знімків та обробці багатоспектральних космічних зображень при екологічному моніторингу викиди, і забруднення змінюють атмосферну структуру і мають невизначену форму, можуть бути змішаними з іншими речовинами приземної атмосфери.

Таблиця 3.1

Порівняння просторової і спектральної обробки космічних знімків ДЗЗ

Особливості етапів обробки	Обробка космічних зображень	
	Просторова	Спектральна
Сприйняття зображення	Інформація закладена в просторовому розташуванні точок в кожній спектральній смугі.	Кожна точка має пов'язаний спектр, який використовується для розпізнавання джерел забруднення у відповідному елементі роздільної здатності знімку конкретної місцевості.
Визначення місцепозиціонування	При обробці зображень використовується інформація про геометричні ознаки.	Обробка може здійснюватися по одній точці одноразово.
Можливість розпізнавання	Необхідна дуже висока просторова роздільна здатність для розрізнення об'єктів за формою (множина точок).	Немає необхідності у високій просторовій роздільній здатності (одна точка).
Роздільна здатність	Висока просторова роздільна здатність вимагає високої апертури і призводить до зниження у співвідношенні «сигнал-	Спектральна роздільна здатність більш важлива, ніж просторова.



	шум».	
Обсяг оброблювальних даних	Обсяг даних зростає квадратично з ростом просторової роздільної здатності.	Обсяг даних збільшується лінійно зі збільшенням числа спектральних смуг.
Можливість використання оброблювальних систем	Обмеження в розробці повністю автоматизованих алгоритмів, що використовують геопросторові властивості.	Повністю автоматичні алгоритми, які використовують спектральні властивості, розроблюються для окремих додатків ГІС.

Порівняння просторового і спектрального підходів обробки космічних зображень пов'язано з принциповою відмінністю виявлення і визначення об'єктів щодо пошуку джерел забруднення для його розпізнавання в кадрі з постійною формою або спектром.

Існуючі методи обробки космічних знімків розроблені для класифікації забруднюючих речовин, що впливають на навколишнє середовище, і не застосовуються в дослідженні з двох причин. По-перше, ступінь впливу в кадрі занадто малий для забезпечення оцінки статистичних властивостей виявлення на знімку. По-друге, в залежності від здатності датчика, інтерпретована геоінформація може проявитися тільки в декількох точках або навіть в одній точці. Роз'єднаний характер процесу екологічного моніторингу та зокрема визначення ступеня впливу (взаємодії) підтверджує, що кластеризація подібних зразків досить складна.

Виявлення потенційно небезпечних екологічних об'єктів можливо, завдяки зведенню множини складних операцій при обробці та комплексної оцінці існуючих можливостей, яка є складовою частиною більш складної схеми обробки космічних зображень. При цьому, багатоспектральні датчики можуть не надавати повної (генералізованої) еколого-географічної інформації, в якій просторова роздільна здатність знижується за умов поліпшення спектральної роздільної здатності.

Для ефективною обробки космічних зображень при проведенні екологічного моніторингу дистанційними методами на сучасному етапі активно розвиваються підходи, де отримання даних пов'язане із різними спектральними діапазонами. При цьому, кожен датчик дозволяє отримати цифрові зображення підстилаючої поверхні в різних спектрах електромагнітного випромінювання.

Інформація про трансформаційні зміни на поверхні можуть відобразитися в зміні геометричних характеристик, просторових поділах рівнів яскравості, а також спектральних сигнатур. Щоб отримати максимальну інформацію про зміни і стан, зони спостереження необхідно об'єднувати з отриманими даними від різних методів обробки космічних знімків.

Багатоспектральні знімки найбільш доцільні для пошуку антропогенних джерел забруднення, для яких спектральна інформація є просторово достовірною та технічно вимірюваною на відміну від морфологічної або інформації про форму.

Використання багатомірності багатоспектральної візуалізації космічних зображень дозволяє отримувати більш повну інформацію від аналізу даних, а також

здійснення обробки багатовимірних даних за допомогою алгоритмів виявлення і вилучення геоінформації.

Комплексна обробка даних дозволяє представляти їх на цифрових екологічних картах стану навколишнього середовища при проведенні екологічного моніторингу в середовищі геоінформаційних систем.

### **3.4. Еколого-антропогенна інтерпретація змісту космічних знімків міста**

Дослідження антропогенних факторів забруднення довкілля ведеться найбільш універсальним методом – геоінформаційним картографуванням на основі даних дистанційного зондування. Підвищена увага приділяється моніторингу антропогенного ландшафту з розробкою заходів щодо мінімізації впливу й адаптації природного середовища на трансформацію довкілля. Територіально проблема дослідження лімітована великими міськими агломераціями, такими як: Київська, Харківська, Дніпровська. Особливого значення набуває актуальність моніторингу на території м. Києва.

Технологія та система проектування та обробки фотограмметричних моделей належать до класу систем підтримки прийняття екологічних рішень (управлінських екологічних систем). У разі дослідження еколого-антропогенного впливу для управління допустимими рівнями забруднення довкілля забудованих територій відповідне моделювання ґрунтується на розробці напрямів покращення сприйняття космічних геозображень.

Розглянемо алгоритм еколого-антропогенної інтерпретації змісту космічних знімків на основі дешифрування різноформатних баз даних.

Основою картографічної моделі еколого-антропогенного змісту є дешифрування ортофотозображення. Існують спеціальні алгоритми проектування картографічних моделей на основі обробки космічних геозображень. Фактично це проектування інфраструктури геоінформаційної системи для ефективного управління рівнями допустимого забруднення довкілля урбанізованих територій та визначення їх впливу на природні ландшафти.

Формулювання нової методики дешифрування КЗ та обробки даних ДЗЗ роблять традиційні методи картографування більш ефективними та рентабельними. Це дозволяє апробувати технологію відображення еколого-антропогенної інформації на трансформованих ортофотопланах та визначати її особливостей в метричних характеристиках КЗ для реалізації програм екологічного моніторингу у великому місті. Зокрема, потребує вдосконалення алгоритм екологічного моніторингу м. Києва.

Алгоритм проектування картографічних моделей пов'язаний узагальненням панхронологічної екологічної інформації з координатною територіальною прив'язкою, яка несе атрибутивну геоінформацію, що акумулює моніторингові інтегральні дані про вплив на довкілля еколого-небезпечних техногенних факторів у найзручнішому для зіставлення вигляді – цифровій карті спеціального призначення.

В основу алгоритму проектування спеціалізованих картографічних моделей покладено принцип «оверлейного» сприйняття геозображень, який функціонально пов'язаний з технологією визначення змін показників екологічних характеристик

місцевості, отриманих та оброблених за визначений моніторинговий період часу. В результаті оцінка факторів патогенного впливу на довкілля території демонструється як диференційне визначення змін поточних природних параметрів.

Під час апробації відображення результатів екологічного моніторингу використовують трансформовані ортофотоплани масштабом 1 : 2 000 – 1 : 5 000, а також космічні знімки суміщені в ГІС з топографічною та картографічною основою, де відображуються основні об'єкти місцевості, найбільш важливі виробничі підприємства, а також природні «особливості», які впливають на довкілля (природні аномалії).

Технологічно картографічні моделі еколого-антропогенного змісту проектують, ескізують та дизайнерські оформлюють у програмному середовищі засобів геоінформаційного оброблення даних дистанційного зондування Землі з подальшим використанням їх в редакторах векторної географіки [11].

Основою тематичного змісту під час розробки картографічної моделі є цифрові спектрональні або панхроматичні космічні зображення, отримані з різним часовим проміжком. Алгоритм проектування фотограмметричних моделей здійснюється в певній послідовності етапів. Узагальнену блок-схему алгоритму вибору і обробки космічних знімків (рис. 3.10). Розглянемо особливості використання космічних зображень та умови їх отримання.

Ефективне використання КЗ при проектуванні фотограмметричної моделі виконується наступною ітерацією. Здійснюється вибір технічних характеристик відносно оптико-електронної системи бортового спеціального комплексу космічного апарата дистанційного зондування Землі (далі – ОЕС БСК КА ДЗЗ) відповідно до вирішуваного завдання екологічного моніторингу з метою створення спеціальної космофотокарти. Детально вивчаються фізико-географічні характеристики території та особливості пербігу на них процесів природного і техногенного характеру, що призводять до зміни довкілля на основі даних вже безпосереднього використання і обробки КЗ.

Роботи здійснюється за допомогою спеціальних програмних комплексів обробки космічних знімків та засобів автоматизованої фотограмметричної обробки. При цьому змістовна складова картографічної моделі формується при проведенні геопросторової прив'язки і дешифруванні (інтерпретації) космічних знімків, які повинні задовольняти вимогам, вказаним раніше, і мають бути представлені в цифровому векторному вигляді [33].

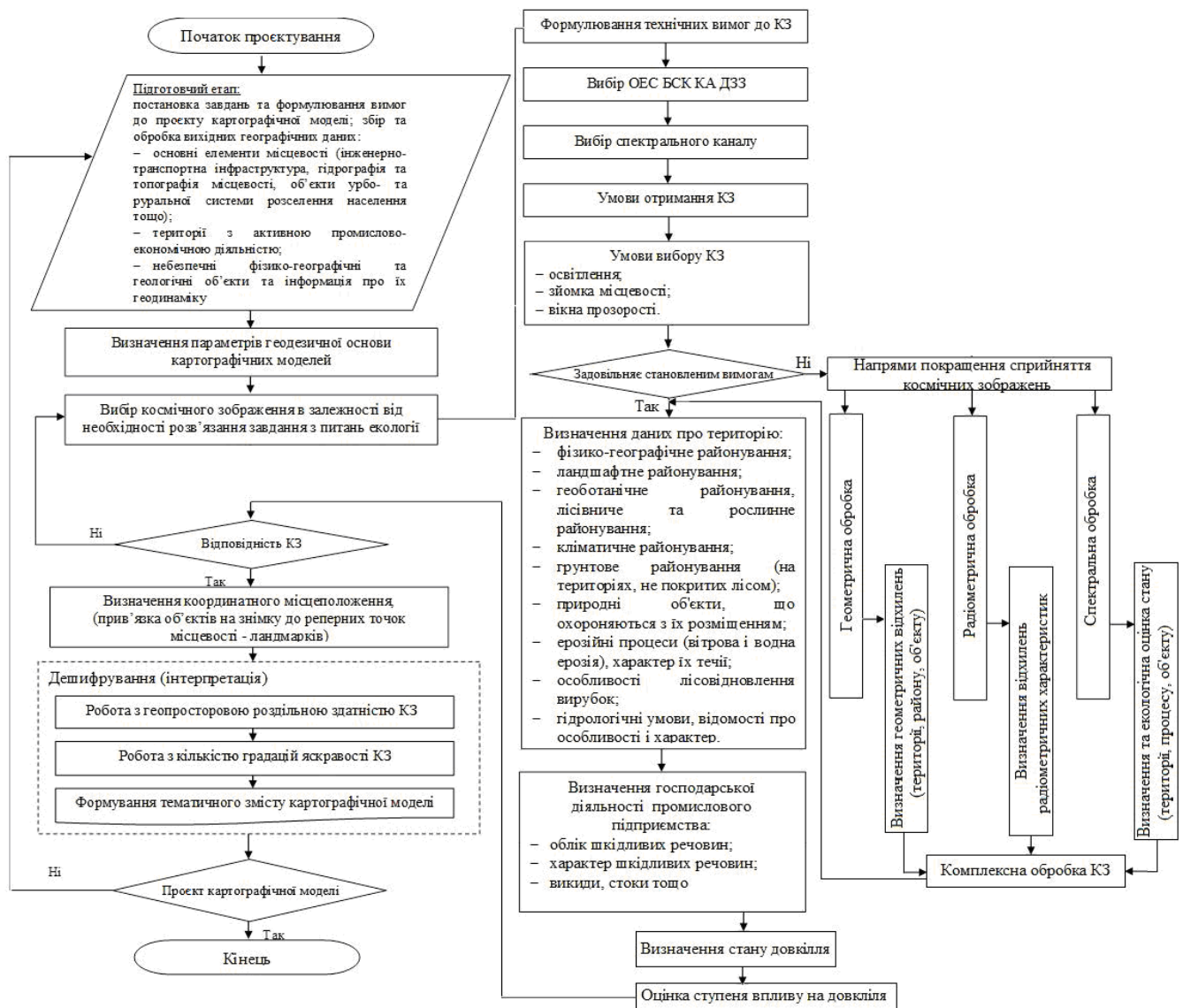


Рис. 3.10. Блок-схема алгоритму проектування фотограмметричної моделі

Обираємо діапазони спектральних каналів враховуючи відомості про промислові підприємства, що розташовуються на території, а також про природно-техногенні трансформації, що виникають внаслідок їх функціонування. Для відповідного визначення застосовуються різні спектральні характеристики об'єктів, що забруднюють навколишнє природне середовище. Для вибору спектральних каналів, їх кількості та діапазонів в процесі візуального дешифрування об'єктів довкілля використовується відповідні таблиці.

Просторова роздільна здатність знімків обирається також на основі таблиць і відомостей про характерні розміри ділянок території та відомостей про масштаби природних процесів на території.

Етап дешифрування охоплює визначення прямих та непрямих ознак об'єктів з використанням:

- форм зображення об'єкту й характеру межування;
- кольору або тону зображення об'єкту;

- текстури (особливості чергування відтінків);
- сусідства з іншими об'єктами (закономірність геопросторового розташування).

Технологічно порівняльна обробка зображення характеризує вірогідність того, що той або інший піксель зображення відповідає проблемній ділянці території, яка піддається природному чи антропогенному геовітальному або гепатогенному впливу.

Сутність формування зони перекриття між двома знімками полягає в тому, що з кожного знімку виділяємо комплекс підмножин пікселів, яка задовольняють двом умовам:

- ділянка території, що зіставлена до відповідних пікселей, які відображаються і на інших знімках;
- пікселі на обох знімках містяться в межах робочої зони відповідних знімків, а не на полях, що залишилися після просторової прив'язки.

Шляхом виділення частини вихідного зображення одного знімка за допомогою різних масок виділяємо частини зображення на кожному зі знімків за тематичною маскою. У подальших маніпуляціях використовуються лише матеріали для виділених зон.

Обробка кольорової палітри зображення зі статистичним та ймовірнісним обробленням кожного пікселя підвищує контрастність і впізнавання території. Лише ці пікселі буде видно на результативному геозображенні. Виділяємо кілька діапазонів (наприклад, для позитивних і негативних зображень) з привласненням їм різних контрастних кольорів.

В процесі реалізації екологічного моніторингу, пов'язаного з визначенням кількісних показників шкідливих речовин та їх концентрації в приземній атмосфері є застереження, що стосуються деяких видів космічних знімків, складові компоненти яких не дозволятимуть здійснити виявлення процесів впливу на довкілля. Тому, для покращення якості окремих космічних зображень використовуємо комплексну обробку космічних знімків в спеціальних програмних ГІС-комплексах за напрямками.

В спеціальних програмних фотограмметричних комплексах оснащеними різними інструментаріями поліпшення зображення візуалізуються атрибутивні дані у вигляді векторного або растрового зображення. Алгоритми поліпшення геозображень адаптуються відносно тих маніпуляцій над даними дистанційного зондування, які мають бути візуалізовані. Фільтрацією поліпшуються виділення контурів або меж.

Зниженням різних видів апаратних шумів, поліпшуються подальшим класифікаційним аналізом. Крім цього застосовуються статистичні методи для розпізнавання тих або інших об'єктів місцевості за даними ДЗЗ, щодо проведення їх класифікації за допомогою чисельних методів [12].

Ці методи ефективні для кількісної оцінки під час фотограмметричної обробки даних дистанційного зондування. Результати, отримані після обробки й аналізу даних, подаються у зручному вигляді й форматі (цифрові картосхеми, електронні атласи, онлайн-карти на картографічних сервісах та ресурсах Інтернету – спеціалізованих тематичних геопорталах).



При окремих флуктуаційних випадках в процесі фотограмметричної обробки алгоритм дещо змінюється. Радіометрична обробка спектру спостереження території проводиться таким чином, щоб відповідний спектр відповідав заданному (моніторинговому) об'єкту.

Застосовуючи відповідну методику створена геоінтелектуальна система прийняття екологічних рішень у м. Києві. Окреслені шляхи природно-ресурсного відновлення міста на екологічних засадах.

Атрибутивна база даних ґрунтується на матеріалах аерокосмічної зйомки та дистанційного зондування м. Києва. Акумулявання не просторових баз даних географічних координат об'єктів критичної інфраструктури та їх фотограмметрична візуалізація та моделювання в середовищі операційної системи Envi (рис. 3.11).



Рис. 3.11. Інфраструктура м. Києва на нічному космічному знімку

Наукоємною є задача дешифрування (інтерпретації) космічних знімків видимого спектра. Деякі техногенні об'єкти, наприклад, ПАТ «Київводоканал»



ідентифікувалися лише на спектрозональних знімках. Характеристики теплового випромінювання й забруднення опрацьовувалися на космічних геозображень об'єктів теплоенергетики.

У реальних системах, де реалізуються фотограмметричні вимірювання, лише в окремих діапазонах спектральних смуг, виділення об'єктів буде складним. Тому доцільно використовувати багатоспектральні зображення й застосовувати особливості їх дешифрування (інтерпретацію) для картографічного виявлення зон техногенного забруднення за спектральними складовими.

У сучасному програмному фотограмметричному продукті вже існує інновінг-інструментарій для програмування власних алгоритмів оброблення космічних зображень.

Наведений підхід охоплює комплексну обробку КЗ за складовими геометричного, радіометричного й спектрального характеру.

Для малих або прозорих (латентних) об'єктів просторова (видимий спектр) або радіометрична роздільна здатність не дає можливості вирішити завдання ідентифікації. У разі високої концентрації вони мають суттєвий вплив на довкілля. В цьому випадку обробка КЗ здійснюється виключно на основі спектральної інформації.

## Висновки до розділу

Для визначення теплофізичних показників перегрівання міської (урбаністичної) території запропонована нова технологія спектрометричної мікроскопної растрової тепловізornoї фотограмметрії.

Розроблена нова принципова схема обробки дійсних ортофотопланів, досліджені технологічні прийоми стереофотограмметричної обробки мікрознімків листя дерев в період вегетації, що надає повну геоботанічну інформацію про стан ґрунтів, трансформації температурних градієнтів в атмосфері.

Побудована дво- та тривимірна картографічна модель зміни баричної та температурної топографії Батієвої гори м. Києва та території Солом'янського лісопарку. Дана модель дозволяє прогнозувати зміни рельєфу київського природно-територіального комплексу на найближчі роки з урахуванням зміни фізико-географічних зон та кліматичних поясів.

Розроблені нові підходи щодо геоінтелектуального дешифрування із пошаровою ідентифікацією та інтерпретацією техногенного ландшафту на прикладі окремих промислових майданчиків м. Києва. Визначені пріоритети дешифрування дійсних аерофото- та ортофотопланів із застосуванням розробленої класифікаційної схеми кореляційної відповідності обсерваційного ландмараку та типу природокористування.

Запроваджено інновінг-інструментарій оптичної цифрової корекції ортофотопланів та розроблено графічну модель відповідності трансформації геозображень на космічних знімках зроблених із ШСЗ сонячно-синхронної та геостаціонарної орбіт.

## РОЗДІЛ IV. ЕКОЛОГІЧНЕ КИСВОЗНАВСТВО: ПРИРОДООХОРОННІ ТА РЕКРЕАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Полігоном апробації та реалізації інновітінг-інструментарію екологічного обсерваційного рекогносцивального моніторингу відкритого довкілля-простору є м. Київ.

Місто Київ, як трансформований природно-територіальний комплекс зазнав патогенного антропогенного впливу починаючи із стародавніх часів. Зміна рельєфу, зникнення малих водних просторів, зниження рівня підземних вод, масова вирубка зелених урочищ знайшло відображення на стані здоров'я киян та оточуючому довкіллі. Особливого вивчення потребували гідрологічна мережа природних та штучних водойм, в тому числі бюветів, фонтанів, джерел.

Інновітінгом в дослідженні постає вивчення громадських картографічних зображень м. Києва у публічних просторах. Вони є новим інформаційним джерелом у вивченні трансформації довкілля та систем природокористування у м. Києві у пліні часу. Картографічний обсерваційний аудит природно-техногенного середовища міста Києва є основним етапом обсерваційного моніторингу довкілля-простору.

Практичне застосування розробленої методології знайшло апробацію при побудові гіпергенезичної карти м. Києва, розрахунку періоду екологічних катастроф за сучасними космічними технологіями. Визначаються еніогеографічні особливості території м. Києва.

Дослідженні еколого-географічні особливості туристсько-рекреаційних систем м. Києва на прикладі дромонімічних складових урбосистеми.

Проаналізована еколого-топонімічна система території м. Києва на питання впливу навколишнього природного середовища та систем природокористування на найменування місцевостей та екосистем міста.

### **4.1. Інтерпретація довкілля-простору на картографічних зображеннях публічних просторів м. Києва**

Картографічні геозображення останнім часом все більше оточують людину в системі архітектурного та природного ландшафту міста. Це передусім білборди та постери із зображеними на них карто-схемах розташування гіпермаркетів з ілюстрацією найбільш зручних під'їздів до їх паркінгів, абриси планувальних територій нових житлових районів із зведеними комплексами елітного житла.

Цифрові інформаційні транспортно-логістичні вуличні дисплеї показують на оперативній електронній карті вузли щільного скупчення транспорту, туристські пришляхові плани і схеми розташування визначних пам'яток історії та культури околиці.

Вони не є продуктом науково-обґрунтованих прийомів щодо їх укладання, а є особливими просторовими моделями оточуючого середовища, які виконують функцію суспільного призначення: улаштування дороговказів, картинних планів оточуючої місцевості з метою PR-компанії унікальних географічних, історико-

культурних, краєзнавчих, історико-меморіальних, сакральних та розважальних об'єктів.

Поряд із переважно практичним призначенням картографічних зображень, нерідко вони є складовими конструктивними елементами архітектурного декору приміщень чи споруди, що підкреслює функціональне призначення об'єкту. Даний вид картографічних зображень потребує класифікації, термінологічного обґрунтування, детального опису, дослідження їх дизайну та семіотики.

Зазначена наукова проблема не досліджувалася. Не акцентувалася увага до так званих «карт громадського призначення». Таж ситуація стосовно київських картографічних зображень, які утворюють цілий комплекс пам'яток декоративної картографії.

У зв'язку із скасуванням ліцензування в сфері картографічного виробництва будь-яка комерційна чи комунальна структура м. Києва може замовити картографічний навігатор. Він буде розташовуватися на найбільш привабливих із точки зору геології вулицях та майданах, що показуватиме місцеположення відповідних об'єктів на карті м. Києва і тематичну інформацію про діяльність, у самих зручних системах умовних знаків із будь-якою генералізацією географічної інформації.

З'явився новий напрямок *комерційної картографії* – *вулична* або *інформаційно-довідкова картографія*. На автошляхах міста, в людних місцях, торговельних закладах та паркінгах з'являються постери, білборди, лайтбокси із картографічним зображенням частин м. Києва та представленням різноформатної тематичної інформації про столицю України. Тому є необхідністю наукового вивчення такого нового формату картографічної продукції.

*Науковим завданням* – є теоретико-методологічне і термінологічне обґрунтування громадських картографічних геозображень докільця-простору м. Києва, як особливої категорії системи картографічних творів, їх класифікація та типізація за відповідно розробленими ознаками, дослідження просторового розподілу відповідних об'єктів на території м. Київ та подання їх детального опису відносно обсерваційного моніторингу природного середовища м. Києва.

Необхідним є термінологічне обґрунтування *картографії докільця-простору* та її прикладного напрямку – *вуличної інтерпретаційної картографії*. Це спонукає до вивчення основних вуличних карт м. Києва, визначення їх достовірності, адекватності та можливості реального застосування, а також класифікації вуличних карт.

*Інтерпретаційна картографія докільця-простору* – прикладний напрямок виробництва, який спеціалізується на розробці, укладанні та виданні картографічних творів на замовлення, що несуть в собі рекламно-інформаційний чи довідковий зміст про навколишнє природно-техногенне середовище (докільця-простір).

Це інновінгова складова екологічного картоукладання, що розробляє особливі прийоми проектування, укладання та розміщення постерних карт з урахуванням усіх можливих засобів максимальної передачі великого обсягу геопросторової інформації на географічній основі з урахуванням топографії улаштування їх на місцевості із ціллю звернення максимальної уваги з боку екотуристів.

Наведемо класифікаційну схему ранжування вуличних карт (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Класифікація інтерпретаційних карт довкілля-простору публічних просторів

Методологія досліджень ґрунтується на проведенні полігонних обсерваційних екологічних рекогносциувальних експедицій по виявленню, параметризації та опису визначних картоподібних моделей довкілля-простору м. Києва.

*Громадське картографічне зображення довкілля м. Києва або картографічне геозображення довкілля громадського призначення* – це образно-знакова просторова модель із довільною системою метричності, масштабності та зображувальних засобів і прийомів. Головним призначенням є інформативність, наочність, оглядовість, що перетворює карти у важливий засіб пізнання певної території. Громадські картографічні зображення довкілля-простору класифікуються за наступними критеріями: призначенням і використанням, змістом, територією, способами укладання, різновидами, місцезоміщенням, матеріалом виготовлення.

За призначенням практично всі громадські картографічні зображення довкілля-простору є довідкові, рідше науково-довідкові та прикладні. При цьому ступені інформаційного навантаження карти, наочність, способи зображення явищ і об'єктів залежать від розмірів картографічного зображення, а не масштабу. Чим більше метричні параметри карти, тим вища та щільніша геоінформаційна місткість зображення.

За змістом картографічні зображення довкілля-простору поділяються на: *рекламно-інформаційні, туристські, загально-географічні та еколого-краєзнавчі*. Територія охоплення різна – від зображення країн Світу, що зустрічається рідко і розміщуються на фасадах та вікнах туристичних агенцій подорожей. Серед них домінують великомасштабні зображення, насамперед території парків, природних та

історико-культурних заповідників, екологічних стежок. Вони переважають в системі громадських геозображень.

Способи підготовки, укладання та виготовлення геозображень різноманітні, залежно від типу: *рукописні (вітражна карта), дрібноскляні (дрібнокам'яна карта-мозаїка), паперова карта*, що виготовлена із залученням комп'ютерної поліграфічної техніки.

Різновиди картографічних геозображень довкілля громадського призначення наступні: *глобулярні, постерно-бігбордні, карти-мозаїки та декоративно-оздоблювальні карти-вітражі, аерофотозображення – ортофотоплани, дисплейні (неонно-електричні), паперові фрагменти плану міста*.

Відповідні географічні об'єкти розміщуються переважно на узбіччі автобанів, на стінах споруд та мурах, на перехресті транспортно-логістичних артерій, при в'їздах до населених пунктів або визначних місць, в вестибюлях та фойє наземних та підземних споруд. Їх можна прокласифікувати наступним чином: місцерозташування на земній поверхні та приміщеннях. Матеріалами виготовлення є: кольорове скло (мозаїка), каміння, глянцевий папір, оргскло.

Розглянемо визначні та типові громадські картографічні зображення довкілля-простору м. Київ по *категоріям: глобуси, карти, плани, абриси*. На території м. Київ функціонує розгалужена мережа системи тимчасових та постійних громадських картографічних зображень, що демонструють трансформацію навколишнього природного середовища (довкілля-простір).

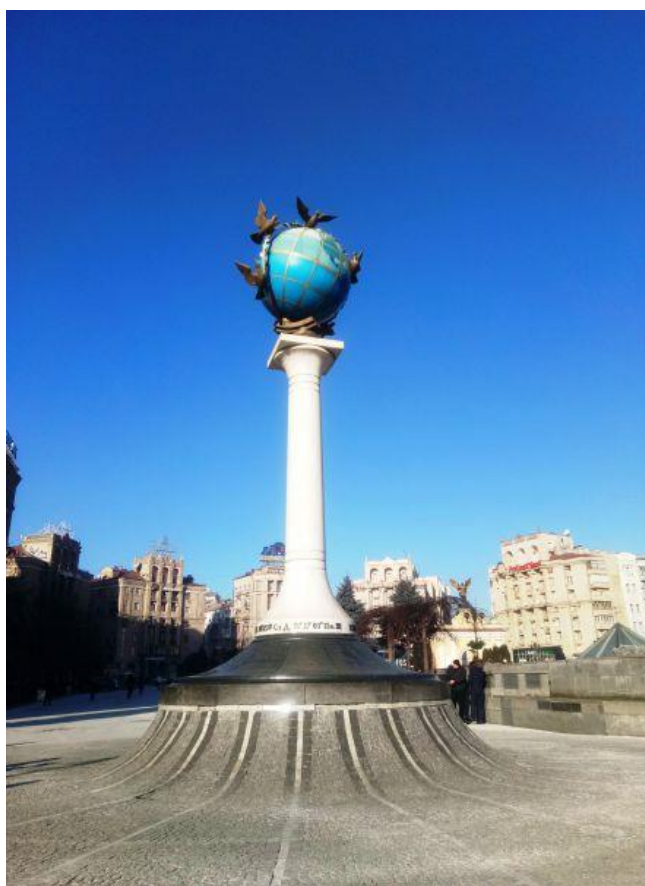


Рис. 4.2. Нульовий кілометр м. Києва – картографічний глобулярний знак довкілля-простору Землі



Найвідомішим і найвпізнаванішим є глобулярне картографічне зображення планети на колонні центру початку ліку відстаней (знак Міжнародного поштового союзу – «нульовий кілометр Києва»), що навпроти Головного поштамту на Майдані Незалежності. Діаметр моделі земної кулі – 85 см, масштаб 1 : 35 000 000 (рис. 4.2). Глобус має відповідний до нахилу земної вісі до площини Екліптики кут у  $23^{1/2}$  градуси та обертається проти годинникової стрілки із швидкістю обертання Землі навколо своєї вісі за  $23^h 56^m$ . На поверхні глобусу присутня градусна сітка із паралелями 0, 30, 60 градусів відповідно Північної та Південної широти та меридіанами  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $180^\circ$  відповідно Західної та Східної довготи. Позначені вони товстими жовтими кольоровими смугами. Способом ареалів (коричневим кольором) показані континенти. На перетині координатних ліній  $\varphi = 50^\circ$  та  $\lambda = 30^\circ$  пунсоном визначено географічне положення міста Київ та подана його назва великими літерами. В нічний період доби глобус підсвічується внутрішньою ілюмінацією. Знак встановлений влітку 2001 року.

На території Міжрегіональної академії управління персоналом (МАУП), біля Президентського університету у 2001 р. встановлений глобус, як об'ємне тривимірне зображення Землі. На відміну від глобусу, що знаходиться в центрі міста, він позбавлений геодезичних дат та параметрів, але в інших показниках він повністю відповідає категорії глобулярних картографічних творів: щільна сітка паралелей та меридіанів, акваторія Світового океану, контури материків та країн, що на них розташовуються. Особливість відповідного картографічного твору полягає в тому, що якісним фоном показані країни, де відповідний заклад вищої освіти має свої філії. Тобто, глобус є тематичним. В середині глобусу вмонтована аббревіатура із перших літер скороченої назви закладу – МАУП. Діаметр кулі – біля полуметра. Орієнтовний масштаб 1 : 20 000 000. Інший відповідний глобулярний аналог на території міста є на території торговельно-економічного університету.

Унікальними є і картографічні (планові) зображення. При в'їзді до міста з Одеського напрямку (проспект академіка Глушкова) з правого узбіччя всередині минулого сторіччя на честь 1500-річчя міста Києва встановлена стілобатна кам'яна карта-мозаїка із показом розміщення головних природних ландшафтів м. Київ. Розмір споруди 3 x 2 м. Прагматика умовних знаків є натуралістично-картиною. Орієнтовний масштаб зображення 1 : 10 000.

На території Національного виставкового центру «Експоцентр України» встановлений у 2008 р. перспективний аерофотоплан території НВЦ. Розміри постеру 3 x 5 м. На плані біля кожної споруди позначений порядковий номер із відповідною текстовою інтерпретацією призначення у легенді. Орієнтовний масштаб 1 : 50 000, висота фотограмметричної зйомки – 250 м. На плані показана власне територія виставкового центру та значна частина Національного природного парку «Голосіївський». На головній алеї комплексу у 2005 р. встановлена постерна карта політико-адміністративного устрою України із представленням якісним фоном регіонів України. Розміри зображення 3 x 2 м., орієнтовний масштаб 1 : 1 200 000. Відповідна карта має також ознаки тематично-спеціалізованої – на ній зображені основні промислові підприємства – донори Державного бюджету України.



До особливо цікавих, з точки зору екологічної картографії м. Києва відносяться: картосхеми території МАУП із планом Трипільського парку із унікальною бібліотекою умовних знаків монументів цієї праслов'янської цивілізації у масштабі 1 : 500 (Фрометівський пров.), плани Києво-Печерської Лаври (вул. Близньопечерна, Лаврський пров.) у відповідних масштабах 1 : 500 та 1 : 300. Система умовних знаків є комбінованою: пунсони та натуралістичні знаки. Враховуючи їх панорамність, розрахований вертикальний масштаб зображень. Він становить 1 : 10. Карти-транспоранти можна знайти на мурах Михайлівського Золотоверхого монастиря, що присвячені географії депортацій, голодоморам та політичним репресіям в СРСР у 20-х – 30-х рр. ХХ ст. Вони встановлені влітку 1998 р. Українським Гельсинським Союзом. Представлена серія із 5 карт у масштабі 1 : 20 000 000 у розмірах 30 x 70 см, Картографічний банк даних умовних знаків представлений картинними позначками. Територія картографування представлена просторами СРСР у кордонах до 1939 р.

Подібні ландшафтні карти вміщені у 1992 р. також на мурах Національного заповідника "Київська фортеця" із зображенням стародавніх культових та військово-оборонних мурів Києва, літописних струмків, озер та ставків, таких як Сетомль, Киянка, Скоморох. За типом ці карти відносяться до пропагандистських картографічних творів (рис. 4.4).



Рис. 4.4. Стінна карта доквілля Києва VI-XIX ст. на мурі Київської фортеці

*Технічні та інформаційні (тимчасові) карти-постери* встановлюються біля майданчиків зведення великих суспільно-значущих споруд та конструкцій. Вони виконують функцію інформування населення про зміни оточуючого середовища



після завершення робіт. Унікальне картографічне зображення є на Трухановому острові біля озера Бабиного і має назву «Будівництво Подільсько-Воскресенського мостового переходу» у поздовжньому масштабі 1 : 700 та вертикальному 1 : 50. Розмір плакату 2 x 2 м. На ньому показаний стан оточуючої території до 2021 р.

Відповідні схеми улаштовуються під час реконструкцій міських шляхопроводів, а також будівництва великих житлових масивів.

*Фасадні картографічні зображення.* На стіні нижнього корпусу готелю «Мир» (Голосіївська площа) встановлена світодіодна карта Світу з параметрами 1,5 x 1 м у масштабі 1 : 20 000 000. Зображення контурно повторює рівновелику пряму псевдоциліндричну картографічну проєкцію Мольвейде-Гуда з розривами за океанами. Основним елементом картографічного зображення є материки, які позначені жовтим кольором. Зображення виконує декоративно-оздоблювальну роль і прикрашає архітектурний цоколь муру споруди. Унікальними є картоподібні зображення в вестибюлях та фойє наземних та підземних споруд міста.

В торці вестибюля станції метрополітену «Поштова площа» Оболонсько-Теремківської лінії на всю стіну 7 x 4 м. викладена мозаїчна карта м. Києва в масштабі 1 : 75 000. Семіотика зображення є специфічною: картинні умовні знаки архітектурних пам'яток, мостів та будівель кореспондуються із центральним умовно-схематичним зображенням головної артерії міста Дніпра-Славутича з демонстрацією умовної топографії. Розміщення споруд відповідає дійсному взаємному розташуванню відповідних еколого-географічних об'єктів. Карта є прикрасою станції.

До відповідних *декорно-оздоблювальних картозображень* можна віднести наступні твори. Вітраж карти фізичної поверхні, що складається із двох частин (ефект вікна) в рекреації третього поверху будівлі географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка в рівновеликій прямій псевдоциліндричній картографічній проєкції Мольвейде (улаштована у 2005 р.). Карта-картина Києва (вул. Тимошенка, 2 на Оболоні). Годинник-карта України в вестибюлі Українського Дому. Карта-мозаїка із марок Укрпошти в фойє Головоштамту.

До *оперативних картографічних зображень техногенного довкілля-простору* відносяться електронні карти-дисплеї, що демонструють транспортні затори (пл. Слави), неонна карта-схема руху потягів (готель «Експрес»), карта-схема навігації на Дніпрі в масштабі 1 : 1 000 000 (розмір 1 x 4 м) в залі очікувань Київського річкового вокзалу. Ця карта є історичною – показані пристані, які вже не існують, але все це є унікальним матеріалом вивчення історії навігації по Дніпру. Карта датована 1950 р.

*Карти ландшафтних парків культури та відпочинку природно-заповідного фонду м. Києва.* Біля основних проходів головних паркових зон міста розміщуються постери із нанесеними екостежками та визначними архітектурними пам'ятками на їх території. Найбільш відомим є Феофанійський ландшафтний парк (рис. 4.5).

На картосхемі показана безпосередньо зелена зона парку, вулично-дорожня мережа із підписами основних проїздів і вулиць, гідрографічні об'єкти. Різними кольорами передана класифікація споруд забудови: від культової до адміністративної. Поряд із кожним об'єктом подається підпис із назвою споруди.

Існує і інший, оновлений варіант постеру (2020 р.), де об'єкти культової архітектури, а саме – Пантелеймонівський собор та каплиці над Святими Джерелами показані натуралістичними (картинними) умовними знаками.



Рис. 4.5. Картосхема Феофанійського ландшафтного парку

На території Маріїнського парку встановлений лайт-бокс з планом та експлікацією основних пам'яток та споруд парку. В нічний період доби він підсвічується. Аналогічні з точки зору геообразження території садово-паркового мистецтва картографічні зображення розташовані на стінах найближчих до входу паркових будинків. У порівнянні із іншими картами вони мають довільну орієнтацію відносно сторін Світу. Це є на планах парку Аскольдової Могили та Дендропарку. На відміну від них плани Феофанії та Маріїнки точно орієнтовані на Північ. Ці плани є незручними для екотуристів, які не обізнані в територіальних особливостях ур. Угорського та Печерська, де розташовані ці парки. Не врахована топографічна ондуляція рельєфу. Таким чином вони є неповними, не сучасними та не відповідають ознакам вуличних картографічних зображень. Фактичним їх призначенням є демонстрація лише закладів ресторанного бізнесу та в цілях транспортної логістики. Недоречним є показ Зеленого театру, тому що він не є театром, а однією із споруд фортифікаційної цитаделі мережі укріплень м. Києва.

Найбільш грамотно укладеним картографічним постером в м. Києві є план парку «Орлятко» у Відрадному. Тут показані: ставки та джерела, знак одного із витоків р. Либідь (рис. 4.6), артезіанські свердловини, напрямки руху парком. Напрямки руху поділяються на транспортні сполучення та пішохідні стежки, що робить безпечним це місце з точки зору сімейного дозвілля. Показана «троянда вітрів» для зручності орієнтування на місцевості. На плані показана мережа кафетеріїв та санітарних точок, смітників. В порівнянні з іншими планами, відповідний твір є генеральним планом розбудови даної еколого-рекреаційної зони



столиці України. Так само на плані території парку Феофанії показана кольорова градація будинків на за функціональним призначенням. Представлена експлікація забудованої території.



Рис. 4.6. Пам'ятний знак «Витік р. Либідь»

Відповідний тип вуличних карт довкілля-простору поряд із топографічною ситуацією надає інформаційно-довідкову інформацію про парк, відповідальну особу та телефон, за яким з ним можна зв'язатися, надається інформація про замовника, упорядника парку та виконавців – відповідальних осіб за санітарно-технічний стан територій.

*Навігаційні плани.* Надають детальну геоінформацію про проїзди, автошляхи, паркінги, АЗС, СТО та іншу розгалужену інформацію про транспортну інфраструктуру території.

Проаналізуємо один із них. На схемі НТУУ «КПІ» показані напрямки допустимого руху транспортних засобів територією університету та паркінги, зелена паркова зона закладу, гуртожитки та житлові будинки навколишніх масивів. Нанесена соціально-розважальна інфраструктура: бібліотека, центр культури та мистецтв, проведена експлікація забудованої території. Традиційним також є кольорова диференціація службової специфіки використання будинків містечка. За таким змістовним навантаженням укладена схема будівництва Подільсько-Воскресенського мостового переходу (рис. 4.7).



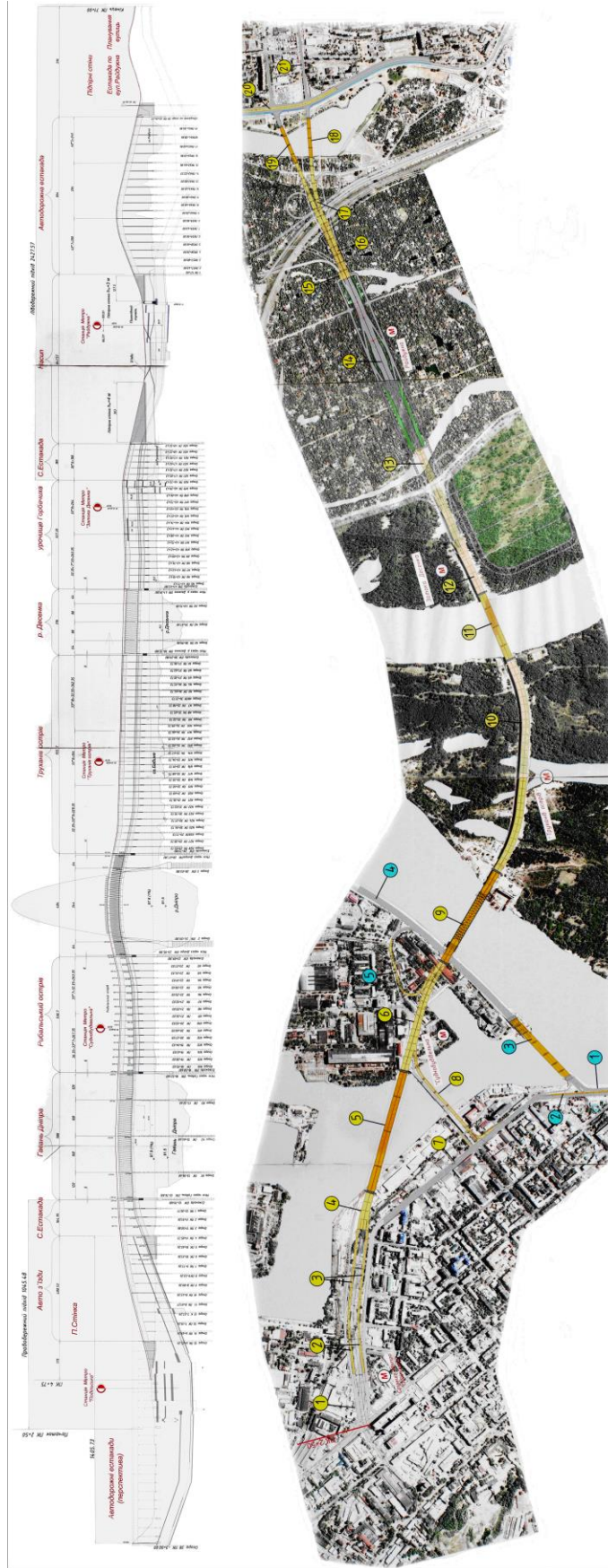


Рис. 4.7. План-схема та пікетажний журнал будівництва Подільсько-Воскресенського (Турецького мосту) м. Києва

*Еколого-туристські картосхеми.* Розташовуються на мурах пам'яток культового і історико-культурного призначення, переважно при вході до національних історико-культурних заповідників, якими є Національний Києво-Печерський історико-культурний заповідник і Національний заповідник «Софія Київська».

*Плани територій закладу.* Розташовуються при в'їзді до медичних закладів міста вузької спеціалізації. Карта-постер містить топографічну інформацію, дорожньо-логістичну мережу, натуралістичне представлення розміщення культових споруд та інших будівель, експлікацію та фотозображення відповідних споруд.

*Карти-білборди.* Стали найбільш популярні в останні роки у зв'язку із масштабним будівельним бумом 2000-2020 рр., коли столиця України почала позбуватися провінційного урболандшафту із будинками середньої вистоності та застарілим жилово-комунальним фондом. Почали зводитися величезні та помпезні житлові комплекси новітньої архітектури. За периметрами будівництва розміщуються постери-карти зі 3-D та плановим положенням житлового комплексу.

Є карти, де надається еколого-географічна інформація про різні часові періоди розвитку територіальної організації громади, влади та суспільства даної території. Зустрічаються карти проектів ландшафтного дизайну розвитку території та інша інформаційно-довідкова база даних та контактні номери телефонів. Даний тип вуличних карт є тимчасовим, що виставляються лише на час будівництва комплексу, на відміну від карт-заповідників чи парків.

Подібно до інших вуличних карт, в них присутня експлікація будівель території, зелена зона та схеми проїздів.

У цілому вуличні карти є наочними, генералізованими та інформативними, що укладені у переважній більшості за результатами космічного зондування м. Києва. За результатами польових досліджень на початку 2020 р.

Підрахована приблизна кількість вуличних карт – біля 200. Їх географія та районий розподіл за визначеною типізацією презентовані на карті (рис. 4.8).

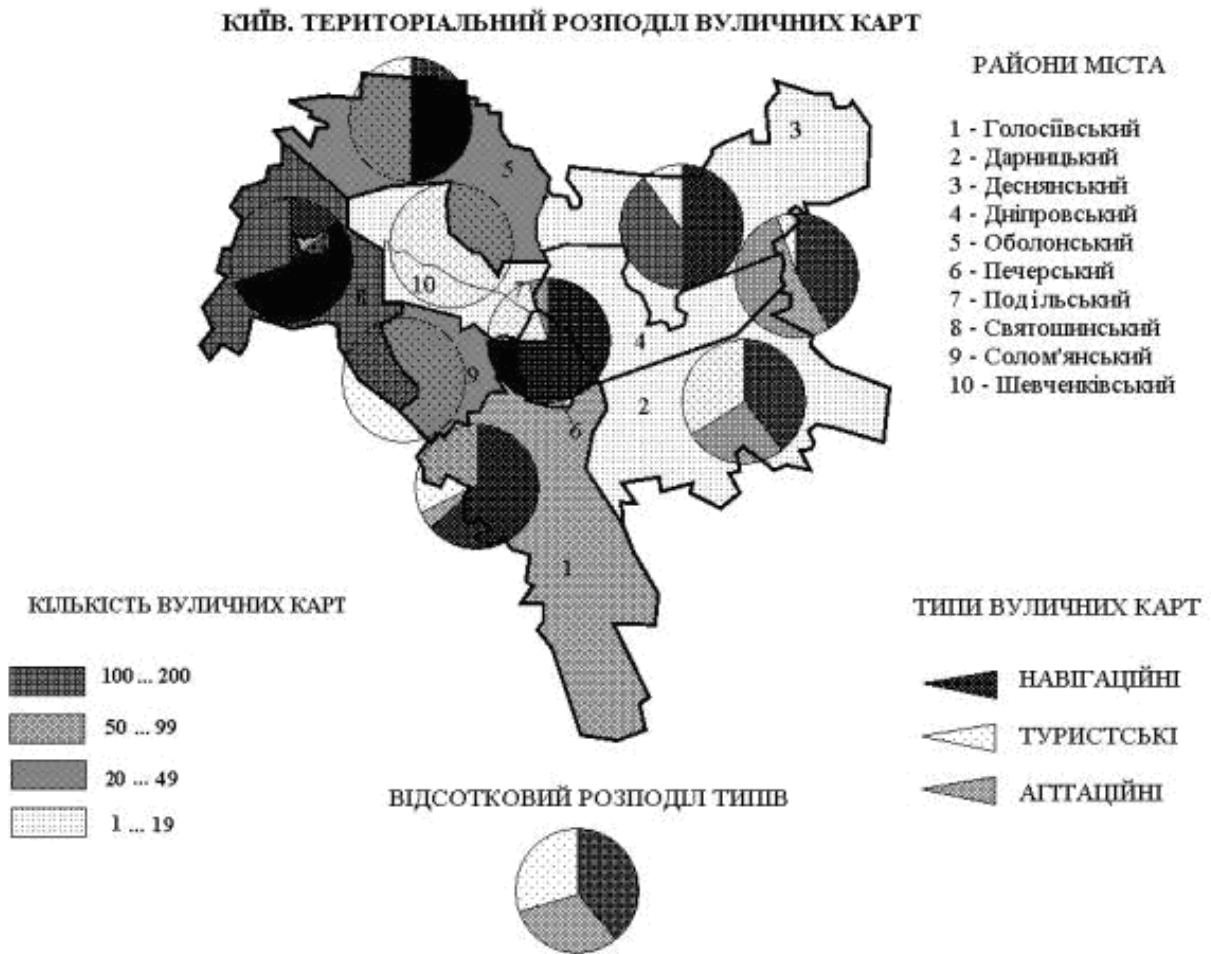


Рис. 4.8. Геопросторовий розподіл обсерваційних карт довкілля-простору в публічних просторах

Мережа громадських картографічних зображень довкілля-простору в м. Києві почала розвиватися фактично із 1982 року. Багато з них – дуже застарілі, але переважна більшість з них – пам'ятки історії міської картографії. Вони є окремими картографічними творами із своєю, притаманною лише ним, картоукладацькою культурою, семіотикою, методикою побудови.

Наявність цих карт в місті полегшує орієнтацією з будь-яких питань суспільного життя і є важливими документами у дослідженнях та обсерваційному моніторингу довкілля та комплексному картосеміотичному вивченні трансформації екології довкілля-простору на відповідних специфічних картоподібних зображень території міста Київ з точки зору.

У більшості районів м. Києва домінують навігаційні вуличні карти. Найбільша їх кількість (еколого-туристських карт) є у Подільському та Шевченківському районах. Природоохоронні вуличні карти складають ще незначну кількість з усієї кількості карт довкілля-простору у місті.

## 4.2. Екологічний моніторинг та екологічна безпека рекреаційного природокористування дніпровських островів міста Києва

Регіональний ландшафтний парк «Дніпровські острови» (далі – РЛП) площею 1 214,99 га створений рішенням Київської міської Ради від 23 грудня 2004 р. в межах Голосіївського, Деснянського, Дніпровського, Оболонського та Печерського районів міста [37]. РЛП територіально межує з державним заказником «Жуків острів», біосферним заказником «Озеро Вербне», басейну р. Почайна, Голосіївським національним природним парком. До структури території парку входять суходільні й акваторіальні простори. Водні ресурси представлені Північною межею Канівського водосховища, яке географічно проходить за греблею Київської гідроелектростанції (далі – ГЕС), і гідронімами заток, проток і гирл (з Півночі на Південь): судноплавний канал Київської ГЕС, Старосільський рукав (Річище), затоки Журавель, Лукове, гирло р. Десна, Доманя (Десенка), Собаче Гирло, Оболонь, Наталка, Десенка, Гавань (Притика), Матвіївська губа та затока Довбичка, протоки Русанівська, Венеціанська та Щуча, Русанівський канал і затоки Південної частини РЛП (Видубицька, Берківщина, Дніпровська, Синятин, Будіндустрії, Миколайчик, Галерна, Підкова, Млинове та Старик).

Суходіл РЛП являє собою 41 об'єкт: плесові острови й острови з лісовими масивами, півострови та прилеглі території заплави Дніпра та його притоків (з Півночі на Південь), острови Васильківський, Пташиний, Великий, Крайній, Лордовський, Муромець, Оболонський (Катін), Собачий (Псів), Уткін, Лопуховатий (Ольгин), Міжмостний (Михайлівський, Качиний, Лелековий, Деснянський), Труханів із півостровом Лісовим, Рибальський півострів, острови Долобецький, Венеціанський (Передмостова Слобідка), Гідропарк (Малий), Русанівський, Малий, Штучний, Великий, Супутник, Лиска, Жуків, півострів Водників, острови Козачий, Проміжний та Ольжин.

До гідрографічної мережі РЛП входить ще до 30 безіменних островів природного та техногенного походження (створені внаслідок роботи гідронамивних агрегатів і острів-фортеця з розташуванням девіаційної башти, яка використовується для перевірки роботи компасів суден із GPS-координатами: 50°21'50" N, 30°34'40" E). Оглядовий ортофотоплан РЛП «Дніпровські острови» представлений на рис. 4.9.







Актуальність дослідження ґрунтується на необхідності комплексного екологічного моніторингу РЛП, флори та фауни островів, забруднення водних просторів, організації рекреаційної діяльності на території. Сьогодні цікавість до РЛП підсилює громадський розголос щодо можливої приватної забудови території Труханового острова, антропогенного впливу на біоту РЛП під час будівництва Подільсько-Воскресенського мостового переходу, що набуло форм довгобуду (із грудня 2003 р. забита перша демонстраційна паля опори мосту в районі Прибабиного озера). Потребують вирішення питання створення рекреологічного кадастру територій і акваторій РЛП, їх утримання та захисту; визначення рівня еколого-рекреаційного потенціалу парку для залучення інвестицій на його розвиток, організації екологічних квестів, флешмобів і екофестивалів.

У науковій літературі інформація про РЛП «Дніпровські острови» висвітлюється мало. В інтернет-публікаціях значна увага приділяється можливому приєднанню РЛП до Голосіївського національного природного парку. Але такий юридичний акт є передчасним, адже надзвичайно різні складники заповідання представлені у відповідних одиницях природно-заповідного фонду м. Києва. Голосіївський НПП це здебільшого лісові масиви, «Дніпровські острови» – водні простори зі значною частиною незайманих острівних територій.

Історична гідролого-екологічна інформація щодо дніпровських островів висвітлена в монографії І. Парнікози «Київські острови та прибережні урочища на Дніпрі – погляд крізь віки». Аналіз попередніх публікацій виявив, що в еколого-географічних дослідженнях дніпровських островів у районі м. Києва недостатньо вивчені природна характеристика долини р. Дніпро, історія дніпровських островів, урочища з точки зору ботаніки, орнітології, не запропоновані шляхи оптимізації довкілля долини р. Дніпро в районі м. Києва.

Незважаючи на мальовничість ландшафтів парку, не сформована і технологічно не обґрунтована його еколого-рекреаційна інфраструктура. Потребують вивчення основні фізико-географічні й еколого-ландшафтні характеристики РЛП методами дистанційного зондування, аналізу архівних і сучасних географічних та топографічних карт території парку, проведення рекогностувальних еколого-моніторингових експедицій для уточнення еколого-біологічних і бальнеологічних даних для прокладання екологічних маршрутів (екостежок) територією й акваторією парку, укладання еколого-рекреаційних картосхем, оптимізації освітньо-екологічної роботи в РЛП, а також картографічного обґрунтування планування території парку та мережі обмеженого транспортного забезпечення [16].

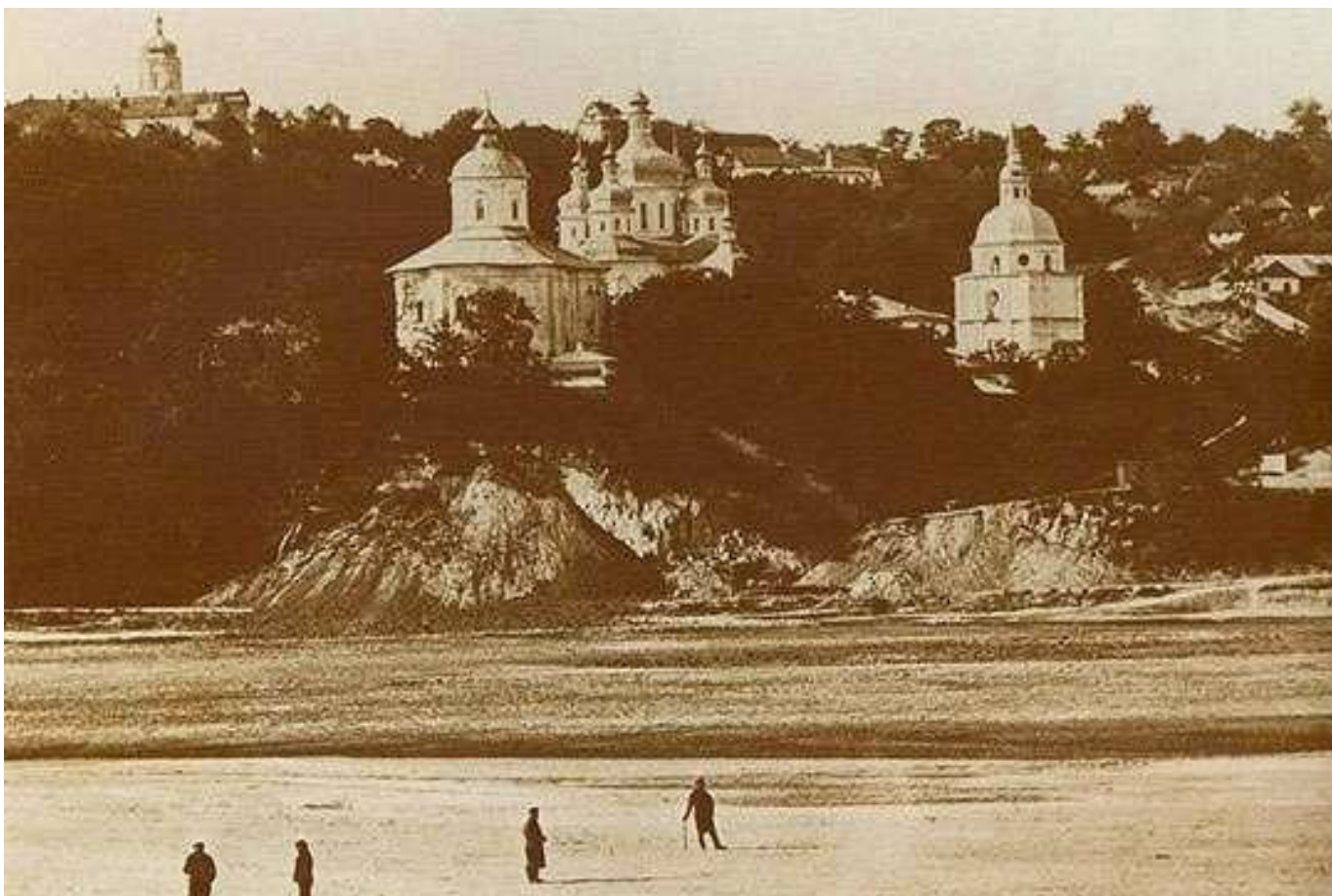


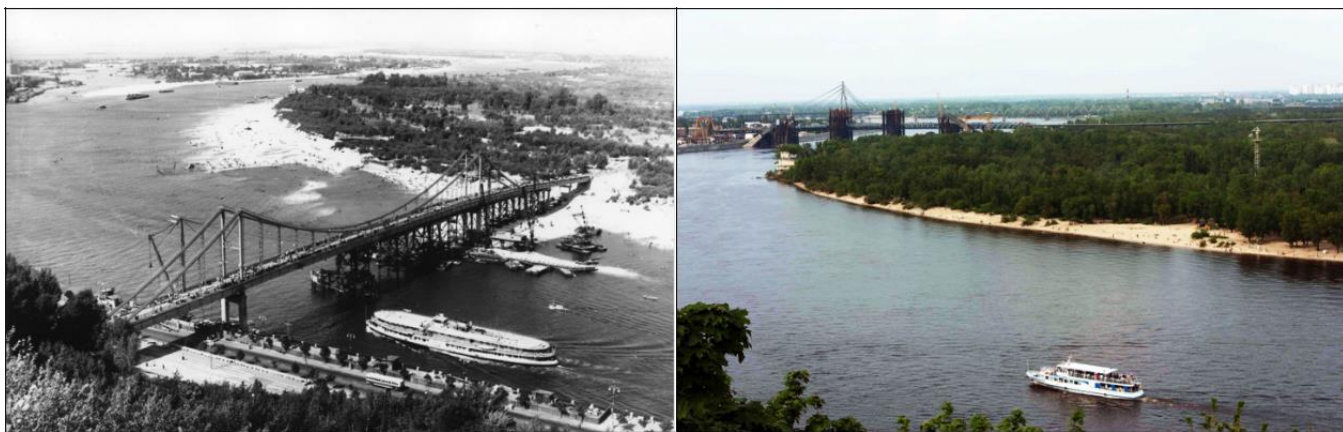
Рис. 4.26. Світлина пересохлого русла р. Дніпро у 1901 р.

Не вирішеною залишається проблема методологічного та загально-наукового обґрунтування еколого-просвітницького простору дніпровських островів, рекреацій та їх інтерпретації, дослідження та розробки картографічного проєкту організації еколого-рекреаційної діяльності в РЛП з урахуванням еколого-географічних, соціально-економічних та історико-культурних чинників. Використані наступні методи дослідження: експедиційний, описово-географічний (опис нових ортофотопланів) і картографічний (моделювання даних) у середовищі геоінформаційної системи (далі – ГІС).

В акваторії Канівського водосховища м. Києва триває природний процес утворення островів, що не є екологічною катастрофою і не відповідає масовій інформації про обміління Дніпра. Це твердження спростовується звичайними фотографічними порівняннями водних просторів між мостами Метро та Є.О. Патона період 50-70 рр. ХХ ст. із сьогоденням. Дослідженнями доведено, що тоді площі плесових замілин були надзвичайно більші за теперішні, а берег Труханового острова середини ХХ ст. глибше впирається до водної артерії, ніж за теперішнього стану (рис. 4.11, 4.12).

Є інформація, що р. Дніпро має періодичні гідрологічні феномени щодо повного висихання русла. Так, 1901 р. в Україні були дуже спекотні весна і літо, кілька місяців не було жодних опадів, постраждали врожаї, обміліли річки й озера, а в Києві русло Дніпра цілком пересохло. Внаслідок цих природних катаклізмів навіть дно Дніпра місцями потріскалося і було настільки рівним, що там влаштувалися

перегони диліжансів, а деякі велосипедисти навіть організовували велозабіг «Київ – Канів». Російський уряд намагався поглибити русло, але й там, на глибині, води не було. Подивитися на висохлу річку приїзжали фахівці із сусідніх країн. Залишилися фотографії пересохлого Дніпра проти Видубицького монастиря. Були й аномалії з надзвичайними повенями, про що збереглися пам'ятні знаки на Подолі та Трухановому острові та на опорах київських мостів (рис. 4.10).



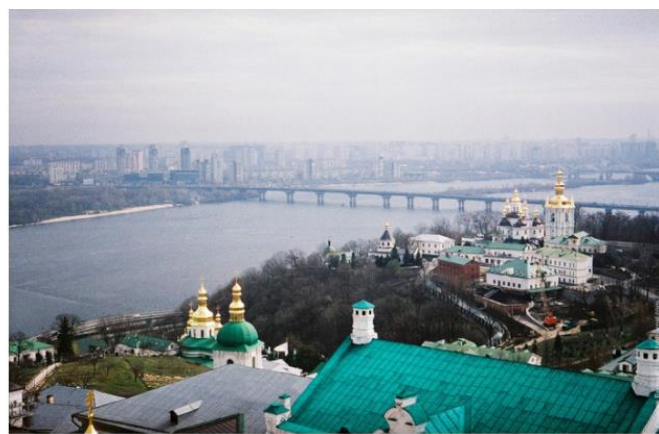
А

Б

Рис. 4.11. Фото еволюції берегової лінії Труханового острова РЛП «Дніпровські острови»: А – 1957 р., Б – 2013 р.



А



Б

Рис. 4.12. Фото еволюції плесової зони Венеціанського острова (Передмостова Слобода) РЛП «Дніпровські острови»: А – 1970 р., Б – 2015 р.

Для запобігання надзвичайним ситуаціям розробляються різні картографічні і проєктні пропозиції щодо розвитку Труханового острова, які висвітлені у статті «Живого журналу» (англ. – Livejournal) сайту «Захоплюючий Київ». Еколого-рекреаційні складники острова – у публікації Д. Белова «Труханов остров: лесная чаща в самом сердце Киева» з картою-схемою розташування об'єктів релаксації на території Дніпровського парку культури та відпочинку (назва частини РЛП до



середини 2000-х рр.). Наукове дослідження РЛП «Дніпровські острови» проводилося за напрямками, зазначеними на рис. 4.13.

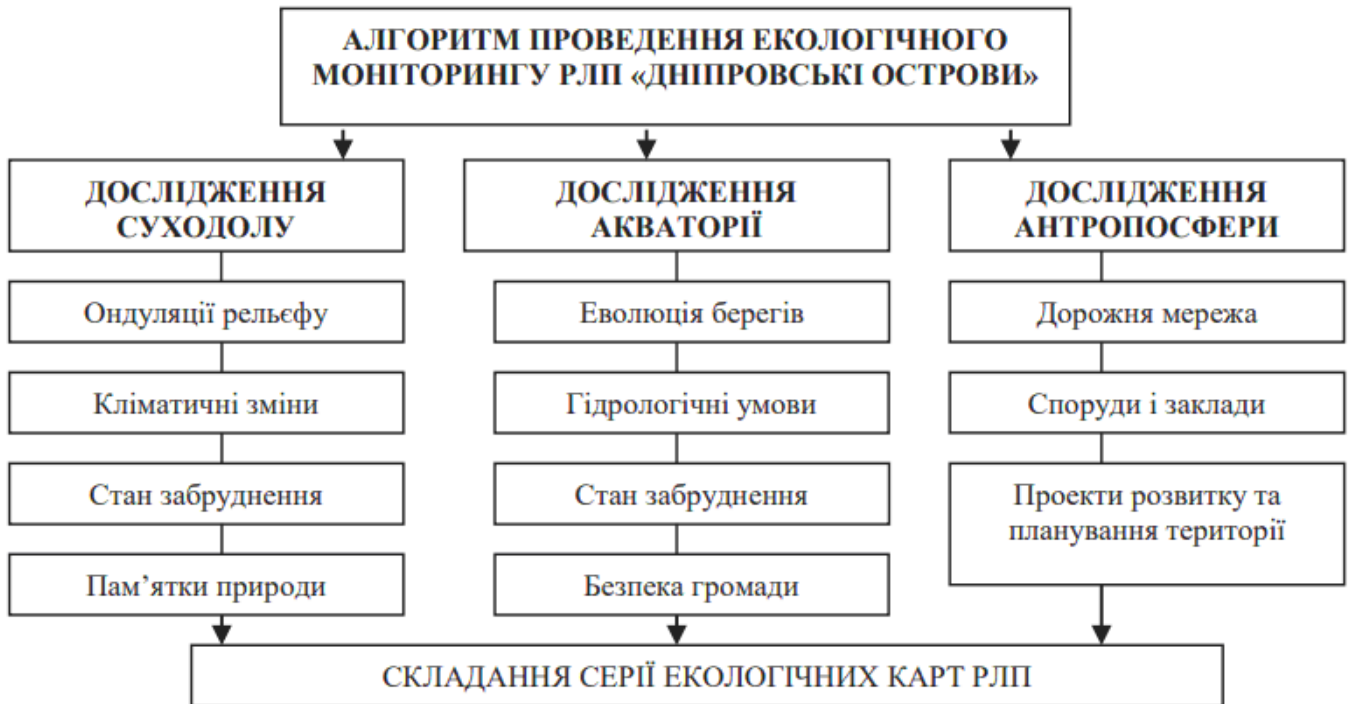


Рис. 4.13. Алгоритм наукових досліджень

Відповідно до карти на рис. 4.25, поділяємо територіально-акваторіальний простір РЛП на ареали екологічного моніторингу визначених зон. Перша зона екологічного моніторингу – острови Труханів, Муромець, Великий і маленькі острови біля них. Другий центр природно-рекреаційного моніторингу РЛП – острови Долобецький і Венеціанський (Передмостова Слобода), третій – острів Жуків, четвертий – малі і безіменні острови та мілини [15].

*Острів Великий* розташований біля дамби Київської ГЕС, є природно-антропогенним утворенням, що виникло внаслідок зарегулювання Київського моря. Острів є піщаним, витягнутим у вигляді підкови в напрямку течії р. Дніпро. Внутрішня «підкова» острова омивається затокою Журавель, 80 % території острова представлено чагарниками та широколистяними посадками, у Південно-Східній його частині розміщується селище дачних ділянок. Навколишні води острова мешканці використовують у рибальській справі. Єдиним джерелом забруднення вод острова є водна станція, теплоходи та приватні яхти, що проходять уздовж острова.

Острів має надзвичайно високий рівень освітньо-екологічного та рекреаційного потенціалу. Це зумовлено тим, що з його Північної частини відкривається пряма видимість на першу станцію гідротехнічного каскаду дніпровських ГЕС – Київську гідроелектростанцію. Із цієї ділянки проглядаються шлюзи, судноплавний канал і релігійна перлина м. Вишгорода – церква Св. Бориса та Гліба. Облаштування відповідного майданчика дасть можливість створити так звану «view point» для популярних зараз селфі-сесій. Купальний напрям на острові в його Північній і Північно-Східній частинах є небезпечним та забороненим, що

пов'язано з роботою гідровузла та дніпровської водогінної станції. Що стосується еколого-техногенної безпеки України та м. Києва, цей острів має військово-стратегічний статус.

*Труханів острів* є найбільшим островом РЛП «Дніпровські острови» (назва пов'язана з ханом Тугурханом). Острів виник за часів Середньовіччя. Відомо, що судохідна частина тогочасного Дніпра проходила за руслом сучасної Матвіївської затоки та губи. На Схід від півострова Лісового (Південно-Східна частина Труханового острова) у давнину була дельта р. Десна, що складалася із власне Труханового, тоді ще Долобецького, та Венеціанського (Передмостова Слобода) островів. Із побудовою дамби в Північній частині сучасної Десенки-Чорторій р. Десна стала впадати в р. Дніпро в районі сучасного о. Великий.

Труханів острів складається з Північної частини – Муромця, на якому розташований орнітологічний заказник «Урочище Бобрівня» (острів також відомий великою кількістю бобрів і побудованими ними системами дамб на однойменній р. Бобрівня) й острова Крайній, що примикає до Муромця із Заходу. У центральній частині ур. Муромець розташований парк Чорторій із радіальною системою паркових алей і колоподібною клумбою, що оформляється АТ «Київзеленбуд» щороку із квітня по вересень. На зазначеній території також є болотні угіддя – менше 5 % від загальної площі. Поряд із болотом на Схід локалізовано озеро Хробак. На острові Муромець розташований піщаний кар'єр на місці прориву труб земленасосів.

Площа лісів урочища сягає 70 %. На цій території розташовані: оз. Стара Річка в ур. Калинівка й озера Кільнище та Мале Кільнище в степовій частині урочища, що становить 30% площі загальної території. Труханів острів перетинають два мости: Північний та Північний залізничний, від кам'яної набережної пагорбів був перекинутий пішохідний Парковий міст. Будується двоярусний Подільсько-Воскресенський автометроміст (народна назва – Турецький міст). Острів відомий такими розважально-рекреаційними зонами, як: спортивна конферма, нічний клуб “The Most Open Air”, водний екстрим-парк із мінігольфом в ур. Чорторій, футбольне поле ФК «Троєщина», кордодром. Тут розташовано багато баз відпочинку: «Чайка» на березі протоки Десенки, «Космополіт».

У вузькій частині між річищами Дніпра та Десенки в районі залізничного моста позначено місце катастрофи мотопароплана (8 червня 2012 р.). Територія Труханова острова поділяється на два підковоподібних півострови – Західний (між річищем Дніпра та Матвіївською затокою) та Лісовий (між Матвіївською затокою та р. Десенка-Чорторій). Півострів Західний забудований одно-, двоповерховими будинками спортивних баз і навчально-спортивних комплексів. РЛП «Дніпровські острови» Труханів острів має значний природно-рекреаційний потенціал.

Другим за потенціалом, але найбільш залученим до еколого-рекреаційної діяльності є о. Передмостова Слобода (Гідропарк) разом з о. Долобецький, на який перекинутий арковий парковий міст. Інші острови не матимуть найближчим часом економічної перспективи щодо (рентабельності) для еколого-рекреаційних інвестицій. Це є наслідком віддаленості від центру та слоборозвиненої системи роботи річкового транспорту, що перебуває в занепаді останні двадцять років. Отже, моделювання еколого-рекреаційного потенціалу необхідно проводити на південній



території Труханового острова, який буде експериментальним полігоном при проведенні аналогічних досліджень на інших слабо рекреаційованих островах РЛП «Дніпровські острови».

Велике значення урочищ островів мають при формуванні теплофізичного поля міста через вплив на вегетативні, фенологічні та кліматичні процеси. Зелені зони островів входять до зеленого поясу м. Києва, акумулюють й абсорбують усі патогенні викиди в атмосферу, суттєво впливають на термічне регулювання повітряних мас у холодні та спекотні сезони.

Для визначення рівня, якого сягає температура акваторій і територій дніпровських островів протягом спекотної погоди, були використані термальні знімки з космічного супутника “Landsat-8”. Спеціалізовані розвідки здійснено Центром аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України. Виявилося, що середня приземна температура поверхні островів становить + 22,3 °С, коли на Майдані Незалежності вона сягає + 55,6° С. Зелені зони Труханового острова є терморегулятором міського клімату. Досліджені середньолітні температури для вивчення ролі зелених насаджень у РЛП та відсоток їх озеленення. Відсоток озеленення розраховується за знімками з високою просторовою роздільною здатністю із супутника “WorldView-2”.

Дослідженню підлягають також райони приватного сектора Русанівських садів, оскільки в них відсоток озеленення регулюється власниками ділянок і є переважно високим. За даними моніторингу, середня температура становить +20°С – +25°С у районі оз. Бабиного. На забудованих територіях Оболоні, що прилягають до Дніпра, – на рівні > + 40° С. Взимку відповідний градієнт температури знижується в напрямку островів Труханів, Муромець, Долобецький і концентрує сумарний показник холоду над дніпровською акваторією міста.

Перевірка цих даних здійснювалася за спектральними індексами спектрограм листя дерев. Оцінка екологічних умов їхнього росту на дніпровських островах визначена на окремих ділянках о. Гідропарк (Передмостова слобідка) та в акваторії затоки Вовкувата в залежності від нагрівання фізичної поверхні та кореляції вегетації і температурного регулювання.

На вегетацію дерев дніпровських островів у районі м. Київ впливає і температура водної поверхні на всіх рівневих зрізах глибин. Дані супутника «Landsat-8» та результати їх обробки дозволяють оцінювати теплофізичний стан, який протягом року зазнає значних коливань. Більш сталою температура є в руслі р. Дніпро, мінлива – у Венеціанській протоці та особливо в затоках у районі Оболоні.

Найбільші відмінності між температурними умовами в річищі Дніпра та в Десні-Чорторій спостерігаються в другій половині липня – першій половині серпня, коли температура води найвища і найбільше рівня евтрофікації. Униз від Київської ГЕС за течією температура води поступово зростає: частково завдяки прогріванню на значних мілинах, частково – завдяки впливу Десни, температура в якій улітку вища, ніж у Дніпрі. У літній період найтеплішою є вода в затоках Дніпра Оболоні: Наталці, Собачому Гирлі та Луковому (Верблюді).

Стан каламутності води в районі дніпровських островів досліджується за моніторинговими пунктами в районі о. Великий, о. Венеціанський, урочищ Гідропарк, Нижня Теличка, Нижні Осокорки. Цей показник також залежить від

теплофізичних інтегральних показників повітря, води та суходолу дніпровських островів.

Доведено, що відсоток зелених насаджень впливає на конvekцію техногенного повітря м. Києва. Вони перешкоджають надмірному охолодженню взимку та перегріванню влітку, формуючи річкові бризові вітри уздовж берегової лінії лівого берега та висот Правобережжя.

Оскільки кліматичні і особливо температурні показники є домінуючими для організації курортно-рекреаційних зон, то моделювання екологічного та природно-рекреаційного потенціалу території Труханового острова проводиться за результатами еколого-краєзнавчих географічних експедицій із визначення географічних координат цікавих та унікальних об'єктів довкілля, визначення їхньої при-вабливості за п'ятибальною системою перцепційності. Протягом 2016-2020 рр. проведено відповідні екологічні рекогносциувальні роботи.

Роботи екологічних польових рекогносциувальних експедицій виконували наступними етапами: у геоінформаційній системі на ортофотоплані площа південної частини Труханового острова була розбита на регулярну (реляційну) сітку кроком 100 на 100 метрів, у вузлах якої за допомогою GPS-програми для Android (GPS Status Pro) визначені три координатні показники – географічна широта, довгота та висота. Потім галсами пройдені маршрутні коридори. За нерегулярною сіткою зібраний координований банк даних унікальних об'єктів природи. Після формування еколого-географічної бази даних аналітично визначається природно-рекреаційний потенціал Південної частини Труханового острова. Він є високим.

За результатами аналізу географічної бази даних об'єктів природно-рекреаційного потенціалу сформульовані наступні рекомендації.

Півострів Західний є найбільшим як рекреаційна територія острова, адже в перспективі разом із півостровом Лісовим його доцільно залучати до еколого-рекреаційної роботи. Це спеціалізований напрям – еколого-освітня діяльність.

Другим епіцентром рекреаційних можливостей РЛП є Північна частина Матвіївської затоки, де доцільно розвивати спортивно-оздоровчий напрям, організувати еколого-освітні квести (локалізований центр заходів – місточок через Матвіївську губу). З підвищенням рівня еколого-рекреаційної й еколого-туристської привабливості постає необхідність перетворення РЛП на Національний природний парк «Дніпровські острови».

Еколого-краєзнавчими експедиціями та детальним рекогносциуванням місцевості визначені ареали найбільшої кількості унікальних еколого-географічних, освітньо-екологічних та історико-культурних об'єктів досліджуваної території.

Регіональний ландшафтний парк «Дніпровські острови» є унікальним об'єктом природно-заповідного фонду м. Києва, потенціал якого для еколого-освітнього, рекреаційного й екологічного (зеленого) туризму ще недооцінений.

На основі даних екологічного експедиційного рекогносциування виявлені об'єкти природних туристичних атракцій.

Архіпелаг дніпровських островів м. Києва може використовуватися лише для екологічного просвітництва. Відповідні водно-територіальні оази природного заповідника – це єдине, що залишилося недоторканим сучасною виснажливою урбанізацією м. Києва, що триває останні двадцять років.

Забороненими повинні бути будь-які будівельні заходи, окрім добудови Подільсько-Воскресенського мосту з улаштуванням станції метро «Труханів острів» на зразок станції «Гідропарк», тобто без промислового та цивільного будівництва.

Важливо зберегти всі без винятку зелені насадження островів, як важливі кліматичні та температурні балансири. Їх знищення призведе до постійної смогової туманності, формування небезпечного нерозсіюваного хмарного фронту над містом, перетворення мегаполіса на зону екологічного лиха.

Пропонується організувати центри повітроплавального туризму, відновлення та модернізація санаторних зон та перетворення островів на курортні центри рекреації подібні Нью-Йоркському «Сентрал-Парку».

Рекомендовано приєднати до РЛП «Дніпровські острови» акваторії прилеглих до парку природних об'єктів: каскад озер Опечень (річище та заплава літописної р. Почайної), рекультивована заплава р. Либідь та інших малих річок і притоків р. Дніпро, мозаїку озер Позняківсько-Осокорківських плавнів.

Перспективою подальших наукових досліджень РЛП «Дніпровські острови» є розробка проєкту створення комплексного Національного природного парку «Київський Славутич» і рформування відповідного проєкту ревіталізації його природних ландшафтів [14].

### **4.3. Екологічна безпека довкілля в акваторії каскаду озер Опечень міста Києва**

Прикладні наукові екологічні дослідження присвячені проблемам рекультивації технологічних водойм столиці України. Найбільшим каскадом штучних озер м. Києва – є Опечень, які, за ствердженнями києвознавців, знаходяться в палеобасейні літописної ріки Почайна [42].

*Мета дослідження* – проведення еколого-географічного польового рекогностування озер, колекторів та каналів, аналіз матеріалів фізико-хімічного аналізу довкілля урочищ. У результаті доведено, що каскад озер Опечень – це ставкова система технологічних водойм, поєднаних дренажем із метою збору та виведення талих та стічних вод. Також тут виявлені джерела ендегенного та екзогенного забруднення прилеглих урочищ.

Проаналізовані результати лабораторних фізико-хімічних заборів проб повітря, води та ґрунту в урочищах, що примикають до каскаду озер. Проаналізований матеріал про результати аерокосмічного зондування каскаду озер з метою гідрогеокологічного моніторингу. Міській владі та громадським організаціям представлені рекомендації утриматися від будівництва паркових та рекреаційних територій до повної віталізації патогенних факторів довкілля в акваторії озер [31].

Забруднення навколишнього середовища м. Києва сягає масштабів екологічної катастрофи. Місто перетворилося на одне з найнебезпечніших місць життєдіяльності в Європі.

26 квітня 2016 р. прийняте рішення, відповідно до якого річку Почайна, як гідронім занесено у «Реєстр адрес, вулиць та інших поіменованих об'єктів м. Києва» [36]. Виникає потреба комплексного еколого-географічного вивчення, підтвердження або спростування топо- і гідрографічної реальності ріки Почайни в

контексті еколого-лімнологічного дослідження місцевості, проведення моніторингу урочищ навколо каскаду озер та каналізованого, промислового (технологічного), колекторно-дренажного каналу. Треба визначити безпекові аспекти життєдіяльності та можливості проектування та функціонування рекреаційних зон навколо.

Історичні аспекти лімнологічного природокористування Опечені опубліковані в працях П. Розвадовського та Н. Петрова. Питання екології та географії київських малих річок та водоймищ розглядаються в наукових працях проф. В.І. Вишневського [15-16], де досліджується загальна гідрографія київських малих водотоків, їх екологічні проблеми. Проблема Опечені присвячена невелика частина роботи з конкретизації місцезнаходження озер (топографії та гідрографії), але не досліджені гідроніми, проблеми екології та безпеки життєдіяльності на навколишніх та прилеглих до них територіях. Питання захисту довкілля Опечень висвітлюються у публікаціях М. Шарлеманя та П. Доліщінського.

Із метою проведення екологічного аудиту урочищ навколо озер, колекторів та каналів запропонований метод еколого-географічного рекогносцювання місцевості. *Рекогносцювання* (визначення німецького лінгвістичного походження «*rekognoszierung*», від лат. «*recognosco*» – «оглядаю, обстежую») – методика експедиційного (польового, топографічного) візуального, описового (картографічного у середовищі відкритих геоінформаційних систем, на кшталт Maps.Me) та інструментального уточнення за допомогою супутникового навігатора чи гаджет-додатку GPS Status Professional. Визначається локалізація унікальних об'єктів природних ландшафтів та міського середовища, які мають значний потенціал включення у рентабельні (економічно вигідні з позиції фінансового обґрунтування) рекреаційні зони.

Значну увагу необхідно приділити фізико-хімічному аналізу повітряного та водного просторів урочищ (камеральне дослідження аналітичних матеріалів екологічних лабораторій), а також матеріалам аерокосмічної зйомки та дистанційного зондування Землі стосовно території озер Опечень.

Визначаємо початковий (реперний) пункт дослідження. За результатами рекогносцювання місцевості, визначений струмок, який починає свій біг із дачного урочища на Північ від озера Редькін. GPS-координати витоків: 50° 32' N та 30° 28' E. Завершальними локаціями є місце впадіння колекторного потоку до р. Дніпро, нижче Північного мосту. В систему колекторів промзони входить також водотік в ур. Наталка, так званий струмок Сетомль [17].

Урочища Опечень з однойменним каскадом штучних озер локалізовані в Оболонському районі м. Києва і простягаються із Півночі на Південний Схід, довжиною 10,3 км. Площа екокоридору становить приблизно 32 км<sup>2</sup> із максимальною шириною у 400 м, мінімальною – у 7 м. Екстремальні значення глибин в озерах коливаються від 1 до 17 м. [20]/

Гідроніми штучного каскаду озер-ставків під загальною назвою «Опечень» становлять (рис. 4.14): Редькін (Міністерка), Редчене (Мінське), Опечень (Луг), Пташине, Богатирське (Андріївське або Пожежне), Кирилівське (Верхнє), Йорданське (Нижнє) та Вовкувате, які омивають житловий масив Оболонь і які гідрографічно перетворюють урбаністичний ландшафт на міжозер'я. Інформаційні аншлаги (рис. 4.15), що встановлені за берегами озер, зазначають, що водоймища є



штучного походження і є антропогенними промисловими ставками, які не придатні до рекреаційного використання. Відповідна інформація відповідає дійсності: озера – це результат намивних робіт при будівництві житлового масиву Оболонь на початку 1970-х рр. Лише два озера є природними і є залишками палеоруслу зниклої річки Почайна: Кирилівське та Йорданське. В минулому це було одне озеро Довге Кирилівське, про що стверджують плани м. Києва. Озера Вербне (Дзеркалка) та Біле не входять до каскаду озер Опечень і є колишніми гідронамивними кар'єрами.

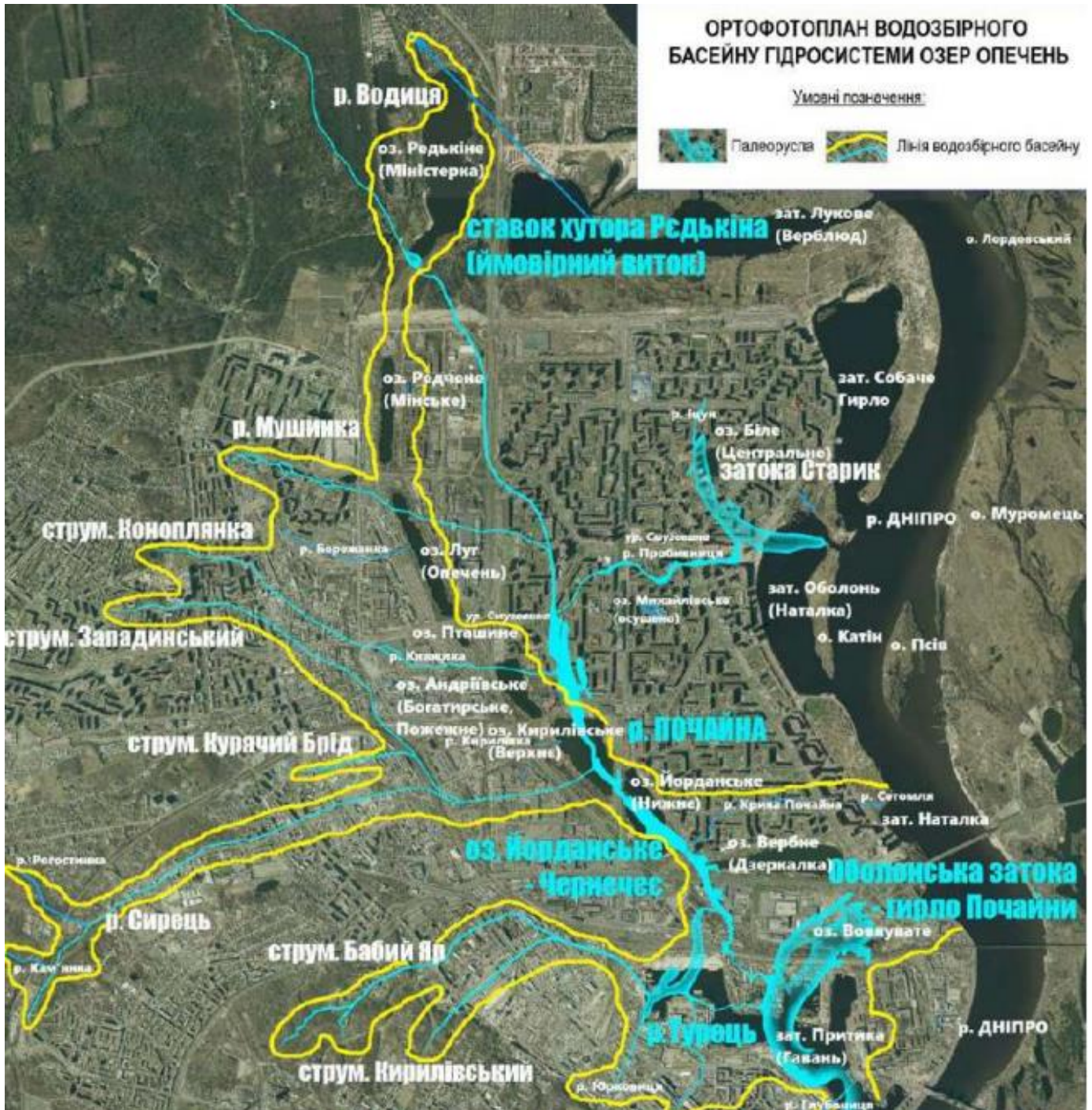


Рис. 4.14. Космічне зображення ділянки досліджень (підложка – ГО «Почайна»)





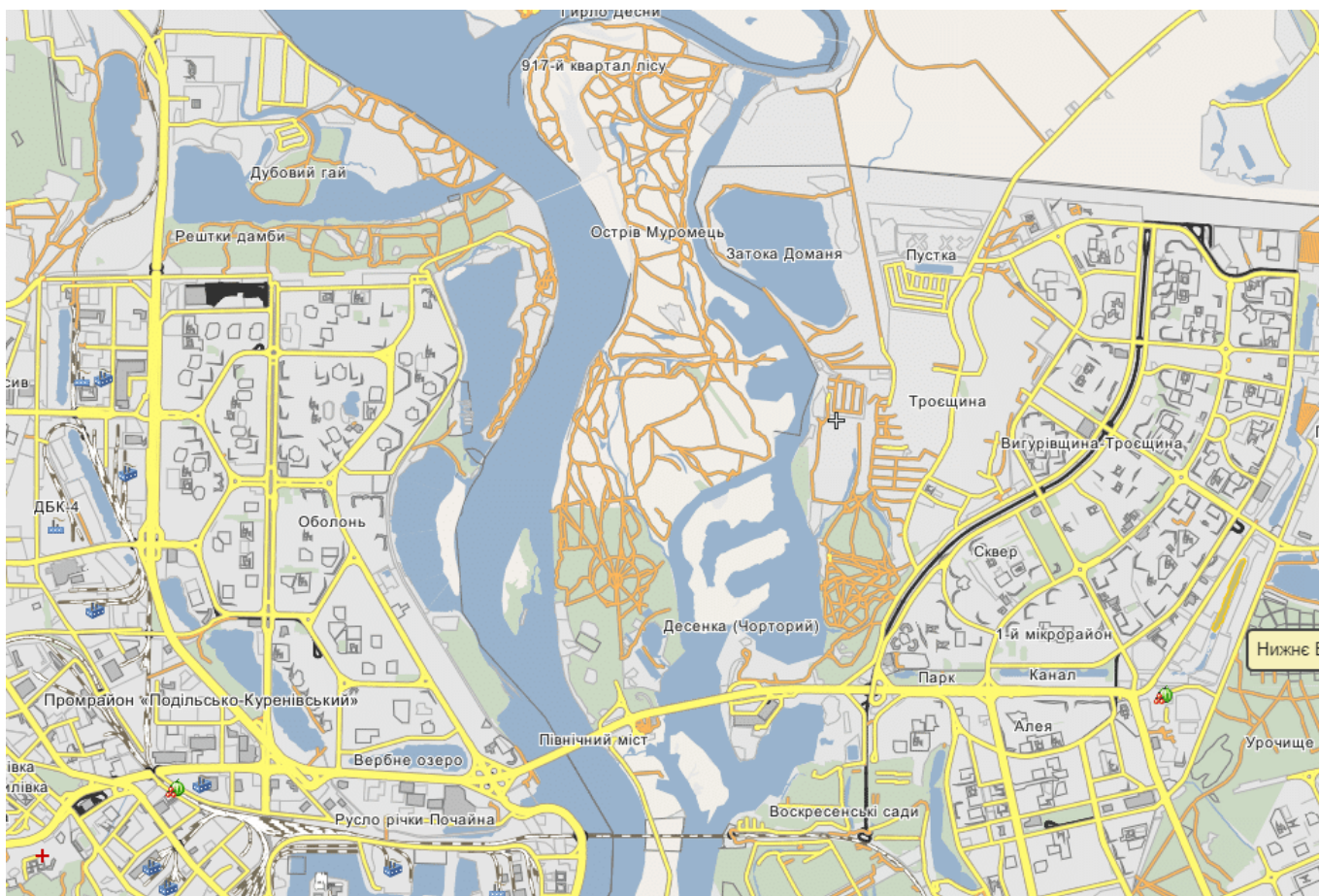


Рис. 4.16. Сіметрія озер Оболоні та Троєщини

Порівнюючи сучасну гідрографічну мережу каскаду озер зі станом місцевості на плані міста 1991 р. визначено, що деякі озера протягом 1990-х – 2000-х рр. були осушені і зникли. На їх місці уздовж проспекту С. Бандери збудовані торговельні комплекси та розважальні заклади: «Metro Cash&Carry», «Блокбастер», «Блокбастер-Мол». Також деякі невеличкі заплавні озера зникли в районі промзони на вулиці Богатирській.

Навколишні та прилеглі урочища включають розгалужену мережу струмків та річок, серед яких виділяються великі водотоки: р. Сирець із своєю притокою – струмком Курячий Брід, окремо Кирилівський струмок (впадають до оз. Кирилівського), струмки Коноплянка, Западінка, Княжиха (впадають до оз. Луг), струмок Мушанка (до оз. Редчене), струмок Водиця (до оз. Редькін), струмок Конічинка (до оз. Пташине).

Ріка Сирець розпочинає біг своєї течії з Придніпровської височини м. Києва в районі Рубежівського парку «Нивки». У верхній течії ріка протікає у глибокому яру, до якого впадають струмки Кам'янка та Рогостянка, які вкриті деревинною рослинністю. На окремих ділянках Сирець тече у бетонному колекторному руслі, подекуди – у колекторі під землею. Ріка Сирець впадає із Заходу до оз. Кирилівське біля станції метро «Оболонь» (рис. 4.17). Під землею у пластах протікають струмки Крива Почайна (під вулицями Приозерна та Йорданська) та струмок Юрковиця, що



впадає у Притику. Фактична площа водозбору (басейну) ріки Сирець включає ще й значну частину Подільського та Шевченківського районів столиці.



Рис. 4.17. Річище р. Сирець при впадінні в оз. Кирилівське

До гідрографії озер Оболонського району належать наливні озера Оболоні – Біле (Центральне), Лукове та Верблюд. В Екологічному атласі Києва водотік, що впадає до оз. Кирилівського, яке колекторно поєднано з Андріївським, Пташиним та Йорданським, вважається продовженням р. Сирець, що і впадає у р. Дніпро у затоці Вовкувате. На денну поверхню в районі промзони виходить не р. Почайна, а р. Сирець. Активісти відродження р. Почайної навіть у назві публікації не акцентують на титульному іменуванні ріки, а вивчають її історико-екологічні трансформації у розрізі природокористування оболонської місцевості та лімнології озер Опечень.

Палеогідрологічні дані стверджують, що місця впадіння р. Почайної до р. Дніпро сформували дельту із трьох рукавів, а саме: на Півдні ур. Наталка виходив перший рукав (Північний рукав р. Почайної), так званий струмок Сетомль, який тече

по зливному каналізаційному колектору; другий рукав – це бетонний водоспуск, розташований у правобережній затоці р. Дніпро, дещо нижче Північного мосту у затоці Вовкувата; третя ділянка дельти у вигляді підземних палеострумків (стародавніх русел) впадає до Гавані-Притики.

Розгалужена гідрографічна мережа й активний гідрологічний режим басейну урочища впливає на рівні водоносних горизонтів, а на кількість бюветів артезіанської води на території житлового масиву Оболонь, яких налічується понад двадцять двох джерел чистої питної води. На порівняння, на Троєщині їх – 12, Лісовому масиві – 5, Харківському – 15.

Перша колонка чистої артезіанської води почала працювати з 1970-х рр. і функціонувала до кінця 2000-х рр. Причини закриття водогону не відомі, але пов'язані з будівельними роботами у відповідному урочищі.

Гідрологічні особливості урочищ впливають на специфіку метеорологічної та синоптичної картини, що іноді набуває ознак надзвичайних ситуацій. Так, протягом 2002-2004 рр. в акваторії Кирилівського озера спостерігалися смерчі. Значна кількість аномальних атмосферних явищ має місце увечері після спекотного дня у повітрі над оз. Вовкувате. Це місця геологічних розломів, відповідно до карти, що укладена І. Чудо (рис. 4.18).



Рис. 4.18. Розломи Почайнинської промзони на фрагменті карти гепатогенних зон І. Чуда, 2005 р. [41]

Із геоморфологічної точки зору, урочища Опечень складається з алювіальних відкладів заплави і полювіальних балок (піски, супіски, суглінки), які і формують Поліську Оболонську низовину Київського Полісся.

У земельно-територіальному плані каскад наливних озер Опечень розташовується між промисловими зонами власне Почайни, Плоського, Куренівки, Пріорки та великим житловим масивом Оболонь. Ширина пойми каскаду озер дає змогу лише спроектувати еколого-рекреаційну рекультивацію природно-урбанізованого комплексу, яка матиме низку обмежень (лімітуючих факторів). В урочищах, що примикають до Кирилівського озера, виявлені фітобіологічні забруднювачі (рослина ехіноцистис шипуватий), а уздовж відкритого каналізованого каналу за ТРЦ «Плазма» локалізовані ценхрус довгоколюнковий та болиголов. Ці рослини отримали першість за негативним впливом на здоров'я населення як адвентивні й отруйні та викликають алергічні загострення. Наявність поряд із каналом Північного напівкільця залізної дороги підвищує рівні шумового забруднення та створює небезпеку для потенційних відвідувачів проєктного парку культури та відпочинку «Почайна», що створений розпорядженням Київської міської ради у лютому 2016 р.

Забруднювати довкілля урочищ долини р. Почайна, що існувала до 30-х рр. ХХ ст., почали ще задовго до доби індустріалізації. Першим задокументованим антропогенним фактором впливу був аеродром, де Ігор Сікорський випробував свої літальні апарати. Литовище розташовувалося із складами паливно-мастильних матеріалів між Кирилівським озером та ур. Куренівка.

Антропогенних трансформацій зазнало єдине озеро Йорданське при будівництві «синьої» гілки метрополітену. Воно було розділено дамбою на два дренажних озера: Кирилівське (Верхнє) та власне Йорданське (Нижнє). Проєктом будівництва планувався вихід лінії метро на денну поверхню. Для цього була запроєктована широка ділянка Оболонського проспекту, але туннель пустили під землею. Це підтверджується рухом складу вагонів метро від станції «Почайна» до станції «Оболонь», коли відчувається спочатку різкий підйом до гори, а потім – повільний спад.

У безпосередній близькості до басейну озер знаходяться промислові забруднювачі акваторії і навколишніх урочищ: суднобудівний завод та його теплоенергоцентр (оз. Вовкувата та Гавань-Притика), асфальтовий завод, склотарний завод, ПАТ «Генератор», ПАТ «Лакма» (оз. Опечень (Луг), Пташине).

Патогенним фактором забруднення вод є розгалужена мережа вулично-дорожньої сітки та щільна локалізація автозаправних станцій на розі Оболонського проспекту та проспекту С. Бандери, уздовж узбіччя вул. Богатирської. Взимку 2016-2017 рр. на проспекті С. Бандери над підземним бетонним водотоком між Йорданським озером та каналом збудували АЗС, незважаючи навіть на те, що станція розташовується у санітарній зоні навколо державного природного іхтеологічного заказника «Озеро Вербне».

Після закриття цілої низки промислових підприємств Почайнинського промвузлу у 1990-х рр. рівень забруднення знизився, але новими джерелами забруднення стали торговельні комплекси та стихійні ринкові території, надзвичайно висока кількість транспортних засобів, які спричиняють



багатокілометрові затори. Недарма територія ур. Плоське (історична назва – топонім сучасної Почайни) – є однією забруднених в м. Києві.

Протягом 1970-1980-х рр. в озера каскаду скидалися відходи у вигляді смоли без очищення і переробки. Сталася навіть техногенна аварія на асфальтовому заводі, наслідком якої є чорний мул під шаром 2-3 см піску на оз. Вербному, Йорданському та Кирилівському, який залишається на донних шарах й до сьогодні.

Північні озера каскаду Опечень зазнають патогенного антропогенно-промислового впливу снігоплавильного заводу, ПАТ «Пивзавод Оболонь», ангарів бувшого «ГлобалФіш», роботи залізничного перегону «Зеніт-Вишгород». Після запуску в експлуатацію ТЦ «Епіцентр» забруднюється оз. Редчене (Мінське).

Наступним фактором забруднення басейну є підземна мережа водовідведення (каналізаційна мережа), яка несе всі нечистоти в озера Кирилівське, Йорданське, Опечень (Луг). Відповідні дренажі, які прокладені під вулицею О. Архипенка, Оболонським проспектом, частково пролягають під проспектом Героїв Сталінграду, вулицями Богатирською, Йорданською, З. Гайдай, Героїв Дніпра, Малиновського та Тимошенка. Вони збирають талу, дощову та забруднену воду. Особливо небезпечний рівень забруднення підвищують ці мережі навесні та під час сильних злив влітку. Часто створюються стихійні звалища сміття. У деяких місцях річка захаращена, зокрема, гілками та стовбурами дерев (оз. Луг та Пташине).

Значний рівень біогенного забруднення створюють стихійні кладовища домашніх тварин (уздовж Йорданського озера, берегів р. Сирець та оз. Кирилівського). У прилеглих до озер урочищах відсутні гідрологічні пости для моніторингу стану довкілля (репери спостереження за забрудненням води). Стан атмосферного повітря моніторить одна станція-пост атмосферного контролю, що знаходиться за адресою: проспект Оболонський, 14 (ПСЗ № 17).

За останніми даними спостережень, відсоток забруднення повітря урочищ формальдегідами становить 20 %, бензапіреном – 45 %, оксидом вуглецю – 5 %, діоксиду азоту – 25 % та фенолу – 5 %. Ці показники неуклінно підвищуються щороку з незначними сезонними коливаннями.

Не краща ситуація із забрудненням ґрунтів акваторії важкими металами. Забруднення ртуттю басейну озер має підвищений вміст у районі озер Редчене, Опечень (Луг) та Пташине. Вміст Hg коливається від 0,05 до 0,1 мг/кг(л). Частково забруднена ртуттю відкрита долина Почайнинського колектору в районі Почайнинської промзони. Плями забруднення свинцем виявляються в акваторії озер Пташиного та Опечень (Луг) (60-100 мг/кг(л)) та районі оз. Вовкувате (130-160 мг/кг(л)).

Сумарне забруднення басейну каскаду та навколишніх урочищ – середнє з епіцентрами небезпечних рівнів у таких локаціях: Притика-Почайна-Вовкувата (Cu<sub>40</sub>, Sn<sub>20</sub>, Ag<sub>10</sub>, Pb<sub>6</sub>, Zn<sub>5</sub>, Hg<sub>3</sub>), Кирилівське-Опечень (Луг) (Sn<sub>25</sub>, Cu<sub>20</sub>, Zn<sub>10</sub>, Pb<sub>4</sub>, Hg<sub>3</sub>).

Моніторинг виявив інші небезпечні показники. Радіоактивне забруднення Cs<sub>137</sub> визначається дискретними плямами з рівнем 0,5-1,0 Кі/км<sup>2</sup>. До забруднених Cs<sub>137</sub> належать озера: Редчене (частково), Опечень (частково), Андріївське та Кирилівське. Але його концентрація щороку значно знижується до безпечних показників.

Іншою, не менш важливою геоекологічною проблемою Опечені, на думку науковця В.Є. Філіповича (ДУ «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України», Київ, Україна), є підтоплення ґрунтовими водами та просідання ґрунтів. Це викликано тим, що палеорусл р. Почайна законсервоване під пластами намивного піску і сепатогенно впливає на довкілля. Внаслідок ліквідації природного стоку ґрунтових вод, так званих дренів. Також виявлено, що не все історичне русло р. Почайни залишилося в межах сучасних озер Опечень. Частина русла, разом із повноводними старицями, знаходиться під намивними ґрунтами житлового масиву. Все це проковує підняття природних ґрунтових вод по всій площі масиву Оболонь.

Цей процес також проковується побудовою висотних будинків із заглибленими фундаментами та підземними паркінгами в поймах палеорусел, що може викликати періодичне підтоплення підвалів, наслідком чого стає деформація несучих інженерних конструкцій будинків та постійні аварії на тепломережах.

У кінці 1980-х р., на Півночі Оболоні була спроба осушення оз. Білого (Центрального), наслідком якого стало підняття ґрунтових вод і затоплення підвалів у найближчих шістнадцятиповерхівках. Процес осушення водою тоді був призупинений і після обстеження гідргеоекологічних умов заборонений. Нині навколо озера побудована екозона (рис. 4.19).



Рис. 4.19. Озеро Біле на Північній Оболоні



Відповідні осередки підтоплення житлового масиву інтерпретуються на матеріалах теплового космічного зондування Оболоні. Підвищена задуха на території району влітку викликана заміною природного ґрунтового покриву, забудованими і асфальтованими територіями, що практично виключила з водного балансу випаровування з поверхні ґрунту. Внаслідок цього в теплий період року мешканці Оболоні відчувають запах гару в повітрі, який спровокований автомобільним смогом, що не розсіюється, а зависає над житловим масивом, формуючи антропогенну духоту (так званий метеорологічний ефект «нульової» рози вітрів).

Басейн каскаду озер Опечень має значні еколого-географічні, гідроекологічні, біотичні та абіотичні проблеми та небезпеки, які потребують вирішення різними шляхами рекультивації та ревіталізації території.

Окремої природної гідроекосистеми під назвою «ріка Почайна» не існує. Функціонує лише дренажний водоскидний канал із каскаду озер, що забезпечує гідравлічну стабільність рівнів природних та промислових вод Оболонського району. Відсутній притаманний річкам гідрорежим.

Повернення гідронімії Почайної (Почайнинського каналу – лише так можна іменувати так зване «русло») на план м. Києва в контексті повернення природно-гідронімічної спадщини є позитивним, але як історичної пам'яті (рис. 4.20).



Рис. 4.20. Природне русло р. Почайни – Почайнинський меліоканал

Довкілля каскаду озер Опечень та Почайнинський канал із навколишніми урочищами характеризується буферністю із концентрацією зелених насаджень загального користування, наявністю потенційних об'єктів природно-заповідного фонду.

Головними причинами потенційних надзвичайних ситуацій є затоплення, що пов'язані зі штучним рельєфом Оболоні і порушенням природної фільтрації ливневих вод внаслідок щільної антропогенної забудови. Основний фактор у формуванні ділянок підтоплення – це баражі на шляхах ґрунтових вод похованої гідромережі. Тому необхідно зміцнювати підземні комунікації, підвальні приміщення та фундаменти житлових будинків.

На відміну від патогенних природних факторів, що заважають створенню паркової території «Літописна Почайна», у майбутньому є можливість перетворення урочищ на респектабельний столичний історико-культурний та екологічний публічний простір із визначними об'єктами сакральної-культури архітектури.

Туристичними об'єктами є – каплиця та церква Ікони Божої Матері «Неопалима Купина», Хрест Симона Петлюри на березі Кирилівського озера, Покровський собор із внутрішньою каплицею на честь Покрови Божої Матері на березі оз. Редчене, історико-сакральні мурали уздовж Почайнинського каналу, знак «Почайна». Є пам'ятники-скульптури неподалік озера Богатирського (Андріївського, Пожежного): Героям-рятівникам, пожежникам із чашею «Вічного вогню», стела Героям Чорнобиля (площа Телятникова), алея дерев, висаджена зірками українського шоубізнесу та музей пожежної техніки. Вивчення такого матеріалу стає окремим напрямом дослідження – *еколого-рекреаційне безпекове киевознавство*.

Лише після повної еколого-хімічної, геоботанічної і радіоекологічної дезактивації і рекультивациі можна облаштовувати парк культури та відпочинку та інсталювати інші екологічні та рекреаційно-релаксаційні зони.

Поряд із цим небезпечні фактори довкілля акваторій озер, колекторів, каналу та навколишніх урочищ все одно знижуватимуть еколого-рекреаційний та екскурсійно-краєзнавчий потенціал відповідної історичної місцевості [13].

#### **4.4. Екологічний моніторинг штучних гідроекологічних об'єктів м. Києва**

На основі історико-ретроспективного аналізу еколого-географічних досліджень міського середовища Києва необхідно дослідити ретроспективно-екологічні зрізи трансформації природного ландшафту в антропогенний.

Еколого-геопросторовий аналіз дозволяє вивчити штучні еколого-гідрологічні об'єкти: фонтани, водограї, водогони та їхній вплив на навколишнє природне середовище Це потребує проведення їх класифікації.

В еколого-географічних дослідженнях значну увагу приділяють проблемі довкілля урбоекологічних ландшафтів. Одним із найбільших та особливих в екологічному моніторингу України – є дослідження природно-техногенного ландшафту міста Києва.

До прикладних еколого-географічних досліджень належать ретроспективний аналіз гідрографії та рельєфу міста, біорозмаїття та соціально-екологічні процеси,

розвиток столичних наукових центрів та інститутів, що спеціалізуються на вивченні екології довкілля столиці України.

На стику історії екології, урбоекології та екологічного моніторингу сформувалася нова інженерно-екологічна методологія (науковий напрям) – *екологічне києвознавство*, головне наукове завдання якої – комплексне й інтегральне вивчення навколишнього природного й антропогенного середовища, прогнозування його трансформації з урахуванням історичних чинників розвитку міста як сталої екологічної системи.

Проблемними завданнями цього наукового дослідження є вивчення основного чинника виникнення міста Києва. Це водні простори, штучні та природні об'єкти, фонтани, бювети, як складники сучасного природно-техногенного ландшафту київської агломерації від найдавніших часів до сьогодення.

Органи державної влади міста та громадські екологічні організації постійно висловлюють свою стурбованість погіршенням стану довкілля у столиці. Передусім це підвищення градієнта теплового поля міста, варварське вирубання урочищ під будівництво житлових масивів, викиди від автомобільного муніципального та приватного транспорту тощо. Тому актуальним є визначення початку процесу знищення природного довкілля столиці від часів заснування міста IV-V ст. (дослідники П. Толочко, М. Закревський, М. Каргер). Деякі дослідники довкілля-простору м. Києва вважають, що йому приблизно 3 000 років (доісторичні назви: Данапрштат, Метрополіс, Куяба). Залишилася картографічна спадщина історії міста, за якою можна дослідити історію трансформації навколишнього природного середовища м. Києва.

Картографічне дослідження особливостей розміщення стародавніх ландшафтів Києва здійснюється на основі абрисів, картосхем, планів, карт та атласів від часів монголо-татарського нашествия, лаврських (патерікових) планів і гравюр А. Кальнофойського, малюнків А. Вестерфельда, М. Груневега, географічних карт М. Закревського, планів А. Меленського, І. Ушакова, І. Фундуклея та інших картографічних творів києвознавців.

Першим відомим планом м. Києва з відображенням навколишнього природного середовища є план, укладений за наказом монголо-татарського хана Манглі-Гирея. Традицію картографування трансформації довкілля м. Києва продовжив також іноземець, німецький мандрівник Мартін Груневег. Він безпосередньо дослідив річки та пагорби Верхнього Міста, Печерська та Подолу, склав кресленики Перевісища (сучасна Європейська площа), плани входу в Лаврські печери та план-схема Печерська. Він фактично відтворив еколого-географічне середовище, а також їхні характерні обриси та форми. М. Груневег відобразив пропорції та особливості географічного розташування ярів та урочищ Липок.

Лаврські Патерикові карти А. Кальнофойського, ченця Києво-Печерської Лаври, уперше надруковані в 1638 р. як додаток до його книги «Teraturguma Lubo Cruda» («Тератургіма») і містять плани, які найбільш достовірно представляють стародавній Київ. Вони орієнтовані у Східному напрямку, на відміну від прийнятої на той час орієнтації більшості карт на Захід.

Плани І. Ушакова (1695 р.) завдяки перспективно-рисунковому зображенню передають численні деталі гідрографічної мережі м. Києва та особливості їх



місцезнаходження, наприклад, річок Почайна та Сетомль (рис. 4.21).



Рис. 4.21. Фрагмен плану м. Києва І. Ушакова

Плани XVIII ст. показують доквілля міста в натуралістичному (картинному) вигляді, що є особливою їхньою цінністю. Але вони мали значну кількість неточностей та викривлень через недосконалість знімальних матеріалів і поліграфічного видання (гравіювання, відтиску та вицвітання карти).



Рис. 4.22. Микола Закревський, географ-картограф, історик-києвознавець, дослідник доквілля-простору м. Києва

Важливим джерелом еколого-краєзнавчих досліджень міста Києва є історичні карти, складені М. Закревським (1805-1871 рр.) (рис. 4.22). Відомим українським істориком, картографом, географом та дослідником створена серія із 37 карт Києва на окремі часові періоди. Аналіз їхнього змісту дає змогу відстежувати розвиток забудови території Києва та вивчати географічні особливості забудови урочищ. Основну увагу приділено планам Києва у X ст., 988-1240 рр., 1240-1600 рр. та специфіці умовних знаків. Географічна цінність планів М. Закревського для еколого-картографічного моніторингу довкілля м. Києва полягає у відповідності сучасним вимогам картографування, що може бути основою для створення сучасних карт довкілля певного історичного періоду.

Історія джерел картографування довкілля м. Києва від стародавніх часів до сьогодення є прикладом яскравого та своєрідного літопису території міста, що дає уявлення не тільки про його забудову, природу, але і про географо-рекреаційне середовище м. Києва.

Сьогодні науково не вивчені з погляду екологічного *природокористування м. Києва* історія побудови фонтанів міста та їхнє призначення за різними епохами в розвитку Києва. Це штучні гідроекологічні об'єкти м. Києва, їх історія та сучасність. Потребує вивчення історія еколого-аерокосмічної думки в дослідженні довкілля міста.

Штучні екологічні зони, що включають фонтани та водограї, клумби й екоінсталяції в публічному просторі м. Києва, їх класифікація та узагальнення, проведення їх історичного дослідження виділені в новий напрям *еколого-києвознавчих досліджень*. Значна увага приділяється їх історичному вивченню. Необхідною умовою досліджень екологічних об'єктів антропогенного генезу є наявність наукових і дослідницьких установ та організацій, вивчення історії їх виникнення, розвитку наукової думки в галузі. Ключовими з них визначені підприємства аерокосмічної індустрії, аналіз результатів історії впровадження розробок як основи проведення ретроспективного (історичного) еколого-обсерваційного моніторингу.

Дослідження антропогенних (штучних) екологічних об'єктів території міста, історія аерокосмічної думки в м. Києві передбачає апробацію нової методології – *екологічного києвознавства*, яке поділяється на:

- *історичне києвознавство* щодо літописної гідрографії (штучна та природна);
- *екооорографію* (релігійна та рекреаційна);
- *історичне природо- та ресурсокористування*;
- *історію забудови міста та її природних урочищ*;
- *історію трансформації біосфери (флори та фауни)*;
- *медико-екологічні проблеми*;
- *економіко-екологічне моделювання*;
- *історію інженерно-екологічної науки Києва*.

Проведемо відповідний еколого-києвознавчий моніторинг.

*Вода* – джерело життя і початок всього світу і зокрема антропогенного розвитку міста Києва. Перший фонтан у центрі Києва був облаштований у 1849 р. на нинішній Європейській площі губернатором І. Фундуклеєм. Сьогодні загальна

кількість фонтанів становить приблизно 90.

*Фонтани та бювети м. Києва* – штучні еколого-гідрологічні об'єкти міського середовища й окраса столиці України, які потребують окремого еколого-географічного вивчення. Вони є унікальними в системі антропогенного ландшафту, а їхнє екологічне призначення змінювалося часом, формою, видом, архітектурою під впливом історії розвитку міста.

Усі сучасні фонтани м. Києва мають таку класифікацію: *зрошувальні фонтани* (для газонів та клумб), *церковні фонтани-ківорії*, *фонтани-охолоджувачі перехожих* (улітку), *декоративні фонтани* (у приміщеннях громадських закладів), *фонтани-скульптури*, *питні фонтани (бювети) та питні фонтани на пляжах*, *історичні фонтани*, *фонтани-пам'ятки*.

До окремої категорії екогідрографічної штучної мережі належать *бювети*.

*Фонтан* – це складна інженерно-архітектурна споруда, яка працює за замкненим водяним циклом і містить загальну, гідротехнічну й електротехнічну частини. Традиційно сезон роботи фонтанів у столиці починається наприкінці квітня – на початку травня і триває до кінця жовтня.

Найпершим фонтаном у Києві вважається «Самсон» (інша назва – «Феліціан»), який розташований на Контрактовій площі. У давнину, ще за часів Київської Русі, на цьому місці був звичайний резервуар, куди стікала вода із сусідньої Андріївської гори через дерев'яні труби, які були зариті глибоко в землю.

До появи системи очищення води і сучасного водопостачання по трубах, кияни для отримання води користувалися джерелами підземних джерел і глибокими колодязями. Деякі такі джерела використовують і зараз. Найпопулярнішими з них є джерело св. Серафіма Саровського в Пущі-Водиці, джерела в Кучминому Яру (Солом'янський район) і на Сирці. Кажуть, у цих джерелах вода чиста і має цілющі властивості.

Серед джерел Києва є ще і священні, воду з яких використовують для хрещення і зцілення від хвороб. Вони розташовані на територіях монастирів Голосіїва, Китаїва, Подолу (Флорівському) та Києво-Печерській Лаврі.

У парку «Феофанія» та поблизу Свято-Пантелеймонівського жіночого монастиря можна знайти декілька цілющих криниць. Найвідоміша з них – цілителя Пантелеймона. Завдяки Старцю Іринарху вода із трьох джерел – Живоносного, Тихонівського та Пантелеймонівського – накопичувалася у Великому джерелі і вже звідти піднімалася по схилах пагорба до монастиря (рис. 4.23).



Рис. 4.23. Джерело у Феофаніському лісі

Надзвичайно цілющими є джерела у Феофанії. Відомий учений-біохімік О. Палладін любив відпочивати поруч із ними. На смак вода із трьох джерел відрізняється, але всі три види допомагають від багатьох хвороб, зокрема й від дуже важких захворювань.

На Подолі, у центрі Фролівського монастиря біля Вознесенського храму, є давнє цілюще джерело імені святих Фрола та Лавра. Воно виглядає як камінь, з якого тече чиста вода, що має жовтуватий відтінок через насиченість залізом.

Перші фонтани Києва були споруджені для потреб ченців та парафіян. На початку XVII ст. з'явився перший централізований канал водопостачання.

У 70-ті рр. XIX ст. Київська міська Дума започаткувала будівництво першого централізованого водопроводу Києва. Згідно з договором, «Київське товариство водопостачання» повинно було не лише спорудити водогін, а й установити фонтани в місті. На засіданні міської Думи 16 вересня 1871 р. були затверджені місця для двох перших фонтанів Термена – на Царській (сучасна Європейська) та Хрещатицькій (майдан Незалежності) площах. Пізніше затвердили місця для решти фонтанів: на Театральній площі, на Подолі біля Гостинного двору, на Михайлівській та Бессарабській площах. Першу трійку серії так званих «близнюків-фонтанів» встановили 1899 р.: біля Золотих воріт «Іван», у Царського саду (сучасний Маріїнський парк) та на Караваївській площі (сучасна пл. Льва Толстого). Решта фонтанів з'явилися в 1900–1901 рр. у сучасному Маріїнському парку та на Софійській площі.

*Фонтан «Моряк»* (або «Костянтин») з'явився приблизно 100 років тому на Бессарабській площі. Згодом, у 1912 р. «Моряка» замінили громіздким чавунним фонтаном. А після Другої світової війни на цьому місці встановили фонтан із гладкого червоного мармуру, який у народі назвали «Лотосом», квітку якого він нагадував. Незабаром перед Бессарабкою взялися будувати підземний перехід і водограй «Лотос» перенесли в парк за філармонією. Але з початком будівництва металевої арки «Дружба народів» – монумента до 300-річчя «возз'єднання України і Росії». І тільки в 1998 р. «Лотос» знайшов таки своє місце – перед входом до Пасажу, на Хрещатику, де досить органічно виглядає. Існував також фонтан у вигляді слона, що купався на місці сучасної арки «Дружба народів» до її будівництва.

У радянські часи значна кількість фонтанів розміщувалися біля універсамів та великих магазинах. Так, на Оболоні фонтани працювали біля сучасного супермаркету «Велика кишеня» (колишній Універсам № 3) на Оболонській площі (колишня Дружби народів), біля сучасного супермаркету «АТБ» (проспект Героїв Сталінграду, 2) та поруч, за адресою Героїв Сталінграду, 2а. Це фонтан із двох басейнових резервуарів. У занедбаному стані зараз недіючий фонтан біля кінотеатру «Братислава».

*Фонтани на головній площі міста.* У 60-х рр. на площі Калініна (Майдан Незалежності) збудували перший каскадний фонтан. Кожне десятиріччя фонтан змінював назву – спочатку до «1500-річчя Києва», згодом фонтан т. з. «Дружби народів». Після довгої реконструкції головна площа Києва у 2001 р. оновилася фонтанами. На парній стороні майдану споруджена алея фонтанів із шести малих і одного великого фонтана. На непарній стороні – пам'ятний комплекс Незалежності України, частиною якого став каскадний фонтан. Споруджений фонтан «Водяна куля» біля Національної музичної академії України (Київська консерваторія). Праворуч від «Каскадного фонтана» облаштували фонтан-монумент «Засновники Києва» (скульптор А. Куш).

До 2020 р. у Києві спорудили понад 90 фонтанів, найкреативніший з яких – фонтан бажань, встановлений на стіні готелю «Інтерконтиненталь», який розташовується на Михайлівській площі. 28 травня 2017 р. на озері Тельбін запущена унікальна (єдина в Україні) система аерації: сам фонтан зі світлодіодними світильниками та системою стереовідтворення звуку. Складна НТ-інженерна конструкція складається з компресорної станції, системи трубопроводів та восьми аераторів, які покликані врятувати озеро від поступового вмирання (заболочування). Відповідний фонтан є на Китаївських ставках.

Ексклюзивним є фонтан «Парасолька» на Оболонській набережній, зроблений із граніту з підсвічуванням, знаходиться в «Саду каменів». Цей зелений куточок столиці відкритий у 2011 р. до Дня Незалежності. Креативним втіленням став фонтан-карта м. Києва із дитячими скульптурами засновників міста: Кия, Щека, Хорива та Либеді (рис. 4.24).





Рис. 4.24. Фонтан засновникам м. Києва у картографічній інтерпретації

На відміну від старих, усі сучасні фонтани в Києві мають систему оборотного водопостачання. Це означає, що вода у фонтані ходить по замкнутому циклу, куди автоматично додається невеликими порціями, компенсуючи викликані випаровуванням і розбризкуванням втрати. Від цього фонтани в Києві стали більш економічними, але виникає проблема обробки води.

Всі сучасні фонтани Києва оснащені системою хіміобробки. Ця система, за нормальної експлуатації, гарантує дотримання всіх санітарних норм води в міському фонтані.

Київ не випадково називають ще містом питних фонтанів (бюветів).

*Бювети міста Києва* – це питні артезіанські свердловини різних водоносних горизонтів глибиною від 100 до 300 м. Кожен із фонтанів-бюветів має унікальну архітектурну надджерельну конструкцію (павильйон), яка не повторюється. У кожному районі м. Києва вже встановлено до кількох десятків таких бюветних павильйонів, які дають можливість усім бажаючим безкоштовно користуватися екологічно чистою водою (рис. 4.25).



Рис. 4.25. Бюветний комплекс біля Горіхуватських ставків, поруч із  
Голосіївською площею

За весь час існування системи бюветного водопостачання в Києві не було жодного випадку спалаху інфекційних захворювань, викликаних артезіанською водою. Артезіанська вода з бюветів рекомендована Міністерством охорони здоров'я України для пиття та приготування їжі, особливо для дітей і хворих. Створена інтерактивна карта бюветних комплексів м. Києва та інших штучних гідрографічних споруд (рис. 4.26).

Нині запроваджується тренд на приватні фонтани, які встановлюють у готелях, приватних садибах, із системою водоочищення, схожою на систему фільтрації у торговельних центрах. В одному з таких закладів – торговельному центрі «Глобус», що під Майданом Незалежності, є невеличкий фонтан, що став ще й «меценатом». Фонтанні комплекси у ТРЦ «Дрімтаун 1 та 2» відповідають еколого-географічній тематиці кожного атріуму (фойє). Цікавими за формами є фонтани в універмазі «Україна» та торговельно-розважальному центрі «Караван». Перед фасадами навчальних закладів та торговельно-розважальних закладів також улаштовують водограї як елементи ландшафтного дизайну.

*Фонтани та бювети* – штучні гідроекологічні об'єкти антропогенного ландшафту міського середовища. Вони покращують мікрокліматичні умови безпеки життєдіяльності та естетичний вигляд публічного простору. Особливе їх значення у





які є причиною зміни фігури і гравітаційного поля Землі, що викликають надзвичайні ситуації природного характеру.

Новітні екологічні загрози та небезпеки – це реальні складові географічної оболонки Землі, навколишнього природного та техногенного середовища, що взаємодіють на відповідних частотах геомагнітного резонансу і в залежності від значень його потенціалу впливають на довкілля, техносферу та соціокультурне середовище геопатогенно або геовітально. Зокрема це такі актуальні напрямки їх екологічного моніторингу: *еніологія* або еніогеографія (дослідження геоаномальних зон та їх вплив на біоту, аномальні аерокосмічні та метеорологічні явища та загрози, локалізовані землетруси). Наприклад, останнім часом українські сейсмологічні станції Інституту геофізики НАН України постійно, раз на місяць, фіксують коливання астеносферної оболонки в районі Київської агломерації. Прилади фіксують коливання земної кори від 2,3-4,1 бала за міжнародною шкалою землетрусів Ріхтера. З появою аномальних зон Беньофа можна говорити про деформаційні явища, викликані початком сейсмічної активності. Вони пов'язані з ростом Українських Карпат та великими розломами Українського щита. Потенційно ймовірно, що це є наслідком або причиною змін кліматичних поясів на території України та, певною мірою, синоптичних показників зимових температур.

Дослідження виконувалося в рамках комплексного пошукового вивчення «Наукові основи проекту «Атласна картоінформаційна система моделей оцінки впливу на навколишнє середовище м. Києва». В проекті застосовуються три головні напрямки організації еколого-геодезичних та картографічних досліджень: епістемологічні, трансформаційні та еволюційні.

В авторській розробці гіпергенезичної карти м. Києва, що була укладена у 2000 р., сформульовані космологічні закони та визначені передові космічні технології у моніторингу та прогнозі екологічних катастроф у м. Києві. Були використані наукові ідеї науковців Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова: Л.М. Маркіна О.Л. Гержева. Опрацьований науковий матеріал проф. М.П. Петрика, який вдосконалив уявлення про Всесвіт та внутрішню будову Землі у розрізі інформаційно-польової взаємодії геофізичної енергії та біогеоценозів. Значана увага приділена науковим польовим дослідженням геофізичних новітніх небезпек гепатогенних зон та природних аномалій вчених: І. Чуда, В. Ляшенка, П. Міхліна.

Сьогодні методологічно не сформульована теорія новітніх екологічних небезпек на території великого міста, не запроваджені технології астрономо-геодезичного, геологічного та еколого-картографічного моніторингу їх потенційного впливу на біоту та показники еколого-біологічної, економіко-соціальної та політико-географічної рівноваги існування цивілізації та людського простору. У методології екологічного обсерваційного моніторингу довкілля-простору не враховані питання еніології, уфології, геохронології та інших наукових напрямків неоекологічної теорії катастрофічних явищ та загроз. Завдяки чому вчені не можуть достовірно та своєчасно прогнозувати виникнення надзвичайних ситуацій та оцінити справжні наслідки для довкілля.

Для потреб широкомасштабного екологічного моніторингу із оцінки впливу на довкілля із залученням неоекологічних теорій та перевірки гіпотез, за

експериментальний полігон вивчення обраний м. Київ. Він є високоурбанізованим населеним пунктом із значною територією, де стикаються дві фізико-географічні зони (Полісся та Лісостепу), дві геолого-літологічні тектонічні структури (Український щит та розломи поліської геоморфологічної зони), формується місцевий синоптично-кліматичний макрорайон екстремальних явищ, спостерігається підвищення рівня показників геоелектромагнітного (природного та техногенного), гравітаційного та сейсмологічного потенціалу. Такі чинники, як забруднення повітря, ґрунтів, поверхневих та природних вод на території м. Києва, в т.ч. катастрофічне обміління р. Дніпро (за даними геопорталу Google Map Satellite) є загрозою для здоров'я людей. Залучення до наукового дослідження матеріалів вчених-аматорів, еколого-астрологічні карти, еколого-еніологічні картосхеми, плани міського геопатогенезу, підвищать рівні оцінки патогенного впливу на довкілля новітніх екологічних загроз та стають теоретичною основою (підмурку) формулювання спеціалізованої методології захисту.

Методологія організації еколого-геодезичних та картографічних досліджень є складовою формулювання авторського наукового напрямку еколого-природоохоронних та моніторингових досліджень – *екологічного києвознавства*, яке включає наступні галузі дослідження м. Києва: екологія довкілля та система природокористування міської топоніміки, атласне та картографічне вивчення трансформації міського простору Києва, астрономічні та навігаційні основи києвознавства, еколого-географічні, гідрометеоролого-синоптичні особливості довкілля м. Києва та їх вплив на розвиток екологічного туризму та екскурсійної рекреації. Значення даної парадигми представленої в статті закладає основи формулювання теорії новітніх екологічних загроз на території великого міста для потреб туризму, екскурсології та рекреації, тощо.

*Еколого-геодезичне картографування м. Києва* – це новітній напрямок спеціалізованого проблемного еколого-моніторингового картографування на основі астрономо-геодезичних та космогеодезичних баз даних високоточного вимірювання.

*Еколого-геодезична карта* – це геопросторова еколого-динамічна модель трансформації довкілля під впливом природних (астрономічних і геоїдальних) та техногенних чинників. Вона є основною (базовою) моделлю оцінки впливу на довкілля в *екологічній геодезії природокористування* та при *картографуванні надзвичайних ситуацій*. Інша її назва – *гіпергенезична (еколого-геодезична) карта*. Вона демонструє райони, місця, розповсюдження надзвичайних ситуацій геодинамічного характеру. У перекладі «*giper*» означає – «*надто*», «*genesis*» – «*походження*». На карті відображаються території з великим аномальним геофоном, що має ендоземне енергетичне походження. Мається на увазі візуалізація об'єктивних даних про характер та швидкість руху блоків земної кори під м. Києвом.

Шляхом вивчення руху земної кори в сейсмоактивних частинах міста можна отримати дані точного прогнозу сейсмічної екологічної небезпеки, в тому числі великих землетрусів, більш повільних деформацій, що дає змогу правильнішого розуміння тектонічних процесів.



Для проведення відповідного гіпергенезичного (еколого-геодезичного моніторингу) розглянемо відповідні практичні методи (рис. 4.27).



Рис. 4.27. Методика укладання карти

Одним із провідних методів в дослідженні є *супутниковий*. За даними *супутникового радіовисотоміра* визначається висота геоїда на даній місцевості. Потім дані порівнюються із *гравіметричними даними*.

За цими даними укладається *карта астрономо-геодезичних висот м. Києва* – основа гіпергенезичної карти міста.

Наступний метод, який застосовувався в моніторингу – *світлолокації Місяця*, що дає можливість вивчати динаміку руху земної кори. Сутність методу полягає у вимірюванні напрямків імпульсивними лазерними далекомірами до кутових відбивачів, доставлених на поверхню Місяця американським космічним апаратом. Визначається *Грінвіцький зоряний час* проходження відбивача через *місцевий меридіан*. Найбільш точні стаціонарні прилади дозволяють зафіксувати динамічні явища із Землі із середньоквадратичною похибкою 0,2 м.

Головним є *метод довгобазисної радіоінтерферометрії*. Його принцип дії такий: прийом синусоїдального радіосигналу з квазару здійснюється антенами 1 та 2 від випромінювача, значно віддаленого порівняно з довжиною бази між антенами. Це необхідно для того, щоб вважати напрями радіопроменів на нього з антен паралельними. Зрівняння фаз, прийнятих антенами сигналів, визначається час

проходження фронту хвилі від антен 2 до антени 1. Знаючи швидкість світла можна визначити довжину переміщення фронту хвилі з 2 в 1, а по ньому при відомій відстані між базами відповідний кут. За різницями прийому сигналу визначають рух земної кори. При цьому потрібно робити поправку за «хрест Ейнштейна» (гравітаційне лінзування), кривизну простору-часу та релятивістські космогонічні ефекти.

Після завершення усіх лабораторних камеральних обробок створюється проєкт *гіпергенезичної (еколого-геодезичної) карти* у масштабі 1 : 40 000. Нами розраховано, якщо землетрус у Карпатах більше 7 балів, то згідно *закону Гутеабєрга-Ріхтера*, час проходження сейсмічної хвилі від епіцентру землетрусу до м. Києва пройде за 1 хв. 2 сек.

З точки зору попередження відповідної надзвичайної ситуації природного характеру постає проблема проведення *моніторингу землетрусів у м. Києві*. Він проводиться на базі картоінформаційних технологій.

Укладена *гіпергенезична карта м. Києва* (рис. 4.28) демонструє сучасні рухи земної кори у горизонтальних та вертикальних напрямках. Створена на основі картографічного забезпечення «*Призрак*» – *геодезичної геоінформаційної оболонки моделювання сейсмо-тектонічної ситуації* на десятиріччя наперед. Це дозволяє запобігти масовим руйнуванням під час потужного землетрусу понад 7 балів.

Модель запрограмована таким чином, що в разі такого землетрусу, наприклад катастрофічного 10-12 балів, столиця України матиме значні матеріально-технічні втрати внаслідок провокування землетрусом похідних техногенних катастроф. Це руйнування київської греблі, вибухи технологічних систем забезпечення. Тому такі явища можуть спровокувати масштабну катастрофу.

*Гіпергенезична карта м. Києва* – фундамент розробки нової запобігаючої програми в разі подібних надзвичайних ситуацій. Місто Київ в територіальному плані на 2020 рік представляє щільно забудований антропогенний та техногенний ландшафт із невеликою часткою природних комплексів. А це означає, що в разі *надзвичайної ситуації еколого-геологічного характеру* центральною стане проблема ліквідації саме техногенних наслідків катастрофи. Наприклад, для міста розрахована верхня критична межа кількості поверхів у забудовах. Це максимум 16 поверхів. Зараз є споруди понад 30 та 45 поверхів. І це є небезпекою. Не кажучи вже про проблему гасіння пожеж на таких висотних рівнях.

*Карти геодинаміки м. Києва* повинні стати фундаментом всіх інженерних та будівельних робіт у м. Києві.

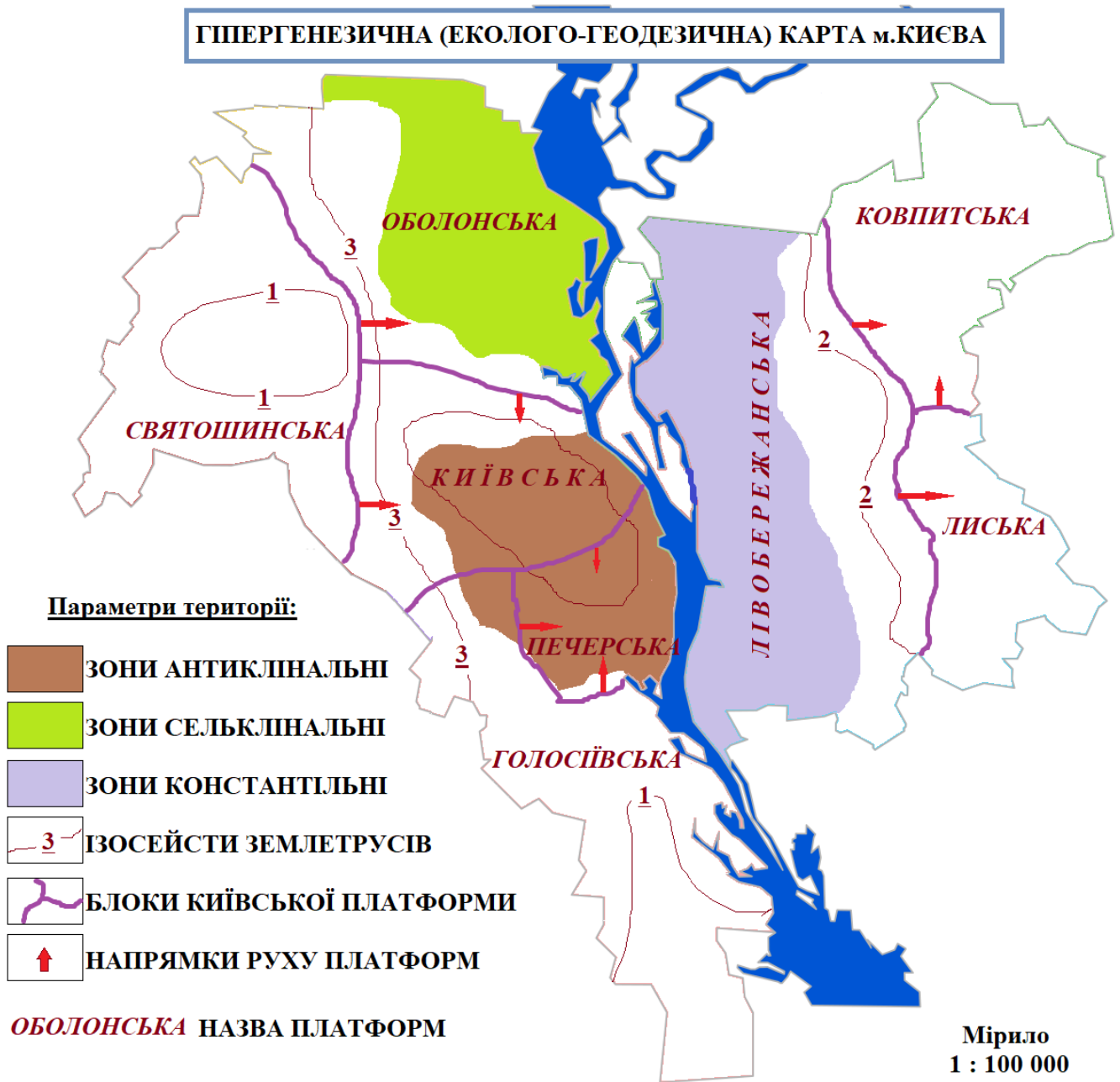


Рис. 4.28. Гіпергенезична карта м. Києва

*Сейсмічний комп'ютерний моніторинг* дає повну інформацію про дійсні природні явища, які спостерігаються з рухами земної кори. Використовуючи вище зазначені методи складається проєкт *сейсмічного моніторингу надзвичайних ситуацій* за допомогою технічних прийомів *космічної геодезії*. Метою ітерації є визначення координат точок місцевості та моделювання їхнього «*топографічного дрейфу*». За цим показником визначаються горизонтальні рухи астеносфери. Таким чином визначається *геодинаміка рельєфу Київської агломерації*.

Вищевикладені методи та їх застосування дозволяють забезпечувати корегування «*Генерального плану м. Києва*» із розширення міста, недопущення будівництва небезпечних інженерних конструкцій та споруд. Проєктування за технологією підвищеної сейсмостійкістю необхідно проводити на платформах м.

Києва з урахуванням аномалій магнітного, гравітаційного поля та регенерацією ендегенних процесів під астеносферою міста.

Результатом проведеного *картографічного аналізу* є візуалізація *природної сейсмічності міста*. Якщо топографічна маса міста не має ознак дії внутрішніх енергетичних сил планети, то необхідно брати до уваги *сейсмоконстантність території*, що спостерігається у м. Києві.

У м. Києві активно розвиваються ендегенні процеси, викликані тектонічними та техногенними вертикально-горизонтальними рухами Землі – формування «*чаши опускання*» м. Києва. У 2020 р. цей показник наближується майже до одного метра.

Створена *гіпергенезична (еколого-геодезична) карта* є картографічним документом запобігання у системі розробки програми екологічної безпеки м. Києва. Карта є керівним документом при виникненні катастрофи, за матеріалами якої необхідно проєктувати заходи ліквідації наслідків екологічного лиха.

#### 4.6. Моніторинг екологічних катастроф у м. Києві

В екологічній історії м. Києва можна знайти перелік природних та техногенних надзвичайних ситуацій та катастроф. Це війни, пожежі, землетруси, полярні сяйва, повені та епідемії, які фіксувалися в літописах, документах та картах періодично.

Зміна кліматичних поясів в Україні, абсолютне застарівання основних фондів промислових підприємств, надзвичайна кількість занедбаних промислових майданчиків закритих підприємств із неконтрольованим рівнем залишкових забруднюючих речовин, будівництво надвисокоповерхових конструкцій та споруд без урахування інженерного стану ґрунтів, гідрогеологічних умов створюють сумарну потенційну небезпеку та підвищують ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру.

Еколого-туристична та екскурсійно-рекреаційна діяльність у м. Києві до недавнього часу розповсюдження пандемії гострої респіраторної інфекції викликаной короновірусом COVID-19 була найбільш прибутковим видом економічної діяльності. Пандемія як різновид катастрофічних явищ стала новим фактором у потенційно-небезпечних обмеженнях відповідної сфери обслуговування містян та гостей столиці.

Науковою проблемою сучасної екологічної географії м. Києва є вивчення історії передумов виникнення екологічних надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, розробити класифікацію екологічних катастроф у м. Києві, провести геохронологічний та геопросторовий аналіз екстремальних явищ та інтерпретувати їх у вигляді спеціалізованої еколого-географічної карти. Призначення відповідної моделі знайде апробацію у системі генерального планування м. Києва, організації системи еколого-природоохоронних обмежень у транспортному, житловому та промисловому будівництві, туризмі, рекреації, екскурсійній справі та природозаповіданні.

Ландшафт м. Києва представляє собою трансформовані компоненти фацій, що змінені під впливом антропогенних навантажень. Фактично на території міста відсутні автохтонні компоненти природного комплексу. Навіть площі НПП

«Голосіївський» та інша переважна кількість об'єктів ПЗФ столиці є деградованими з точки зору геоботанічної, ландшафтно-грунтознавчої, еколого-природоохоронної цінності.

Найбільшою еколого-туристичною та природно-антропогенною дестинацією України є місто Київ. Атрактивними центрами муніципального туризму є природно-заповідні території та історичні місця. Він поєднує природно-територіальний комплекс та розгалужену мережу об'єктів природно-заповідний фонду.

Сучасною проблемою міста є безпрецедентна розбалансованість територіальної структури природного та антропогенного ландшафтів. Нещадно знищуються яри, урочища, сквери, старі дерева, які потребують санітарного нагляду та включення в перелік пам'яток природи міста. Втрачаються об'єкти рекреаційної спадщини столиці. Під ймовірність знищення підпадають історико-ландшафтні комплекси Батієвої гори, Протасового яру, зелений пояс Труханового острова та усього архіпелагу РЛП «Дніпровські острови».

Патогенним наслідком постає знищення біогеоценозів, зміна мікроклімату в бік підвищення метеорологічних показників парникового ефекту, катастрофічна концентрація CO<sub>2</sub> у повітрі міста, що вже має медико-географічні наслідки. Все це знижує туристичну та рекреаційну привабливість міста, перетворює урбаністичний простір столиці України у суцільні кварталні забудови. У плановому положенні відповідне будівництво є хаотичним, де гібридно поєднуються заповідні природні урочища НПП «Голосіївський» та хмарочосні комплекси у Мишоловці, Теремках, Китаєвому, Деміївці. Вони завдають непоправної шкоди навколишньому середовищу міста. Робота котелен, сотні квадратних метрів несанкціонованих сміттєзвалищ навколо будівельних майданчиків у природних зонах, псують краєвиди. Створюються перешкоди у ревіталізації територій, наприклад Почайнинської промзони в районі оз. Йорданського та Почайнинського меліоративного каналу неподалік однойменної станції кільцевої залізниці.

В результаті вищезазначених проблем місто втрачає свій еколого-туристичний, рекреаційний та екскурсійний потенціал, а мешкання у місті вже має деякі фактори екологічної небезпеки. Експерти вже зазначають, що життєдіяльність населення міста в повсякденних умовах характеризується екологічною катастрофою.

Це ставить під загрозу екологію довкілля міста та безпеку життєдіяльності населення, економічні втрати в галузі екологічного туризму та природоохоронних екскурсій. Насамперед це зменшення прибутків у бюджет міста від відповідної маловитратної сфери обслуговування, закриття малих туристичних фірм та екскурсійних бюро, що спеціалізуються на місцевих екологічних туристичних подорожах природно-заповідним фондом столиці України.

Наукове дослідження виконане у рамках докторського дисертаційного дослідження «Наукові основи управління екологічним моніторингом для оперативного визначення ризиків антропогенного впливу» (затверджена Вченою радою ДЗ «ДЕА» 14.12.2017 р., прот. № 13) та наступних науково-дослідних робіт: «Методологія обсерваційного моніторингу довкілля-простору» (2019-2020 р.) та «Методологія моніторингу екологічної безпеки туристичних подорожей та екскурсійної діяльності на території м. Києві» (2020 р.).



Викладений науковий доробок ґрунтується на авторських еколого-природоохоронних рекогносцивальних експедиційних дослідженнях природно-територіального комплексу реалізованих останнім часом.

Єдиного систематизованого наукового твору з питань історії, географії та екології надзвичайних ситуацій у м. Києві не існує.

Вишукування, що присвячені екологічним катастрофам у м. Києві описані у переважній більшості у літописних джерелах Н. Літописця, Радзивіловського літопису та монографії киевознавців: М. Берлінського «Краткое описание Киева, содержащее историческую перечень сего города, так же показание достопамятностей и древностей оного» (1820 р.), А. Муравйова «Письмо из Киева» (1859 р.), Л. Похилевича «Сказания о населенных местностях Киевской губернии» (1864 р.). Важливим джерелом даних стали київські газети періоду 1920-1990 рр.

В Україні розроблений національний класифікатор надзвичайних ситуацій та катастрофічних явищ. Але в масштабах мегаполісу не всі його компоненти присутні, а деякі поки що не знайшли свого місця в системі ранжувальних ознак небезпечених явищ навколишнього природного середовища. Це передусім аномальні аерокосмічні явища та загрози, еніологічні та еніогеографічні особливості території міського середовища, медико-географічні та нозологічні потенційно-небезпечні зони. Гіпотетично вони є джерелом екологічних небезпек, що провокують виникнення екологічних катастроф. Це необхідно перевірити шляхом геохронометричного аналізу вивчення історико-географічних джерел київських катастроф від найдавніших часів до сьогодення.

Інноваційним в дослідженні є розробка методології вивчення історії катастрофічних явищ на території м. Києва. При цьому алгоритм дослідження має різночасову геопросторову територіальну характеристику, яка залежить від зміни площі м. Києва у плині часу. Вивчається трансформація соціо- та еколого-культурного ландшафту під впливом природних та техногенних факторів: військових конфліктів, природних катастроф, епідемій, зміни статусу міста.

З точки зору екологічних наук вперше розроблена класифікаційна схема надзвичайних ситуацій та екологічних загроз й катастроф у м. Києві як мегалополісу, що перманентно трансформує природно-територіальний комплекс та перетворює міський ландшафт на ареал перманентних екологічних загроз. Відповідні загрози моделюються та прогнозуються картографічно із застосуванням технології геохронологічного оверлейного аналізу сучасних та стародавніх планів, карт, серії карт та атласів м. Києва. Відповідна методологія апробована в процесі експедиційних досліджень польового (полігонного) вивчення потенційно небезпечних екологічних об'єктів м. Києва із застосуванням геоінформаційних та аерокосмічних технологій.

Місто Київ має особливий ареал надзвичайних ситуацій та екологічних загроз які сформувалися історично та під впливом сучасних глобальних трансформацій навколишнього природного середовища геосфери планети. Класифікаційна схема автентичних екологічних катастроф м. Києва представлена на рис. 4.29. Складена на основі національного класифікатора надзвичайних ситуацій.

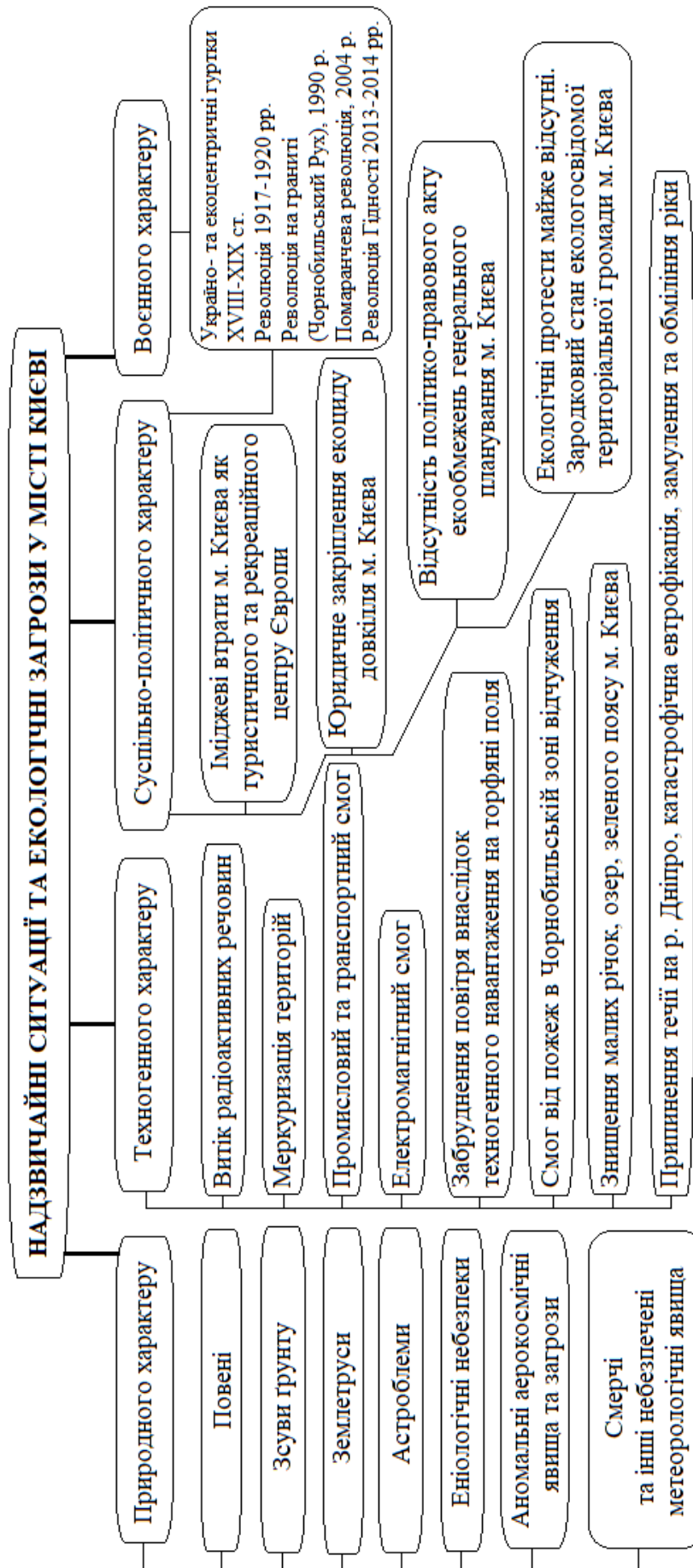


Рис. 4.29. Муніципальний класифікатор екстремальних явищ на території м. Києва.

Подамо історичний зріз задокументованих екологічних катастроф та надзвичайних ситуацій та їх територіальний розподіл. Найбільше описів в джерелах присвячено природним та техногенним надзвичайним ситуаціям від яких м. Київ потрапив найчастіше. Значна частина описів присвячена пожежам.

Печерські літописні патерики інформують, що у 1017 р. при великій пожежі в місті згоріло 700 будинків. Наслідком стала зміна системи розселення містян на суміжних до Старого Міста територіях: Перевісища – Євсейкової долини (сучасна Європейська площа), Києво-Подолу. Тоді не існували системи пожежного оповіщення та попередження, технічних вимог до поводження із вогнем. Особливо це стосувалося ковальських майстерень на території сучасних урочищ Гончарів-Кожум'як. Не менш важливий фактор пожежної небезпеки того часу було жертвне капище Велеса на Подолі та вогняне капище Сонця-Ярила на сучасні горі Киянці.

Про перше задокументоване аномальне аерокосмічне явище є у «Повісті Временних Літ» Нестора Літописця. Є такий запис: *«... в рік 6573 (1065 рік н.е.) було знамення на Заході, зірка велика з променями як би кривавими. З вечора сходилла вона на небо після заходу Сонця, і так було сім днів. Пізніше в Сетомль було знайдено істоту (ця річка протікала біля Києва, по луках Оболоні, впадала в річку Почайну). Її витягли рибалки в невід і розглядали його до вечора і знову кинули в воду. Був же він такий: на обличчі у нього були сороміцькі частини, а іншого не можна і сказати сорому ради. Перед тим часом і Сонце змінилося, і не стало світлим, але було як Місяць...»* (рис. 4.30).

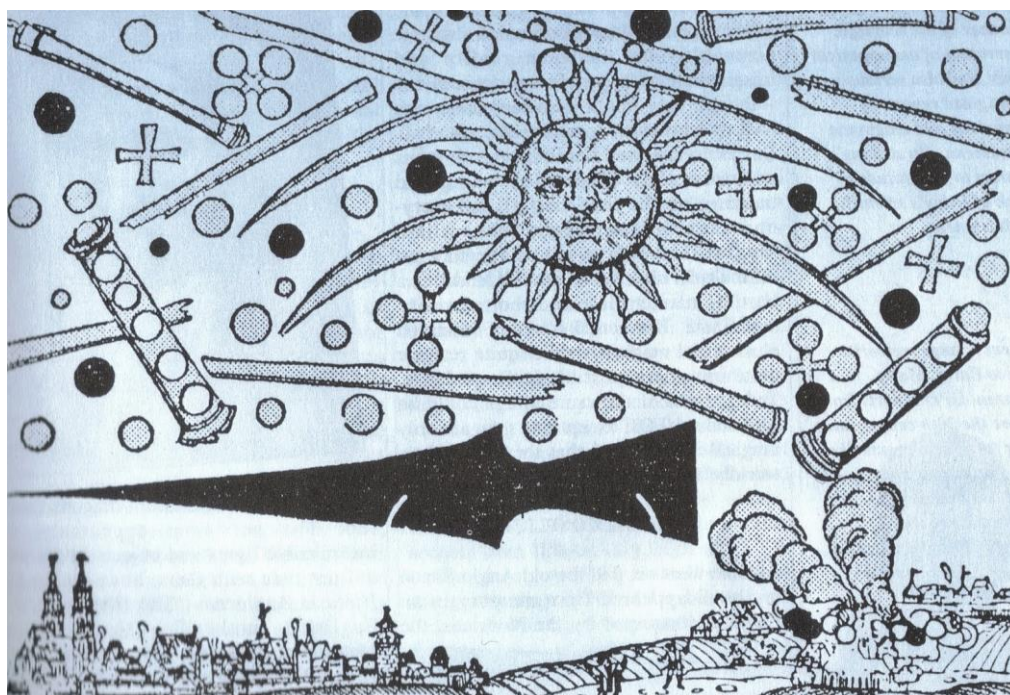


Рис. 4.30. Явище на Києвом 1065 р.

Медико-бактеріологічна надзвичайна ситуація у м. Києві сталася у кінці XI ст. Це була пандемія бубонної чуми, яка прийшла з Європи. У 1092 р. м. Київ був охоплений хворобою, від якої померло більше семи тисяч киян.

Відомо, що м. Київ знаходиться у переважно стійкій частині Українського кристалічного щита. Відповідна геологічна структура зазнає впливу руху тектонічних плит та розломів з боку Українських Карпат та гір Вранча у Румунії. Це тектонічне навантаження триває вже більше тисячі років. Це зумовлено ростом молодшої гірської країни карпатської зони складчастості. У історичних джерелах ми знаходимо, що у 1100 р. від м. Києва до м. Володимира Волинського спостерігався сильний землетрус. У матеріалах Печерських літописів є запис *«...ледве церкви встояли, а шкоди багато учинилося, хрести із бань попадали...»*.

Незвичане метеорологічне та сейсмологічне явище спостерігалось 5 лютого 1108 р. над Києво-Печерською Лаврою. З'явився «вогняний стовп» та був землетрус. Це надзвичайно налякало киян того часу. Сучасні еніогеографи відносять відповідне спостереження до другої документації аномальних аерокосмічних явищ та загроз у м. Києві.

Землетруси у м. Києві відчуються із не рідкою періодичністю. Кожен десятий з них є сильним або катастрофічним. Так, у вересні 1122 р. у м. Києві відчувався землетрус силою 8 балів. Зберіглися лише культові споруди та сакральні місця у природних урочищах. Ці місцини стали місцями першого паломництва та чудодійності. Це сучасні території масивів та урочищ Китаїв, Самбурки, Голосіїв, Церківщина, Кирилівські висоти, Старокиївська гора, лисі гори.

На початку XII ст. у м. Києві сталася друга величезна, надзвичайно сильна пожежа у липні 1124 р. Катастрофа тривала дві доби. Вона перетворила більшу частину міста на попил. На Подолі згоріло 600 будинків. У цьому ж році трапилося два землетруси та сонячне затемнення, що викликало жах серед киян. Кияни стали надзвичайно містичними та забобонними.

Майже через двадцять років в м. Києві у 1145 р. катастрофічна пожежа повторилася. Суздальський літопис стверджує, що пожежею було знищено пів Подолу. Це передмістя було переважно дерев'яним, одноповерховим. Верхнє місто – кам'яне, поверхове. Це й врятувало містян кварталу від знищення. Окремо Поділ навіть не входив до складу Києва. Він іменувався Києво-Поділом та мав свою окрему систему управління.

У 1224 р. зафіксовано появу над містом комети: *«...це була зірка надзвичайної величини, яка показувалася на Заході міста протягом тижня, освітлюючи небо яскравим сяйвом. У той же рік трапилася неслыхана посуха ... ліси, болота горіли полум'ям, клуби диму закривали Сонце, імла затягнуло повітря та мертві птахи падали на землю...»*.

У 1346 р. Київ був охоплений другою пандемією моровою язви (бубонної чуми), *«...від якої тоді майже все місто спорожнів...»*.

У 1424 р. у м. Києві зафіксовано третій спалах морової язви.

Запис про четвертий спалах морової язви датований 1603 р.: *«...у той час Київ та вся Україна була охоплена надто сильною моровою язвою, так й замок київський внаслідок пожежею був охоплений...»*.

У 1710 р. Київ повторно спіткала п'ята епідемія чуми.

У 1770 р. місто ледве вижило після шостої епідемії чуми. У місті з 20 тис. мешканців 4 тис. померло.

26 березня 1790 р. трапився сильний землетрус. Вистояли кам'яні церкви та монастирі.

27 листопада 1793 р. у м. Києві знову був землетрус.

9 липня 1811 р. серед доби трапилася катастрофічна пожежа на Подолі. Він увійшов у трійку наймасштабніших у ХІХ ст. Очевидцем трагічних подій став директор гімназії Я. Мишковський, який доповідав своєму керівництву наступне: *«...перед назгасаючим вогнем не змогло встояти ніякий кам'яний будинок, ні склеп, ні церква, хоча й криті залізом та були вимощені; погребі з залізними дверима та рамами, якщо мали хоча що небудь дерев'яне або самий малий отвір, вигоріли також. Протягом шістнадцяти годин поглинання незвичним полум'ям важлива частина м. Києва, що відома під назвою Поділ згорів. Це 1176 будинків, Духовна Академія із Братським монастирем, Грецький монастир, Флорівський монастир, 11 кам'яних церков та 4 дерев'яних приходських, оби дві пошти, Магістрат, Контрактний будинок та запаси різної деревини та інших товарів на березі ставали здобиччю вогню ... більша частина Подолу вигоріла, лише невелика Північна сторона за Нижнім Валом – вулиці Костянтинівська, Введенська та Волоська вцілилися...».*

Постраждали подоляни вимушені були тулитися у куренях на Оболоні. Серед них мешкав відомий проповідник протиерей Іван Леванда. Він писав до однієї своєї знайомої: *«... Ви дуже пам'ятаєте наш чудовий Києво-Поділ. Але тепер його не має. Його не існує. 9 липня його знищила страшна пожежа, не жалкуючи у ньому нічого при посусі, вітрі та плам'яному вихорі. Церкви, монастирі, будинки зруйнувалися в огні та потилі. Навколо жах, але вигляд Флорівського монастиря, після спалених до фундаментів келій, в яких загинуло 30 з лишком тіл монахинь та послушниць, які задихнулися та обгоріли, перевершували інші жахи...».*

Наступна надзвичайна ситуація трапилася вночі з 9 на 10 лютого 1821 р. протягом 15 хвилин був сильний землетрус.

У 1831 р. за свідками географа, історика та києвознавця Миколи Закревського (1805-1871 рр.), *«...у перший раз з'явилася у багатьох місцях Росії страшна хвороба Холера, проникла в Київ та призвела велике спустошення...».*

11 січня 1838 р. трапився землетрус. Ректор університету Св. Володимира М. Максимович, що мешкав на Печерську, згадував: *«...почувся дивний гул, що схожий на літній шум екіпажів по брукувіці. Дивлюся: на стіні у мене захитався, як маятник, портрет нашого приснопам'ятного професора Данилевича, а на столі моєму захитався великий підсвічник. Це продовжувалося біля трьох хвилин...».*

Річка Дніпро, окрім того, що була транспортною артерією від найдавніших часів та джерелом водопостачання міста постійно несла екологічні лиха та катастрофи. У 1845 р. повінь на Подолі повністю знищила будинки та був пошкоджений 451 дім. Рівень води в р. Дніпро склав 779 см.

Відсутність системи очищення та знезараження водогону спричиняла постійні спалахи черевних захворювань. Так, під час епідемії холери 1847 р., що продовжувалася до 1 серпня, померли 990 киян.

Через рік, 4 та 5 липня 1848 р. у місті йшов такий сильний дощ, що *«...Хрещатицька вулиця до того наповнилася водою, що між будинками*



*перервалося будь-яке сполучення; вода стояла у пів зросту людського...». Це вийшла з берегів р. Хрещата, що протікала по самісінькому центрі вулиці.*

6 червня 1849 р. трапилася сильна буря. Вона згинала та ламала хрести на банях багатьох церков, пошкодила багато будов, завалила паркани та вирвала з коренями фруктові дерева у садах.

У 1853 р. місто в черговий раз було охоплено епідемією холери: захворіли 1437 мешканців, з яких померли 813 осіб.

Були й аномалії з надзвичайними повенями, про що збереглися пам'ятні знаки на Подолі та Трухановому острові та на опорах київських мостів.

Аномальні метеорологічні та аерокосмічні явища та небезпеки періодично спостерігаються у місті. Увесь липень 1908 р. спостерігалось полярне сяйво, що було викликано падінням Тунгуського метеориту (30.06.1908 р.).

Після цієї аномалії 23 вересня 1908 р. трапився землетрус. Газета «Киянин» писала: *«...у величезному п'ятиповерховому будинку А.П. Слінко на Андріївському узвозі серед мешканців трапилася справжня паніка. Квартиранти, особливо із верхніх поверхів, в переляку повискакували та кинулися вниз, я вирішив, що будинок повзе та валиться. Один пан, що сидів за письмовим столом, явно відчував, як його та стіл декілька разів підкинуло, при чому двері та стільці стукали, шпалери тріщали, штукатурка дала тріщину...».*

До побудови Київської ГЕС 1968 р. та Великої кам'яної набережної на Подолі його постійно заливало. У весняну повінь 1917 р рівень води у р. Дніпро піднявся до позначки 785 см.

З 26 квітня по 10 травня 1931 р. трапився небувалий розлив Дніпра. 2 травня був зафіксований рівень води 853 см. Була затоплена вся прибережна смуга обох берегів Дніпра. На лівому: Труханів острів, Передмістна, Микільська, Кухмістерська Слобідки. На правому: Теличка, всі набережні вулиці та деякі райони Подолу до Кирилівської вулиці. Під водою виявилися Ігорівська, Андріївська, Борисоглібська, Ільїнська, Нижній та Верхній Вали, Ярославська, Щекавицька, Юрківська, Оболонська та Введенська вулиці. Про що свідчить гідрологічний історичний ландмарк на вулиці Юрківській 34-А, коп. А (рис. 4.31).



Рис. 4.31. Пам'ятна дошка про відмітку рівня води в 1931 р.

Для захисту промислових підприємств були зведені заслони висотою до двох метрів із цегли, щебеню, мішків із піском. На Подолі та Лівому березі у загальній кількості було знищено та пошкоджено 2700 будинків.

Техногенна катастрофа, що стала величезною за обсягами та надзвичайною за таємничістю трапилася 13 березня 1961 р. Прорвало земляну дамбу у Бабиному Яру. У повідомленні урядової комісії від 31 березня говорилося, що загинули 145 осіб та 143 доставлені до лікарні. Висота потоку рідкої земляної маси, рухалася зі швидкістю 5,16 м/сек., склала на окремих ділянках більше 10 м/сек. За 30 хвилин потік змив все, що було на його шляху. Було зруйновано 163 будинки (248 квартир), де мешкали 1228 громадян.

Значене коливання земної поверхні в районі м. Києва зафіксовано 4 березня 1977 р. Це був землетрус силою 3-4 бали. Спостерігалася паніка серед киян, але ніяких людських втрат не було. Але в багатьох будинках міста до теперішнього часу залишилися вертикальні тріщини, які навіть після шпаклювання знову з'являються (рис. 4.32). Вони визнані аварійними. Значна їх кількість розташована на Оболоні. Епіцентр, як завжди знаходився у горах Вранча Румунських Карпат.



Рис. 4.32. Стан залізобетонної стіни у будинку на Оболоні після землетрусу 1977 р.  
Фото 2020 р.

Планетарна техногенна катастрофа майже не знищила поселення на берегах Дніпра назавжди 26 квітня 1986 р. Тоді сталася Чорнобильська катастрофа у 130 км. від міста Києва. Напередодні над м. Буча спостерігалася гало у вигляді хреста. Це

перше задокументоване аномальне аерокосмічне явище на Київщині, що тоталітарна влада не мала змоги засекретити.

Значна паніка серед киян прокотилася 30 травня 1990 р., коли стався землетрус силою 4-5 балів за шкалою Ріхтера.

Останній значний за силою черговий землетрус силою 4 бали стався 27 жовтня 2004 р.

Зі зміною кліматичних поясів періодично спостерігаються аномальні метеорологічні та синоптичні явища, температурні «гойдалки», надзвичайна кількість твердих снігових опадів (квітень 2013 р.), смерчі на Оболоні (1995, 2000, 2010, 2019 рр.). Апогеєм аномальності став «холодний» період 2019-2020 рр. Вперше за 140 років метеорологічних спостережень у м. Києві не наступила зима.



респіраторної інфекції викликаной коронавірусом COVID-19. Оголошено надзвичайну ситуацію природного характеру медико-бактеріологічного походження. На два з половиною місяці із березня по червень у місті фактично була зупинена повноцінна робота громадського транспорту. Громадянам було заборонено без нагальних потреб виходити з дому. З часом карантин дещо послабили, але це призвело до другої хвилі пандемії, що розпочалася із жовтня 2020 р.

Укладена електронна карта ексклюзивних надзвичайних природно-техногенних ситуацій та екологічних катастроф м. Києва від найдавніших часів до сьогодення (рис. 4.33). Модель демонструє локалізацію повеней, техногенних аварій, небезпечних метеорологічних явищ, ізосейсти землетрусів.

Геохронологічний аналіз катастрофічних явищ довів, що м. Київ перманентно знаходиться у «жовтій» – потенційно-небезпечній зоні екологічної безпеки. Географічне, топографічне, гідролого-гідрографічне та геолого-літологічне розташування м. Києва визначається таким, що поселення територіально знаходиться у значній віддалені від епіцентрів можливих глобальних екологічних катастроф. Потенційна ймовірність локальних техногенно-екологічних ризик-факторів зменшені в рази. Наприклад, катастрофічні повені на Дніпрі. Але поряд з цим виникає техногенна небезпека гіпотетичної руйнації греблі Київської ГЕС, що будувалася як стратегічний військово-оборонний об'єкт на випадок Третьої світової війни. Її призначення – руйнування та ліквідація великим тиском об'єму води інфраструктури противника уздовж нижньої течії р. Дніпра.

Визначені основні компоненти системи екологічної безпеки м. Києва. Проведений хронологічний аналіз основних природних та техногенних катастроф у м. Києва починаючи з XII ст. до сьогодення. Відкриті нові сторінки екологічної історії м. Києва.

Відповідне дослідження доповнює тематичний зміст організації нових маршрутів екологічних туристичних подорожей м. Києвом, а саме – новим контентом про історичні особливості виникнення природних та техногенних загроз у м. Києві.

Необхідно зазначити, що розроблений історичний хронограф екологічних небезпек у м. Києві потрібно враховувати при генеральному плануванні антропогенного ландшафту міста.

Іншою новітньою екологічною загрозою є *космічні та аномальні космічні явища та загрози*, геопатогенні зони та аномалії, що викликають значну кількість катастроф у м. Києві. Необхідно визначити генезис та періодику екологічних катастроф у м. Києві.

Сучасний *прогноз екологічних катастроф* здійснюється за допомогою *математичного аналізу, космічних знімків та обґрунтування отриманих даних космологічними законами*. Це *новітня задача* у дослідженні генезису катастроф. Бажано виявити, як впливають процеси в космічному просторі на розвиток планети у цілому та з'ясувати кореляцію між енергетичним балансом планети та періодичністю катастроф у м. Києві.

Зосередимо увагу на *космологічному червоному зсуві*. З наукової точки зору задача дослідження космологічного зсуву обумовлена багатьма факторами: точністю вимірювання космічних об'єктів та відстані до них. Звичайно, що *невидимі*



чорні діри змушують підвищити точність вимірювань, використовувати інтерферометри типу *Merlyn*.

*Космологічний червоний зсув* – це зсув ліній у бік довгих хвиль у спектрі, який отриманий від далекого космічного джерела. Обираємо для м. Києва з каталогу галактику. Вибір узгоджується із співвідношення різниці прийнятої і випущеної довжин до випущеної довжини хвилі із Головної астрономічної обсерваторії у Голосіїві. Якщо лінія водню Лайман-Альфа з довжиною хвилі  $\lambda_1 = 1216 \text{ \AA}$ ,  $\text{\AA}$  – астрономічна одиниця на довжині хвилі  $\lambda_2 = 4864 \text{ \AA}$ , то червоний зсув Галактики  $Z$  дорівнює:

$$Z = \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_2} = \frac{4864 - 1216}{1216} = 3 \quad (4.1)$$

З цього виразу робимо висновок, що чим вище число  $Z$ , тим простір-час на даній ділянці (м. Київ) *алотронічний*. Це тягне за собою ймовірність космічних катастроф на рівні 0,3-0,4 за розподілом Гауса. Це може проявлятися у вигляді частих метеоритних дощів та зоною постійної перегелізації небезпечних космічних об'єктів. Для Києва показник  $Z = 3$ . Ймовірність таких явищ невелика, від 0,1 до 0,3 одиниць розподілу за Пуасоном.

*Червоний зсув* називають ще *ефектом Доплера*. Знаючи червоний зсув  $Z$  визначаємо швидкість відліту NGS 1365. Якщо швидкість невелика порівняно зі швидкістю світла, то це можна представити у вигляді формули:

$$V = c * Z = 300\,000 \text{ км/с} * 3 = 900\,000 \quad (4.2)$$

У даному випадку  $Z > 1$ . Це означає, що швидкість NGS 1365 пов'язана із більш складним процесом, зв'язаним із *кривизною простору-часу*.

*Кривизна простору-часу* зв'язана з гравітацією або зі зміною щільності просторової космічної речовини. Щільність речовини Сонячної системи галактики Чумацького шляху (рукав Оріону) дорівнює  $10^{-29}$  до  $10^{-31} \text{ г/см}^3$ .

При червоному зсуві розраховуємо відстань до NGS 1365, застосовуючи закон Хаббла:

$$V = H_0 * r \quad (4.3)$$

$H_0$  – постійна Хаббла та дорівнює  $75 \text{ км/(с * Мпк)}$

Використовуючи дані для галактики М 104 (бачимо у зимні місяці на небосхилі широти м. Києва):  $\lambda_1 = 21 \text{ см}$ ,  $\lambda_2 = 21,2 \text{ см}$ , то червоний зсув галактики  $Z$  дорівнює:

$$Z = \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_2} = \frac{21,0 - 21,2}{21,2} = -0,01 \quad (4.4)$$

$$r = \frac{V}{H_0} = \frac{C * Z}{H_0} = \frac{300000 * 0,01}{75} = 40 \text{ Мпк} \quad (4.5)$$

*Мпк* – мегапарсек, парсек, одиниця вимірювання в *астронометрії* та дорівнює часу, що проходить світло за один астрономічний рік.

*Червоний зсув є мірою часу катастроф для даної території планети звідки спостерігається. Дані, які підраховані вище компонується в єдиний закон виникнення та циклічності катастроф Герцишпрунга-Рессела.*

Для м. Києва за результатами спостережень галактик М 104 та NGS 1365 розрахована періодичність природних катаклізмів, яка має середньостатистичне значення 10,9 років.

Таким чином періодичність екологічних катастроф для м. Києва становить біля двох тисяч років. Це підтверджено археологічно київським дослідником В. Хвойком на стоянці Кирилівській на Подолі. Були знайдені докази сильного землетрусу, що зруйнував місто, яке існувало на території сучасної столиці України. Також ця теорія підтверджує *гіпотезу циклічності цивілізації* на нашій планеті.

За даними наукових досягнень в області *позагалактичної астрономії* та *космогонії* отримуємо математично обґрунтований модельований синусоїдальний час періодизації виникнення катастроф. Треба зазначити, що відповідна теорія надзвичайно ефективна при прогнозуванні цих процесів у *моніторингу впливу гравітаційного випромінювання на екологічні катастрофи у м. Києві*. Це дозволяє виявити взаємозв'язок між обміном енергії планети та енергетичним балансом довкілля-простору із часом.

*Космологічні закони*, за якими визначені для м. Києва період екологічних катастроф та напруга земної кори є *інноваційним у динамічній геодезії*, а також при *картографуванні нетрадиційних надзвичайних ситуацій природного характеру (космічного тенецу)*.

Застосування космологічних законів в наукових дослідженнях набагато менші ніж *передові космічні фотограмметричні технології*. Їх застосування є на зародковому етапі, у зв'язку з накопиченням нових фактичних даних про геофізичні особливості сейсмічно активних зон земної кори. Вивчення їх динаміки за допомогою високочутливої геофізичної апаратури визначає кореляцію зі станом здоров'я людей на визначених територіях.

Відповідні дослідження мають за мету виявляти тісні зв'язки між станом здоров'я людини та локалізацією *геоаномальних зон*, функціонування біогеоценозів м. Києва. Визначення на їх території аномальних значень теплового, гравітаційного, електромагнітного поля та радіаційного випромінювання.

Основними джерелами енергетичних випромінювань є *ендогенні* (з надр Землі) та *екзогенні* (з Космосу). Вважаємо, що біосфера нашої планети має єдине енергетичне поле із своєрідною структурою та такими головними складовими енергетичних випромінювань, як електромагнітні, електричні, теплові, інфрачервоні, надвисокочастотні поля. Регулятором взаємодії живих організмів з енергією навколишнього простору є *енергетичні оболонки*, що оточують всі живі й неживі об'єкти матеріального світу.

Використовуючи *космологічні закони* та *космічні технології* (космічні знімки, дані дистанційного зондування) складаються *геоенергоаномальні карти м. Києва*. Таким чином створюємо *прогнозні геопросторові моделі екологічних катастроф* за даними визначення *енергетичного потенціалу території м. Києва*.

*Геоенергоаномальні зони* поєднані з геологічними аномаліями. Це розломи, тріщини в земній корі, ділянки значної концентрації напружень високих теплових потоків з надр Землі, карстові підземні порожнини, підземні потоки, рудникові штольні, родовища металів.

За своєю формою *геоенергоаномальні зони* поєднуються із *геоекологічними аномаліями*. Це смуги, лінії (лінеamenti) та кільцеві утворення різного діаметру. Найдовші з таких смуг або лінеamentів дешифруються на космічних знімках м. Києва.

Згідно з результатами досліджень за допомогою *передових космічних програмних засобів*: SarSAT, UniSat, UfoSAT, *геоенергоаномальні зони визначені в системі геодезичних координат*.

*Геоенергоаномальні зони* відіграють надзвичайно важливу роль. По-перше, це канали вертикального перетікання електромагнітної енергії в системі «*літосфера – атмосфера-Космос*». По-друге, як канали перетікання речовини із глибинних зон Землі до її поверхні. Контроль за цим явищем – *сейсмічний екологічний контроль* на Печерську проводить Державне космічне агентство України. По-третє, як регуляторний механізм у розрядці тектонофізичних напружень шляхом електромагнітного перевипромінювання надлишку енергії в атмосферу та іоносферу. Останнє, зокрема, підтверджується тим, що над *геоенергоаномальними зонами земної кори* спостерігаються ділянки особливих *екоенергетичних і метеорологічних збурень* в атмосфері.

Дослідженнями встановлено, що в *геопатогенних зонах* мають місце негативні процеси: нерівномірні осідання будівельних конструкцій, підвищена корозійність трубопроводів та інші фактори. Особливо небезпечними є ділянки, розташовані в місцях перетину гепатогенних зон кількох напрямків. Слід зазначити, що місця для будівництва таких споруд як, Чорнобильська, Рівненська та Хмельницька АЕС були обрані проектувальниками невдало. Адже ці станції споруджено саме там, де перетинаються гепатогенні лінеamenti.

Іншим методом виявлення *геоенергоаномальних зон* є аналіз даних космічного дистанційного зондування. Такі зони виявлені і на території м. Києва. На космічному знімку м. Києва та прилеглих територій вдалося розпізнати два довгих лінеamenti, що перетинаються у вигляді літери X та три концентричні кільцеві зони. Такі структури видно на космічних знімках решти території України, а також інших країн. Це так звана сітка Хартмана.

Центр складної сітки *кільцевих геоенергоаномальних зон* розташований на *горі Клинець*, поряд зі *Старокиївською горою*. Проблема енергоаномальних зон м. Києва потребує подальшого дослідження. Ймовірно, що гепатогенними є не всі кільцеві зони, а лише їх сегменти. Більш повно гепатогенні зони представлені на карті І. Чуда та карті аномалій В. Ляшенка [21].

Деякі аспекти знайшли своє відображення в *еколого-астрологічних картах м. Києва*. За їх допомогою, на думку еніологів, можливо визначати часові

характеристики *потенційних природно-техногенних небезпек*. До переваг цих *еколого-астрологічних карт* можна віднести те, що це саме карта, а не схеми міста. Вони виконані фахівцями-картографами на базі топографічної картооснови Києва. Це дозволяє з високою точністю поєднувати геоінформацію кожного окремого явища природи з енергетикою міста і оцінювати їх резонанс.

Після ретельного аналізу карт Києва, визначена гора Дитинка як центр кола, що височіє посеред урочища Гончарі-Кожум'яки. У карті дається досить докладний опис районів Києва, настільки, наскільки це можливо в рамках даного видання. Показані деякі загальні моменти, які характерні для прояву енергетики на місцевості, а також на деяких можливостях професійного використання цих карт.

Звичайно, що дана інформація може бути виключно рекомендаційною та такою, що науково популяризує питання вирішення *проблем екологічної безпеки Києва*.

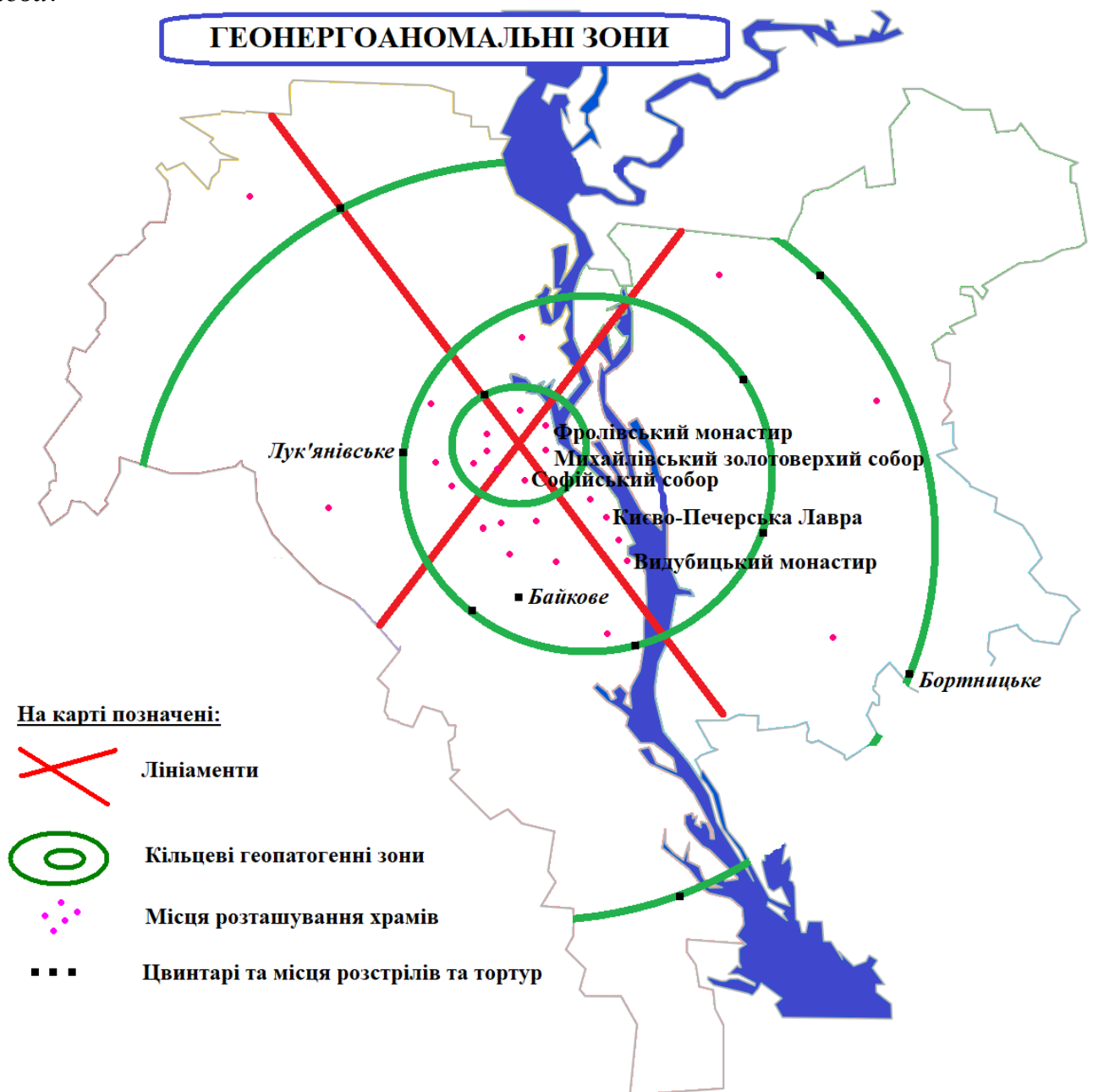


Рис. 4.34. Карта геоенергоаномальних зон м. Києва

На картах дається досить докладний опис районів Києва, настільки, наскільки це можливо в рамках даного видання. Показані деякі загальні моменти, які характерні для прояву енергетики на місцевості, а також на деяких можливостях професійного використання цих карт. Звичайно, що дана інформація може бути виключно рекомендаційною та такою, що науково популяризує питання вирішення *проблем екологічної безпеки Києва*.

Визначений вплив гепатогенних геологічних зон на трансформацію довкілля-простору. Укладена карта геоенергоаномальних зон м. Києва із візуалізацією концентричних гепатогенних кіл (рис. 4.34). Запропоновані теоретичні аспекти виникнення гепатогенних зон та розташування на них потенційно небезпечних об'єктів.

У першій чверті ХХІ ст. *екологічні космогеодезичні дослідження* набувають пріоритету у будівництві. Дані *космології, екогеографії і геодезії* формують новий науковий напрямок – *космокодезію*.

Новий напрямок у прогнозі катастроф дозволяє зробити конкретний та точний прогноз. Він ґрунтується на моделюванні за даними статистичного аналізу. В майбутньому це стане документом, застосовуючи його можна укладати детальні плани місцевості, застосовуючи *космологічні закони* та картографічні технології, стануть в нагоді будівельним та проектним організаціям. Вони акумулюватимуть геоінформацію про екологію, геологію, геофізичні поля, знання про важливі при розплануванні відповідальних інженерних споруд та конструкцій систем життєзабезпечення суспільства та територіальної громади м. Києва

#### **4.7. Туристсько-краєзнавче та еколого-екскурсійне рекогностування вулиці Оболонська набережна міста Києва**

Променадні пішохідні рів'єри є особливо популярними місцями із туристською привабливістю у світі, а особливо у Європі. Це Лазурна Рів'єра на південно-східному узбережжі Франції, Ядранська та Будванська Рів'єра на Балканах, що простягається суходолом від Чорногорії до Хорватії, Юрмальська Рів'єра у Балтії (Латвія), Венеціанська, Генуезька та багато інших. Із середини 2000-х рр. відповідний популярний статус набуває Оболонська Набережна або Києво-Оболонська Рів'єра. До речі *рів'єра* – це вузька полоса суходолу, що простягається на багато кілометрів уздовж акваторій річок, озер чи морів, на якій розташовуються популярні розважальні, рекреаційні та туристські об'єкти із розгалуженою мережею організацій дозвільних, готельно-ресторанних та екскурсійних послуг.

З точки зору краєзнавчої науки Оболонська набережна є малодослідженою та маловивченою (рис. 4.35).





Рис. 4.35. Панорама вулиці Оболонська Набережна

Значна кількість скульптурних пам'яток виникає і зникає хаотично, але це не зменшує її туристський потенціал. Виникає нагальна потреба комплексного історичного, географічного, топографічного та екологічного вивчення вулиці з метою каталогізації, картографічної реєстрації та створення рентабельного бізнес-продукту – туристської карти вулиці, основне призначення якої стане – проектування нових ексклюзивних екскурсійних маршрутів набережною.

Інформація про об'єкт дослідження представлена в основному популярними Інтернет-публікаціями на краєзнавчих сайтах «Захоплююча Оболонь», «Захоплюючий Київ», Інтернет-журналі «Моя Оболонь» та авторськими туристичними путівниками М. Кальницького та В. Киркевича «Семь прогулок по столице Украины» и «Прогулянка Києвом: історія, пам'ятки, поради туристу». Інформацію про археологічне минуле місцевості можна знайти в працях А. М. Шовкопляс, де висвітлюються унікальні пам'ятки давніх та ранньосередньовічних слов'ян на території долини р. Дніпро Оболонського району. Також до аналітичного матеріалу необхідно залучати художні твори про місцевість, а саме картини В. Тітуленка «Вечір на Оболоні», «Знову квітнуть каштани», С. Светославського «Розлив Дніпра на Оболоні», де зображені урочища, що були на місці сучасної рів'єри.

Оболонська набережна з точки зору історичного та географічного краєзнавства, залучення об'єктів набережної в міський туристичний та рекреаційний простір вивчена недостатньо. Досі не складено жодного детального плану розташування об'єктів історико-культурної спадщини, не виявлено прокладених

туристсько-екскурсійних маршрутів, не знайдено повного опису дизайну природного та урбаністичного ландшафту.

На сьогодні не створений фотокаталог із координатною привязкою пам'яток історії та культури вулиці: ексклюзивні будинки, культові споруди, мистецькі інсталяції, пам'ятники та скульптури, орієнтаційні (навігаційні) споруди.

Відсутній систематизований узагальнюючий картографічний матеріал, який необхідно імпортувати до туристичних та краєзнавчих геопорталів GoogleMap, GoogleEarth, OpenStreetMap, WikiMapia тощо з метою популяризації та розширення туристичної привабливості і масштабування краєзнавчої вивченості території столиці України.

Необхідно розробити методикау історико-краєзнавчого рекогносрування туристичної вулиці, алгоритм складання пікетажного рекогносрувального журналу і розробити сам журнал, виходячи з того, що дослідження туристсько-краєзнавчої топографії вулиці Оболонська набережна м. Києва є спеціалізованим краєзнавчим дослідженням, що включатиме польові історико-географічне та екскурсійно-краєзнавче рекогносрування місцевості, визначення архітектурних стилів споруд побутової та культової архітектури, аналіз фотографічних та художньо-ілюстративних матеріалів. Результат наукових досліджень – це складання картосхеми розміщення історико-культурних, еколого-рекреаційних та туристських об'єктів вулиці.

На території міста Києва нараховується 1483 вулиці, 425 провулків, 32 проспекти, 54 площі, 19 бульварів, 13 узвозів, 2 тупики, 5 доріг, 11 шосе, 2 алеї, 8 проїздів та 3 набережні: Дніпровська, Русанівська та Оболонська. Всі три є туристично і рекреаційно привабливими територіями.

Оболонська набережна є наймолодшою і найбільш сучасною з точки зору кількості пам'яток історії, мистецтва, архітектури та скульптури. Сучасну назву набережна отримала у 2003 р., хоча побудована була у вигляді семиметрової захисної протипаводкової дамби у 1970-х рр. Проект організації і впорядкування території природного та антропогенного ландшафту був затверджений у 2000 р. На той час набережна була захаращена будівельним і побутовим сміттям, береги заток Наталка та Оболонь у переважній більшості були недоступними до масового відпочинку: великі скупчення каменів, база розгрузки щебінки, труби насосних станцій тощо (рис. 4.36).



Рис. 4.36. Захарщений пустир на місті набережної у 1980-1990-х рр.

Оболонська набережна є пішохідною трасою на двох ярусах та двох розгалуженнях, закріплених навколо ур. Наталка доріг. Верхній ярус пролягає безпосередньої на протипаводковій дамбі від вул. Прирічна біля ансамблю Покровського собору. До нижнього ярусу із залізобетонною набережною, яку омивають дніпровські води, веде пандусовий узвіз, який переходить до широкої прибережної зони та шляхопроводу, який прямує до парку «Наталка». Завершенням набережної вважається фонтан саду каменів неподалік Московського мосту. На сьогодні, загальна протяжність складає понад два кілометри. Хоча до простору набережної також можна додати маршрут, який веде на Північ уздовж затоки Собачее Гирло до повороту, що прямує затокою Верблюд (Лукове) біля тупика тролейбусного кільця на вул. Північній. Загальна довжина еколого-туристичного маршруту сягає чотирьох кілометрів (рис. 4.37).

Дослідження необхідно проводити із Півночі на Південь за методиками туристсько-краєзнавчого рекогносчування топографії місцевості. Для реалізації відповідного дослідження необхідно розробити відповідну методику і термінологічний апарат, яким будемо маніпулювати.

*Рекогносчування* – визначення німецького лінгвістичного походження «*rekognoszierung*», від лат. «*recognosco*» – оглядаю, обстежую. Це методика експедиційного (польового, топографічного) візуального, описового, картографічного (у середовищі відкритих геоінформаційних систем, на кшталт Maps.Me) та інструментального за допомогою супутникового навігатора чи гаджетододатку GPS Status Professional визначення географічної локалізації унікальних об'єктів природних ландшафтів та міського середовища, що мають значний потенціал можливості включення у рентабельні (економічно вигідні з точки зору фінансового обґрунтування) екскурсійно-туристські маршрути.



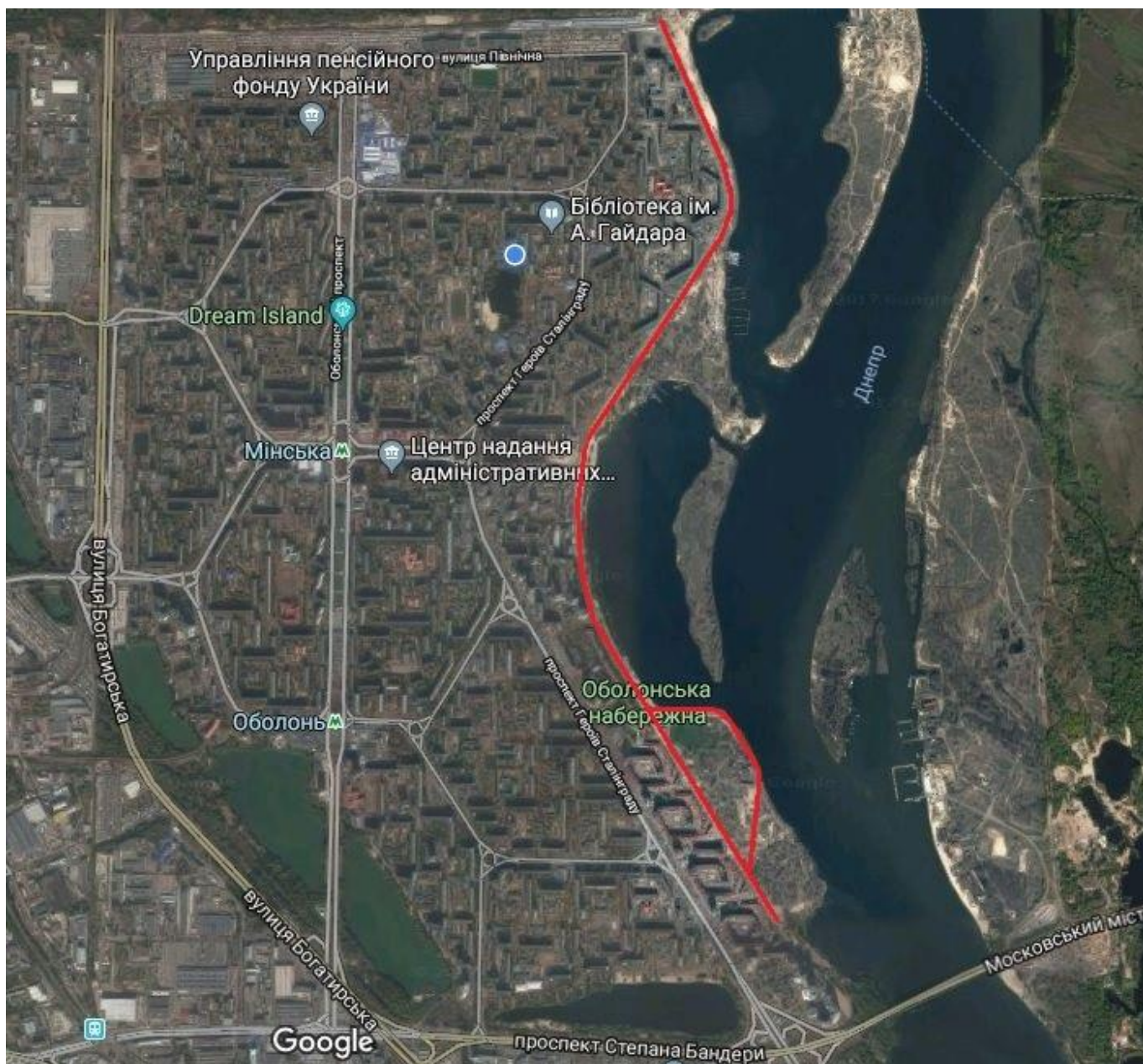


Рис. 4.37. Вулиця Оболонська набережна на космогеопорталі (червонною лінією показаний маршрут рекогностування екотуристичної стежки)

Ширина рекогностувального маршруту (пикетажного журналу) дослідження Оболонської набережної коливається від 10 до 100 метрів від осової лінії набережної (її центру) і призначається для охоплення всіх без виключення інсталяцій та інших об'єктів арт-мистецтва, а також організацій сфери дозвілля та обслуговування.

Початковим (вихідним або реперним) пунктом туристсько-краєзнавчого і передеккурсійного дослідження топографії Оболонської набережної є ансамбль Покровського собору, до якого веде Дорога до Храму, яка є офіційним входом на вул. Оболонська набережна. Зустрічають на цій Дорозі до Храму статуї євангелістам: справа Марк та Матвій, зліва – Лука та Іоана.

Соборний ансамбль почав будуватися у 1993 р. за проектом В. Ісака та І. Авдєєва, однак незабаром будівельні роботи були припинені, оскільки початковий проект не відповідав традиційній формі православного храму.

Перша Літургія із закладанням наріжного каменю та хресту була відслужена на свято Покрова у 1993 р. Закладний хрест не завжди був на одному місці. З 1993-2005 рр. від розташовувався безпосередньо у дороги Оболонської набережної, потім був перенесений у подвір'я соборного комплексу, де знаходиться по теперішній час.

У 1994-1996 рр. силами прихожан під керівництвом настоятеля Покровської парафії протоієрея Миколи Терещука, без участі професійного архітектора, поруч з недобудованою церквою спорудили так званий Малий Покровський храм (сучасна церквадзвіниця). Він був освячений восени 1996 р. Блаженнішим Митрополитом Володимиром (Сабоданом). 17 ікон для храму надала Київська митниця. У 1995 р. храм був освячений архієрейським чином. Церква-дзвіниця була сильно перебудована. У період 1995-2015 рр. вона мала вигляд трьохярусної церкви з металевою сріблястою цибулястою банею російського архітектурного стилю.

У серпні 1997 р архієрейським чином освячено місце під будівництво Покровського собору і розпочато будівельні роботи, які були завершені у 2016 р. У збудованому соборі влаштовані 4 престоли: в честь Покрова Божої Матері, Свт. Миколая, Св. Блгв. кн. Олександра Невського і Мч. Віктора. До речі в церковній архітектурі кількість бань відповідає кількості престолів храму.

На 2021 р. повний комплекс сакральних споруд складається із власне п'ятибаного собору у неовізантійському стилі, церквидзвіниці у шатровому готичному стилі, каплиці-хрещальні, надбрамних та мурових церковних бань. Мури собору та дзвіниці прикрашені мозаїками на біблійну тематику.

Каплиця-хрещальна взагалі виникла випадково. Її були вимушені збудувати з великої бані, що повинна була стати центральною конструкцією Покровського собору, але не підійшла за монтажними параметрами і архітектори вирішили поставити баню на колонні основи і перетворити її на хрещальну каплицю.

На Оболонській набережній, біля Покровського храму, щорічно в день Богоявлення (Водохрещтя) проводиться освячення вод Дніпра.

Поряд із культурною спорудою на похилій частині набережної локалізовані три геральдичних мурала (рис. 4.38): Національного Прапора України та Етнонаціонального прапора кримсько-татарського народу із зображенням Гербу кримських татар «тарак-тамги», які були написані у період двох літніх періодів поспіль 2014-2015 рр. 17 червня 2017 р. був намальований третій і найбільший прапор-мурал Європейського Союзу. Нижче муралів розташовується рекреаційна пляжна зона набережної, яка у вечірні часи перетворюється у простори релаксу із мозаїки пуфів для відпочинку, що улаштовані найближчими кав'ярнями та ресторанными закладами. Протягом 2003-2012 рр. тут проводився міжнародний арт-фестиваль скульптур з піску.

Уздовж ресторанных закладів на верхньому ярусі можна знайти інсталяції героїв національного фольклору та епосу: Котигорошку (у літописах – Добрині Микитовичу Кожум'яці) з булавою, який перемиг Змія Горинича та золотій рибиці, що виконує бажання. Є скульптура родині собак ретриверів із постаментним написом: «Собаки – кращі за нас: цінують вірність і ніколи не забувають тих, кого



люблять». Остання арт-інсталяція «Пам'ятник Сонцю» або «Людина, що світиться», встановлена у 2016 р. (рис. 4.39).

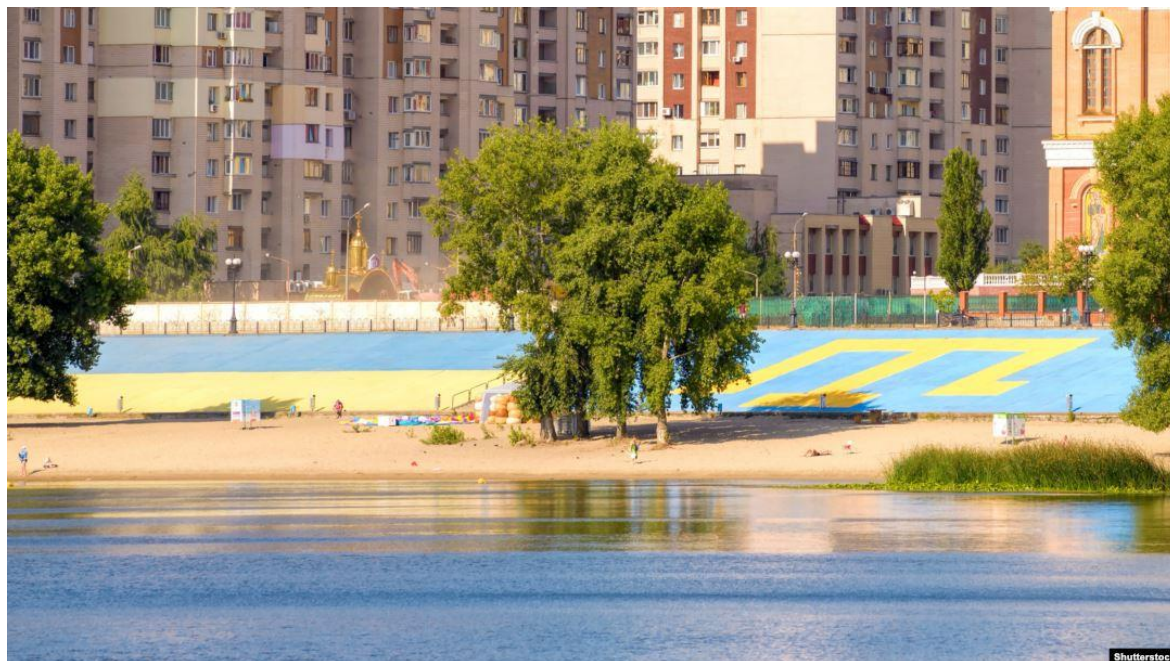


Рис. 4.38. Геральдичні мурали на дамбі Оболонської набережної



Рис. 4.39. Зоологічні скульптури Оболонської набережної

В даній частині вулиці знаходяться два архітектурних доміканта набережної та усїєї північної частини столиці – це хмарочоси-близнюки, що є віддаленими копіями башт-близнюків у Нью-Йорку, що зруйновані терористами у версеня 2001 р. Вони були збудовані на честь цих відомих американських будівель. Неподалів від башт-близнюків знаходиться будинок із муралом, що демонструє алтарний комплекс собору Св. Софії м. Києва. У подвіррі хмарочосів на стіні встановлена меморіальна пам'ятна дошка Заслужному будівельнику України Михайлу Загородньому.

На набережній присутні також інсталяції на річково-морську тематику. Так, біля входу до одного із ресторанів встановлені морські якори та фонтани, один з яких, що розташовується біля Центру творчості юнацтва «Сфера» має назву «Водолей» із відповідною стилізованою скульптурою персонажу астрологічного

зоряного зодіаку. І це не єдина пам'ятка вулиці, що присвячена зоряному небу. Поряд із закладом локалізовані п'ять панно на релігійно-історичну тематику та гербова інсталяція на тему «Україна славетна». У прямій видимості від панно збудована дерев'яна каплиця «У родах помічниця», біля пологового будинку. Також необхідно зазначити, що в пікетажній близькості від набережної знаходиться наріжний камінь в ознаменування роботи в Оболонському районі міжнародних молодіжних волонтерських організацій, який знаходиться у дворі ЖК «Оболонські Липки».

На нижньому (прирічному) ярусі, на Південь від тренажерного комплексу, встановлена галерея скульптур, що були змонтовані протягом 2003-2004 р. на сюрреалістичну тематику. Творчим продовженням скульптурних композицій стала Алея муз, що складається із дванадцяти скульптур. Автор і меценат проекту, народний архітектор України В. Ісак, автор ідеї, народний артист України М. Чембержі, скульптори: В. Шевченко, І. Шестопапов, А. Балок, О. Леонов та В.Бородай. Планувалося збудувати маяк у цілях навігації, тому що водні простори проглядаються з нижнього ярусу вулиці до гирла р. Десна.

Далі експедиційне рекогносцивальне дослідження поділяється верхнім та нижнім ярусами. На верхньому ярусі набережної, за елітними котеджами побудованого дипломатичного містечка Посольства Держави Кувейт з ацтекськими колонами розміщується будівля Дитячої академії мистецтв із цілими ансамблями скульптурних композицій «Гармонія», але найцікавим об'єктом є географічний знак із координатами центру території академії, який орієнтований за сторонами світу із демонстрацією троянди вітрів (рис. 4.40).



Рис. 4.40. Відліковий координатний ландмарк

Географічні орієнтаційні знаки і надалі зустрічаються по ходу рекогносцивального маршруту. Неподалік від спортивної споруди Голф-Центру, що



є центральним об'єктом елітного відпочинку на Оболонській набережній, який розташовується одночасно на обох ярусах, знаходимо флюгер-орієнтир, який вказує напрямки руху повітря відповідно до сторін світу. Флюгери із кованками на різні фантастичні теми зустрічаються практично на всіх баштах висотних будинків та більшості котеджів рів'єри.

Не меншу мистецьку значимість мають громадські (інформаційно-довідкові) картографічні зображення-мурали, а саме: карта України із геральдичними зображеннями країв України, до якої ведуть сходи, що розмальовані українськими етнічними візерунками (рис. 4.41). До речі, всі відповідно описані об'єкти в історії науці називаються туристичними ландмарками.



Рис. 4.41. Мозаїчна еколого-етнографічна карта України на дамбі Оболонської набережної

Домінантний туристичний ландмарк – геодезичний, збудований на даху хмарочосу біля парадного входу до реконструйованого парку «Наталка» і має вигляд топографічної піраміди – координатного центру, що використовується у інженерно-геодезичному забезпеченні планування міської забудови, а також використовувався і при проведенні рекогностування. Він використовувався під час будівельних робіт, формуванням особливої мережі – міської полігонометрії, а після був перетворений у визначний артоб'єкт (рис. 4.42). До речі, такі знаки бувають у вигляді складних конструкцій, як цей, так й непомітний наземний. Такий ексклюзив був знищений, коли мостили вулицю плиткою. Він був на дамбі навпроти заднього фасаду інститутів археології та гідробіології НАН України, які є науково-дослідними центрами Оболонської набережної, з яких панорамний вид безпосередньо виходить на рів'єру.



Рис. 4.42. Геодезична піраміда на даху багатоповерхівки на набережній

За адресою, вулиця Оболонська Набережна, 15 корп. 4 розміщується туристсько-метеорологічний ландмарк – декоративний газон із флюгером, що представляє собою мініпагоду із позначеннями сторін світу та флюгером у вигляді астрологічного знаку зодіаку – стрільця (рис. 4.43). Він був улаштований у середині 2010-х рр. дизанерською майстернею, що знаходиться поруч. У тому ж подвір'ї знаходиться скульптурна інсталяція – бронзова скульптура глобуса-мандрівника, т.з. пам'ятник географам-краєзнавцям.



А



Б

Рис. 4.43. Еколого-географічний флюгер (А) та інсталяція мандрівника (Б)



Розташування будинку із пірамідою – є центром сходження двох туристичних маршрутів верхнім та нижнім ярусом. Напівдамба, що відходить від будинку із ландмарком прямує до сталінського кесону-метро, що є найбільш цінною історико-фортифікаційною спорудою Оболонської набережної. Це ділянка від гольф-клубу до так званого сталінського метро – бетонного кесона (рис. 4.44). Так називається наземна частина підводного тунелю, який повинен був пролягати під Дніпром. Конструкція у формі труби висотою 17 м, довжиною 52 м. Очікується виділення бюджетних грошей на часткову його реконструкцію. Труба повинна стати відкритим для людей комплексом. Тому потрібні ретельні дослідження, щоб вирішити, що саме з нею робити. Об'єкт природно має історичну цінність. Раніше були чутки, що його хочуть пофарбувати в жовтий колір і відкрити ресторан.



Рис. 4.44. Кесон в урочищі Наталка (нижній ярус Оболонської набережної)

Труба або кесон – це один з об'єктів незавершеного комплексу залізничних тунелів під Дніпром на півночі і півдні столиці. Їх зводили в 1930-1940-х для дублювання залізничних мостів в рамках створення міського укріпленого району. У документах будівництво відомо як «Об'єкт № 1», у народі – «Сталінське метро». На північному тунелі, в районі Оболонської набережної, побудували тільки кесон. Він повинен був опускатися на глибину, під Дніпро. У середині такої труби може проїхати поїзд. Об'єкт №1 за радянських часів був засекречений. Переважну частину документів зберігають у Москві, в Києві їх незначна частина. Сьогодні труба не має ніякого статусу. Для її збереження, в першу чергу, необхідно зробити об'єкт пам'яткою науки і техніки. Що далі – питання дискусійне. Можливо, створити оболонський філіал музею Київського укріпрайону. У долині між дамбою та кесоном вже два роки поспіль функціонує літній кінотеатр.

Протягом 1999-2009 рр. на місці сучасних дитячих атракціонів та літнього кінотеатру функціонував Шоу-парк «Золоті ворота», колись дуже улюбленого місця серед киян. Побудували його в липні-серпні 1999 р. тоді ще на пустирі урочища «Наталка». Комплекс був величезним: сцена шириною 54 метри, а висота конструкцій 27 метрів, зовні схоже на дерев'яну церкву Богородиці на Золотих



воротах часів Київської Русі (справжня копія пам'ятки, що в центрі Києва), також тут були місткі трибуни на 2060 місць. Тут проводили екстрем-шоу, лицарські турніри, циганські фестивалі, рок-концерти, також це був містечко для ковалів та лозоплетіння. У 2005-2009 рр. фестивалі не проводилися, споруда почала руйнуватися і була знесена міською владою під проект будівництва аквапарку у 2014 р. Але від ідеї відмовилися і вирішили створи природно-ландшафтний парку «Урочище Наталка».



Рис. 4.45. Пам'ятка садово-паркового мистецтва «Парк урочище Наталка»

Природно-рекреаційний ландшафт надзвичайно різноманітний. На День Києва у травні 2017 р. був відкритий ландшафтний парк «Наталка» (рис. 4.45) (нижній ярус) із трьома альтанками, обладнана зоною відпочинку гірло колектору літописної річки Сетомль, що є, за деякими припущеннями, одним із рукавів славнозвісної р. Почайна. Річку можна побачити у підніжжі нової альтанки, з якої відкриваються краєвиди на затоку Наталку із Північним мостом. Біля входу встановлений також картографічний ланмарк (картосхема) території відновленої екозони (рис. 4.46).

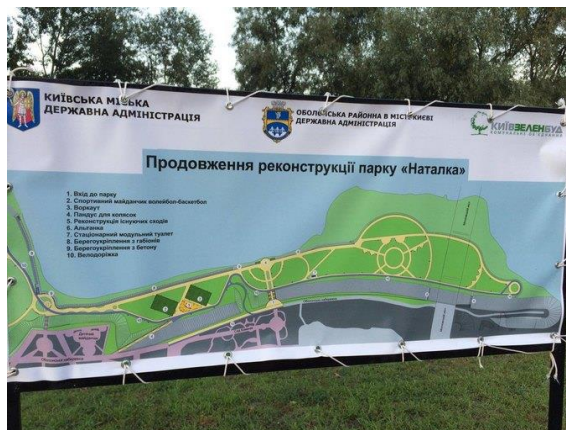


Рис. 4.46. Картографічний ланмарк інформує про будівельну реконструкцію парку

Оболонська набережна м. Києва – є бальнеологічним курортом. За адресою, Оболонська набережна, 11 побудована соляна печера із властивостями лікування органів дихання, шкіри та відновлення нервової системи.

Завершальним етап рекогностування проходить у так званій «Оазі». Це насамперед: лабіринт бажань, огляд церкви на даху, альтанка із луною, церква Різдва Христового та Сад каменів. До 2014 р. в одному із прилеглих будинків розташовувався музей «Квартира до гори», яка переїхала до ТРК «Блокбастер».

Близько багатопверхового житлового будинку № 7 на Оболонській набережній знаходиться незвичайний лабіринт під назвою «Подорож в себе». Його головна місія, за словами екскурсоводів туристичної агенції «Цікавий Київ» – допомогти городянам знайти відповіді на важливі питання особистого характеру. Пройтися по ньому безкоштовно може кожен бажаючий. Щоб зробити цю подорож, необхідно подумки сформулювати питання і не поспішаючи пройти по стежці лабіринту. Місцеві жителі запевняють, що кожен, повернувшись з нього, знаходить відповіді. Подейкують, що лабіринт прокладений на місці з особливою енергетикою, яка і допомагає відшукати в собі відповіді на самі підступні запитання. Поряд з лабіринтом на паркані причеплені два стільчика для закоханих. Це новітня інсталяція датована серпнем 2016 р.

Неподалік від лабіринту на одному з недобудованих невеликих об'єктів місцеві жителі розмалювали стіни, де зобразили церковні куполи київських святинь. Це мурал на недобудованій станції Київводоканалу біля церкви Різдва Христового, який демонструє основні туристичні об'єкти міста: центральний залізничний вокзал, відомі сакральні споруди, монументальні скульптури, що є туристичними домінантами столиці: «Батьківщина-Мати», дзвіниці Софійського та Михайлівського монастирів та Лаври. Колектор був добре вивчений і доведено за проектними картами та технологічними схемами, що цей недобудований кесон збудований над колектором одного із рукавів русла р. Почайни – струмка Сетомль. Наприкінці 2017 р. відповідний гідротехнологічний та арт-об'єкт був демонтований в цілях реконструкції ділянки парку «Наталка» та побудови пандусу.

Самий унікальний та ексклюзивний об'єкт на Оболонській набережній, якого немає в жодній країні Європи – це церква на даху житлового будинку. Храм облаштований в двоповерховій квартирі на верхньому поверсі елітного будинку, над якою ще була зроблена надбудова. Будівництво почалося в середині 2010 р. і завершилося у червні 2012 р. Власник квартири створив в ній церква в пам'ять про загиблу доньку. Храм діючий, в ньому звершує богослужіння священник Української Православної Церкви.

Однією з найцікавіших серед нових церков Оболоні є церква Різдва Христового. За словами головного архітектора храму Валентина Ісака, місце розташування церкви обрано не випадково – разом з Покровським собором вони відкривають протилежні сторони нового мікрорайону, як би благословляючи цю місцевість.

Архітектура храму відрізняється від традиційних православних церков – а вона виконана в стилістиці оточуючих її новобудов, хоча всередині повністю відповідає православним канонам. Це зроблено для того, щоб храм разом з сусідніми будинками створював єдиний цілісний комплекс. Оболонський храм –



яскравий приклад сучасного архітектурного стилю і давніх традицій храмовбудування. Проектування і будівництво церкви тривали в 2003-2008 рр., практично одночасно з будівництвом житлового мікрорайону. 5 січня 2008 року, напередодні престольного свята Різдва Христового (7 січня), храм освятив Митрополит Київський і всієї України Володимир (Сабодан). Про цю подію в історії храму нагадує ікона Пресвятої Трійці, подарована Митрополитом.

Головною прикрасою фасаду є керамічна ікона-панно «Різдво Христове» розміром 38 м. Її автор – народний художник України Л. Мешкова, чиї роботи відомі далеко за межами нашої країни. Унікальними для Києва є сім скляних куполів синього кольору, які підсвічуються в темний час доби. Така яскрава деталь дозволяє бачити храм з лівого берега Дніпра. Над входом в храм знаходиться дзвіниця з електронним управлінням дзвонів. Протилежну від входу в храм стіну прикрашає металева ікона Пресвятої Богородиці з Немовлям Ісусом Христом. Сама споруда містить дві церкви: верхню в честь свята Різдва Христового і нижню в ім'я святого мученика Валентина – небесного покровителя архітектора і організатора храмового комплексу.

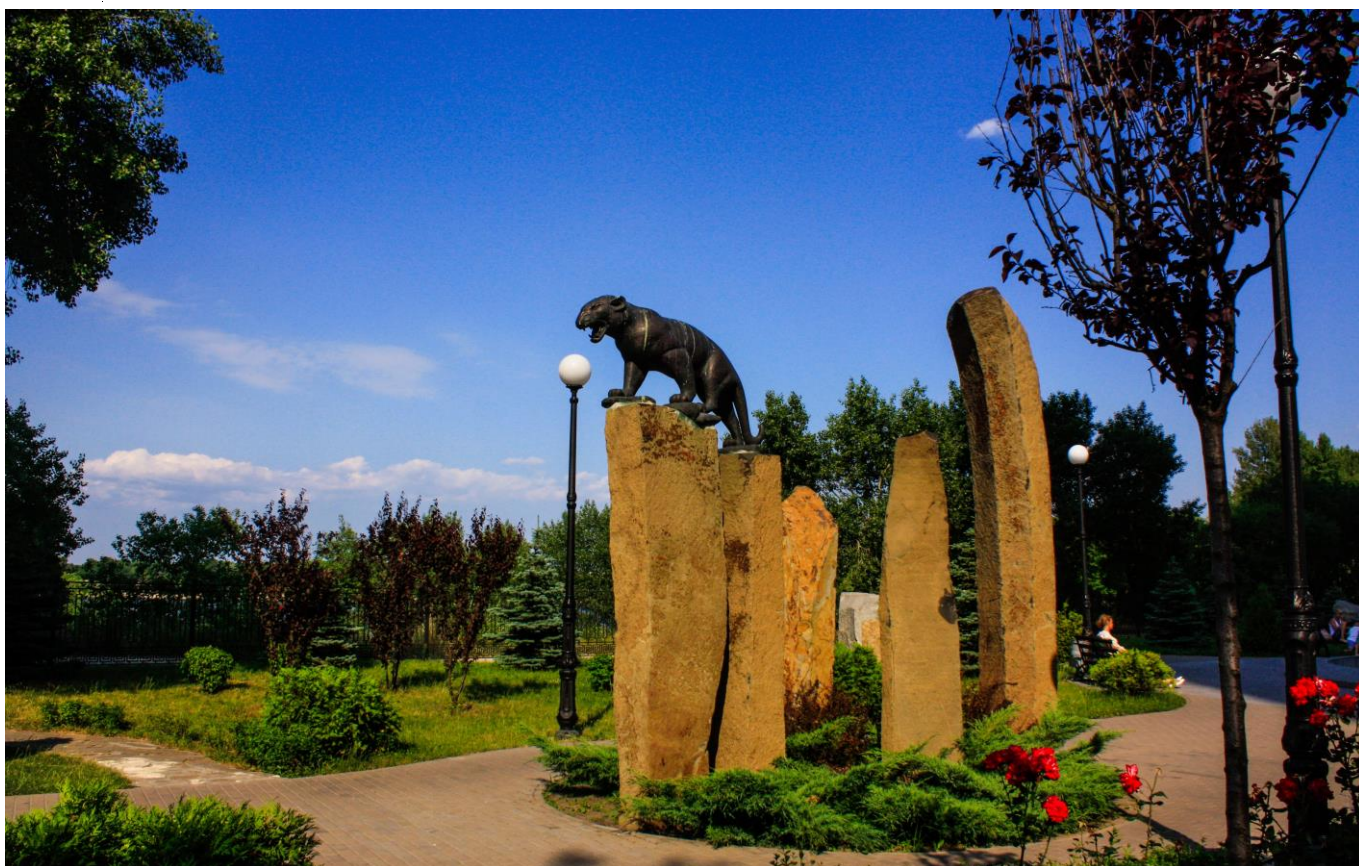


Рис. 4.47. Зоологічні скульптури у парку каменів

Усередині храм має форму кола. Його стіни прикрашають багаті розписи, які виконав художник І. Балдуха. У купольної частини зображений Ісус Христос в оточенні ангелів та архангелів. Нижче по периметру ярусу написані слова молитви «Отче наш». Окрасою храму є дивовижної краси іконостас, вирізаний з індійського білого мармуру. Склепіння нижнього бокового вівтаря також прикрашає зображення

Ісуса Христа, однак тут його оточують зображення чотирьох апостолів-євангелістів. Іконостас не такий пишний, як у верхньому храмі, але так само гарний і заслуговує на увагу прихожан. У нижньому храмі крім богослужінь також проводяться заняття недільної школи. Головною святинею храму є ковчег із часточками мощей Києво-Печерських святих. Завдяки вдалому місцю розташування і красі храм Різдва Христового за недовгі роки свого існування став популярним місцем для проведення обрядів вінчання. Поряд із церквою побудована музикальна альтанка із луною, що може бути місцем проведення симфонічних фестивалів та конкурсів на набережній.



Рис. 4.48. природно-антропогенний ландшафт південної частини вулиці Оболонська набережна

На узбережжі затоки Наталка біля Північного мосту розташувався невеличкий парк, площею 0,35 га. Унікальна зона для відпочинку споруджена по сусідству з двома висотними сучасними будинками «вітрилами», що є копіями відомого готелю Будж Аль Араб у м. Дубаї Об'єднанні Арабські Емірати (рис. 4.48) Сквер спроектований у формі вітрила і іменується «Садом каменів» (рис. 4.47), про що інформує відповідний інформаційно-довідковий наріжний камінь при вході до рекреації. Таку назву він отримав завдяки множинним кам'яним спорудам і вимощених каменем доріжках. У сквері поставлені 24 високі базальтові кам'яні колони і 5 штучних, кілька бронзових скульптур різноманітних звірів, потахів та персонажів епосу: орлан, тигр, метелик, 16 лавок для відпочинку, 24 декоративних



ліхтаря. Всі камені привезені для парку з різних куточків України і підписані відповідно. Наприкінці 2017 року скульптурні композиції парку поповнилися інсталяціями «Дід навчає», що є подарунком від МЖК «Оболонь».

Важливим прикрасою скверу став великий фонтан, виконаний з граніту, діаметр якого близько 11 метрів. По центру фонтана розмістилися три жіночих бронзових фігури під парасолькою. Одна з дівчат тримає на руках невідому тварину. Цікава пам'ятка парку – бронзова русалка, яка сидить на камені і тримає в своїх руках черепашку. Згідно з повір'ям, придуманому краєзнавцями екскурсоводами скверу, до людей, що потруть груди русалки, прийде любов. Ще дві скульптури тигра і орла прикрашають високі кам'яні колони. Інсталяції парку постійно оновлюються.

В майбутньому планується добудувати Оболонську набережну до вул. Набережно-Рибальська і об'єднати із кам'яною набережною зі створенням єдиної «Київської Рів'єри». Туристсько-рекреаційну зону об'єднують із парком культури та відпочинку «Почайна» в районі другого гирла р. Почайної в урочищі Вовкувате. На північ планується довести пішохідну зону до вул. Північної та звести дві культових споруди: каплиці на місці водогінного пункту біля затоки Собаче Гирло та собору Пресвятої Трійці УГКЦ.

До речі кількість культових споруд в місті досягає вже понад 950 церков.

За результатами туристсько-краєзнавчого рекогностування пропонується картографічним сервісам Інтернету GoogleMap, GoogleEarth, Wikimapia, туристським геопорталам та компаніям, що створюють карти навігаторів Navitel, Navlux, Magellan оновити туристський контент Оболонської набережної (рис. 4.49).

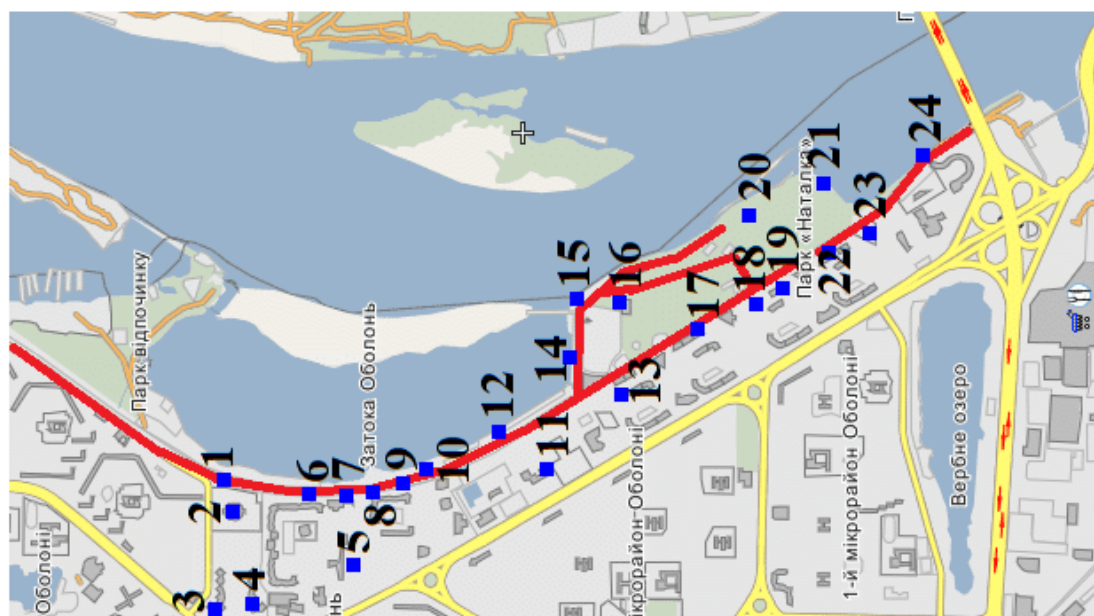
Отримані результати дослідження туристсько-краєзнавчої, історичної, географічної та екологічної топографії ландшафту вулиці Оболонська набережна (Оболонська Рів'єра) м. Києва може бути використана як базовий інформаційний документ для складання бізнес-плану територіальної організації туристичної та екскурсійної діяльності на відповідній території Оболонського району м. Києва. Зараз йдуть картографічні роботи щодо інтеграції моделі до світових туристичних картографічних сервісів та геопорталів на основі метричних даних пікетажного журналу.

Дослідження були проведені за авторською методикою, що передбачає комплексне вивчення історії, географії та трансформації навколишнього природного середовища у плінні часу на окремо взятій дромонімічній одиниці столиці України.

Відповідну комплексну метолику можна апробувати при краєзнавчому рекогностуванні інших потенційно-туристських та рекреаційних вулиць міста: Андріївського, Смородинського, Подільського, Володимирського узвозів, вулиць-сходів, вулиць-пам'яток тощо.



## КАРТА-СХЕМА ЕКОЛОГО-КРАЄЗНАВЧОЇ СТЕЖКИ "ПРИРОДНА ТА КУЛЬТУРНА СПАДЩИНА ОБОЛОНСЬКОЇ НАБЕРЕЖНОЇ"



### Локації стежки, що позначені на карті-схемі:

1. Геральдичні мурали прапорів України, кримсько-тагарського народу та Європейського Союзу.
2. Храмовий комплекс Покрови Богородиці
3. Скульптури Євангелістам: Луки та Іоанна
4. Скульптури Євангелістам: Матфея та Марка
5. Церква-капиця "У родах помічниця"
6. Пам'ятник від ПРАТ "УХЛ-МАШ"
7. Пам'ятник Котигорошку
8. Пам'ятник царівні-жабі
9. Пам'ятник золотій рибіці
10. Пам'ятник собакам
11. Координатний ландмарк
12. Панно "Україна славетна"
13. Пам'ятник мандрівникам-географам
14. Алея муз (9 скульптур та сюрреалістичні композиції)
15. Пам'ятний знак морській піхоті України
16. Сталінське метро-кесон
17. Еколого-географічний флюгер
18. Церква на даху (поряд соляна печера)
19. Еколого-етнографічна карта-мозаїка України
20. Флюгери альтанок Парку Наталка
21. Колектор "Річка Сетомль"
22. Лабіринт бажань
23. Сад каменів (10 зоологічних скульптур)
24. Сюрреалістичні скульптури

Рис. 4.49. Карта-схема еколого-краєзнавчої стежки

#### 4.8. Особливості довкілля та природокористування у топоніміці м. Києва

Географічне середовище проживання у системі природно-територіального комплексу великого міста пов'язане із місцевими назвами, які в свою чергу мають різний генезис походження. Домінуючим фактором назвоутворення постають особливості навколишнього середовища, його стан у різні сезонні періоди, екстремальні та аномальні природні явища, наявність природних ресурсів та копалин, які забезпечують сталий розвиток території або несуть загрозу безпеці життєдіяльності людей, які мешкають на відповідній території.

В системі наук про Землю сформувалася навчальна та науково-прикладна дисципліна, яка отримала назву *топоніміка*. В своїй методологічній основі відповідна наука досліджує походження назв на основі кореляції між середовищем перебування людини, територіальної громади, суспільства та ендегенно-екзогенними факторами, які змінюють географічні особливості природокористування, урбанізації, ресурсокористування та іншими видами господарської та економічної діяльності, наприклад, організація системи еколого-туристичного та природоохоронно-екскурсійного природокористування.

Постає наукова проблема вивчення трансформації територіальних особливостей навколишнього природного та техногенного середовища, систем промислового та рекреаційного природокористування, які відображаються у топонімічних назвах на території м. Києва, що склалися історично, топографічного та географічно.

Топонімічна структура території м. Києва чітко розділяє ландшафтний поділ столиці на три кластери: трансформованих природних урочищ під впливом урбанізації, природозаповідних біогеоценозів та ландшафтозмінених екосистем внаслідок реалізації проєктів ландшафто-географічного дизайну ревіталізації промислових зон та новозбудованих житлових масивів.

Еколого-географічний моніторинг м. Києва включає практично усі напрямки реалізації класичного екологічного спостереження за довкіллям: геодезичний та картографічний інструментарій, фізико-хімічні польові та камеральні лабораторні дослідження, аерокосмічне зондування засобами БПЛА, кореляційний аналіз статистичних даних, які моделюються в середовищі ГІС.

Для підтвердження авторської наукової *гіпотези еколого-природоохоронної кореляції стану довкілля*, необхідно довести зв'язок якісних та кількісних показників природного середовища із місцевими топонімами та підтвердити припущення про походження відповідних назв із явищами та процесами трансформації природного ландшафту в системі природокористування м. Києва. Для цього необхідно запровадити у методологію моніторингу довкілля м. Києва теоретичні основи еколого-топонімічні вишукування.

Географічна топоніміка, її методичні прийоми та методологічні концепції розроблялися наступними відчизняними та зарубіжними вченими: О.Є. Афанасьєвим (напрями топонімічних досліджень міст України), Л.А. Пономаренко (дослідження дромоніміки та топонімічних назв м. Києва), істориків-топонімістів: О. Толочка, О. Різника. Особливою є праця А.І. Железного (вперше дається наукова етимологія більшості древніх київських топонімів та гідронімів на основі тюркської

лексики). Відповідні наукові дослідження подають історичний зріз походження київських топонімів від найдавніших часів до сьогодення.

Екологічний, еколого-географічний (гідрологічний, метеоролого-кліматичний, геологічний, геоморфологічний), природо- та ресурсокористувальницький аспекти виникнення топонімічних назв м. Києва, з метою уточнення даних результатів моніторингу трансформації довкілля-простору, не були дослідженими. Відповідно результати проведення екологічного моніторингу м. Києва є не повними, в контексті вивчення змін довкілля під впливом навколишнього середовища та господарської діяльності. Вони як патогенні ризик-фактори трансформації екосистеми міста мають рівний вплив.

Виключно за топонімічною інтерпретацією територіальних особливостей урочищ, природних масивів, промислових територій та урбосистем постає можливість вивчення історії екологічних катастроф, законсервованих стародавніх та нещодавніх ресурсних виробіток, локальності та унікальності природних явищ, якості та кількості флори та фауни палеогеографічних полігонів, небезпечних процесів, формулювання та здійснення запобіжних підходів в системі безпеки життєдіяльності місцевої громади та розробки програм захисту довкілля і простору м. Києва.

Географічна екотопоніміка м. Києва є складовою нової екологічної та природоохоронної методології – *екологічного киевознавства*, яка сформувалася на базі теорій та концепцій екологічного краєзнавства Шелегеда В.І. та Вихристенка Б.І.

Географія екотопонімів м. Києва дозволяє вивчити латентні ареали палео- та ретро-природокористування, надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, яка траплялися у минулому, особливості екосистем стародавніх часів на сучасній території м. Києва, що охоплює значні урочища колишніх повітів та губерній, площі яких мали у різний час різне еколого-господарське призначення.

Вивчення топомінічної структури м. Києва розкриває нові аспекти та особливості системи природокористування, уточнює межі природних та техногенних ареалів, водних басейнів, лісових масивів, загальної географії ойкумени міста.

Стан навколишнього природного середовища, особливості довкілля, екосистем, які змінюються в часі під впливом дій систем природокористування відображаються в топонімічній системі.

*Еколого-природоохоронна топоніміка м. Києва* – це новий напрямок сучасного екологічного моніторингу мегаполісу, який дозволяє вивчити трансформацію геосфери, яка хронологічно змінюється під впливом антропогенних, природно-антропогенних та промислово-техногенних факторів в оцінці впливу на довкілля урбанізованих територій.

Локальні назви територій виникли одночасно із розширенням ареалу економічно-господарської діяльності первісної людини. Вона стала помічати ексклюзиви та унікальності навколишнього природного середовища. Це могли бути небезпечні природні явища та аномалії, родючість або неродючість ґрунтового покриву, особливості рекреації та релаксації у влаштуванні населених місць, назва

яких ототожнювалася із природним середовищем та особливостями господарювання, ресурсокористування та природокористування.

Найбільше уявлення про особливості довкілля та природокористування у топоніміці м. Києва надають картографічні джерела, в яких задокументовані відповідні локальні назви особливих територій міста від найдавніших часів до сьогодення.

Для з'ясування кореляційного зв'язку між ономастикою топонімічних назв міста та особливостями навколишнього природного середовища, її зміни під впливом господарської діяльності територіальної громади м. Києва, постає наукова задача складання класифікаційної схеми міської топонімії.

Загальна еколого-топонімічна мережа м. Києва складається із наступних взаємопов'язаних компонентів:

- екогідроніми (екологічні гідро(логічні)графічні іменування) – це назви малих річок, заток, островів, озер, боліт, місцин, що сформували поселення, тобто стали містоутворюючими факторами). Вони поділяються на зниклі екогідроніми, але представлені у топоніміці міста (наприклад, р. Почайна, що дала назву цілому промислому масиву на півночі міста, станції метрополітену, установам та закладам сфери обслуговування) і трансформувалися у *хроноекогідроніми*. Хроноекогідроніми є первинними топонімічними кластерами, від яких походить назва житлових масивів, торговельних центрів, еколого-туристичних маршрутів. Екогідроніми, назва яких походить від найближчого техногенного об'єкту міської інфраструктури мають назву *техноекогідронімів*. Як приклад, можна навести острів Передмостний на р. Десенка-Чорторій, що знаходиться між двома мостовими переправами: Північною та Почайнинською або Притика (сучасна Гавань, колишнє гирло р. Почайної, де «притикали» – причалювали торговельні кораблі). Техноекогідронімами є практично всі намівні озера Позняїв та Осокорків: Гарячка, Прірва, Вірлиця. *Туристичні екогідроніми* мають генезис назви від найближчих релігійно-паломницьких, еколого-рекреаційних маршрутних стежок, я як правило, виникли під впливом «народних» переказів та пересічних найменувань. Вони застосовуються в еколого-екскурсійній та подорожувальній діяльності ресторанно-готельної індустрії туристичного бізнесу у м. Києві.
- Екоороніми (екологічні орографічні іменування) – це назви рельєфоутворюючих об'єктів: гір, пагорбів, висот, долин, ярів, походження яких пов'язані із унікальними природними особливостями території або життєдіяльності населення).
- Екобіогеоніми (еколого-біолого-географічні найменування) – це назви природних урочищ, біогеоценозів, пам'яток природно-заповідного фонду, походження яких на пряму має відношення до трансформації навколишнього природного середовища під впливом антропогенної діяльності людини або надзвичайних ситуацій природного характеру.
- Екоурбоніми (екологічні урбаністичні найменування) – це назви житлових масивів, житлових комплексів, промислових зон, великих інфраструктурних антропогенних об'єктів, генезис ономастики яких, пов'язаний із довкіллям,

природо- та ресурсокористуванням або іншою економічною діяльністю людини.

- *Реліктові ектопоніми* («реліктові» – це зниклі), зникаючі або останцеві (ретро-) назви місцевості, пов'язані із особливостями довкілля.
- *Перцепційні (народні) ектопоніми* (назви місцин, що даються місцевою громадою у асоціації із явищами, краями, подіями та іншими перцепціями (увлєненнями) про навколишній світ.

На рис. 4.50 представлена методологія формулювання класифікаційних ознак аудиту ектопонімічних систем.

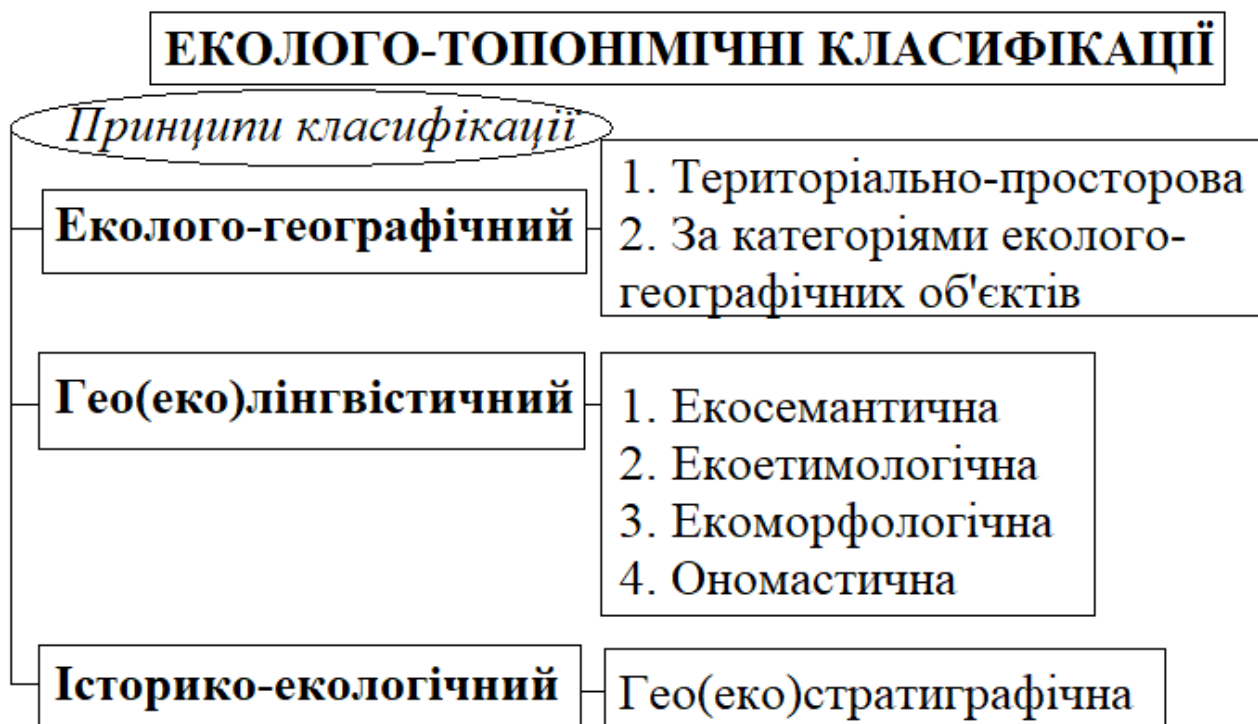


Рис. 4.50. Принципи класифікації еколого-топонімічних систем

Необхідно також визначити, що ектопоніми м. Києва мають різний геопросторовий обхват генезису виникнення: глобальні (метеорологічні та кліматичні явища, геологічні процеси, фізико-географічні зони), регіональні (басейни великих річок, р. Дніпро), місцеві (Київські висоти), локальні (урочища, яри, мікротопоніми).

Проаналізуємо особливості географічного положення унікальних та ексклюзивних ектопонімів на сучасній карті м. Києва. *Еколого-природоохоронний аудит ектопонімів* будемо проводити методом моніторингового масштабування від загальноміського рівня до місцевого (локального) значення ектопонімічної назви.

Для реалізації відповідної наукової задачі будемо користуватися картографічним виданням «Мапа Києва. Найдетальніша карта Києва масштабу 1 см. – 150 м. Всі будинки і вулиці на карті Києва» та картографічним сервісом Інтернету (геопорталом) Wikimapia.



Дослідження будемо проводити *методом географо-картографічного галсування* (аналіз місцевості із Заходу на Схід, за ходом та проти ходу годинниковою стрілкою, паралельними маршрутами).

На Північному-Заході м. Києва в лісовій курортній зоні розташовується *екотопонім Пуца-Водиця*, який має у своєму складі *мікроекотопонім Пуца-Озерна*. *Походження відповідної назви (ономастика)* має генезис «пущі», у перекладі означає «реліктовий ліс» та двох водних просторів: «Водиці» – це р. Котурка та «Озерна» – проточного ставка «Сапсаїв Став» на р. Горенка. Ці дві річки є лівими притоками р. Ірпінь, яка впадає у Київське море р. Дніпро на Півночі від м. Києва. На території Пущі-Водиці ідентифіковані наступні мікротопоніми: *екогідронім озеро Карачун* (у перекладі із давньослов'янської мови, це означає «надзвичайно холодна вода»); *екооронім урочище Крутий Переїзд*, який знаходиться на південному краї правого берегу Сапсаївого Ставу, назва якого повністю відповідає *ондуляціям (хвилястості)* рельєфу місцевості.

На території Подільського району знаходиться *екоурбонім Виноградар*. Його назва походить від виноробства, яке практикувалося на цей місцині у ХІХ- поч. ХХ ст. і має вже ретроспективне значення у генезисі ономастики великого житлового масиву на Північному-Заході м. Києва. В *топоареалі (локальній місцевості, що обмежена, чк правило, вулицями)* Виноградаря знаходиться *мікроекотопонім Голубе озеро*. Поряд із Виноградарем, на Захід розташовується *екогідронім Синє озеро*. У літні спекотні ясні дні, вода є надзвичайно блакитною, відбивається синій колір неба.

*Екобіогеонім Вітряні Гори* обмежується вулицями Світлицького, Осиповського, Галицької, Червонопільської та проспектом Свободи. На південних схід від Вітряних Гір розміщується *екобіогеонім Западінка*, який межує із *екооронімом Гора Липинка*, назва якої походить від липового гаю.

Водно-озерний край Оболонь сформований гідрографічною мережею *екогідротопоніму Почайна* («Почайна», у перекладі із давньослов'янської мови означає «чаша із поживною священною вологою»), який поетапно перетворюється у *туристичний релігійно-паломницький екогідронім*. Складовими частинами топоніміки даної місцевості є озера Вербне, Біле, Вовкувате.

На правому березі Дніпра-Славутича, на Оболоні у 2000-х – 2010-х рр. збудовані елітні житлові масиви, які отримали назви: «Оболонські Липки» (уздовж затоки Оболонь та вул. Оболонська набережна) та «Оаза» (біля Північного мосту).

*Топонім села Троєщина* включає ряд наступних *топоексклюзивів: Кривуцани, Гутовці, Копильцани, ур. Старе село, Кучанський* (рис. 4.51).



Рис. 4.51. Панорамний аерофотознімок південної частини села Троєщина

Дніпровська долина представлена ареалом РЛП «Дніпровські острови», де ідентифікуються наступні екогідроніми: острів Лопуховатий, річка Бобровня, острів Псів, Затока; виділяються *техноекогідроніми острова Міжмостний, ур. Записоччя, ур. Городище, ур. Старе Село*. На схід від житлового масиву Вигурівщина-Троєщина у поймі каскаді озер на картах показується *ур. Довгий лан* (широкі степові лани), *ур. Діброва, оз. Алмазне* (назва пов'язана із підприємством оборонної індустрії, що планувалося розташувати на цій місцині, зараз поряд із озером розташований Державний банкнотно-монетний двір НБУ). За озером Алмазним розташоване загадкове *озеро-болото Ковпит* (існує легенда, яка ідентична до міфу про град Китязь). На північ від Лісового масиву розташується *ур. Сухі Гори*.

У Святошинському районі, між Новобіличами та Берківцем розташований пустир авіапідприємства ім. Антонова. Це природне *урочище Дударів Сенокос*. Тут, ще сто років тому косили трави на великому степовому лані. Неподолік, на захід, окрема частина житлового масиву *Новобіличчя* має назву *Сахалін* (пов'язана із тим, що це найвіддаленіше передмістя м. Києва). Це уявна (перцепційна), народна назва, її ономастика відповідає острову Сахалін, як віддаленого краю бувшого СРСР. Враховуючи те, що масив був збудований у 70-х – 80-х рр. ХХ ст., той назва була обрано відповідно той епохи та географічним уявленням киян радянського періоду.

На схід від Дударового Сенокосу їде топонім Нивки, парк Дубки. Все це інформує про лісостепову фізико-географічну зону, в якій розташована столиця України. Інша назва урочища – *Вовча гора*.

*Урочище Реп'яхів Яр* локалізовано на Кирилівських висотах поблизу *Бабиного Яру*, що топографічно об'єднано у *парк Кирилівська Роща*.

Південна частина Лісового масиву має назву «Водопарк». Походження назви є антропогенним. Водопарк – це велике водне сховище резервуарів питної води, що були збудовані у тоталітарні часи на випадок ядерної війни. Взагалі вважається, що Водопарком планувалося назвати парк атракціонів на *острові Передмостова Слобода* (сучасний *Гідропарк*). Але з часом назви змінили місцями топографічно та картографічно.

На заході м. Києва, біля Кільцевої дороги між топонімами «Селище Жовтневе» та «Святошин» розташовані два *природних екотопоніми*: *Урочище Скарбовий Ліс* та «*Урочище Калиновий Ліс*», які об'єднані у парк «*Урочище совки*» (де орнітологи спостерігають за гніванням сов-сипух у міській зоні).

Між Відрадним масивом та Нивками лежить *урочище Грушки* із однойменною станцією промислової гілки київської кільцевої залізниці. Назва походить від грушевого саду, що був тут розбитий меценатом Караваєвим у дореволюційні часи ХХ ст.

Сучасна центральна частина Києва у часи раннього середньовіччя мали такі зниклі топонімічні екологічні назви: «*Перевісище*» – сучасний Хрещатик (місце, де відловлювали птахів), «*Євсейкова Долина або Піски*» – сучасна Європейська площа. А пагорб, що визвишається над Євсейковою Долиною має назву *Бегічевська гора*. Між Хрещатиком та схилами Володимирської гірки знаходиться сакральний топонім *урочище Палестина*.

Топонім *Печерськ* (від розгалуженої мережі печер, що пронизують все геологічне середовище верхнього міста). *Липки* – паркова та садова зона Києва у часи Янчина монастиря часів Руси-України та дореволюційного Києва поч. ХХ ст.

На лівобережжі Дніпра м. Києва, уздовж Броварського проспекту розкинулася *Вовча гора* або Гора Нестерова, про що свідчить відповідний наріжний пам'ятний знак-камінь на верхньому схилі пагорбу. Взагалі місто Київ – є містом пагорбів, «*лисих*» та «*лисистих*». Їх налічується більше двадцяти у місті.

В долині меліоративного каналу р. Дарниця знаходяться *екогідроніми озер Берізка (Веселка), Рибне, Млинок, Ялинка*, які відповідають промислового призначенню відповідної місцевості столиці України. Поряд знаходиться промислова зона та однойменне *урочище Ліскі*.

У лісовій зоні на південний схід вулиці Бориспільській у дарницькому районі є мікротопонім *ур. Веселий бугор*. Це пагорб, який є топографічним домінантом місцевості.

Найвідомішим *урбоекотопонімом* є *Солом'янка*, яка поділяється на *Верхню Солом'янку* та *Нижню Солом'янку* (назва походить від солом'яних дахів козацьких поселень слобідок цієї частини міста у ХVIII-ХІХ ст.). Розділяє топоніми – *гідроектонім річка Мокра*, що є притоком р. *Либідь*.

У поймі р. Либідь розташований *реліктовий екотопонім ур. Звіринець* (місце полювання князів часів Руси-України), що зберіглося до наших часів.

Південно-Східна частина м. Києва надзвичайно багата *екотопонімами*: *Осокорки, Березняки, Позняки, озера Прірва, Лебедине, Качине, Заплавне, Сонячне*.

Південна частина Києва представлена *топонімами*: *острів Жуків, Конча-Озерна, Карпати*, які знаходяться в природоохоронній зоні НПП «Голосіївський».



Окрім великих ектопонімів у м. Києві зустрічаються мікротопонімічні екологічні найменування. Вони є маловідомими, але надзвичайно екологічно змістовними в своїй ономастиці генезису найменування. Проведемо аудит відповідних ектопонімів із точки зору їх екогенетичності.

*Екогідронім Затока Верблюд*, на північ Оболоні має походження назви, виходячі із його картографічного або аерокосмічного зображення. А саме: дві затоки мають вигляд горбів верблюда. Назва ідентифікується на картах із середини 90-х рр. ХХ ст. На північ від цього урочища знаходяться наступні ектопоніми: *ур. Дубище (Дубовий гай), озеро Лукове, ур. Калиной Ріг*.

Господарське значення має *мікротопонім Копильцани* у с. Троєщина (Деснянський район м. Києва), а також суміжні до нього: *оз. Гнилуша, ур. Вербняки, ур. В'язки, ур. Городище*.

Між вул. Братиславською та лісовим парком розташовується *ур. Куликове* (місце гніздування куликів 50-70 років тому це були цілі птичі базари гніздування).

Між ставками на *р. Нивка* (інша назва *Борцагівка* або *Желань*), що є притоком *р. Ірпін* Дніпровського басейну, на перетині проспекту Перемоги (Брест-Литовського) та вул. Живописної розкинулося *урочище П'ята Просіка*. Назва походить від княжого лісу, що тут гаманів у часи Русі-України. На захід від розглянутого вже вище масиву Сахалін у Новобіличах є *ур. Орлиха*.

На захід від вул. академіка Туполева (Нивки), на картах ідентифікується *ур. Веселий Майдан*. Уздовж вул. Тираспольській на Сирці (Сирець, назва жилого масиву походить від *р. Сирець*, що в перекладі із старослов'янської мови означає «мокра вода») знаходиться його правий приток струмки Брід із мілководними перекатами.

Слов'янське походження мають *київські гори-останці: Юрковиця, Кияниця, Скавика*. Вони височіють на *ур. Поділ* (низка долинна частина) та *ур. Плоське* (заплавна понижена частина суходолу у долині *р. Дніпро*). На південь від них знаходять *урбоніми: Гончарі, Дігтярі, Кожумяки, Киселівка*, які об'єднані у *ландшафтний парк «Пейзажна алея»* (рис. 4.52).



Рис. 4.52. Панорамний аерофотознімок київських останців (гора Замкова – Литовська)

Північніше Микільської Слобідки на Лівому березі р. Дніпро є *екогідроніми*: озера *Радунка*, *Малинівка*, На схід від селища *Радистів* знаходиться ур. *Лосине озеро*.

Антропологічне походження мають й *урбопоселення Борцагівок* із наступною *топонімією*: *Південної*, *Братської*, *Софіївської*, *Микільської*, *Петропавлівської* (ур. *Вумовський ліс*), *Михайлівської*. У склад *Михайлівської Борцагівки* входять *мікротопоніми* *Верби*, *Макаюди*, *Чевалаки*, *Долина*, *Гайок*.

В районі Центрального залізничного вокзалу знаходяться *урботопоніми* *Залізнична* та *Солдатська колонії*. Назви пов'язані із воєнно-промисловим комплексом Києва часів Російської імперії. Уздовж депо станції «Київ-Пасажирський» розміщений *урботопонім* *Кадетський гай*.

*Топонім Жуляни* складається із наступних *екотопонімів*: *Білий хутір*, *Козлівщина*, *Забара*, *П'ятихатки*, *Хутір* (рис. 4.53).



Рис. 4.53. Аерофотознімок селища Жуляни

В районі Либідської площі знаходиться *екогідронім* *озеро Глинка*, яке було центром кар'єрного видобування глини у м. Києві. Видубицька частина м. Києва має *сільськогосподарський топонімічний генезис*: *Верхня* та *Нижня Телічка*. Південніше гирла р. Либідь знаходиться *урботопонім* *П'ятихатки*.

*Макротопонім Осокорки* складається із наступних *екомікротопонімів*: *Масловка*, *Підлипка*, *Завальна*.

Басейн р. Дніпро в районі Києва (північний б'єф Канівського водосховища) має наступні *екогідронімію* *островів та заток*: *Великий*, *Малий*, *Галерний*, *Собаче Гирло*, *Притика*, *півострів Лісовий*, *оз. Золоче*.



Плавні Позняківських озер мають наступну екооронімію: ур. Березівка (на схід від оз. Тягле), ур. В'язки (на південь від оз. Тягле), оз. Заплавне (Бортничі). На межі м. Києва та Київської області, південніше ур. В'язки знаходиться оз. Коров'яче та оз. Піщане.

Житловий масив Бортничі включає екотопоніми: Гора та Борова, Вигін, Став, Мостова, Слобода, Березняки, Угольня.

Антропогенне походження має топонім Наукове за Теремками у Голосіївському районі столиці. Поряд розташований макротопонім Пирогів складається із наступних екотопонімів фізико-географічних зон України: Середня Наддніпрянина, Полтавщина, Полісся, Карпати (ур. Солов'їна гора), Слобожанщина, а також антропоніми: Гончарівська гора, Соколова гора, Яровці.

Також у «Атласі м. Києва до кожного будинку» (видання НВП «Картографія» за 2007 р.), можна ідентифікувати наступні мікротопоніми Пирогів: Жабокруківка, Ковтунівщина, ур. та р. Коник, ур. Бичок, ур. Острів жуків.

Топонім Віта-Литовська складається із наступних екомікротопонімів: Сосни, Броди, Деркачі. Уздовж Днапровського шосе знаходиться туристичний релігійно-паломницький екотопонім «Урочище Церківщина – Хутір вільний». До відповідних топонімів можна віднести наступні мікротопоніми Печерська: Спаський яр, Лаврський яр, «Співоче поле», «Саперне поле». На Печерську є мікротопоніми, які відомі із часів Руси-України: ур. Наводницька Балка, Неводичі (Наводницький ландшафтний парк).

В результаті еколого-топонімічного дослідження географії довкілля та природокористування м. Києва були отримані наступні наукові результати:

- *Вперше*: визначені кластери еколого-топонімічної мережі м. Києва; запроваджена наукова дефініція топонімічного екомоніторингу; вивченні загальноміські та мікротопонімічні одиниці території м. Києва; подано еколого-природоохоронне та еколого-географічне обґрунтування кластерам еколого-топонімічної мережі міста; укладено карту еколого-топонімічного каркасу столиці України.
- *Удосконалено*: термінологічний апарат екотопоніміки; систему еколого-географічної інтерпретації місцевих назв; принципи походження назв міських просторів.
- *Отримало подальший розвиток*: теорія та практика еколого-географічного картографування м. Києва в контексті поповнення серії карт прикладного еколого-географічного змісту.

Укладена картографічна модель проходить апробацію в системі еколого-географічного туризмознавства та прикладного екскурсознавства із подальшою трансформацією цифрової карти у динамічну інтерактивну модель туристичного геопорталу м. Києва (рис. 4.54).



#### 4.9. Інтерпретація топографії урочищ еколого-атракційної дестинації міста Києва «Басейн ріки Либідь: Нова Забудова-Жилань-Солом'янка»

Інтерпретація топографії ландшафту полягає у різночасовому аналізі трансформації природних урочищ до антропогенно змінених урболандшафтів. На території м. Києва деградація ландшафтних природно-територіальних комплексів набула катастрофічних ознак. Насамперед, внаслідок не контрольованої та хаотичної забудови відбувається знищення малих гідрографічних об'єктів, особливо в колекторах, знижується рівень підземних вод, вирубуються цілі міські сквери та унікальні дерева, які є пам'ятками природи або садово-паркового мистецтва.

Найбільшою малою річкою м. Києва за довжиною, площею басейну, розгалуженістю мережі притоків, різноманітністю природного та антропогенного ландшафту, є р. Либідь, правий приток р. Дніпро. Вона має історико-географічне значення, значну кількість еколого-туристичних атракцій та формує ексклюзивну еколого-рекреаційну дестинацію, яка з точки зору екології туризму є мало дослідженою і є науковою проблемою сучасного екологічного киевознавства.

Топографія еколого-атракційних дестинацій в екології туризму описується методами інтерпретації природної та культурної спадщини, які сформульовані проф. Фріманом Тілденом.

Дестинації басейну р. Либідь є не лише мало вивченими, а й взагалі не відомими, а саме: ревіталізовані набережні, декоративні місточки, заповідальні біогеоценози, антропогенне та природне русло, гирла впадіння літописних притоків: Скоморох, Клов, Душогубиця, Мокра, Горіхуватка. Найбільш ексклюзивною є середня течія та басейн р. Либідь. Це насамперед частина долини ріки від залізничного вокзалу до перетину його бетонованого русла шляхопроводом Протасового яру. Пропонується назва відповідної еколого-атрактивної дестинації «Басейн р. Либідь: Нова Забудова – Жилань – Солом'янка», як еколого-туристичного, природознавчо-рекреаційного та екскурсійного маршруту містом Києвом.

З точки зору прикладної екології, актуальною є дослідження деяких гідрологічних режимів прилеглих гідрографічних об'єктів середньої течії р. Либідь. Це озеро антропогенного походження в районі НДІ ім. Є. О. Патона, гирло р. Мокра та струмок Скоморох.

Наукове дослідження реалізоване в рамках еколого-природоохоронного моніторингу р. Либідь, яке проведене шляхом польового рекогностування відповідної топографії урочищ за наступним коридором: Нова Забудова, Жилань, Прилибідська Панківщина, Нижня та Середня Солом'янка у квітні 2021 р. Авторський доробок корелюється із планом науково-дослідних польових досліджень кафедри екологічного моніторингу та геоінформаційних технологій у 2021 р.

Рекогностування середньої течії дестинації басейну р. Либідь забезпечувалися ретроспективними та сучасними картографічними матеріалами, які були створені київськими географами та картографами: І. Ушаковим ("Чертеж Киеву граду, как стоит с Московску страну и кругом всего города и как церкви и как дворы и улицы в нем же все описаны», 1893 р.), «План старокиевской или верхнего города Киева

крепости, поручика Новгородцева», 1774 р. та відомі ретроспективні плани міста киевознавця М. Закревського 1858 р.

Науково-літературні джерела, які надають повну ретротопографічну інформацію на територію дестинації є монографії І.Ю. Парнікози, В.І. Вишневського та публікація киевознавця-діггера К. Степанця.

Не висвітленими з точки зору еколого-краєзнавчого опису, є атрактивні ділянки середньої течії р. Либідь, не вивчені кластери її туристичної та природоохоронної дестинаційності. Дослідження реалізується на матеріалах еколого-географічних експедицій та порівняльного картографічного аналізу.

Створена та обґрунтована нова еколого-географічна перцепція (асоціативна інтерпретація) нової туристичної дестинації (маршруту) м. Києва за найбільшою малою річкою столиці, що має історичне та еколого-культурне значення в системі столичного урбану. Запровадження еколого-туристичного маршруту прискорить капіталовкладення для повної ревіталізації долини та басейну р. Либідь. На практиці запрацюють положення екологічного паспорту ріки про її муніципальний захист у забезпеченні екологічної безпеки вод та урочищ.

Розроблена нова інтерпретаційна програма моніторингу топографії середньої частини долини басейну р. Либідь за методикою Ф. Тілдена. Сформульована парадигма обсерваційного екологічного моніторингу басейну столичної ріки на основі еколого-географічних асоціацій та ландшафтних вражень, що розвиває методологічні концепції інтерпретації природної та культурної спадщини м. Києва. Закладені нові фундаментальні підмурки теорії екологічного киевознавства. Розкривається та реалізується еколого-туристичний потенціал малої природно-гідрографічної мережі м. Києва.

Еколого-туристичний інтерпретаційний маршрут еколого-атракційної дестинації «Басейн р. Либідь: Нова Забудова – Жилань – Солом'янка» має довжину екскурсійного коридору завдовжки 3,5 км. Коридор екоекспедиції має вигляд ламаного «висячого» полігонометричного рекогносциувального ходу, який складається із двох рівновеликих за довжиною ходів (рис. 4.55).



### КОСМОФОТОКАРТА ЕКОЛОГО-АТРАКЦІЙНОЇ ДЕСТИНАЦІЇ ДОЛИНИ р. ЛИБІДЬ

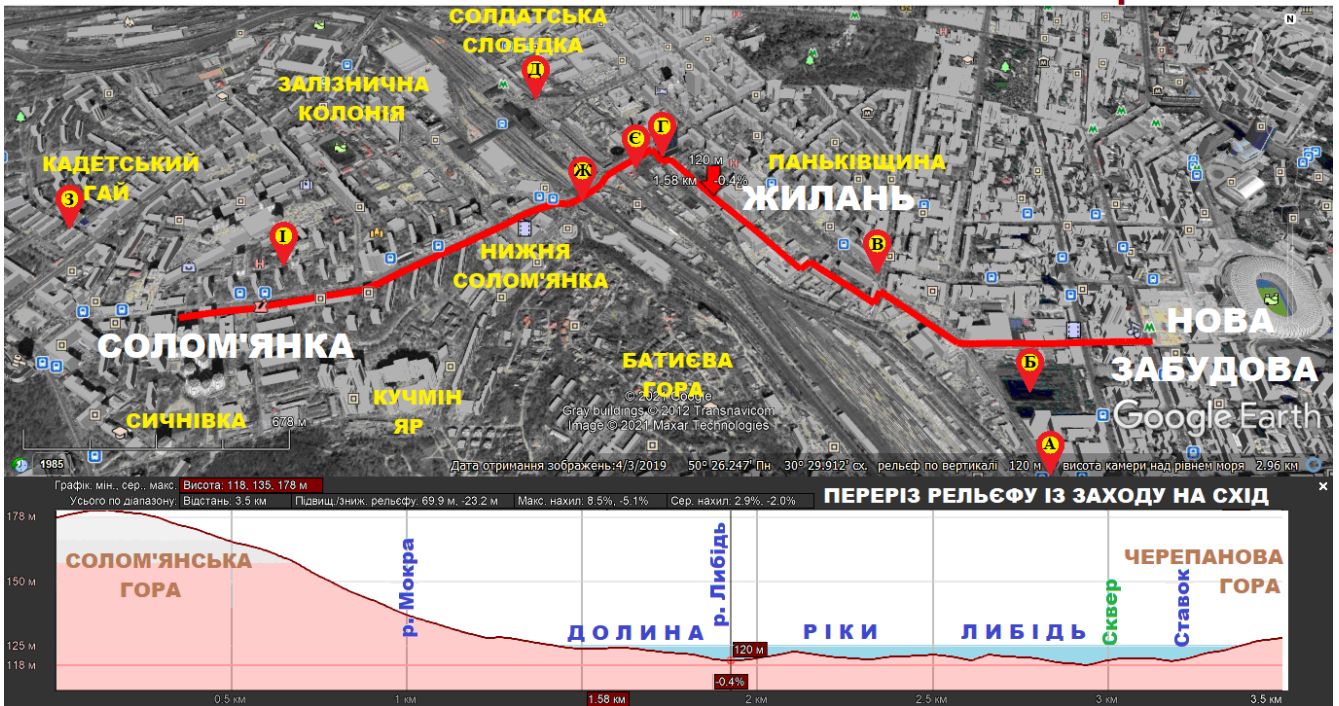


Рис. 4.55. Маршрут рекогностувального еколого-туристичного коридору

Вихідним реперним пунктом є Троїцька площа, яка локалізована у міському топонімі «Нова Забудова». Площа – є географічним центром м. Києва, про що свідчив геодезичний знак, що розташовувався на узбіччі дороги біля середньої школи № 78. Знак під час реконструкції НСК «Олімпійський» у 2011-2012 рр. було втрачено. Але картометричні роботи, які були проведені автором підтверджують відповідну ланмаркову відмітку:  $\varphi$  (географічна широта) =  $50^{\circ} 26,083' N$ ;  $\lambda$  (географічна довгота) =  $30^{\circ} 31,116' E$ ,  $H$  (геодезична ортометрична висота) = 128.111 м. у Балтійській системі висот (далі – БСВ).

Топографічна висота вихідного пункту коридору екоінтерпретаційного рекогностування атрактивних destinations становить 128,00 м. БСВ. Палеотопографічний аналіз карт та планів відповідний місцини надав наступну еколого-гідрографічну характеристику урочища. Територія Троїцької площі є палеодолиною р. Клов, яка на сьогодні каналізована та колектерована. Планувалося, що річковий колектор буде зациркульовано із роботою гідравлічної охолоджувально-вентиляційної мережі гіпермаркету. Але не було враховано, що водний потік поперечного перерізу колектору характеризується значною швидкістю течії, що завадило будівництву великого гіпермаркету, яке проводилося протягом 2008-2009 рр.

Після сильної зливи у липні 2008 р. швидкісний напір води зруйнував старий колектор, піднялися підземні води та була велика ймовірність природно-техногенної надзвичайної ситуації. Реалізація відповідного будівельного проекту спровокувало б трагедію на кшталт куренівської 1961 р. Були ще й політичні складові припинення будівництва, які пов'язані із зобов'язаннями адміністрації міста щодо дотримання



безпеки життєдіяльності вболівальників при проведенні ЄВРО-2012 біля НСК «Олімпійський».

Будівництво було терміново припинено, поверхи були демонтовані, підземна частина із надземною надбудовою законсервована і конструктивно зараз представлена у вигляді невеликих сходів, що ведуть від виходів метро на саму Троїцьку площу. Частина законсервованої конструкції стала Троїцьким підземним паркіногом.

Завдяки оперативному будівництву у 2009 р. новокловського колектору були значно розширені його гідротехнічні та гідравліко-технологічні функції: діаметр, гідродинамічні та гідравлічні параметри водотоків. Збудований новий новопрозорівський портал виходу колектору до бетонного гирла р. Либідь в районі вул. Ямської (рис. 4.55, позначка А; рис. 4.56).



Рис. 4.56. Прозорівський портал колектору дощової каналізації (гирло р. Клов)

Рух дослідницької групи інтерпретаційного еколого-туристичного рекогностування спрямовується уздовж вул. Фізкультури, перетинає вул. Антоновича та виходить у торговельно-розважальне містечко Баттерфляй Deluxe, зя яким відкривається панорамний краєвид безіменного озера з очеретом, дикими качками і навіть лебедями. Блогери м. Києва його іменують «котиком», тому що у картографічній інтерпретації його контури асоціюється із фауністичною перцепцією «кошеня із піднятим хвостом» (рис. 4.55, позначка Б).

Гідрогеоморфологічно озеро утворилося протягом 2010-2017 рр. внаслідок підняття ґрунтових вод на місці будівельного котловану. Тут планувалося побудувати тридцятиповерховий житлово-офісний центр. Води озера «Котлован» живлять води р. Клов та р. Либідь. Глибина гідрологічного об'єкту сягає понад шість метрів. Навколо озера сформувалася ендемічна біоекосистема із флорою та



фауною. Ще з часів Київської Русі-України дана місцевість ніколи не використовувалася у господарських цілях, тому що щовесни під час водопілля затоплювалася водами р. Либідь. Екоактивісти пропонують перетворити акваторію та територію навколо озера в екозону на кшталт Central Park (Центрального парку, Нью-Йорк Сіті парку – парк, розташований у центрі острова Мангеттен, Нью-Йорк, США). У іншому випадку ґрунтові води все одно знайдуть вихід і знищуватимуть споруди навколо.

Наступною еколокацією коридору інтерпретаційної програми туристичного маршруту, що проходить вулицями Фізкультури, Короленківської, є початок стародавньої вулиці м. Києва, що зберіглася до сьогодення. Її топографія та топологія також не зазнала жодних змін часів князювання Ярослава Мудрого. Це вулиця Володимирська. Вона формує екотаксономічну геосакральну вісь міста «Ріка Либідь – Андріївська гора».

На розі вулиці Короленківської та Тарасівської експедиційна бригада екодослідників потрапляє на східні околиці топоніму Панківщина, де розташовується екозона скверу ім. Димитра Пешева (1894-1973 рр.), болгарського борця за права людини та чисте довкілля. Безіменний сквер отримав назву 23.03.2018 р. згідно з рішенням Київської міської ради № 325/4389 від 22.02. 2018 р. На рис. 4.57 представлена авторська світлина скверу та на рис. 1 сквер позначений на рис. 4.55 позначкою В).



Рис. 4.57 Екозона ур. Панківщина – сквер ім. Д. Пешева

Повертаючи на вул. Тарасівську, далі прямуючі вулицями В. Яна та І. Еренбурга потрапляємо на вул. Набережно-Жилянська та місцевість (топонім) Жилань. Це вже безпосередньо заплава долини р. Либідь. Річка тече паралельно вул. Сім'ї Прахових. Рекогностувальна група повинна рухатися проти течії ріки. За ходом експедиції зустрічаються три місточки, під одним з них до р. Либідь впадає р. Мокра (Мокрянка), витік якої локалізовано на Батиевій горі у Солом'янському ландшафтному лісопарку. Поряд з локацією впадіння р. Мокрої знаходиться бетоноване гирло струмка Батиїв (Батиївський). Дане урочище є найнижчою топографічною точкою заплави р. Либідь у коридорі екореконструктивного інтерпретаційного маршруту – 118,00 м. БСВ.

Біля хмарочосу «101 Tower D.ТЕК» на вул. Льва Толстого, 37 улаштована ревіталізована частина у вигляді туристичної набережної із наявним еколого-туристичним та красознавчим аншлагом, який подає інформацію про історію походження місцевості, географію її природних та антропогенних ексклюзивів у вигляді карти та світлин.

Каналізаційна труба, що проходить під шляхопроводом замаскована за усіма технологіями екодизайну. Безпосередньої на вул. Л. Толстого, біля мосту з обох сторін руху транспорту встановлені таблички із гідронімічним позначенням «Ріка Либідь». Загальна панорама набережної Прилибідської Панківщини (Жилані) показана на авторській світлині (рис. 4.58) та позначено на космофотокарті (рис. 4.55, позначка Г).

Інтерпретовано та рекогностовано Східне крило полігонометричного ходу. Це заплавна частина реалізованої еколого-туристичної геоекопросторової розвідки території дестинації. Вона найбільш насичена природними ексклюзивами та пам'ятками навколишнього природного середовища. Так, наприклад, з боку технологічного корпусу ТЕС-1, за північною платформою залізничного терміналу впадає у р. Либідь її лівий приток – р. Скоморох (рис. 4.55, позначка Д), а неподалік, один із рукавів Панківського струмка. Основне річище Панківського (Ботанічного) струмка протікає у колекторі під вул. Л. Толстого та впадає у р. Либідь під шляхопроводом над бетонованим руслом.





Рис. 4.58. Ревіталізована набережна р. Либідь в ур. Жилань (на задньому плані димарі ТЕС № 1)

Південно-Західне крило полігонометричного рекогностувального ходу прямує вул. Л. Толстого у напрямку Нижньої Солом'янки, південного напівкільця київської залізниці. З боку локомотивного депо зустрічається аналог котлованного антропогенного озера, води якого живляться р. Либідь та р. Мокра (Мокрянка). У спекотні дні літа озеро всихає, але не зважаючи на це, водна екосистема зберігається. Генезис виникнення озера ідентичний до оз. Котлован (Котяче) у Новій Забудові. На рис. 4.59 представлена авторська світлина та її розміщення на космофотокарті (рис. 4.55, позначка Є).





Рис. 4.59 Антропогенне озеро Жилань

На пішохідній частині шляхопроводу над північними платформами залізниці знаходиться унікальний об'єкт історії науки та техніки України – геодезичний кадастровий ландмарк. Центр знаку знаходиться у задовільному стані, інформація, яка на ньому нанесена є читабельною, тому є складовою бібліотеки букету атракцій еколого-туристичної дестинації. Географічні координати пункту визначені за допомогою GPS-геодетики:  $\varphi$  (географічна широта) =  $50^{\circ} 26' 17,04509$  N;  $\lambda$  (географічна довгота) =  $30^{\circ} 29' 38,46629$  E,  $H$  (геодезична ортометрична висота) = 147.948 м. БСВ. На рис. 4.60 представлена світлина знаку, а на рис. 4.55 його місцезнаходження позначено літерою Ж.



Рис. 4.60. Геодезичний кадастровий ландмарк



На площі П. Кривоноса (Нижня Солом'янка) є екологічна атракція (екозона) – сквер залізничників. З цього пікету у журналі інтерпретаційного екореконструювання значно зростають висотні показники експозицій Солом'янської гори. Перепад (ондуляція) висот коливаються від 124,00 м. БСВ на розі вулиць Ползунова та Липківського до 178,00 м. БСВ біля будинку Мінекодовкілля України.

Кінцева ланка destinations'кого реконструювання проходить територією Середньої Солом'янки. По правий бік коридору розташовуються урочища Залізнична Колонія (навпроти Південного вокзалу), Кадетський гай (Повітрофлотський просп.), по лівому боку: Кучмін яр (вул. Кудряшова), Сичнівка (вул. Шаповала). Коридор реконструювання проходить скверами уздовж вул. митрополита Василя Липківського із дослідженням флористичної характеристики дерев.

У суміжних до destinations'кого маршруту урочищах Солом'янського природно-територіального комплексу знаходяться дерева – пам'ятки природи: Партизанський дуб (вул. Братів Зерових, 21), Перунів дуб (вул. Воробйова, 3; рис. 4.55, позначка З), дуб Яковенка (вул. Патріараха Мстислава Скрипника, 40; рис. 4.55, позначка І), дуб Фролка (вул. Авіаконструктора Антонова, 2/32, корп. 3). Партизанський дуб в часи Другої світової війни був природним доміантом місцевості – об'єктом стратегічної висоти Верхньої Солом'янки.

Еколого-атракційна destinations'ка охопила повний переріз середньої частини заплави та басейну р. Либідь із вивченням повного букету природних та природно-антропогенних еколого-туристичних об'єктів, які картографовані та включені у загальноміський перелік еколого-рекреаційних туристичних destinations'к та є складовою авторського кейсу еколого-туристичних екскурсій містом Києвом.

Топографія урочищ еколого-атракційної destinations'ки міста Києва «Басейн ріки Либідь: Нова Забудова-Жилань-Солом'янка» представляє собою інноваційний еколого-туристичний екскурсійний маршрут науково-пізнавального змісту та еколого-просвітницького напрямку. З еколого-топографічної точки інтерес представляє гідрографічна мережа басейну середньої заплави р. Либідь, її притоків: Клов, Мокра (Мокрянка), Скоморох.

Топографія коридору та пікетів полігонометричного ходу обсерваційного екореконструювання визначена з наступними топографо-геодезичними сталими:

- ортометричні показники: максимальні – 178,00 БСВ (вул. В. Липківського, 35); мінімальні – 118,00 БСВ (місце впадіння р. Мокра (Мокрянка) в ур. Передлибідська Жилань / Жилань, вул. Сім'ї Прахових, 20); середні уздовж коридору реконструювання – 135,00 БСВ;
- топографічний ухил підвищення – 69,9 м. / км. (вул. В. Липківського) та пониження (-23,2 м.) / км. (вул. Сім'ї Прахових); ухил максимальний: +8,5 ‰ / км. (ділянка вул. Стадіонна – вул. Кубанська); ухил мінімальний: (-5,1 ‰) / км. (ділянка вул. Сім'ї Прахових – вул. Антоновича); середній топографічний нахил підвищення/ пониження рельєфу: від +2,0 ‰ / км. до (-2,0 ‰) / км. (пл. П. Кривоноса – вул. Л. Толстого / вул. Короленківська – Троїцька площа).

Це максимально сприятливі топограф-геодезичні умови організації перманентного еколого-екскурсійного туристичного маршруту «Басейн ріки Либідь: Нова Забудова-Жилань-Солом'янка».

У ході реалізації екскурсійного проекту за методикою інтерпретації Ф. Тілдена максимально залучаються екскурсанти для створення ефекту їх причасності, співпереживання та отримання досвіду дослідження навколишнього природного та антропогенного середовища.

Вперше вивчені природні та антропогенні об'єкти в басейні середньої течії р. Либідь та включені до кадастру нових еколого-туристичних атракцій інноваційних еколого-рекреаційних дестинацій м. Києва.

На прикладі наукового дослідження латентної високопотенційної еколого-туристичної дестинації «Басейн ріки Либідь: Нова Забудова-Жилань-Солом'янка» продемонстрована висока ефективність розробки нових цікавих та привабливих туристичних маршрутів за природно-антропогенними та трансформованими ландшафтами великого міста.

Відповідний досвід рекогностування та інтерпретації природної та культурної спадщина буде і далі апробуватися на інших еколого-природоохоронних локаціях м. Києва та є еталонним для аналогічних досліджень інших населених пунктів України та світу.

## Висновки до розділу

Екологічний обсерваційний моніторинг був апробований на території м. Київ з точки зору стану навколишнього середовища.

Вперше в еколого-картографічний аудит було запроваджено новий глосарій громадських вулично-довідкових навігаційних картосхем навколишнього середовища м. Києва. Вони інформують про природні, техногенні, аномальні та інші потенційно-небезпечні явища, суцільні та дискретні процеси та явища довкілля столиці. Проведена їх класифікація та представлений детальний опис. Укладена кореляційна картографічна модель територіальних особливостей розташування картографічних аншлагов, постерів та інших карто вказівників. Вони виконують попереджувальну функцію.

Проаналізовано трансформацію топографії м. Києва під впливом урбанізаційних процесів та міського природокористування. Описані сучасні кліматичні характеристики території м. Києва, що обумовлені зміною синоптичних показників.

Були проведені екологічні експедиційні дослідження м. Києва за двома новими природно-територіальними пам'ятками довкілля-простору: а саме територією пам'ятки довкілля місцевого значення «Історичний ландшафт Київських гір та долини р. Дніпро» (регіональний ландшафтний парк «Дніпровські острови») та у долині каскаду озер Опечень (парк Почайна). Відповідні території ніколи не досліджувалися з точки зору еколого-гідрографічної характеристики, створення реєстру островів, флори, фауни, географічної, туристської та рекреаційної складової.

Вперше створений екологічний ортофотоплан пойми р. Дніпро та басейну р. Почайна. Представлений алгоритм проведення піших екологічних рекогностувань на відповідних місцинах. Визначені біологічні, геологічні, ботанічні, гідролого-метеорологічні та еніологічні небезпеки та шляхи їх попередження.

Визначені природоохоронні заходи, які потребують відповідні урочища та екозони для їх оптимізації та ревіталізації. Зазначаються сформульовані наукові задачі щодо поліпшення медико-географічних ситуації та збереження відповідних природних зон, які відіграють роль теплофізичного балансиру у формуванні теплового інфрачервоного поля природного та техногенного ландшафту столиці України.

Еколого-географічні експедиції по м. Києву визначили наступне:

1. природно-територіальний комплекс, що здатний відновлюватися знаходиться у критичному стані, особливо гідрографічна мережа, площа якої щороку зменшується. Це пов'язано із еволюцією ландшафтів під дією історико-урбанізаційних чинників, посушливим кліматом, відсутності опадів влітку та взимку, засміченням, осушенням водойм та знищенням підземних водних горизонтів;
2. необхідне створення нових територій природно-заповідного фонду, як річка Почайна (Почайнинський меліоративний канал), дніпровські острови поліпшують стан довкілля-простору, при чому як відкритих, так й закритих просторів. Зовнішній температурний градієнт та внутрішні мікрокліматичні та мікроекологічні показники у середині осель, предметно-орієнтованих та

функціональних приміщень є пов'язаними і визначаються станом здоров'я населення міста, яке є нижче середнього;

Вперше приділена увага та описані штучні гідрографічні об'єкти м. Києва: фонтани та бювети. Вони відіграють еколого-рекреаційну та релаксаційну роль у поліпшенні мікрокліматичних умов забудованих територій. Визначені вітальні властивості джерел та малих річок на території монастирів на паркових зон м. Києва. Укладена карта штучних джерел м. Києва. Вона надає інформацію про рівень, шари та ступінь зволоженості ґрунтів.

Укладена гіпергенезична (еколого-геодезична) карта м. Києва. Вона показує геотектонічну активність на території міста. Визначає швидкість вертикальних та горизонтальних рухів земної поверхні під впливом природно-техногенного антропогенного навантаження на довкілля-простір. Запроваджений новий лік висот – гіпергенезичний. Розрахована швидкість формування «чаші опускання м. Києва».

За теоретико-експериментальними підрахунками визначений період екологічних катастроф на території міста. Застосовування космологічних законів та передових космічних технологій, як наддовгобазисна радіоінтерферометрія. За основний об'єкт (космічний репер) було обрано Галактику із джерелом радіовипромінювання. Астронометрична обробка відповідних даних надала інформацію про потенційно небезпечні явища та процеси. Відповідно до їх часової амплітуди виникнення, сформульовані заходи попередження відповідних нетрадиційних надзвичайних ситуацій.

Визначений вплив гепатогенних геологічних зон на трансформацію довкілля-простору. Укладена карта геоенергоаномальних зон м. Києва із візуалізацією концентричних гепатогенних кіл. Запропоновані теоретичні аспекти виникнення гепатогенних зон та розташування на них потенційно небезпечних об'єктів.

Реалізований проєкт прокладання еколого-туристського та краєзнавчо-рекреаційної стежки (маршруту) на прикладі вул. Облонська набережна м. Києва. Був застосований метод еколого-топографічного та географічного рекогностування місцевості із залученням всіх природних, техногенних, соціокультурних об'єктів із складанням пікетажного маршрутного журналу на основі аерокосмічного ортофотоплану.

Проведений еколого-природоохоронний аудит топонімічної системи м. Києва. Розроблена класифікаційна схема екотопонімів та прийоми її складання. Проаналізовані відомі та маловідомі топонімічні кластери еколого-природоохоронно генезу, укладена відповідна картографічна модель.

На території м. Києва ідентифіковано нову потенційну еколого-туристичну дестинацію уздовж літописної р. Либідь. Відповідний еколого-гідрографічний об'єкт отримав екологічний паспорт та включений до муніципальної програми захисту екології малих річок м. Києва. Не зважаючи на історичний, географо-гідрографічний статус та значення р. Либідь, вона не має еколого-туристичної інтерпретації її басейну, заплави та топографії прилеглих урочищ.

Реалізоване обсерваційне рекогностування дестинаційного коридору розробленого еколого-просвітницького маршруту у топонімах Нова Збудова, Паньківщина, Жилань, Прилибідська Паньківщина, Солом'янка. Знайдені



гідрологічні еколого-туристичні атракції річок Клов та Мокра (Мокрянка), струмків Батиївського, Скоморох та Панківського (Ботанічного).

Проведений детальний еколого-географічний опис DESTИНАЦІЇ: генезис виникнення супутніх заплавлених антропогенних (промислових) ставків та озер, унікальної топографії урочищ та скверів. Здійснений огляд усього природно-територіального комплексу та букету туристичних ексклюзивів DESTИНАЦІЇ.

## ВИСНОВКИ

Сформульована методологія – наукова парадигма екологічного обсерваційного рекогностувального моніторингу довкілля-простору м. Києва. В результаті визначено і вирішено наступні екологічні та еколого-географічні проблеми, що виникають в методиці цифрової геодезії, картографії та фотограмметрії при розв’язанні задач прогнозування надзвичайних ситуацій природно-техногенного характеру.

Введено в науковий термінологічний обіг дефініція «довкілля-простір», як просторова-часова характеристика стану біосфери (континуального природно-територіального комплексу) на визначеній території із дискретизацією об’єктів природного та техногенного (промислового) ландшафту, компактною територіальною організацією об’єктів критичної інфраструктури. Вона має різні геодезичні характеристики, а саме: відкритий фізичний простір топографічної денної поверхні із ондульованим ландшафтом, патогенно або вітально трансформованим.

Розроблена та перевірена картографічна парадигма обсерваційного моніторингу при обґрунтуванні та визначенні інфраструктури екологічних обсервацій – ландмарків. В результаті проведеного аналітичного кореляційного аналізу доведена відповідність і закономірність розташування ландмарків на спеціалізованих територіях та локаціях організації ресурсо- та природокористування у відповідних фізико-географічних та еколого-кліматичних зонах. Це підтверджено створеними картографічними моделями, тематичний зміст яких погоджений з еколого-рекреаційною діяльністю сфери обслуговування економіки. Визначені особливості метричності та точності інструментарного забезпечення реалізації рекогностувального моніторингу за відповідним комплексом обсервацій-ландмарків.

Розроблено та впроваджено в екологічний моніторинг інновітінг-інструментарій моделювання та візуалізації цифрової реальності довкілля-простору із застосуванням Gadget & Smart-геодезичних технологій координування об’єктів критичної інфраструктури, унікальних та ексклюзивних об’єктів навколишнього природного та техногенного середовища. Він ґрунтується на застосуванні супутникових навігаційних систем портативного технологічного функціонування, точність яких наближена до прецизійних.

Сформульовані концептуальні основи управління екологічним моніторингом довкілля-простору м. Києва та сформульована його методологія.

Запроваджені в практику камеральних досліджень (обробка польових полігонних даних обсерваційного моніторингу) методичні прийоми концепції геоіконічної методології. Розроблений математичний апарат стандартизації проектування геоіконіки умовних позначень систем цифрових моделей карт екологічної безпеки з оцінки точності та якості візуалізації даних екологічного моніторингу в геоінформаційних системах екологічної безпеки.

Розроблений картосемантичний комплекс програмних інструментів для змістовного представлення екологічних геопросторових даних обсерваційного моніторингу в картографічних легендах. Сформована теорія проектування

картографічного банку даних умовних позначень природоохоронних та промислових територій.

Проведений картографічний обсерваційний аудит природно-техногенного середовища м. Києва, як початковий етап обсерваційного дорекогносுவального моніторингу довкілля-простору. Розроблені нові класифікаційні ознаки карт системи екологічної безпеки. Проведена інтерпретація довкілля-простору на публічних (вулично-інформаційних) картографічних зображеннях екологічної безпеки м. Києва, як нових моделей, що можна використовувати в екологічному аудиті довкілля. Їх зміст містить важливу геопросторову інформацію про стан навколишнього середовища у просторі та часі. Укладена картографічна модель територіальної організації картографічних обсерваційних ландмарків на територію м. Києва із демонстрацією їх класифікаційних ознак. Практичне застосування розробленого картографічного класифікатора та інтерпретатора відображено у алгоритмі ГІС-проєтування картографічних моделей еколого-антропогенного змісту.

Розроблена гіпергенезична (еколого-геодезична) карта м. Києва. Розрахована періодика екологічних катастроф на територію міста. Розроблена мобільна геоінформаційна система екологічного моніторингу м. Києва із запобігання ризикам антропогенного впливу.

Сформульовані теоретичні та концептуальні засади методології практичної організації обсерваційного моніторингу засобами ГІС та ДЗЗ. Новою є методологія експрес-діагностики теплофізичних властивостей моніторингу теплового поля природно-техногенних об'єктів м. Києва. В результаті побудованої теплофізичної моделі було визначено градієнтне теплове поле Батієвої гори на Солом'янці.

Розроблені нові способи автоматичного дешифрування, інтерпретації та ідентифікації об'єктів природокористування на оптичних та спектрзональних знімках, а також дійсних ортофотопланах, що зроблено на основі технології обробки даних аерофото- та космічного знімання.

Запропоновано алгоритм та функціональну схему-модель використання багатоспектральних та мультиспектральних геозображень в екологічному моніторингу для визначення антропогенного впливу на території м. Києва.

Проведено піший рекогносувальний екологічний моніторинг м. Києва, як полігонної та експериментальної території щодо визначення дієздатності інновінг-інструментарій. Визначені рівні ризиків екологічної безпеки та сформульовані принципи організації раціонального природокористування на територіях та акваторіях дніпровських островів, басейнах малих підземних та наземних річок міста (на прикладі каскаду озер Опечень на Оболоні та Почайнинського меліоративного каналу).

Сформовані теоретичні основи екологічної безпеки системи туризму та рекреації та території м. Києва шляхом дослідження еколого-природоохоронних складових топонімічної системи міста. Розроблений пілотний проєкт їх еколого-моніторингового рекогностування еколого-туристичних стежок, на прикладі однієї із популярних рекреаційно-туристичних атракцій та дестинацій.

Проведене екотопонімічне дослідження м. Києва. В методологію екологічного моніторингу великого міста запроваджений інформаційно-пошуковий кластер порівняльного кореляційного аналізу відповідності еколого-географічної специфіки

ландшафту території її іменуванню (топонімічної назви). Завдяки реалізації відповідної методики з високою імовірністю інтерпретується система природокористування, яка визначає господарську систему місцевості та її патогенний вплив на довкілля; небезпечні фізико-географічні умови, які панували або періодично спостерігаються на визначеній території; палеоекологічні та палеогеографічні особливості трансформації гідрографічної мережі та її роль в системі водопостачання та каналізування забудованих та дренажування, зрошення та водовиведення на незабудованих міських ландшафтах; особливості розселення населення та інтенсивність урбанізації; рекреаційні та релаксаційні властивості природних зон та лісопаркових урочищ; особливості промислового, господарського та економічного розвитку міста; орографічні особливості підземних просторів; стану природного засмічення території.

Запроваджена нова класифікаційна система екологічних топонімів: екогідроніми, екоороніми, екоурбоніми, реліктові та екоперцепційні топоніми. Також запроваджена система ранжування міських екотопонімів: містоутворюючі, периферійні передмісті, локальні та мікротопоніми.

Алгоритм реалізації географічного опису екотопонімічного каркасу території м. Києва супроводжується різномасштабною картографічною документацією різної геохронології. Це рекогностувальні абрисы, еколого-топографічні плани, серії екологічних та природоохоронних карт та екологічні електронні та аналогові атласи, в тому числі екологічні геопортали. Була апробована галсова система моніторингу та інтерпретації екотопонімів столиці України.

В результаті наукового дослідження виявлений цілий пласт нових екотопонімів м. Києва, ономастика яких підтверджує кореляцію довкілля та виду господарської життєдіяльності на території м. Києва. Це урочища Запісоччя (місце видобутку піску із часів Київської Русі-України, ріка Бобрівня (місце великої популяції Бобрів суходолу дніпровських островів), острів Лопуховатий (ареал розповсюдження червонокнижних водяного та дібровного лопуха), урбоекотопонімів: Оаза, Берізка, Верби, Маслівка тощо.

Проведений широкий опис екотопонімічної структури м. Києва. Мікроекотопонімічні кластери території м. Києва, іменування яких покладені на авторську карту еколого-топонімічного каркасу м. Києва, апробується в системі ретроекологічного моніторингу системи природокористування м. Києва, трансформації ландшафтів, дослідження історії екологічних катастроф та в системі організації екологічного туризму та рекреації. Отримані результати впроваджені в освітній процес підготовки екологів вищої кваліфікації.

Досліджена трансформація топографії рельєфу уздовж маршруту екопросторової розвідки басейну р. Либідь. Обчислені геодезичні координати центру м. Києва, що є складовою розробленої дестинації «Басейн ріки Либідь: Нова Збудова-Жилань-Солом'янка». Укладена космофотокарта (абрисний план на ортофотокарті) еколого-туристичного маршруту із демонстрацією всіх природоохоронних та екологічних локацій, полігонометричний хід маршруту, пам'ятки природи.

Особливістю та унікальністю проектування та реалізації дестинації «Басейн ріки Либідь: Нова Збудова-Жилань-Солом'янка» є інтерпретація природної та



культурної спадщини частини заплави р. Либідь за прийомами проф. Ф. Тілдена із запровадженням авторських технологій активного екскурсовознавства та екологічного краєзнавства. Дослідження є складовою комплексного конструктивного еколого-географічного моніторингу м. Києва в контексті сформульованої нової еколого-природоохоронної парадигми – екологічного киевознавства.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агибалова Е.В. Екологічна географія. Львів, 2018. 214 с.
2. Адаптація до змін клімату: зелені зони міст на варті прохолоди: монографія. За ред. Т. Казанцева. Київ, 2016. 40 с.
3. Батог С.В. Еколого-гідрологічна характеристика водойм м. Києва. Дис... канд. геогр. наук: 11.00.07. Київ, 2017. 249 с.
4. Бондар О.І., Шевченко Р.Ю., Застосування аерокосмічних технологій для природно-ресурсного відновлення зони відчуження на екологічних засадах. Інноваційні аерокосмічні технології в екологічному моніторингу: матер. наук.-техн. конф. (Київ, 24-25.04.2018 р.). Київ, 2018. С. 5-6.
5. Бондар О.І., Шевченко Р.Ю. Моніторинг стану навколишнього середовища засобами ГІС: навч.-метод. та практ. рекомендації. Київ. ДЕА, 2018. 52 с.
6. Бондар О.І., Шевченко Р.Ю. Наукові основи геоінформаційного моделювання екологічної безпеки. Наука III тисячоліття: пошуки, проблеми, перспективи розвитку: тези міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (Бердянськ, 25-26.04.2018 р.). Бердянськ, 2018. Т. II. С. 173-174.
7. Бондар О.І., Шевченко Р.Ю. Наукові основи управління екологічним моніторингом. Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту ISDMCI'2018: зб. наук. пр. між нар. наук. конф. (Железний Порт, 20-24.05.2018 р.). Херсон, 2018. С. 32-35.
8. Бондар О.І., Шевченко Р.Ю. Вдосконалення системи координат космічної геодезії у цілях екологічного моніторингу. Аерокосмічні технології в Україні: проблеми та перспективи: тези доп. II наук.-практ. конф. (Київ, 04.10.2018 р.). Київ, 2018. С. 47.
9. Бондар О.І., Фінін Г.С., Унгурян П.Я., Шевченко Р.Ю. Дистанційні методи моніторингу довкілля: навч. посібн. Херсон, 2019. 298 с.
10. Бондар О.І., Фінін Г.С., Шевченко Р.Ю. Аналіз використання космічних систем в екологічному моніторингу. VinSmartEco: зб. матер. I міжнар. наук.-практ. конф. (Вінниця, 16-18.05.2019 р.). Вінниця, 2019. С. 61-63.
11. Бондар О.І., Фінін Г.С., Шевченко Р.Ю. Геоматична парадигма екологічної безпеки туризму. Екологія/Ecology-2019: зб. наук. праць. VII-й всеукр. з'їзду екологів з міжнар. участю (Вінниця, 25-27 вересня, 2019 р.). Вінниця: ВНТУ, 2019. С. 123.
12. Бондар О.І., Фінін Г.С., Шевченко Р.Ю. Роль екологічної освіти при оцінці впливу на довкілля. VinSmartEco: зб. матер. I міжнар. наук.-практ. конф. (Вінниця, 16-18.05.2019 р.). Вінниця, 2019. С. 365-367.
13. Бондар О.І., Шевченко Р.Ю. Екологічна безпека довкілля в акваторії каскаду озер Опечень міста Києва. Екологічні науки. 2018. № 2 (21). С. 6-11.
14. Бондар О.І., Шевченко Р.Ю. Екологічний моніторинг та екологічна безпека рекреаційного природокористування Дніпровських островів міста Києва. Екологічні науки. 2018. № 1 (20). Т. 1. С. 5-11.
15. Вишневецький В., Шевчук С. Оцінювання стану водних об'єктів Києва за даними дистанційного зондування Землі. Український журнал дистанційного зондування Землі. Київ, 2016. № 11. С. 9-14.

16. Вишневецький, В. І. Малі річки Києва: монографія. Київ, 2007. 28 с.
17. Вікіпедія. Озера Опечень. URL: <https://uk.wikipedia.org/>.
18. Горный В., Крицук С., Латыпов И. и др. Теплофизические свойства поверхности городской среды (по результатам спутниковых съемок Санкт-Петербурга и Киева). Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Санкт-Петербург, 2017. Т. 14. № 3. С. 51-66.
19. Долинний В.В. Моделі, методи і технологічні засоби побудови ряду великомасштабних тематичних карт. Дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06. Київ, 2017. 196 с.
20. Екологічний атлас Києва. Київ, 2006. 60 с.
21. Еніологія: навч. підручник. Київ, 2014. 783 с.
22. Звіт про науково-дослідну роботу «Моніторинг виконання природоохоронних робіт та екологічного стану природного довкілля діючих та ліквідованих вугільних підприємств, розроблення пропозицій щодо його поліпшення. Збір та аналіз виробничих показників вугільних шахт для формування і оновлення бази даних еколого-технічних показників вугільних підприємств» (№ ДР 0116U005852): проміжний звіт за I-III кв. 2017 р. Київ, ДЕА, 2017. 42 с.
23. Звіт про науково-дослідну роботу «Оцінка та вивчення еколого-техногенного стану Донецької та Луганської областей з метою розробки рекомендацій щодо природно-ресурсного відновлення на екологічних засадах» (№ ДР 0117U006967): заключний звіт за 2017 р. Київ, ДЕА, 2017. 150 с.
24. Звіт про науково-дослідну роботу «Проект організації національного природного парку «Кременецькі гори», охорони, відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів та об'єктів» (№ ДР 0115U006560): заключний звіт за 2016 р. Київ, ДЕА, 2016. 230 с.
25. Звіт про науково-дослідну роботу «Розробка нормативно-методичного документа рубрикатора завдань у сфері екологічного моніторингу за допомогою космічних систем ДЗЗ та ГІС» (№ ДР 0118U005461): заключний звіт за 2018 р. Київ, ДЕА, 2018. 170 с.
26. Іванник Ю. Ю. Моделі, методи і засоби формування динамічних сценаріїв у навігаційних геоінформаційних системах реального часу: дис.... кандидата техн. наук: 05.13.06 – інформаційні технології. Київ, 2015. 157 с.
27. Клименко М.О. Моніторинг довкілля. Київ, 2006. 360 с.
28. Клименко М.О., Прищеп А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля. Київ, 2006. 360 с.
29. Корсак К.В., Плахотнік О.В. Основи сучасної екології: навч. посібник. Київ, 2004. 340 с.
30. Кохан С.С., Востоков А.Б. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи Київ, 2009. 511 с.
31. Легендарная киевская река Почайна продолжает существовать на Оболони. URL: <http://my-obolon.kiev.ua/stati/legendarnayakievskaya-reka-pochajna-prodolzhaet-sushhestvovat-na-oboloni.html>
32. Мкртчян О. Геоінформаційне моделювання в конструктивній географії. Львів, 2010. 119 с.
33. Назаров, А. С. Фотограмметрия: Монографія. Киев, 2006. 368 с.

34. Некос А., Щукін Г., Некос В. Дистанційні методи досліджень в екології. Харків, 2007. 372 с.
35. Пісна Р.С. Теоретико-методичні основи створення тематичних інтерактивних карт (на прикладі критичної інфраструктури міста Києва). Дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.12. Київ. 2019. 200 с.
36. Про створення парку культури і відпочинку «Парк Почайна» на земельній ділянці орієнтовною площею 10,10 га, що розташована вздовж річки Почайна до затоки Вовковата між проспектом Степана Бандери та вулицею Електриків в Оболонському районі м. Києва: Рішення Київської міської ради III сесії VIII скликання № 838/1842 від 10.02.2017 р. URL: [http://kmr.ligazakon.ua/SITE2/1\\_docki2.nsf/alldocWWW/484C42EE87B11F9EC22580D1006E07C2?OpenDocument](http://kmr.ligazakon.ua/SITE2/1_docki2.nsf/alldocWWW/484C42EE87B11F9EC22580D1006E07C2?OpenDocument)
37. Про створення регіонального ландшафтного парку «Дніпровські острови»: рішення Київської міської ради № 878/2288 від 23 грудня 2004 р. URL: [http://kmr.ligazakon.ua/SITE2/1\\_docki2.nsf/alldocWWW/DD5D8F2A57403B4EC22573C00052C3FA?OpenDocument](http://kmr.ligazakon.ua/SITE2/1_docki2.nsf/alldocWWW/DD5D8F2A57403B4EC22573C00052C3FA?OpenDocument).
38. Савчук С.Г. Вища геодезія. Підручник. Житомир, 2005. 315 с.
39. Світличний О.О. Основи геоінформатики: навч. посібн. Суми, 2006. 295 с.
40. Філіпович В.Є. Використання космічної інформації для прогнозу розвитку небезпечних геологічних процесів (підтоплення та затоплення) на прикладі окремих районів м. Києва. Український журнал дистанційного зондування Землі. 2015. № 7. С. 58–63.
41. Чудо І. Карта геопатогенних зон Києва. URL: <http://www.bio-lavka.kiev.ua/fons/kiev2a.jpg>.
42. Шарлемань М., Доліщінський П. Збережемо Почайну! Вечірній Київ. К., 1967.
43. Якимчук В., Ліщенко Л., Суханов К., Порушкевич А. Застосування спектральних індексів спектрограм листя дерев для оцінки екологічних умов їхнього росту в м. Києві. Український журнал дистанційного зондування Землі. Київ, 2015. № 5. С. 4-14.

## ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА

**ШЕВЧЕНКО РОМАН ЮРІЙОВИЧ**, українець, киянин.

**Освіта:** Київський національний університет імені Тараса Шевченка, географічний факультет, магістр картографії, менеджер, географ, викладач, 2004 р. Аспірант географічного факультету 2004-2007 р.

**Науковий ступінь:** кандидат географічних наук (11.00.12 – Географічна картографія). Тема дисертації «Географо-картографічний моніторинг культових споруд м. Києва», 2008 р.

**Науково-педагогічний стаж:** 17 років. Працював на посадах молодшого наукового співробітника, старшого викладача, доцента у закладах вищої освіти м. Києва. У Державній екологічній академії післядипломної освіти та управління працює із вересня 2016 р. На посаді завідувача кафедри екологічного моніторингу, геоінформаційних та аерокосмічних технологій із липня 2020 р. Із квітня 2021 р. – завідувач кафедри екологічного моніторингу та геоінформаційних технологій.

**Наукові інтереси:** екологічна та туристична картографія та географія довкілля м. Києва, екологічне туристське киевознавство, організація екскурсійної діяльності.

**Професійне кредо:** «Творчість реалізована у будь-якій ситуації перетворюючи роботу на мистецтво!»

**Науково-педагогічна діяльність спрямована** на формування картографічних вмінь та геопросторової компетентності засобами на принципах інтерпретації Фрімана Тілдена.

**Основні наукові праці:** «Картографічна інтерпретація деяких особливостей м. Києва»: монографія (у співавторстві), 2007; «Картографічні технології в туризмі»: навчальний посібник, 2014; «Просторові дестинації сакральної архітектури м. Києва»: монографія, 2014», «Картографія»: підручник, 2015; «Геоінформаційні методи обробки інформації»: навчально-методичний посібник, 2016; «Моніторинг навколишнього середовища засобами ГІС»: навчально-методичний посібник (у співавторстві), 2018; «Дистанційні методи моніторингу довкілля»: навчальний посібник (у співавторстві), 2019»; «Інструментарій моніторингу довкілля м. Києва»: монографія, 2020.

**Компетентності:** Сертифікований гід-інтерпретатор природної та культурної спадщини, екскурсивод, 2019 р. Має ряд напрацьованих еколого-краєзнавчих маршрутів «Литописна Почайна», «Екологія Близького Космосу», «Мережа обсерваційних знаків м. Києва».

Автор геопорталів «Екологія Обухівщини» (2019), «Критична інфраструктура Донбасу» (2020), «Критична транспортна інфраструктура України» (2020), «Сміття Києвщини» (2021) на замовлення Ради національної безпеки та оборони України та Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України.

**Нагороди:** Почесна Грамота Обухівської районної державної адміністрації за реалізацію державної екологічної політики, 2019. Лауреат Державної Премії України в галузі державного управління у сфері екологічної безпеки, 2021 р.

Член Київського товариства захисту довкілля, історичної та культурної спадщини, академік (дійсний член), 2021 р.

**Викладає навчальні дисципліни:** «Методологія екологічного моніторингу», «Сучасні наукові бази даних та онлайн ресурси в екології». Керівник магістерських кваліфікаційних робіт.

**Контакти:** 098-030-16-81 (Tel./ Viber), e-mail: [azimut90@ukr.net](mailto:azimut90@ukr.net)

**Наукометричні профілі:**

<https://scholar.google.com.ua/citations?user=4i38grcAAAAJ&hl=uk>

<http://irbis-nbuv.gov.ua/ASUA/0108785>

Web of Science Researcher ID [AAH-3997-2021](https://orcid.org/0009-0001-9140-4000)



НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ШЕВЧЕНКО** Роман Юрійович

**КИЄВОЗНАВСТВО:  
просторова інтерпретація урболандшафту**

Монографія

Українською мовою

Текст монографії у авторській редакції

Підписано до друку 19.04.2021 р. Формат 21x29,7

Умовн. друк. арк. – 11,8. Наклад 300 прим.

---

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління  
03035, м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2.  
Тел.: (044) 206-31-31. Тел./факс: (044) 206-31-87. E-mail: dei2005@ukr.net