

МОБІЛЬНА ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ МІСТА КИЄВА ЯК НАУКОВО-МЕТОДОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ ЗАПОБІГАННЯ РИЗИКАМ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ

Шевченко Р.Ю.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2, 03035, Київ
azimut90@ukr.net

Розглянуті інтеграційні можливості створеної спеціалізованої GIS, що дозволяє повніше використовувати її можливості для геоінформаційного картографування, екологічної безпеки і підвищення якості електронних карт. Досліджено способи формування просторових баз даних природно-техногенних територій міста та практику застосування. Реалізацію управління екологічним моніторингом показано через складання геоінформаційного реєстру природного та техногенного середовища м. Києва. *Ключові слова:* картографічна модель, мобільна ГИС-система екологічного моніторингу, природно-техногенна безпека, моделювання територіальної структури міського середовища, екологічні карти.

Мобильная геоинформационная система экологического мониторинга города Киева как научно-методологическая модель предотвращения рисков антропогенного воздействия. Шевченко Р.Ю. Рассмотрены интеграционные возможности созданной специализированной GIS, позволяющие более полно использовать ее возможности для геоинформационного картографирования, экологической безопасности и повышения качества электронных карт. Исследованы способы формирования пространственных баз данных природно-техногенных территорий города и практика их применения. Реализация управления экологическим мониторингом показана через составление геоинформационного реестра природной и техногенной среды г. Киева. *Ключевые слова:* картографическая модель, мобильная ГИС-система экологического мониторинга, природно-техногенная безопасность, моделирование территориальной структуры городской среды, экологические карты.

Mobile geo-information system of environmental monitoring of the city of Kyiv as a scientific and methodological model for the prevention of risks of human impact. Shevchenko R. The integration possibilities of the created specialized GIS are considered, which makes it possible to more fully utilize its capabilities for geographic information mapping of environmental safety and improving the quality of electronic maps. The ways of forming spatial databases of natural and man-made territories of the city and the practice of their use are investigated. The implementation of environmental monitoring is shown through the compilation of a geo-information register of the natural and man-made environment of Kiev. *Key words:* cartographic model, mobile GIS-system for environmental monitoring, natural and technological safety, modeling of territorial structure of urban environment, ecological maps.

Постановка проблеми. Головне наукове завдання створеної GPS-GIS «Управління екологічним моніторингом» – реалізація географо-картографічного моніторингу природно-техногенного комплексу м. Києва. Це систематизація та узагальнення екологічних матеріалів експедиції, аналіз карт міста за особливостями географічного розміщення потенційно-небезпечних територій, особливо під час складання електронних абрисів місцеположення в сучасній щільній забудові міста для їх відтворення. Тому розроблення спеціалізованої GIS відображає наукові (створення геоінформаційного реєстру), організаційні (система охорони природи) та прикладні (аналіз географічного місцеположення підприємств) функції геоінформаційних систем [1].

Дослідження антропогенних чинників забруднення довкілля виконується універсальним методом геоінформаційного картографування на основі даних дистанційного зондування. Підвищена увага при-

діляється моніторингу антропогенного ландшафту для мінімізації впливу й адаптації природного середовища до трансформацій довкілля. Територіально проблема дослідження лімітована великими міськими агломераціями, наприклад Київською [2].

Технологія і система ГИС-проектування картографічних моделей належать до управлінських систем з еколого-антропогенним впливом на допустимих рівнях забруднення довкілля забудованих територій. Таке моделювання повинно спрямовуватися на покращення сприйняття космічних геообразень.

Актуальність дослідження. У сучасних умовах природно-техногенного (антропогенного) навантаження на довкілля та підвищених ризиках антропогенного впливу на біоту великих міст виникає необхідність у формулюванні спеціального алгоритму проектування картографічних моделей на основі оброблення космічних геообразень. Фактично це розроблення інфраструктури геоінформаційної

системи для ефективного управління за умов допустимого рівня забруднення довкілля урбанізованих територій та їхнього впливу на природні ландшафти.

Для цього необхідно розробити методику дешифрування космічних знімків (далі – КЗ) та оброблення даних ДЗЗ, що роблять традиційні методи картографування більш ефективними й економічними (рентабельними), дозволяють апробувати відображення еколого-антропогенної інформації на трансформованих ортофотопланах. Водночас треба визначити особливості метричних характеристик КЗ для реалізації екологічного моніторингу, застосувати вдосконалений алгоритм для екологічного моніторингу екосистем м. Києва.

Праця виконана в межах науково-дослідної роботи Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління «Розробка нормативно-методичного документа рубрикатора завдань у сфері екологічного моніторингу за допомогою космічних систем ДЗЗ та ГІС» (заключний № держреєстрації 0118U005461).

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питання геоінформаційного регіонального еколого-природоохоронного картографування досліджені в наукових працях В. Пересадько; формування геоінформаційних систем на основі просторово-часових моделей – у монографіях П. Жежнич, методологічні підходи до побудови баз картографічних даних ГІС – у роботах М. Васюхіна [2], вивчено етапи обробки та дешифрування КЗ [1–5]. Ученими обґрунтовано, що основою картографічної моделі еколого-антропогенного змісту є дійсні ортофотозображення з дешифруванням, що відображено в дослідженнях [5].

Мета статті – науково обґрунтувати особливості алгоритмізації ГІС-проекування карт на основі дешифрування різноформатних баз даних ДЗЗ для створення класифікаційної типізації карт екологічної безпеки.

Створена інформаційно-аналітична система GIS & GPS / GNSS-управління екологічним моніторингом ризиків антропогенного впливу м. Києва є самостійним програмним дослідженням на основі програмних модулів фірм ESRI та MicroStation. Це спеціалізована геоінформаційна система, в якій систематизовано оперативне ухвалення рішень у галузі геоінформаційного картографування системи природно-техногенної безпеки м. Києва як складової частини національної інформаційно-управлінської системи попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій для створення геоінформаційного реєстру потенційно небезпечних об'єктів Києва.

Методологічне або загальнонаукове значення.

Алгоритм проектування картографічних моделей узагальнює панхронологічну екологічну інформацію з координатною на території, містить атрибутивну геоінформацію, яка акумулює моніторингові інтегральні дані про вплив на довкілля екологічно небезпечних техногенних чинників у найзручнішому для

порівняння вигляді для цифрової карти спеціального призначення.

В основу методів проектування спеціалізованих картографічних моделей покладено принцип «різницевого» сприйняття геозображень, який функціонально пов'язаний із технологією визначення змін показників екологічних характеристик місцевості, що отримані й оброблені за конкретний моніторинговий період часу. У результаті цього оцінка чинників патогенного впливу на довкілля території демонструється як диференційне визначення змін поточних природних параметрів.

Використовуються такі методи: картографічний (проведення кореляційного аналізу стану довкілля на полігонних територіях, аналіз чинників природного та техногенного патогенного взаємного впливу, визначення трендів розвитку патогенної ситуації на місцевості – просторовий аналіз), геоінформаційний (оверлений аналіз та обробка даних дистанційного зондування Землі, розробка моделі інфраструктури екологічної ГІС), математичний (створення математичного апарату управління екологічним моніторингом, побудово структурно-параметричних моделей розвитку та подолання екологічних катастроф), аналізу та синтезу (прогнозування екологічних надзвичайних ситуацій із розробкою інтерполяційних методів білінійної інтерполяції техногенних ризиків).

Виклад основного матеріалу. Прикладами застосування GIS-технологій у картографуванні надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру є розроблені електронні карти [4] екологічної безпеки м. Києва. Одним з аспектів розроблення наукових основ системного картографування екологічної безпеки є пошук шляхів створення спеціалізованої інформаційно-аналітичної системи GIS & GPS / GNSS-досліджень просторових дестинацій екологічної безпеки м. Києва для систематизації та узагальнення геоінформаційної бази даних щодо потенційно небезпечних природних і промислово-антропогенних територій міста.

Головною функцією створеної спеціалізованої інформаційно-аналітичної системи GIS & GPS / GNSS (Global Navigation Satellite Systems) щодо просторових дестинацій екологічної безпеки м. Києва є оперативність пошуку потенційно-небезпечного об'єкта за багатьма характеристиками: адреса, назва споруди, вид промисловості, наявність СДОР, конструктивні характеристики споруди, топонімічна приналежність, періоди.

GIS включає традиційні блоки банків і баз даних, як-от: топографо-геодезична інформація, тобто топографічна основа, аеро- та космічні знімки; геоітегінг та кеокешинг; тематичні карти проблемної та покомпонентної спрямованості; цифрова (таблична) статистична інформація; додаткова інформація у вигляді графіків, схем, фото- та відеозображення тощо; алгоритми картографування новозбудованих потенційно небезпечних споруд у різних варіаціях

залежно від зміни будь-якого параметра. Такі алгоритми побудовані за принципом експертних оцінок (рис. 1).

До основних вимог програмних засобів, які мають бути покладені в основу формування GIS, належать модульність, відкритість і повна сумісність з іншими програмними продуктами. Тобто програмне забезпечення GIS територіальної організації об'єктів екологічної безпеки являє собою єдине інтегроване програмне середовище уніфікованих форматів даних користувачьким інтерфейсом, стандартними прикладними програмними засобами.

Модулі геоінформаційної системи містять: картометричні параметри географічного розташування; залежність між об'єктами екологічної безпеки; різноманітні види особливостей розміщення меж, що досліджуються; картографування новозбудованих об'єктів екологічної безпеки, а також таких, що проєктуються та будуються.

GIS має набір «вмонтованих» алгоритмів, які дозволяють не лише надавати інформаційно-консультативні характеристики потенційно небезпечного об'єкта довкілля й антропосфери, а й оперативно визначати функціональні залежності між, наприклад, ресурсно-територіальною складовою частиною генезису проєктування та зведення потенційно небезпечного об'єкта довкілля й антропосфери, а також мати змогу оперативно картографувати ситуації еколого-управлінських рішень. Розроблена GIS управління екологічною безпекою за функціональними можливостями поділяється на три групи.

Дослідження наукових проблеми передбачає технічні розробки та впровадження: наукових основ геоінформаційного картографування потенційно небезпечних об'єктів довкілля й антропосфери м. Києва та його прикладної складової частини – абрисного геоінформаційного картографування екологічних зон міста; принципів та методик імітаційного геоінформаційного картографування

зруйнованих та покинутих потенційно небезпечних об'єктів довкілля й антропосфери (завод «Радикал» із витокami ртуті, затоплені шахтні комплекси міста, ядерний реактор) за сучасної топографічної ситуації з вирішенням оптимізаційних завдань і сценарними дослідженнями моделювання техногенних надзвичайних ситуацій на них; методик експертних оцінок стану потенційно небезпечного об'єкта, його компонентів та комплексів; методик системного аналізу й еколого-географічного районування (зонування) територій на предмет типізації природно-техногенних небезпек за ознаками; упровадження концепції сталого розвитку природно-територіальних комплексів на забудованих територіях; апробації критеріїв визначення та моніторингу колишніх промислових територій різних історико-промислових та соціально-економічних періодів історії Києва, де зараз збудовані житлові масиви; визначення порогових та системних критеріїв побудов нових об'єктів екологічної безпеки поряд із нетронутими екосистемами (річки Почайна, Сирець) на визначених територіях; відпрацювання основ геоінформаційного картографування промислових майданчиків.

Організаційні проблеми впровадження управлінської GIS включають: ухвалення нормативно-законодавчих актів із питань створення GIS «Управління екологічним моніторингом для оперативного визначення ризиків антропогенного впливу на території м. Києва». Це закони України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних», «Про топографо-геодезичну та топографічну діяльність», Указ Президента України «Про створення геоінформаційних систем попередження надзвичайних ситуацій» та розпорядження Київського міського голови «Про запровадження місцевої системи координат в м. Києві»; вирішення питань інформаційного обміну шляхом створення міської мережі спостережень за довкіллям (ландмарків, побудована відповідна карта), формування в структурі органів управління

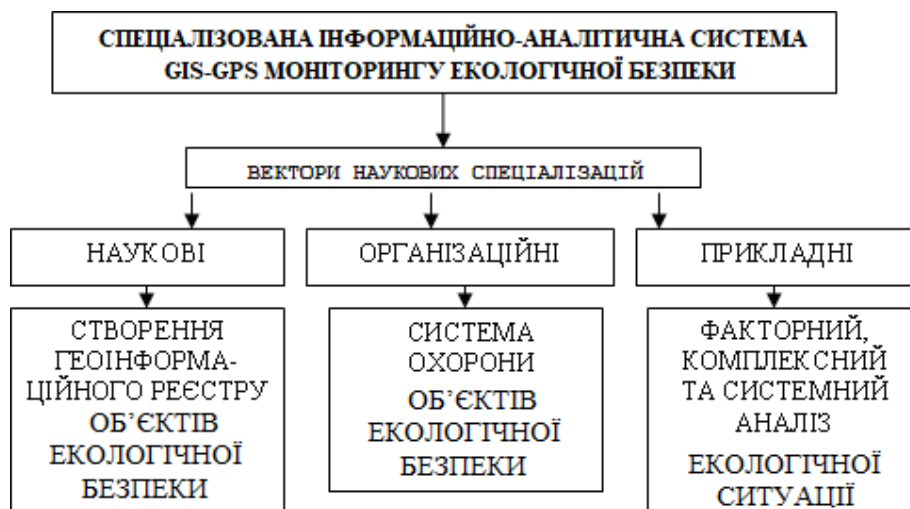


Рис. 1. Графічна модель функцій GIS & GPS-досліджень

(Управління захисту навколишнього природного середовища та екологічної безпеки Київської міської державної адміністрації) із широкими управлінськими повноваженнями структури з питань функціонування GIS.

До прикладних геопросторових проблем управління екологічним моніторингом для оперативного визначення ризиків антропогенного впливу на території м. Києва можна віднести: розроблення алгоритму багатоваріативного комп'ютерного факторного, комплексного і системного аналізів сучасного і прогнозованого станів навколишнього середовища м. Києва на основі застосування експертних оцінок; створення єдиної системи реєстрації потенційно небезпечних об'єктів із виділенням основних функцій (точне GPS-позиціонування, форми, розміри, технологічне обладнання, небезпечні хімічні та фізичні чинники виробництва тощо); розроблення програмного забезпечення векторної цифрової основи карт; розроблення програмного забезпечення адаптації різних, зокрема й тих, що вже існують, спеціалізованих за містом Києвом GIS у єдину загальноміську геоінформаційну систему.

GIS «Управління екологічним моніторингом для оперативного визначення ризиків антропогенного впливу на території м. Києва» є багаторівневою та багатоцільовою структурою, спрямованою на оперативне картографування потенційно небезпечних явних та латентних екотехнонебезпек м. Києва. GIS інтегрує в геоінформаційне середовище всі екобезпечні території міста від окремих АЗС до крупних промислово-транспортних вузлів, що є складовими частинами геоінформаційних довідкових систем адміністративних районів.

Складові частини GIS «Управління екологічним моніторингом для оперативного визначення ризиків антропогенного впливу на території м. Києва» створювалися за єдиною структурою, єдиними принципами та підходами і є закритою системою, адаптованою до різноманітних створених чи муніципальних GIS, наприклад, земельних, правових, комунальних, майнових тощо. Існуючі локальні та галузеві GIS зможуть взаємодіяти з GIS не лише між собою, але й з ядром міської геоінформаційної системи КМДА.

GIS «Управління екологічним моніторингом для оперативного визначення ризиків антропогенного впливу на території м. Києва» – це багатоцільова інформаційна система, що забезпечує збір, збереження, оброблення, доступ, багатофакторне і багатоцільове картографічне моделювання, аналіз просторово-координованої тематичної інформації, її відображення та поширення, призначена для вузького кола користувачів різних рівнів і професійних інтересів у системі екологічної безпеки забудованих агломерацій.

У межах цілісної структури GIS об'єднує та систематизує комплексну широкоаспектну інформацію, необхідну для адекватного геоінформаційного кар-

тографування: інформацію про причини виникнення надзвичайної ситуації як явища географічного середовища; стан промислового об'єкта та виробничих циклів м. Києва; оцінку застарівання й амортизації основних фондів виробництва; структуру конструктивних особливостей промислового об'єкта, шляхом 3-D геодезичного сканування; прогноз (перспективи) кількості потенційних природно-техногенних об'єктів; GIS є підґрунтям під час підготовки різноманітних програм і проектів, видачі дозволів на будівництво та використання виробничих споруд.

Отже, GIS «Управління екологічним моніторингом для оперативного визначення ризиків антропогенного впливу на території м. Києва» для вирішення проблем геоінформаційного картографування екобезпечних територій м. Києва має за мету: покращення інформаційного аналітичного забезпечення під час підготовки програм і проектів будівництва нових промислових споруд та моніторинг існуючих або пошук тих, що зруйновані під час інженерно-краєзнавчого дослідження міста з метою підвищення туристичної привабливості; проведення рекогносциувальних заходів відновлення та реставрації промислових майданчиків та їх кадастрування; ухвалення управлінських рішень із раціонального використання територій.

Розробку GIS варто починати з формування банків і баз даних. Відомо, що більшість просторових і непросторових атрибутивних даних зберігаються в реляційних базах даних, що не завжди відповідає сучасним вимогам географічного аналізу.

Автором GIS «Управління екологічним моніторингом для оперативного визначення ризиків антропогенного впливу на території м. Києва» пропонується використовувати об'ємно орієнтовані банки даних та розширені реляційні системи підтримки баз даних, що забезпечуватиме перехід від механічного зберігання та візуалізації даних до сценаріїв підтримки ухвалення рішень у геоінтелектуальних системах ухвалення еколого-управлінських рішень.

Розроблення динамічних моделей вимагає, щоби відношення попередньо визначеного набору змінних у середині бази даних могли бути сформовані як програмно, так і концептуально. Принципову можливість цього підходу забезпечує парадигма об'єктно-орієнтованого програмування й інтерфейс прикладного програмування бази даних, де об'єкти, що включають атрибутивні дані, можуть взаємодіяти між собою і повертати результат для подальшого використання.

Отже, структура архітектури баз даних (далі – БД) GIS «Управління екологічним моніторингом для оперативного визначення ризиків антропогенного впливу на території м. Києва» включає три структурні інформаційно-функціональні групи: джерела даних, основним призначенням яких є формування предметних БД стосовно інформаційного обслуговування структур виконавчої влади (КМДА); підтримку

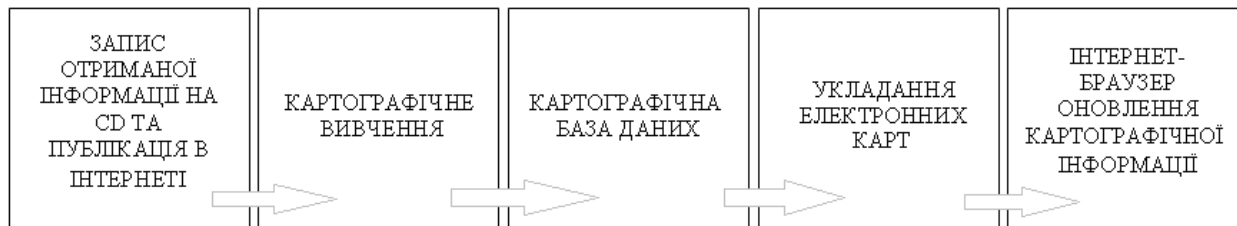


Рис. 2. Концептуальна модель GIS-GPS-моделювання природно-техногенного простору



Рис. 3. Графічна модель синтезації інформації у GIS

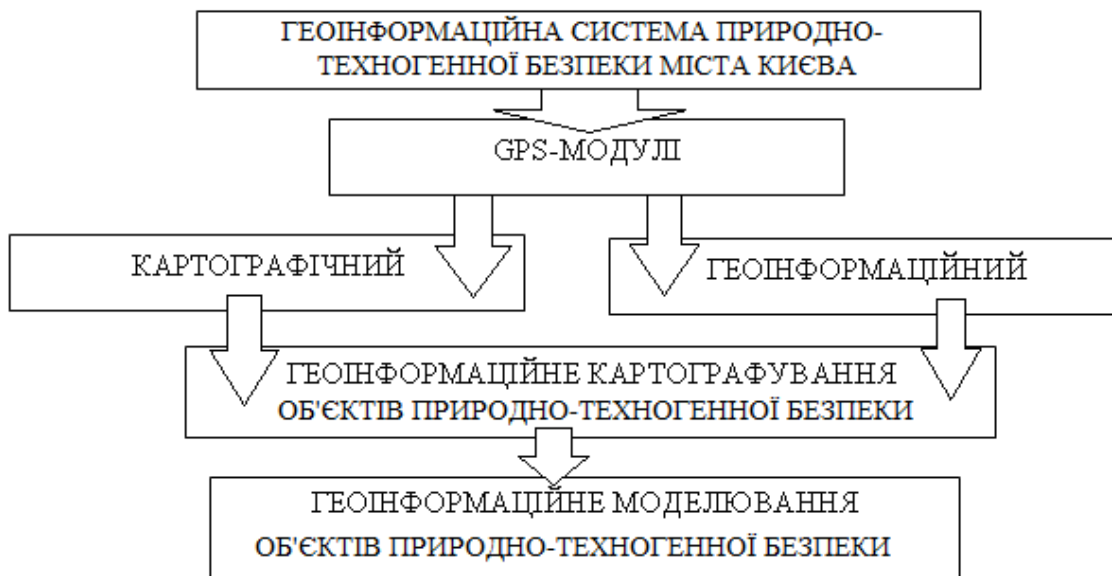


Рис. 4. Модель укладання GPS-карт управління екологічним моніторингом у GIS

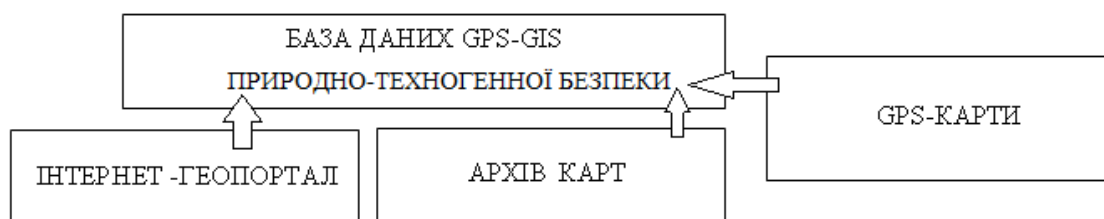


Рис. 5. Структурно-графічна модель функціонування GIS

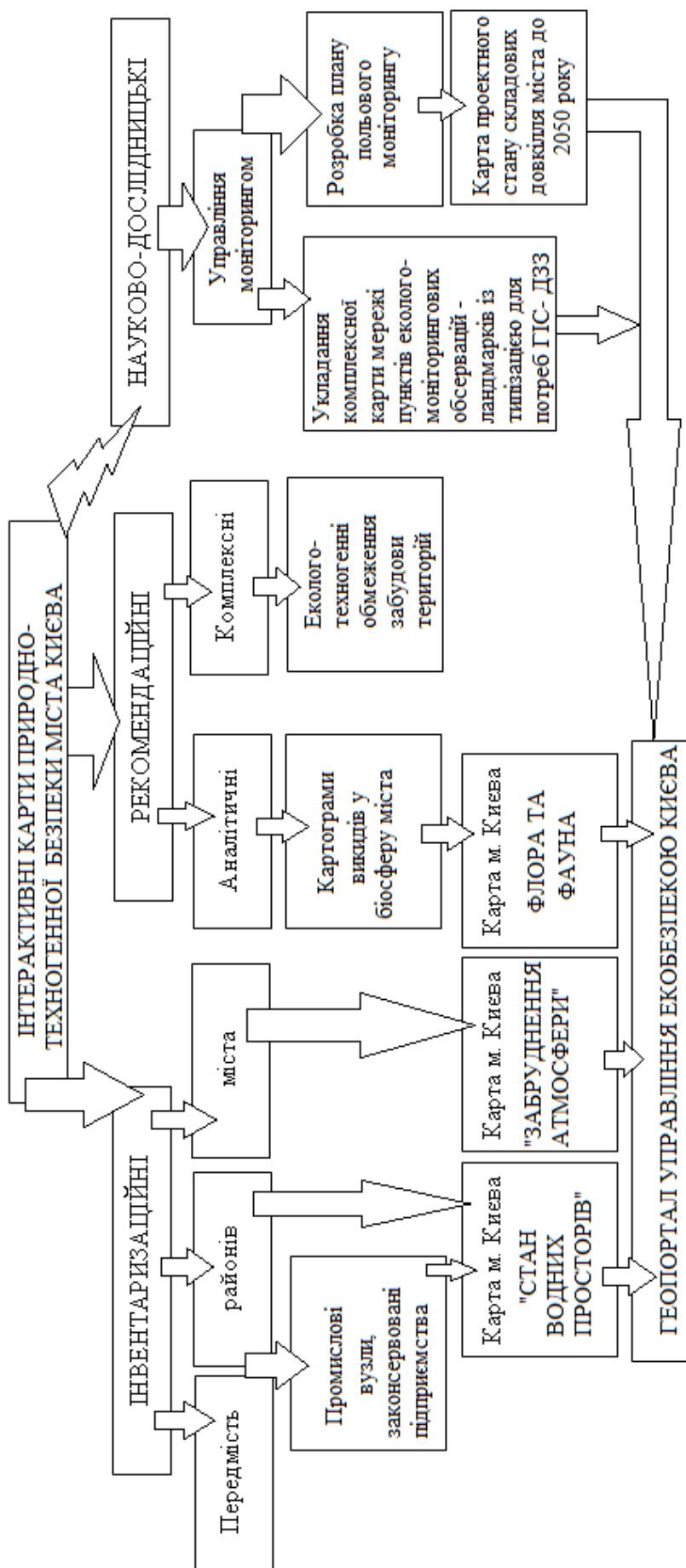


Рис. 6. Структурно-графічна модель системи картмоделей

ухвалення рішень і вирішення всіх функціональних завдань системи; методи і засоби реалізації інформаційного забезпечення, що зосереджені в основних видах забезпечення функціонування системи, організаційному, технічному, математичному, програмному тощо.

Геоінформаційна база системи щодо обслуговування районного і загальноміського рівнів складається з необхідної кількості предметних БД, що включають картографічну, текстову й алфавітно-цифрову (табличну) інформацію. Отже, структура баз даних територіально і змістовно повинна імітувати структуру комплексу об'єктів природно-техногенної безпеки.

Система управління базами даних (далі – СУБД) GIS є гнучкою, орієнтованою на можливість використання інформації, що надходить з інших GIS, сформованої в іншому програмному забезпеченні.

Наприклад, зовнішня інтеграція в середовищі GIS «Управління екологічним моніторингом для оперативного визначення ризиків антропогенного впливу на території м. Києва» передбачає використання модуля інтеграції – універсального транслятора даних, який дозволяє (рис. 2) її здійснення перед початком процесу геоінформаційного картографування.

Тактичний напрям забезпечує геоінформацією, яка необхідна для підтримки ухвалення рішень керівниками середньої ланки. Ухвалення рішень потребує синтезу всіх значущих типів даних (атрибутивних та просторових). Геоінформаційна система з успіхом забезпечує цей синтез. Наприклад, під час аналізу розміщення нової промислової забудови (дані про тип споруди, адреса, топонімічне положення тощо) та просторові (дані про місцезнаходження доріг до неї, наявність зон рекреації тощо) (рис. 3).

Укладання відповідних GPS-електронних карт значною мірою сприятиме більш ефективному використанню міських територій, їхнього зв'язку із програмами міського розвитку (рис. 4). Значущим є той факт, що створена спеціалізована GIS є не лише засобом підготовки тематичних карт, а передусім інструментом просторового аналізу географічного розміщення об'єктів природно-техногенної безпеки за часом у місті для проектувальників, є частиною науково-практичного процесу, який включає вартісну оцінку міської території, визначення інвестиційно цікавих територій під час їх будівництва, визначення найбільш ефективного їх використання за допомогою змін функцій на кінцевому етапі, відпрацювання пропозицій з оптимізації природного простору міста та його екологічного комфорту.

Геоінформаційно-системний підхід під час проектування та складання карт управління екологічним моніторингом м. Києва полягає в розгляді сутності й особливостей екологічної інформації, географічного аналізу регіональних відомчих інформаційних потоків, структурно-функціональних особливостей GIS, просторової організації даних у системі, технічних

та програмних засобів її створення, ролі автоматизації оброблення даних, картографічного моделювання та генерування оперативної документації.

Алфавітно-цифрова інформація – це нормативно-довідкова база даних усіх без винятку об'єктів / явищ природно-техногенної небезпеки м. Києва. Джерелом інформації можуть бути карти, схеми, звіти екологічного моніторингу, дані метео- та гідростанцій (рис. 5).

Архів ретроспективних та сучасних карт м. Києва являє собою файли відсканованих картографічних творів. Для переходу на створення модулю картографічної інформації необхідно визначитися з основними параметрами, які повинні бути єдиними для зазначених форм. У даному разі це: класифікатор вулиць, номерів будівель; класифікатор адміністративних районів міста; класифікатор об'єкта/явища природно-техногенної небезпеки м. Києва.

Сформована інформаційна база об'єктів/явищ природно-техногенної небезпеки є основою для створення кількох карт різного призначення (рис. 6), як-от: *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.

До інвентаризаційних карт належать такі, що 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 друкованих картографічних матеріалів. Основне призначення таких карт – слугувати базовим картографічним матеріалом для створення інших карт у спеціалізованій GIS 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 тощо) та територій міста загалом на різні часові зрізи.

Сутність рекомендаційних (аналітичних і комплексних) карт становлять карти, призначені для практичного використання в управлінні екомоніторингом. Зміст таких карт рекомендує користувачу обрати оптимальне планування території як конкретних екологічних обмежень.

Що стосується карти природно-техногенної безпеки м. Києва, то в ній запропоновано дві групи об'єктів/явищ, а саме: *аналітичних* (відображають об'єкти/явища природно-техногенної небезпеки окремих топонімів та їхню щільність); *комплексних* (відображають об'єкти/явища природно-техногенної небезпеки, всі або окремі, втрачені промислові об'єкти).

Зміст науково-дослідницьких карт синтезує отримані в результаті досліджень нові знання 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 в розвитку м. Києва як туристичного центру, де повинна гарантуватися екологічна безпека рекреантів.

Для забезпечення цілісності відповідно створених карт екологічної безпеки м. Києва, логічної послідовності розкриття географічного місцеположення екологічних небезпек м. Києва застосовано системний підхід як під час вивчення об'єкта картографування, так і під час створення карт як моделей.

Робота виконувалася в декілька етапів. Спершу в результаті аналізу картографічних джерел, які вже були створені автором, виділено основні етапи в історії виникнення екологічних небезпек на територіях різних часів, встановлено їхні історико-географічні особливості та розроблено концепцію створення карт екологічної безпеки м. Києва, що відображають територіальну щільність об'єктів антропогенного впливу на довкілля м. Києва в різні періоди.

Навігаційні екологічні GPS-карти – це екологічна картографічна пошукові системи всіх потенційно небезпечних територій.

До географічної бази даних карт входить інформація про місто. GIS-структура екобезпекових карт включає такі блоки: карта Києва охоплює територію площею понад 830 кв. км; на карті відображена промислова забудова станом на кінець 2018 р.; на карті відображені приблизно 390 адрес підприємств, що забруднюють довкілля Києва; у системі міститься інформація про 400 унікальних природних об'єктів міста; рубрикатор (цифрова легенда карт) містить понад 30 рубрик та підрубрик; система містить інформацію про майже 400 об'єктів визначних природних пам'яток Києва.

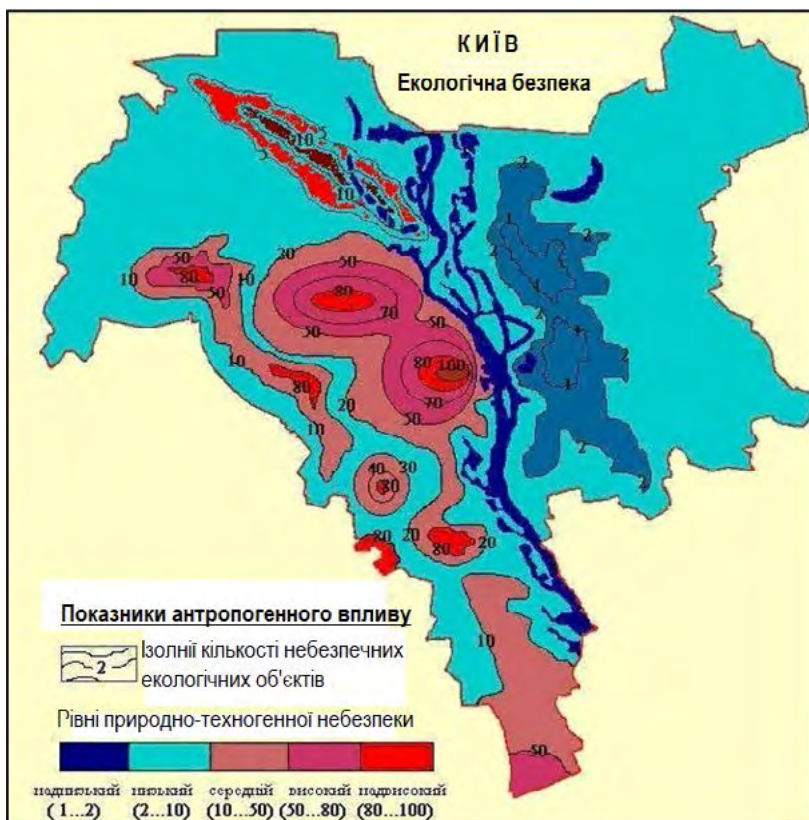


Рис. 7. Карта екологічної безпеки м. Києва

Основні GIS-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; визначення 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 за різноманітними критеріями: рубрикатором, повною та неповною назвою, розташуванням та ін.; 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 та характеристик окремих об'єктів. Один з оверлеїв представлено на рис. 7.

Головні висновки. Геоінформаційне картографування середовища природно-техногенних об'єктів дозволяє зробити такі висновки: прогнозування динаміки природно-техногенного середовища за моніторинговими картами має здійснюватися у спеціалізованих GIS; картографування ґрунтується на наукових методологічних засадах географічної картографії; в основі виділення ядер повинен бути аналіз процесів ядроутворення, передусім визначення ядер середовища промислових підприємств; ядрами є великі промислові комплекси м. Києва; стимулювання процесів формування нових ядер антропоген-

ного середовища неможливе без геоінформаційного картографування.

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

Геоінформаційна система дозволяє значною мірою спростити систему управління й охорони довкілля міста, скоротити водночас матеріальні витрати, суттєво покращити її інформативність і оперативність на всіх рівнях геоінформаційного моніторингу – від збирання й оброблення даних до збереження й обміну існуючої інформації. Картографічний ресурс спеціалізованої геоінформаційної системи в мережі Інтернет має ефективні GIS-засоби надання різноманітної інформації та широкі комунікативні можливості.

Розглянуто інтеграційні можливості створеної спеціалізованої GIS, що дозволяє більш повно використовувати її можливості для геоінформаційного картографування екологічної безпеки і підвищення якості електронних карт. Охарактеризовано та проаналізовано способи укладання просторових баз даних природно-техногенних територій міста. Визначені можливі рівні інтеграції цифрових даних, що застосовуються в GIS, та практичні результати, які можна одержати залежно від складності даних. Показані шляхи реалізації управлінням екологічним моніторингом через складання геоінформаційного реєстру природного та техногенного середовища м. Києва.

Реалізація геоінформаційного реєстру можлива за виконання низки умов: формування координованого центру захисту довкілля, ухвалення державної програми міського геоінформаційного картографування довкілля, зняття обмежень на доступ до інформації, застосування інтернет-технологій під час подальшої модернізації даної GIS і популяризації знань про київську природу.

Упровадження GIS «Управління екологічним моніторингом» дає можливість урахувати опера-

тивність рішень і здатність доповнювати поточну реєстру інформацію чисельними розрахунками в реальному часі, оцінювати правильність і достатність дій для ухвалення рішень за представлення інформацією, формулювати вимоги для отримання достовірних даних, відстежувати на електронних екологічних картах міста в прискореному, зокрема й у попереджувальному режимі, варіанти ухвалених проєктованих рішень із вибору міських територій із метою природоохоронних дій на загально-міському рівні.

Головним результатом управління екологічним моніторингом є серія природно-техногенного середовища Києва. Це серія створюється за принципами GIS-картографування: географічна основа та тематичне навантаження складаються на основі програмних засобів MapInfo; для карт, виготовлених на основі ізолінійного способу (карта щільності природно-техногенних небезпек), використані технічні можливості програми Surfer; для більшості карт розроблена система умовних знаків, які за своєю семантикою є натуралістичними, їхня конструкція спрямована на асоціативний зв'язок із реальними об'єктами. Значки є складовою частиною бібліотеки умовних знаків для серії карт, побудованої на основі можливостей програми Illustrator.

Перспективи використання результатів дослідження. Сформована система карт управління екологічною безпекою м. Києва: інвентаризаційні, рекомендаційні (аналітичні та комплексні) та дослідницькі синтетичні, готові до впровадження до муніципальної інформаційно-аналітичної системи природно-техногенної безпеки м. Києва. Інвентаризаційні карти показуватимуть географічне місцезоположення природних та техногенних комплексів м. Києва щодо територіального обсягу. Це урочища, райони та місто загалом. Аналітичні та комплексні карти є основою для дослідження чинників їх положення на тій чи іншій місцевості. Дослідницькі синтетичні карти призначені для наукового географічного вивчення особливості міської забудови, аналітичного вивчення ядерності систем та шарів геопросторового розміщення унікальних природних та техногенних об'єктів Києва.

Література

1. Боголюбов В., Клименко М., Мокін В. Моніторинг довкілля. Вінниця, 2010. 232 с.
2. Васюхин М., Касим А., Ткаченко А., Иваник Ю. Методы и средства построения автоматизированной системы агроэкологического мониторинга, паспортизации и оценки земель, загрязненных в результате антропогенного воздействия. *Вестник ХНТУ*. 2013. № 1 (46). С. 240–242.
3. Мкртчян О. Геоінформаційне моделювання в конструктивній географії. Львів, 2010. 119 с.
4. Мухін В., Крижановський Є. Геоінформаційні системи в екології. Вінниця, 2014. 192 с.
5. Некос А., Щукін Г., Некос В. Дистанційні методи досліджень в екології. Харків, 2007. 372 с.