

УДК 332.3:528.8

Романко Р. М., асистент (Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці)

ВДОСКОНАЛЕННЯ МОДЕЛЕЙ БАЗ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ІЗ МОНІТОРИНГУ ЗЕМЕЛЬ ПІДДАНИХ ДІЇ ЕКЗОГЕННИХ ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Проаналізовано стан, проблеми та тенденції вдосконалення баз геопросторових даних із моніторингу земель порушених негативним впливом ЕГП.

Ключові слова: геопросторові дані, екзогенні геологічні процеси (ЕГП), моніторинг земель.

Постановка проблеми. Відсутність необхідної інформації щодо негативного впливу екзогенних геологічних процесів (ЕГП) на земельні ресурси ускладнює прийняття адекватних рішень під час управління земельними ресурсами, планування землекористування, охорони земель, захисту прав на нерухоме майно тощо. Інформаційною основою їх прийняття є необхідні та достатні відомості про стан земель, зміни, які відбуваються та оцінка цих змін. Кінцевою ланкою є моделювання і прогнозування на підставі оцінки можливих ризиків. Внаслідок чого розробляються заходи мінімізації або/та запобігання наслідків від існуючих та потенційно можливих ЕГП, що є безпосереднім завданням моніторингу земель.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам вдосконалення геопросторових даних, що стосуються навколишнього середовища присвячені праці таких вчених як В.І. Зацерковний, Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко, О.Ю. Мельничук, Г.І. Рудько, П.Г. Черняга, Cees J. van Westen, J. Twigg, M.F. Longley, R. Kaiser, Y. Okuyama, S.E. Chang, I. Alcantara-Ayala, A.S. Goudie та багато інших. Дослідивши літературні джерела, чинну нормативно-правову базу та практичні аспекти здійснення моніторингу земель в Україні, ми з'ясували, що сьогодні в Україні поряд із країнами Європейського Союзу існує потреба вдосконалення структури баз геопросторових даних, пов'язаних із функціонуванням системи моніторингу земель.

Методика досліджень. Переважна більшість робіт з вивчення ЕГП до цього часу були направлені виключно на вирішення геологічних завдань. Їхні результати переважно носили статистичний характер,

рідко відслідковували динаміку змін та майже не стосувалися оцінки змін земель, що зазнали впливу негативних процесів, які відіграють важливе значення в питаннях управління земельними ресурсами.

Постановка завдання. Метою дослідження було формування концептуальної структурної та функціональної моделей ГІС моніторингу земель підданих дії ЕГП на основі рекомендацій INSPIRE TWG-NZ.

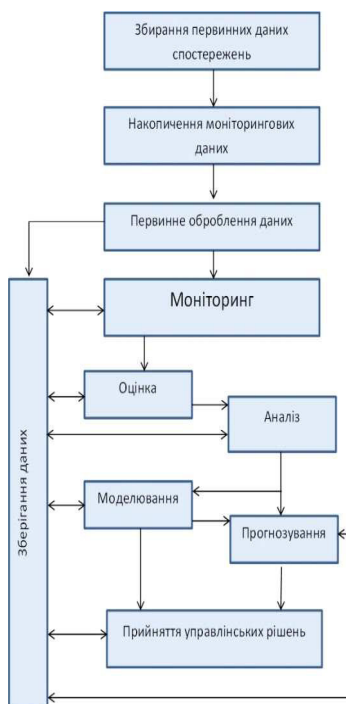
Результати досліджень. Всі ЕГП належать до природних небезпек і мають спільні важливі групи характеристик, які зумовлюють їхню потенційну наявність чи активізацію: місце розташування, інтенсивність, активність [1]. Для більшості ЕГП ці групи показників є спільними і вони визначають: координати, час, швидкість, режим, об'єм, масу, густину (для селів), кількість і частку новоутворень, частоту та вірогідність виникнення тощо. Ці відомості повинні збиратися, систематизуватися, оцінюватися і зберігатися в базах даних моніторингу геологічного середовища. Просторово організовані на основі цих показників результати у вигляді карт враженості та динаміки розвитку негативних процесів, повинні слугувати основою для здійснення якісного моніторингу земельних ресурсів в зонах їх дії.

Оскільки завданням моніторингу земель підданих дії ЕГП є визначення стану власне земель та оцінки процесів, що призводять до утворення певних негативних форм рельєфу, а не самого геологічного середовища, тому важливо визначити обов'язковий перелік даних із моніторингу таких земель, способи їх отримання та варіанти представлення результатів.

Виходячи з того, що стан земель буде змінюватись залежно від дії процесів, пов'язаних із розвитком екзогенних явищ, найважливішими показниками моніторингу таких земель будуть відомості про:

- місце розташування;
- інтенсивність прояву;
- частоту (активність) прояву;
- вірогідність виникнення;
- вразливість окремих об'єктів.

На основі цих показників, виходячи із завдань моніторингу земель, повинні прогнозуватися можливі ризики та розміри потенційних збитків, а також визначені заходи із їх попередження та мінімізації, що спиратимуться на комплексний ефект від здійснених превентивних робіт та дотримання обмежень у використанні земель. Тому обов'язковим повинно бути врахування результатів моніторингу земель у визначенні та встановленні обмежень у їх використанні під час здійснення робіт із земл-еустрою, а також можливість здійснювати їх коригування залежно від розвитку негативних факторів та процесів на



Реалізуючи завдання моніторингу земель підданих дії ЕГП, на кожному з етапів їх виконання буде необхідний свій набір вихідних даних, джерел їх отримання, способів аналізу та представлення результатів, які в подальшому вже слугуватимуть вихідними для виконання наступних завдань (рис. 1).

231

Результатом кожного з етапів моніторингу земель повинні бути тематичні картографічні матеріали щодо окремих об'єктів чи їх груп (територіальних зон, угідь), які мають чітку просторову прив'язку, властиві їм якісні та кількісні показники розвитку ЕГП, визначені рівні вразливості та вірогідності активізації.

Кожен з блоків системи моніторингу земель підданих впливу ЕГП: вихідних даних, спостережень, попередньої їх обробки, оцінки, аналізу, моделювання та прогнозування формуватиме свій набір тематичних даних (кількісних, якісних, просторових), які разом наповнюватимуть банк геопросторових даних цієї системи.

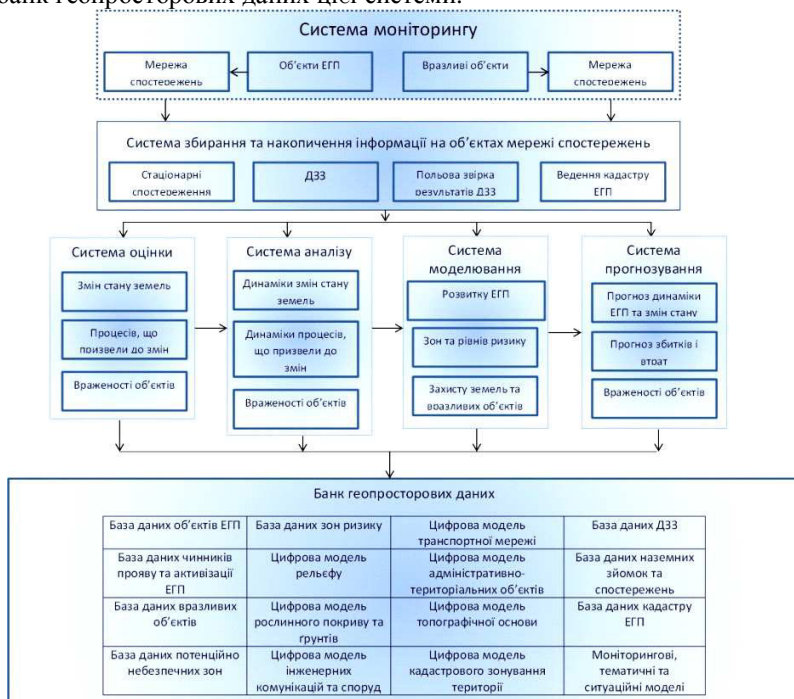


Рис. 2. Концептуальна структурна модель ГІС моніторингу земель підданих впливу ЕГП

З метою реалізації цих завдань, доцільним було б, вдосконалюючи систему моніторингу земель як складову моніторингу навколишнього середовища, спиратися на досвід провідних країн світу в галузі побудови національних інфраструктур геопросторових даних (НІГД). За останні 40 років вже реалізовані та продовжують вдосконалюватися нові міжнародні проекти та ініціативи в цій галузі. Найуспішнішими з

них є проекти США та Канади, а також проекти, що здійснюються в Європі, де екологічна сфера, для якої геопросторові дані є одним із найважливіших компонентів, вибрана як відправна точка запровадження геоінформаційної інфраструктури, яка в подальшому охопить усі сфери діяльності ЄС на всіх рівнях: загальноєвропейському, національному, регіональному та місцевому.

Зважаючи на євроінтеграційні прагнення нашої держави, найбільш доцільним було б використання основоположних принципів Директиви 2004/980/ЄС Європейського парламенту і Ради ЄС щодо створення інфраструктури геопросторових даних Європи (INSPIRE). Остання передбачає в усіх країнах-членах та кандидатах в ЄС проведення робіт з гармонізації національних інфраструктур із принципами, підходами, специфікаціями, стандартами проекту INSPIRE. Вона формує загальні вимоги щодо складу і термінів створення базових і тематичних наборів геопросторових даних, метаданих, геоінформаційних мережних послуг і технологій, зміст угод щодо координації виробництва, механізмів доступу та використання геопросторових даних ЄС. Вимоги, викладені в ній, націлені на досягнення загального якісного рівня геопросторових даних, синхронності дій в послідовності створення базових і тематичних наборів та забезпечення комбінованого використання різного роду даних широким колом користувачів: державного управління, місцевого самоврядування, громадськості та приватного сектору.

INSPIRE передбачає можливість трансформації національних геопросторових даних різного формату до уніфікованої однорідної моделі даних. Це дозволяє країнам-членам використовувати вже існуючі національні системи та організаційні структури здійснивши заходи щодо вдосконалення інформаційної взаємодії цих структур та усунення перешкод з обмеження доступу та використання геопросторових даних. Це також вимагає гарантій щодо впровадження новітніх технологій та відкритості інфраструктури для участі приватного сектору, безкоштовного доступу до мінімального набору даних та послуг усім користувачам з метою пошуку та перегляду.

Відповідно до Європейських ініціатив в галузі стандартизації методичних підходів щодо формування баз даних просторово розподіленої інформації про навколишнє середовище, в тому числі про природні небезпечні явища та процеси, доцільним є застосування в Україні рекомендацій INSPIRE щодо специфікацій даних із моніторингу земель підданих впливу негативних явищ (Natural Risk Zones) [6]. Згідно з якими, з метою уніфікації підходів та можливості інформаційної взаємодії, пропонується здійснювати районування територій, на яких по-

ширені певні види негативних процесів та явищ. Таке районування полягає в наступному:

- визначення території прояву небезпечних процесів (потенційного та активного) – **Hazard areas**;
- ідентифікація об'єктів, що належать до небезпечних зон – **Exposed elements**;
- виділення зон різних рівнів ризику – **Risk zones**.

Зонами природних ризиків (Natural Risk Zones) – є зони, де небезпечні природні явища та процеси відбуваються в густонаселених районах та/чи в регіонах, які мають особливу природоохоронну, культурну, економічну цінність. В цьому контексті ризик визначено як: **Ризик = Небезпека х Об'єкт впливу х Вразливість ($R = H \times E \times V$)**

Ризиком (Risk - R) є поєднанням ймовірності виникнення певного небезпечного явища, процесу (небезпеки) та його наслідків.

Небезпекою (Hazard - H) є небезпечне явище, процес, який може призвести до втрат життя, травм або інших наслідків для здоров'я людей, пошкодження власності, втрата засобів до існування, соціальних та економічних порушень або екологічних збитків.

Об'єктами впливу (Exposure - E) є люди, власність, системи чи інші елементи присутні в небезпечній зоні, які можуть зазнати потенційних втрат.

Під вразливістю (Vulnerability - V) маються на увазі характеристики людей, власності, навколишнього середовища, культурних та економічних цінностей на певній території, що роблять їх вразливими до руйнівного впливу небезпеки.

Ця концепція повинна бути настільки корисною та використовуваною, як тільки це можливо для потреби вдосконалення сумісності даних. Часто існуючі бази даних містять неповну інформацію, наприклад, про існуючі небезпеки чи вразливість об'єктів, що виражена через конструктивні особливості будівель і споруд тощо. В такому випадку, навіть за відсутності повної моделі ризиків є можливим обмін інформацією про загальні особливості небезпек, які становлять потенційну загрозу життю та здоров'ю людей, власності, навколишньому середовищу.

Надзвичайно важливо знати всім користувачам інформації, де і яка небезпека створює свою особливу зону ризику. Це є визначальним для організації пом'якшення впливу небезпек та подолання їх наслідків. Окреслений підхід до організації бази даних та інформації такого типу, концептуально визнає існування розмежування зони небезпеки, як найбільш важливого об'єкту, який забезпечує першооснову такої моделі даних. Вразливі об'єкти, зони ризику та попередньо обстежені

події також об'єднані через процес розмежування небезпек та ризиків. Джерела динах для кожного виду небезпеки визначаються окремими рекомендаціями INSPIRE.

Дана модель, в першу чергу, стосується небезпек спричинених природними явищами та процесами. Оскільки вони можуть активізуватися та/чи підсилюватися в наслідок антропогенної діяльності, то в таких випадках ця модель теж може бути застосована, оскільки причини виникнення таких небезпек в ній не розглядаються. Варто зазначити, що основа цієї моделі може бути використана для моделювання інших загроз, поза специфікою зон природних небезпек.

Відомості про вразливі елементи (**Exposed elements**) відносно певних небезпек мають першочергове значення. Тому необхідно здійснювати оцінку рівня загрози, яку конкретне явище чи процес (зсуви, провали земної поверхні, селі тощо) несе життю, здоров'ю, власності чи навколишньому середовищу.

Отже, для того щоб визначити чи спрогнозувати ризик нам необхідний набір показників: потенційна небезпека, ймовірність її виникнення, вразливість населення, екологічних, культурних та економічних цінностей у певній зоні. Небезпечні явища можуть характеризуватись розміром чи інтенсивністю, частотою, тривалістю, площею охоплення, швидкістю виникнення, просторовою дисперсністю та часовим інтервалом.

Оскільки для зсувів, карсту та селів є спільний алгоритм дій із їх моніторингу, який передбачає картування небезпеки, оцінку вразливості об'єктів та визначення рівнів ризику, тому для організації моніторингу земель на яких вони поширені слід передбачити створення чотирьох базових просторових об'єктів: 1) території прояву небезпечних процесів, 2) окремі обстежені випадки їх прояву, 3) об'єкти (соціальні, економічні, екологічні, культурні), що належать до небезпечних зон, 4) зони різних рівнів ризику. Кожному з них властиві окремі види даних, що їх описують (табл. 1). Вони діляться на загальні дані та спеціальні. Перші з них в основному стосуються виду небезпеки згідно відповідної класифікації, методів її визначення, дати активізації чи затухання відповідного явища та процесу, його тривалості та повторюваності, а також характеру зв'язків між ними та зовнішніми елементами системи моніторингу. Специфічні ж дані стосуються величини та інтенсивності небезпеки, а також ймовірності її виникнення. Окремо виділяється тип *Exposed elements*, оскільки для повної і детальної його характеристики необхідно провести комплексну оцінку його вразливості, яка передбачає встановлення зв'язку певного типу елементу із джерелом вразли-

вості та визначення її рівня.

Таблиця 1

**Типи просторових об'єктів та опис видів їх даних
(за INSPIRE TWG-NZ)**

Типи просторових об'єктів	Загальні дані	Специфічні дані	
HAZARD AREA	<ul style="list-style-type: none"> • ідентифікатор в INSPIRE; • вид згідно класифікації; • методи визначення; • дата виникнення та дата завершення; • дата внесення, видалення чи заміни в базі даних; • термін дії; • зв'язок 	ймовірність виникнення:	величина чи інтенсивність прояву:
OBSERVED EVENT		<ul style="list-style-type: none"> • метод оцінки; • якісна вірогідність; • кількісна вірогідність; 	<ul style="list-style-type: none"> • метод визначення; • якісне значення; • кількісне значення
EXPOSED ELEMENT		величина чи інтенсивність прояву:	оцінка вразливості:
RISK ZONE		<ul style="list-style-type: none"> • метод визначення; • якісне значення; • кількісне значення 	<ul style="list-style-type: none"> • метод визначення; • якісне значення; • кількісне значення

Для забезпечення сумісності даних національних систем моніторингу необхідно встановити вимоги щодо набору тематичних шарів, які візуалізують зони природних ризиків. Ці шари просторово розподіленої інформації повинні відповідати чотирьом типам об'єктів, які пропонуються специфікацією даних INSPIRE TWG-NZ.

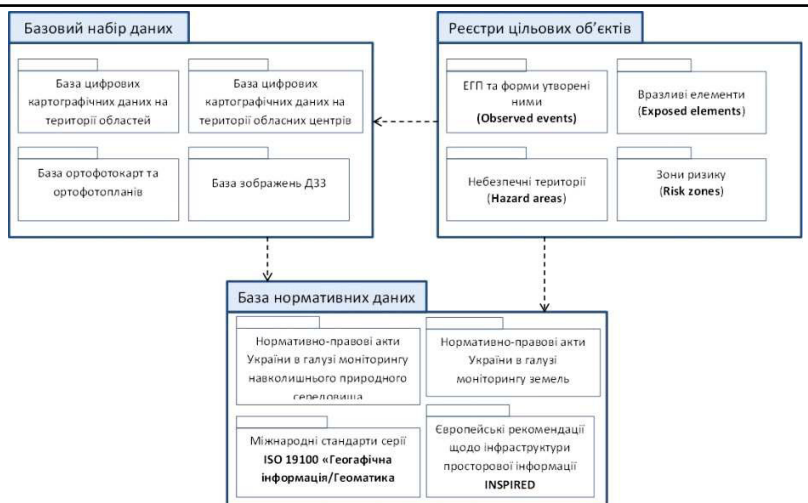


Рис. 3. UML-діаграма пакетів структури бази геопросторових даних моніторингу земель підданих впливу ЕГП (за дослідженнями Н.Ю. Лазоренко-Гевель)

Пристосовуючи європейський досвід до вітчизняних нормативно-правових умов МЗ та ведення ДЗК доцільним вважаємо обстежені випадки прояву негативних явищ і процесів (Observed events) фіксувати в базах даних моніторингу геологічного середовища, які слугуватимуть основою для створення та коригування таких просторових об'єктів як Hazard areas та Risk zones, що належатимуть до системи моніторингу земель підданих впливу небезпечних процесів і явищ (зсувів, селів, карсту). Доцільно вдосконалити цю систему шляхом відображення в ДЗК результатів їх моніторингу у вигляді таких груп об'єктів:

- угіддя, порушені ЕГП (Disturbed lands);
- території потенційної небезпеки та активного прояву (Hazard areas);
- вразливі елементи (Exposed elements);
- зони різних рівнів ризику (Risk zones);
- зони дії обмежень у використанні земель (Land use restrictions).

Це необхідно виконати, оскільки тільки зареєстровані в ДЗК відомості набувають правового статусу і можуть бути враховані під час планування землекористування, справляння плати за землю економічному стимулюванні раціонального використання і охорони земель, відшкодування втрат і збитків власникам землі і землекористувачам

тощо. Такий підхід забезпечить комплексність процесу моніторингу земель підданих дії ЕГП, коли результатом його успішного здійснення буде не лише констатація фактів їх негативного впливу на суспільство, довкілля, економіку тощо, а конкретні просторові інформаційно-аналітичні матеріали, які обов'язково використовуватимуться в для попередження надзвичайних ситуацій, у землеустрої, будівництві, охороні природи, оподаткуванні та страхуванні тощо.

Висновки. Проаналізувавши склад завдань із моніторингу земель підданих впливу ЕГП та склад відомостей, які необхідні для успішного їх здійснення, нами було вдосконалено функціональну модель ГІС моніторингу цих земель. Кожен з блоків системи моніторингу земель підданих впливу ЕГП: вихідних даних, спостережень, попередньої їх обробки, оцінки, аналізу, моделювання та прогнозування формує свій набір тематичних даних (кількісних, якісних, просторових), які разом наповнюватимуть банк геопросторових даних цієї системи, тому нами також була доопрацьована її концептуальна структурна модель з урахуванням особливостей земель із проявами ЕГП. Зважаючи на євроінтеграційні прагнення нашої держави, найбільш доцільним було б використання рекомендацій INSPIRE щодо специфікацій даних із моніторингу земель підданих впливу негативних явищ, які передбачають створення чотирьох базових просторових об'єктів: 1) територій прояву небезпечних процесів, 2) окремих обстежених випадків їх прояву, 3) об'єктів (соціальні, економічні, екологічні, культурні), що належать до небезпечних зон, 4) зон різних рівнів ризику.

1. Drafting Team "Data Specifications" – deliverable D2.3: Definition of Annex Themes and Scope [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://inspire.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/DataSpecifications/D2.3_Definition_of_Annex_Themes_and_scope_v3.0.pdf. 2. Постанова КМУ № 391 від 30.03.1998 року «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля». [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF> – 2012. 3. Постанова КМУ № 661 від 20.08.1993 року «Про затвердження положення про моніторинг земель». [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/661-93-%D0%BF> – 2012. 4. Романко Р. М. Проблеми та перспективи моніторингу земель, що зазнають негативного впливу екзогенних геологічних процесів / Беспалько Р. І., Романко Р. М. // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування (Вісник НУВГП). – 2013. – Вип. 3 (63), серія «Технічні науки». – Рівне : НУВГП, 2013 р. – С. 375–383. 5. Cees J. van Westen Remote Sensing and GIS for Natural Hazards Assessment and Disaster Risk Management [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.slideshare.net/ceesvanwesten/remote-sensing-and-gis-for-natural-hazards-assessment-and-disaster-risk-management>. 6. D2.8.III.12

INSPIRE Data Specification on Natural Risk Zones – Technical Guidelines [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://inspire.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_NZ_v3.0.pdf. 7. Лазоренко-Гевель Н. Ю. Геоінформаційний моніторинг природних комплексів України: автореф. дис. канд. техн. наук зі спеціальності: 05.24.04. – Київ : КНУБА, 2013. – 20 с.

Рецензент: д.б.н., професор Смага І. С. (ЧНУ імені Юрія Фельковича)

Romanko R. M., Assistant (Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine)

SPATIAL DATA BASES MODELS IMPROVEMENT OF LAND MONITORING EXPOSED TO EXOGENOUS PROCESSES

The state, problems and trends in improving spatial data bases of land monitoring data disturbed by negative impact of EGP are analyzed.

Keywords: geospatial data, exogenous geological processes (EGP) land monitoring.

Романко Р. М., асистент (Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича, г. Черновцы)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ БАЗ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ ПОДВЕРЖЕННЫХ ДЕЙСТВИЮ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Проанализировано состояние, проблемы и тенденции совершенствования баз геопространственных данных мониторинга земель нарушенных негативным влиянием ЭГП.

Ключевые слова: геопространственные данные, экзогенные геологические процессы (ЭГП), мониторинг земель.
