

ЕКОЛОГІЯ ГІДРОСФЕРИ

УДК 504.349

В. М. Триснюк, Т. В. Триснюк
Інститут телекомунікацій і глобального
інформаційного простору НАН України

КАРТОГРАФІЧНІ МОДЕЛІ ЗОН ЙМОВІРНИХ ПІДТОПЛЕНЬ РІЧКИ ДНІСТЕР

Роботу присвячено розв'язанню науково-практичного завдання з обґрунтування побудови геомodelей зон ймовірних підтоплень річки Дністер на основі аерокосмічних та контактних вимірювань. Для локалізації підтоплених зон і прогнозування динаміки змін геометричних характеристик проаналізовано природні й техногенні фактори, що спричиняють підйом рівня ґрунтових вод.

Ключові слова: екологічна безпека території, картографічно-графова модель, техногенне навантаження, дистанційні методи, контактні методи.

The work is devoted to solving the scientific and practical task of substantiating the construction of geomodels of zones of probable flooding of the Dniester River on the basis of aerospace and contact measurements. For localization of flooded zones and forecasting of the dynamics of change of geometric characteristics, natural and man-made factors, which cause rise of groundwater level, are analyzed.

Key words: ecological safety of the territory, cartographic graph model, technogenic loading, remote methods, contact methods.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Основною задачею наших досліджень є розробка картографічних моделей зон ймовірних підтоплень річки Дністер. Дослідження екологічного стану та техногенного навантаження показує, що все частіше активізуються небезпечні процеси паводкових явищ. З метою своєчасного прийняття рішень щодо запобігання або ліквідації можливих негативних наслідків активно використовуються дистанційні аерокосмічні методи. Розроблення нових і вдосконалення наявних методів побудови геомodelей, визначення зон потенційних підтоплень є можливим тільки на основі комплексного використання даних аерокосмічних і контактних досліджень з урахуванням різноманіття гідрогеологічних умов і специфіки ділянки, що вивчається.

Щороку загострюється проблема підтоплення підземними водами нових територій, що призводить до погіршення санітарно-епідеміологічних умов, зміни хімічного складу підземних вод і ґрунтів, підвищення їх корозійної активності відносно фундаментів інженерних споруд та комунікацій, активізації небезпечних геологічних явищ та ін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Експериментальні дослідження техногенних чинників пов'язаних із підтопленням території річки Дністер ґрунтується на використанні методики експертної оцінки та інформаційних технологій. На даній території в роботах О. М. Адаменка, А. Б. Богуцького, А. М. Яцишина, С. Рудницького, Е. Ромера, проведено геоморфологічні дослідження, вивчення історії розвитку долин Дністра, основні етапи формування терас Дністра. Сучасна екологічна ситуація на території Дністровського протипаводкового полігону розглядається в роботах Я. О. Адаменка, Д. О. Зоріна, Я. М. Семчука та інших. Наукометричний огляд показав, що на даній території існує ряд екологічних проблем, які потребують вирішення.

Мета та завдання роботи. Метою роботи є розв'язання науково-практичного завдання з обґрунтування побудови геомodelей зон ймовірних підтоплень річки Дністер на основі аерокосмічних та контактних вимірювань.

Викладення основного матеріалу. Запобігання надзвичайним ситуаціям, пов'язаним із підтопленням території річки Дністер, потребує постійного моніторингу територій з оцінюванням та аналізом отриманих даних. Виявлення підтоплених ділянок здійснюється за допомогою контактних і дистанційних методів.

Екологічна небезпека паводкових явищ має місце у ландшафтних місцевостях терасованих днищ річкових долин у вигляді руйнівної берегової ерозії, а у передгір'ях у межах місцевостей заплави і низьких терас у вигляді паводкового затоплення. Серед геоморфологічних процесів значним ступенем екологічної небезпеки характеризуються зсувні явища, притаманні місцевостям ерозійно-зсувних межиріч і пологосхилого низькогір'я, обвали і осипища - в крутосхилому середньогір'ї [1].

Хімічне забруднення території не має чіткої ландшафтної приуроченості і тяжіє до локальних джерел впливу, навколо яких формуються техногенні геохімічні аномалії. Всього в регіоні Дністровського каньйону, що проходить по межі Тернопільської області нараховується біля 18 техногенних аномалій.

Контактні методи дають змогу з високою точністю вимірювати глибину залягання підземних вод, але мають місце похибки під час встановлення їх меж. Ці методи потребують значних матеріальних і трудових витрат [2, 3].

Використання інтервальних оцінок при визначенні ступеня ризику для формування ієрархічної структури геомodelей робить можливим прийняття оперативних рішень щодо запобігання наслідкам небезпечних інженерно-геологічних процесів в умовах невизначеності. Усе це потребує встановлення залежностей між параметрами моделей, які характеризують різноманітні можливі стани досліджуваних ділянок місцевості, із використанням експертних оцінок і статистичних даних. Такий підхід сприяє підвищенню точності локалізації підтоплених зон із різними ступенями небезпеки.

Геоінформаційні системи досліджуваної території включають просторову прив'язку гідрологічних елементів і точок спостереження, підготовку цифрової моделі рельєфу, виділення басейнів водозбору, моделювання площ підтоплення (рис.1).

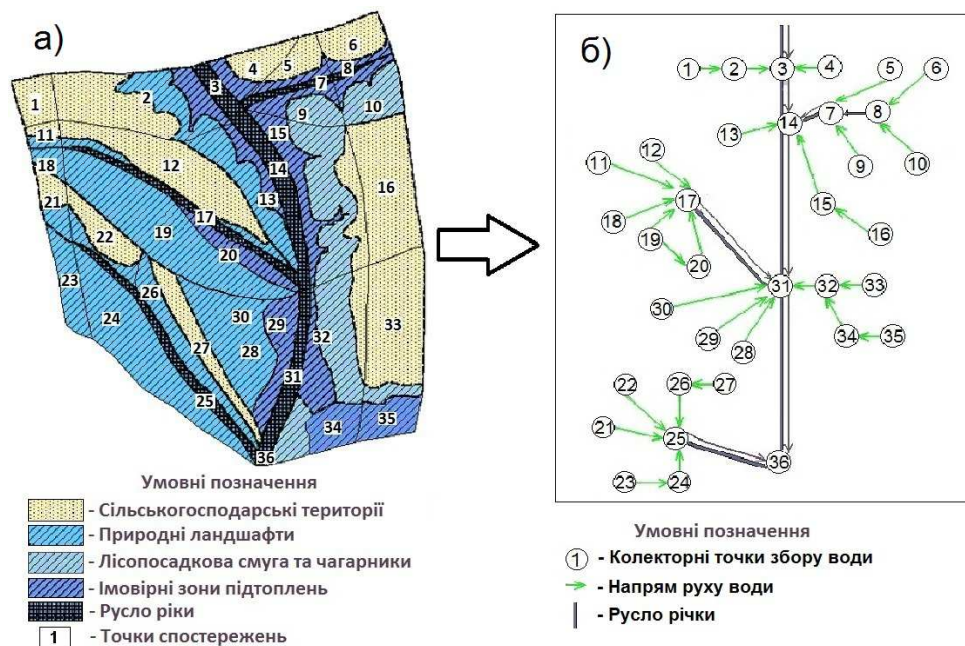


Рис. 1. Картографічно-графова модель взаємодії підтоплень геосистем при дощовій погоді на відрізку річки Дністер (а – картографічне представлення підтоплень, б – графове представлення моделі)

Запропоноване картографічне представлення підтоплень та графове представлення моделі досліджуваного регіону базується на використанні аерокосмічного та наземного знімання, включає обробку матеріалів з метою отримання топографічних або спеціальних карт, побудову цифрової моделі рельєфу.

Побудований граф відображає точки дослідження та особливості розгалуженості водозборів території. Кінцевою метою запропонованої методики є оцінка та розгляд заходів протидії повеневим та деформаційним явищам русла.

Для локалізації підтоплених зон і прогнозування динаміки зміни геометричних характеристик встановлено природні й техногенні фактори, що спричиняють підйом рівня ґрунтових вод. Визначено можливі несприятливі процеси в підтоплених зонах залежно від призначення території. Обґрунтовано виділення чотирьох категорій підтоплень залежно від рівня залягання підземних вод, факторів, що їх спричиняють, і можливих наслідків. I та II категорія відповідають територіям із глибиною залягання ґрунтових вод менше 2,5 м, де виникають небезпечні явища, III категорія – потенційно підтоплювані території з глибиною 2,5...4,0 м, де існує тенденція до підйому рівня ґрунтових вод. До IV категорії «непідтоплювані» належать ділянки з рівнем підземних вод глибше 3 м, де немає передумов до підтоплення.

Метод космобіоіндикації, розроблений Г. Я. Красовським, дає можливість проводити контроль за перезволоженими територіями на основі залежності стану рослинного покриву, який визначають за вегетаційними індексами, від ступеня перезволоженості земель. Застосування цього методу обмежується неораними мочаристими ґрунтами [4].

З метою визначення ступеня небезпеки досліджуваної території необхідно оцінити можливий ризик від неглибокого залягання підземних вод. Створення нових і удосконалення існуючих методів побудови геомodelей зон ймовірних підтоплень можливо тільки на основі комплексного використання даних аерокосмічних і контактних вимірювань з урахуванням різноманіття гідрогеологічних умов і специфіки аналізованої місцевості.

Розглянемо методику побудови геомodelей зон ймовірних підтоплень за ступенем небезпеки, структурну схему (рис. 2).



Рис. 2. Методика створення картографічної моделі підтоплення за ступенем небезпеки

Процес створення картографічних моделей із різними ймовірностями виникнення підтоплення складається з чотирьох етапів. На першому етапі проводиться створення картографічної моделі зон ймовірних підтоплень на основі бази правил нечітких продукцій за даними радіолокаційної топографічної зйомки SRTM і наявних контактних даних.

На наступному етапі здійснюється тематичне дешифрування знімків із метою визначення геоморфологічних елементів і можливих джерел техногенних витікань для побудови картографічних моделей природних та техногенних підтоплень на основі єдиної шкали оцінювання класифікаційних ознак. Якщо необхідно, то проводиться фотограмметричне оброблення знімків. Третій етап полягає в уточненні геомоделі підтоплення шляхом операції оверлею картографічних моделей, побудованих на основі бази правил нечітких продукцій та інтервальної шкали оцінювання. На заключному етапі створюється підсумкова комплексна ієрархічна геомодель зон ймовірних підтоплень за ступенем небезпеки накладанням уточненої геомоделі й моделі техногенного підтоплення.

Розглянемо ознаки, які використовуються при візуальному аналізі матеріалів космічних зйомок або формалізуються у методах комп'ютерного аналізу космічних знімків. Дешифрувальні ознаки умовно можна розділити на дві основні групи – яскравісні і структурні. При візуальному дешифруванні фотографічних матеріалів до яскравісних ознак належать фотон зображення (для чорно-білих знімків), характеристики кольору: колірний тон, насиченість кольору і «світлота» (для кольорових, спектрзональних і синтезованих знімків). При дешифруванні цифрових зображень, візуалізованих на екрані дисплея, до яскравісних ознак належать еквівалент яскравості зображення (для матеріалів панхроматичної зйомки), еквіваленти зональних яскравостей (для матеріалів багатозональної зйомки), еквівалент ПЕПР (питома ефективна площа розсіювання) для радіолокаційних зображень; якщо для візуалізації багатозональних зображень використовують процедуру синтезу в умовних кольорах, то дешифрувальними ознаками також є характеристики кольору. До структурних ознак належать розміри і форми об'єктів, характер розподілу яскравості у межах об'єкту, текстура зображення та деякі інші [5]. Вихідними матеріалами тематичної обробки космічних знімків є картосхеми різного тематичного змісту. Сукупно вони відображають локалізацію об'єктів і просторовий розподіл показників, що характеризують екологічний стан навколишнього природного середовища або рівень антропогенного впливу на його складові, локалізацію джерел і масштаби цього впливу. Тому основні процедури тематичної обробки космічних знімків полягають у сегментації зображень, з метою ідентифікації площинних і лінійно протяжних об'єктів (рис. 3).

Дистанційні методи дають можливість оперативно проводити моніторинг підтоплень та простежувати їх динаміку, однак мають ряд недоліків, обумовлених складністю інтерпретації даних, недостатньою глибиною вимірювань деяких методів і затримкою при отриманні космознімків.

Виділення підтоплених зон на космознімках здійснюється за непрямими дешифрувальними ознаками, такими, як заплава, болота й западини. Проведення контурів підтоплених ділянок можливо за пороговими значеннями математичного сподівання та дисперсії інтенсивності кольору по каналах R, G, B [2].

Цифровий орторектифікований панхроматичний знімок з роздільною здатністю 10 м, обмежений 4800x4800 пікселями, методом контрольованої класифікації опрацьований за допомогою програмного продукту ERDAS.

Висновки. Внаслідок дослідження вирішено актуальне науково-практичне завдання – розроблення методів побудови геомоделей зон ймовірних підтоплень території річки Дністер за ступенем небезпеки в умовах недостатньої апріорної інформації.

Наукометричний аналіз методів побудови геомоделей підтоплених територій показав, що своєчасне виявлення потенційно підтоплюваних ділянок і прогнозування розвитку негативних процесів є можливим тільки при комплексному використанні

результатів дистанційних і контактних вимірювань з їх подальшим нормуванням та обробленням.

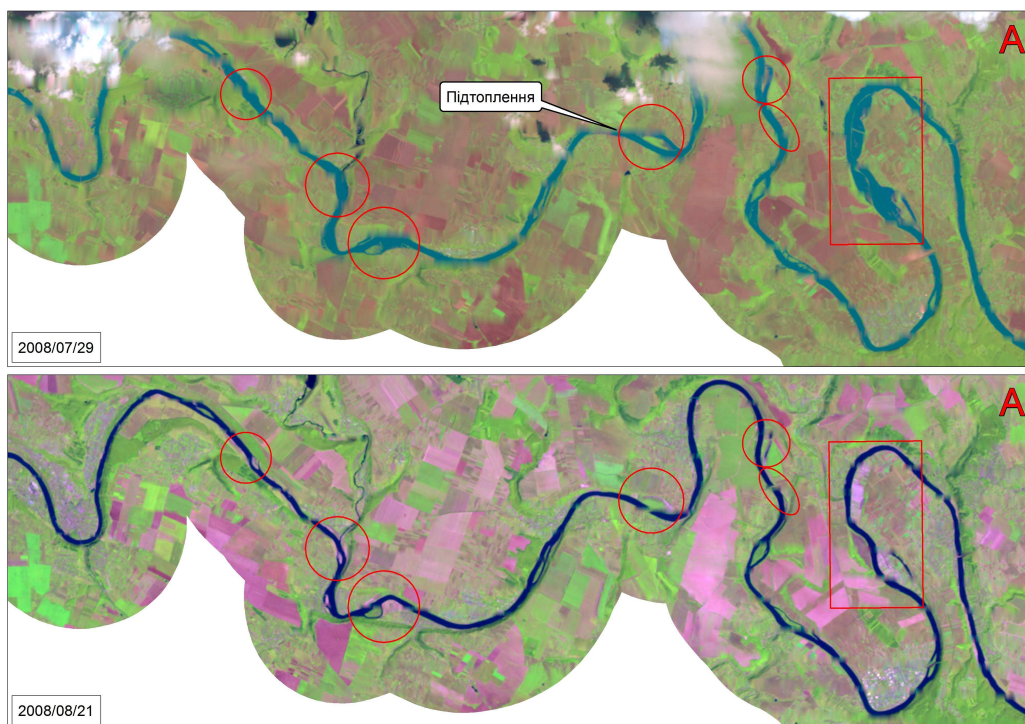


Рис. 3. Фрагмент космічного знімка підтоплення території річки Дністер від сс. Добрівляни до Устя, з супутника Sentinel 2, 2008 роздільною здатністю 10 м

Можливість використання доступних космознімків дає змогу зменшити часові й матеріальні витрати на проведення додаткових контактних вимірювань при визначенні зон ймовірних підтоплень, не знижуючи при цьому точності прогнозних параметрів.

Розроблені картографічні геомоделі зон ймовірних підтоплень дають змогу визначити й візуально оцінити ступінь підтоплення при різних режимах експлуатації напірних горизонтів, що мають гідравлічний зв'язок із ґрунтовими водами. Ці методи побудови геомоделей реалізовано для території Дністровського каньйону, гідрогеологічною особливістю якої є наявність зв'язку між верхньокрейдяним горизонтом і ґрунтовими водами.

Література

- 1 Триснюк В. М. Екологія Гусятинського району. Монографія /В.М. Триснюк // – Тернопіль, Тернограф, 2004. – 219 с.
- 2 Адаменко О. М. Екологічна безпека територій. Монографія / О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, Л. М. Архипова та ін. – Івано-Франківськ : Супрун, 2014. – 456 с.
- 3 Архипова Л.М. Природно-техногенна безпека гідроекосистем: монографія: - Івано-Франківськ: видавництво ІФНТУНГ, 2011. – 366 с.
- 4 Красовський Г. Я. Інвентаризація водойм регіону з застосуванням космічних знімків і геоінформаційних систем / Г. Я. Красовський, О. С. Волошкіна, І. Г. Пономаренко, В. А. Слободян // Екологія і ресурси. – 2005, вип. 11. – С. 19-41.
- 5 Довгий С. О. Інформатизація аерокосмічного землезнавства/ С. О. Довгий, В. І. Лялько, О. М. Трофимчук, О. Д. Федоровський та ін. – К.: Наук. думка, 2001.- 148 с.

© В. М. Триснюк,
Т. В. Триснюк,

Надійшла до редакції 12 листопада 2017 р.
Рекомендував до друку
докт. геол.-мін. наук О. М. Адаменко