

УДК 551.3.051

Давибіда Л., к.г.н., доцент (Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ)

ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РІВНЕВОЇ ПОВЕРХНІ ГРУНТОВИХ ВОД ДЛЯ ТЕРИТОРІЙ ІЗ ІНТЕНСИВНИМ РОЗВИТКОМ ПРИРОДНОГО ПІДТОПЛЕННЯ

Запропоновано методику побудови регіональних цифрових моделей рівнів ґрунтових вод з урахуванням їх взаємозв'язку з рельєфом досліджуваної території Правобережного Полісся на основі застосування геоінформаційного підходу.

Ключові слова: підтоплення, геоінформаційне забезпечення, кореляційний зв'язок.

Для території України підтоплення є найбільш поширеним небезпечним екзогенним процесом, який набув сталого характеру і продовжує поширюватись. Розвиток даного процесу полягає не лише у збільшенні площ його розповсюдження, але й у якісних змінах геологічної складової природно-техногенного середовища, в першу чергу – заболочуванні, змінах фізичних властивостей ґрунтів, появи вторинного засолення, погіршенні умов виробничої діяльності і проживання людей. Проблеми підтоплення є екологічними і соціально-економічними й повинні розглядатися в контексті забезпечення національної безпеки [1, 2]. При їх вирішенні особливої уваги потребує територія Українського Правобережного Полісся, де в умовах слабкого розчленування рельєфу і надлишкового зволоження сформувалась область високого положення рівнів ґрунтових вод. Найбільші площі інтенсивно підтоплованих земель відмічені у Рівненській, Волинській і Житомирській областях [1]. Для цих територій необхідно передбачити природоохоронні заходи одночасно з освоєнням або в період експлуатації водогосподарських об'єктів.

Аналіз досліджень, проведених фахівцями Державної служби геології і надр України, ІГН НАНУ, КНУ ім. Т. Шевченка, ІФНТУНГ, свідчить про суттєвий вплив масштабних площинних проявів підтоплення на виникнення й активізацію вже існуючих екзогенних геологічних процесів, а також необхідність геоінформаційного підходу для вивчення і комплексного врахування чинників, що формують режим ґрунтових вод та обумовлюють розвиток підтоплення [1, 3-6]. На регіональному рівні визначальним природним чинником є гідрогеологічні

умови, зокрема – незначні (0-2 м) глибини залягання рівнів ґрунтових вод, пов'язані з геоморфологічними і кліматичними особливостями території, а також – низькими фільтраційними властивостями порід.

Районування території України за комплексом чинників, які сприяють формуванню високих рівнів ґрунтових вод, виконане засобами ГІС, дозволило виділити регіони із різними типами й інтенсивністю проявів підтоплення [1]. Проте для виявлення закономірностей розвитку процесу на регіональному рівні та складання просторово-часових прогнозів, крім типізації територій, необхідно здійснити побудову цифрових моделей глибини залягання рівнів ґрунтових вод.

Метою даного дослідження є розробка на основі геоінформаційного підходу методики регіонального моделювання рівнів ґрунтових вод та її реалізація для територій Українського Полісся з інтенсивним розвитком підтоплення під впливом природних чинників.

У якості базової обрано методику, запропоновану В.М. Шестопаловим та ін. [7], яка передбачає підвищення достовірності побудови карт шляхом використання кореляційних зв'язків між поверхнями водоносних горизонтів і сучасним рельєфом, а також дозволяє оцінити похибку таких картографічних побудов. Результати, отримані в роботах [7, 8] для Волино-Подільського артезіанського басейну, засвідчили, що від 62 до 94% всіх змін положення рівнів підземних вод різних водоносних горизонтів залежать від основних варіацій рельєфу. Запропонована оцінка є орієнтовною, наближеною і не враховує всіх нюансів динаміки підземних вод, у тім числі й першого від денної поверхні водоносного горизонту – ґрунтових вод. Проте основні регіональні закономірності вона відображає досить чітко.

Розробка базового геоінформаційного забезпечення гідрогеологічного моделювання і прогнозування для території України передбачає створення картографічної бази даних регіонального масштабу 1:1 000 000 у середовищі ГІС MapInfo Professional (картографічна проекція Гаусса-Крюгера; Пулково, 1942, зона 6). Геобаза включає цифрові картографічні шари топографічної основи, кліматичного зонування, гідрогеологічного районування за геологоструктурним і водообмінним принципами, а також шари точкових об'єктів – метеостанцій і постів гідрологічного й гідрогеологічного моніторингу.

Досліджувана територія розташована в межах Поліської низовини з переважаючими абсолютними відмітками рельєфу 120-200 м у зоні надмірного, переважно сезонного зволоження. Ґрунтові води, глибина залягання яких змінюється в межах від 0 до 12 м, поширені у четвертинних алювіальних та воднольодовикових відкладах. Між підземни-

ми водами різних водоносних горизонтів часто існує гідравлічний зв'язок, внаслідок чого на окремих ділянках утворюються спільні водоносні комплекси.

Для оцінки впливу сучасного рельєфу на формування рівнів ґрунтових вод було проаналізовано середні багаторічні значення рівнів і абсолютні відмітки гирла для 83 свердловин мережі гідрогеологічного моніторингу, в яких ведеться спостереження за режимом першого від земної поверхні водоносного горизонту безнапірних вод. Перевірка відповідності законів розподілу сформованих вибірок нормальному за критеріями Пірсона (χ^2) і Колмогорова-Смірнова дала позитивний результат, що є підставою для обґрунтованого використання у подальших дослідженнях параметричних статистичних методів і критеріїв. Розрахунок парного коефіцієнта кореляції ($R=0.97$) і відповідного критерію значимості Фішера ($F=1572.06$, $F > F_{кр}$) дозволили встановити наявність суттєвого зв'язку між досліджуваними величинами (незважаючи на порушення природного гідрогеологічного режиму в зв'язку з експлуатацією водоносних горизонтів для водопостачання) і побудувати регресійну залежність рівнів ґрунтових вод від абсолютних висот (рис. 1).

Отримана залежність дає змогу розраховувати значення абсолютної відмітки рівня ґрунтових вод у будь-якій точці земної поверхні, для якої відоме значення абсолютної висоти.

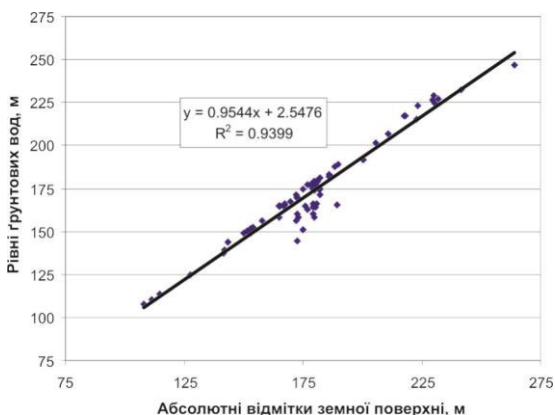


Рис. 1. Емпірична залежність між рівневою поверхнею горизонту ґрунтових вод і абсолютними відмітками рельєфу

Побудова вірогідних моделей рівневої поверхні водоносного горизонту ґрунтових вод вимагає залучення достатньої кількості таких

точок. Для вирішення цієї задачі скористаємося інструментом Poly to Point програмного модуля Vertical Mapper ГІС MapInfo, щоб зняти значення абсолютних висот для вузлових точок поліліній із картографічного шару ізоліній рельєфу території. Таким чином було отримано 29 114 точок для Волинської області, 23 006 – для Рівненської, 32 251 – для Житомирської і 9 877 – для північно-західної частини Київської області. Інструмент оновлення колонок таблиці даних ГІС MapInfo з використанням вбудованих функцій і встановленої емпіричної залежності дає змогу розрахувати значення глибини залягання рівня ґрунтових вод, а також визначити просторові координати (X, Y) для отриманих локальних точок.

Наступним кроком є застосування загальноприйнятих методів ґрідкування і побудова моделей територіального розподілу рівнів ґрунтових вод, а також оцінка їх точності. Загалом точність цифрової моделі можна охарактеризувати відхиленням значень рівнів, обчислених інтерполяцією і фактичних рівнів, які спостерігались у контрольних гідрогеологічних свердловинах. Розбіжності між картами ізогіпс та істинною поверхнею рівнів водоносного горизонту визначаються похибками спостережень рівнів, різними датами проведення замірів у спостережних гідрогеологічних свердловинах і, як наслідок, природними коливаннями рівнів, а також похибками топографічної прив'язки і графічних побудов [7].

Першочергово цифрова модель за запропонованою методикою була побудована методом крайінгу (крок ґрідкування – 2000 м) за допомогою модуля Vertical Mapper для території Житомирської області, де перший від поверхні постійно діючий водоносний горизонт ґрунтових безнапірних вод у четвертинних геологічних відкладах має практично повсьюдне поширення (рис. 2).

Створена модель може слугувати просторовою основою для складання довгострокових і середньострокових прогнозів рівнів ґрунтових вод з урахуванням часових закономірностей гідрогеологічного режиму [9], а також створення аналітичної геоінформаційної системи прогнозування режиму рівнів ґрунтових вод та її адаптації для будь-яких територій при збереженні запропонованої методології досліджень.

Отже, отримані результати підтверджують доцільність геоінформаційного підходу для вивчення, аналізу та прогнозування режиму ґрунтових вод і тісно пов'язаних з ним несприятливих процесів підтоплення. Подальші перспективи досліджень у даному напрямі полягають у підвищенні вірогідності цифрових моделей рівнів ґрунтових вод шляхом урахування різнотипних умов формування їх режиму,

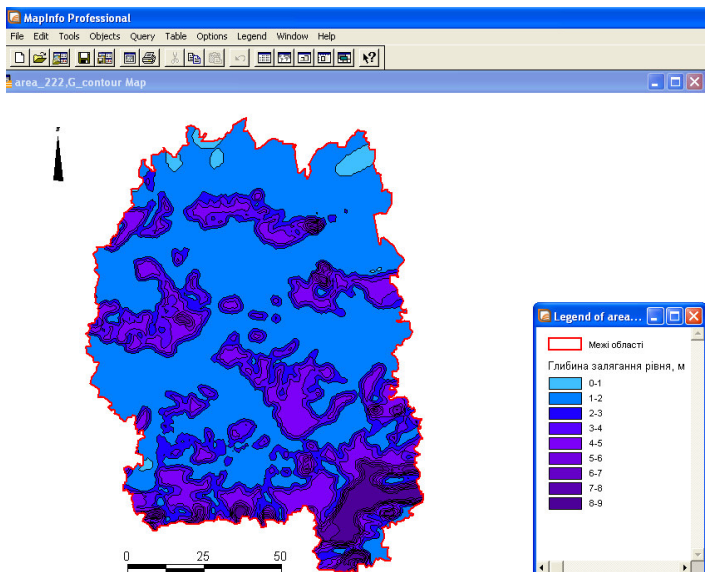


Рис. 2. Регіональна модель рівнів ґрунтових вод Житомирської області

створенні аналогічних моделей для міжпластових водоносних горизонтів, а також розробці прогностичної ГІС гідрогеодинамічного режиму території України, перш за все – регіонів із масштабними проявами підтоплення. Використання результатів прогнозу здійснюватиметься при розробці заходів з охорони підземних вод і розв'язанні проблеми підтоплення, при проектуванні та експлуатації інженерних споруд, а також при визначенні запасів родовищ підземних вод, при проектуванні їх експлуатації для водопостачання.

1. Сучасні інженерно-геологічні умови України як складова безпеки життєдіяльності / [Л. М. Климчук, П. В. Блінов, В. Ф. Величко та ін.]. – К. : ВПЦ «Експрес», 2008. – 256 с. **2.** Ризики життєдіяльності у природно-техногенному середовищі / М. М. Биченок, С. П. Іванюта, Є. О. Яковлев; Ін-т пробл. нац. безпеки Ради нац. безпеки і оборони України. – К. : ІПНБ, 2008. – 160 с. **3.** Яковлев Є. О. Оцінка регіональних еколого-ресурсних та еколого-техногенних загроз національній безпеці України / Яковлев Є. О. – К. : НІСД, 2010. – 32 с. **4.** Кошляков О. Є. Моніторинг гідрогеодинамічної складової геологічного середовища урбанізованих територій (на основі ГІС): авторефер. дис. на здобуття наук. ступеня. д. геолог. наук: спец. 04.00.05 «Геологічна інформатика» / О. Є. Кошляков. – К., 2011. – 32 с. **5.** Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів на території України за даними моніторингу ЕГП / [Н. Г. Пишна, О. А. Лихацька,

Л. В. Бабіченко та ін.]. – К. : Державна служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України», 2011. – 88 с. **6.** Долгосрочный прогноз оползней в Закарпатском регионе. Часть 1 / С. В. Гошовский, Э. Д. Кузьменко, П. В. Блинов [та ін.] // Геоінформатика. – 2004. – № 2. – С. 22–28. **7.** Шестоपालов В. М. Динамика и естественные ресурсы подземных вод основных водоносных горизонтов Волынского артезианского бассейна / Шестоपालов В. М. – К. : Наукова думка, 1974. – 130 с. **8.** Шестоपालов В. М. Водобмен в гидрогеологических структурах Украины. Методы изучения водобмена / Шестоपालов В. М. – К. : Наукова Думка, 1988. – 272 с. **9.** Давибида Л. І. Довгостроковий регіональний прогноз і картування природного режиму рівнів ґрунтових вод (на прикладі території окремих адміністративних областей) / Л. І. Давибида // Науковий вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія «Геологія» – 2012. – Вип. 56. – С. 45–48.

Рецензент: д. г.-м. н., професор Кузьменко Е. Д. (ІФНТУНГ)

Davybida L., Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor
(Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,
Ivano-Frankivsk)

GIS MODELING OF THE SURFACE OF THE GROUNDWATER LEVEL FOR AREAS WITH INTENSIVE DEVELOPMENT OF THE NATURAL FLOODING

We have improved method of constructing of the regional digital models of the groundwater levels based on their relationship with the topography of the study area of Right-Bank Polissya with using of GIS approach.

Keywords: flooding, GIS software, correlation.

Давыбида Л., к.г.н., доцент (Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, г. Ивано-Франковск)

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ДЛЯ ТЕРРИТОРИЙ С ИНТЕНСИВНЫМ РАЗВИТИЕМ ЕСТЕСТВЕННОГО ПОДТОПЛЕНИЯ

Предложена методика построения региональных цифровых моделей уровней грунтовых вод с учетом их взаимосвязи с рельефом исследуемой территории Правобережного Полесья на основе применения геоинформационного подхода.

Ключевые слова: подтопление, геоинформационное обеспечение, корреляционная связь.
