

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ ГІДРОГЕОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПІДЗЕМНИХ ВОД УКРАЇНИ НА ПРИКЛАДІ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Л.І. Давибіда, М.М. Тимків

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,
Івано-Франківськ 76019, Україна, e-mail: gbg@nung.edu.ua*

Розроблено методологію довгострокового регіонального прогнозування природного режиму ґрунтових вод на основі геоінформаційного підходу. Для досліджуваної території Житомирської області створено базу картографічних і фактографічних даних, які характеризують природний багаторічний режим ґрунтових вод. Виділено райони, де слід очікувати однозначних змін рівня ґрунтових вод, на основі ГІС-технологій інформаційного та просторового аналізу з урахуванням розміщення груп свердловин-аналогів та існуючих схем гідрогеологічного районування території України. Результати гідрогеологічного моніторингу використано як вхідні дані для моделювання і прогнозування просторово-часових тенденцій підземної гідросфери, що показано на прикладі довгострокового регіонального прогнозу мінливості рівнів ґрунтових вод для території Житомирської області. Результати досліджень є основою для побудови геоінформаційної системи прогнозування режиму рівнів ґрунтових вод та її адаптації для інших територій при збереженні запропонованої методології досліджень.

Ключові слова: гідрогеологічне районування, просторовий аналіз, прогнозування, рівень ґрунтових вод.

Вступ. У зв'язку зі зростанням значення підземних вод у водопостачанні України виникає необхідність їх постійного моніторингу, аналізу та оцінки гідрогеологічних процесів, прогнозу можливих змін підземної гідросфери. Вивчення та прогнозування режиму рівнів підземних вод займають провідне положення в комплексі гідрогеологічних досліджень, оскільки за їх даними можна кількісно схарактеризувати процес формування підземних вод і прослідкувати зміни гідрогеологічних умов у часі, що дає змогу обґрунтувати заходи щодо використання підземних вод, передбачити і своєчасно виявити негативні природні й техногенні впливи. Об'єктом досліджень є закономірності природного режиму ґрунтових вод, мета досліджень – складання довгострокового прогнозу природного гідрогеодинамічного режиму на основі використання геоінформаційного підходу й універсального алгоритму прогнозування екзогенних геологічних процесів.

Відповідно до “Положення про державну систему моніторингу довкілля”, моніторинг підземних вод у цілому здійснює Міністерство екології та природних ресурсів України. Зокрема, прогноз і моніторинг ресурсів, рівнів і хімічного складу підземних вод покладено на Державну службу геології та надр України. Безпосередньо моніторинг за станом підземних вод у Житомирській області здійснює Житомирська геологорозвідувальна експедиція.

Підземні води відіграють важливу роль у водогосподарському комплексі України, насамперед як найнадійніші джерела доброякісної питної води. Згідно із статистичними даними за 2013 р., на те-

риторії Житомирської області забір води з підземних водоносних горизонтів становив близько 14,0 млн м³, що дорівнює 10 % загальної кількості.

Виявлення, вивчення та оцінку гідрогеологічних об'єктів здійснюють у два етапи. На першому в результаті гідрогеологічного знімання заданого природного регіону або території водний об'єкт виявляють, вивчають його межі і внутрішню структуру, оцінюють просторові характеристики. Вивчення режиму підземних вод на цьому етапі та оцінка тимчасових характеристик є попередніми. Пошукові і розвідувальні роботи першого етапу завершуються разовими характеристиками та оцінками водного об'єкта. Вивченість водних об'єктів на першому етапі дає змогу досліджувати їх на другому етапі ведення Державного водного кадастру (ДВК) як системи моніторингу підземних вод.

Розрізняють три стадії гідрогеологічного моніторингу:

- оцінка вивченості об'єкта, розробка програми спостережень і створення мережі спостереження;
- регулярні спостереження за станом об'єкта;
- обробка даних, оцінка стану водного об'єкта за попередній період та останній рік спостережень і складання прогнозу його змін.

Стадія обробки даних та оцінювання стану водного об'єкта циклічно повторюється, і щорічно її результати використовують для нового циклу моніторингу.

При розміщенні пунктів спостережень за підземними водами необхідно враховувати такі ознаки і критерії:

- зовнішній вигляд ландшафту, що відображує єдність природних вод і вплив кліматичних, геоморфологічних, соціально-економічних і загальних фізико-географічних чинників та умов на динаміку стану підземних вод;
- структурно-геологічні і тектонічні особливості літогенної основи, які зумовлюють формування, розподіл і динаміку підземних вод у геологічному просторі;
- гідрогеологічні ознаки організації навколишнього середовища, ієрархічну структуру і зв'язки різнорангових підземних водних об'єктів. Оцінка динаміки стану водного об'єкта дає змогу отримати відомості, що характеризують:
 - загальний баланс підземних вод, режим рівня, фізичні і хімічні показники;
 - експлуатаційні запаси підземних вод, їх якість, вплив існуючого водовідбору і забезпеченість відновлення запасів (джерела формування експлуатаційних запасів, їх динаміку);
 - умови і динаміку зв'язку підземних і поверхневих вод;
 - показники і ступінь забруднення підземних вод.

Завдання мережі моніторингу підземних вод на типових ділянках техногенної дії такі:

- систематичне спостереження і своєчасне виявлення виснаження та забруднення підземних вод (особливо це має значення на ділянках водозаборів);
- оцінка масштабів і спрямованості гідрогеодинамічних процесів і сучасного забруднення підземних вод, вивчення розвитку зони забруднення підземних вод у часі та за площею;
- прогноз зміни рівнів і процесу забруднення підземних вод, вивчення руху забруднювальних речовин у підземних водах і підготовка на цій основі пропозицій щодо водозахисних заходів;
- вивчення міграції забруднювальних речовин у підземних водах і визначення міграційних параметрів за спостереженнями динаміки зони забруднення.

На цей час існує безліч сучасних методів моніторингу підземних вод. У розвиток системи моніторингу значний внесок зробили автори циклу робіт "Наукові основи формування ресурсів підземних вод як джерела якісного водопостачання та раціонального господарського використання" [9]. Ці дослідники уперше розробили типізацію гідрогеологічних умов за співвідношенням природних ресурсів, підземного стоку і підземного стоку в річки. Доведено, що підземний стік у річки, залежно від ступеня розчленування рельєфу і гідрогеологічних умов, може становити лише частину загальних природних ресурсів підземних вод. У рівнинних районах Полісся основна части-

на цих ресурсів не розвантажується в річки, і тому гідрологічні методи оцінки стоку дають змогу виявити лише невелику частку від загальних природних ресурсів підземних вод. Автори встановили, що у формуванні водообміну в системі водоносних горизонтів і ресурсів підземних вод основну роль відіграють процеси вертикального взаємозв'язку водоносних горизонтів через слабопроникні шари порід. Виявлення цих закономірностей водообміну в гідрогеологічних структурах дало змогу вперше виконати районування території України за умовами формування водообміну, оцінити темпи водообміну підземних вод системи водоносних горизонтів з поверхневими водами, що є одним із показників захищеності від зовнішніх забруднень. Автори також розглянули підходи до оцінки впливу водовідбору на навколишнє середовище, обчислили експлуатаційні запаси підземних вод методом математичного моделювання.

Комплексне використання запропонованих методів дало змогу здійснити розподілену оцінку природних ресурсів підземних вод і підземного стоку в окремих регіонах України.

Реалізація довгострокового прогнозу природного режиму рівнів підземних вод для регіонального рівня. Результати моніторингових спостережень є основою для подальшого аналізу і прогнозування гідрогеологічного режиму для окремих об'єктів і територій. Зокрема, для Житомирської області реалізовано довгостроковий прогноз природного гідрогеодинамічного режиму на основі використання геоінформаційного підходу й універсального алгоритму прогнозування екзогенних геологічних процесів, запропонованого Е.Д. Кузьменком (2007), з урахуванням сучасних уявлень про механізм формування природного режиму рівнів підземних вод [2].

Запропонована методологія передбачає таку послідовність досліджень багаторічних закономірностей природного режиму: створення у ГІС-середовищі картографічних моделей умов формування режиму та фактографічних баз даних часових рядів мінливості рівнів і режимоутворювальних чинників; вибір репрезентативних гідрогеологічних пунктів для вивчення та прогнозування природного гідрогеодинамічного режиму; аналіз територіальної синхронності коливань рівнів і виділення районів з однорідним режимом із використанням ГІС; визначення зв'язків ритмів багаторічної мінливості підземних вод та головних режимоутворювальних чинників; розрахунок інтегральних показників, побудова часових рядів і територіальних геоінформаційних моделей прогнозованої забезпеченості рівнів.

Як початкову просторову основу, що характеризує режимоутворювальні умови території досліджуваного регіону, вибрано схему районування

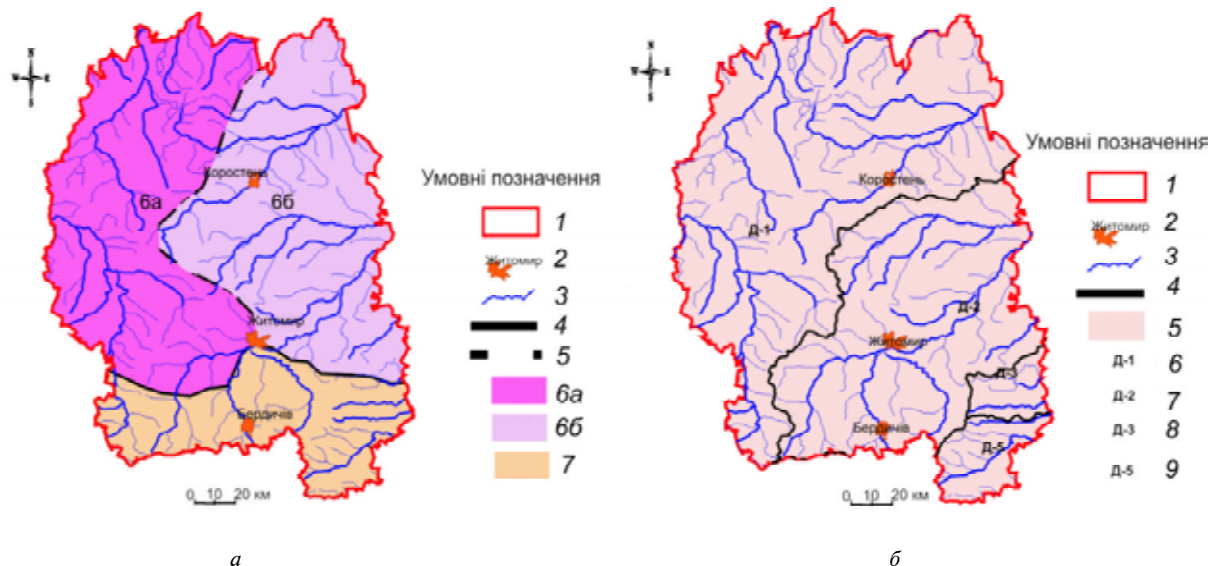


Рис. 1. Гідрогеологічне районування Житомирської області: *a* – геолого-структурне районування за умовами формування ґрунтових вод: 1 – межі адміністративного регіону; 2 – населені пункти; 3 – річки і водотоки; 4 – межі гідрогеологічних районів; 5 – межі гідрогеологічних підрайонів; 6а – Західний, 6б – Східний підрайони Житомирсько-поліського району; 7 – Північнопридніпровський район; *б* – функціональне районування за басейновим принципом (за умовами формування водообміну у верхньому гідрогеологічному поверсі): 1 – межі адміністративного регіону; 2 – населені пункти; 3 – річки і водотоки; 4 – межі гідрогеологічних округів (районів II рівня); 5 – гідрогеологічна провінція (район I рівня) р. Дніпро; водообмінні басейни: 6 – р. Прип'ять, 7 – р. Тетерів, 8 – р. Ірпінь, 9 – р. Рось

за умовами формування ґрунтових вод (розроблену в ДВ УкрДГРІ і докладно описану в роботах [7, 8]), відповідно до геолого-структурного принципу гідрогеологічного районування, який враховує неоднорідність земної кори за складом і будовою. Цей вид районування безпосередньо використовують для роботи служби моніторингу підземних вод, зокрема для складання різного роду гідрогеологічних оцінок і прогнозів. В основу цієї схеми покладено виділення регіонів, що охоплюють найбільші геоструктурні одиниці – гідрогеологічні масиви (басейни пластово-блокових і тріщинно-жильних вод) і артезіанські басейни (басейни пластових вод). Дрібнішими таксономічними одиницями є гідрогеологічні райони – територіально виражена частина басейну підземних вод, яка характеризується специфічним поєднанням геологічної будови, рельєфу, кліматичних, гідрологічних і в кінцевому підсумку гідрогеологічних умов [8]. Запропонована схема районування в межах досліджуваної території показана на рис. 1.

Зіставлення схем гідрогеологічного районування засвідчує суттєву невідповідність контурів районів, виділених за різними принципами, в межах досліджуваних областей, що підтверджується інформаційним аналізом, який ґрунтується на використанні основної функції теорії інформації – ентропії [9]. Головним засобом оцінки ентропії картографічних об'єктів є коефіцієнт взаємної відповідності $K(AB)$.

Коефіцієнт взаємної відповідності ареалів гідрогеологічних районів на картах *A* і *B*, побудованих за різними принципами районування, виражається за формулою

$$K(AB) = T(AB)/E(AB), \quad (1.1)$$

де $T(AB)$ – показник зменшення сумарної неоднорідності просторового розподілу показників *A* і *B* при їх суміщенні, що описується виразом

$$T(AB) = E(A) + E(B) - E(AB), \quad (1.2)$$

де $E(A)$ і $E(B)$ – значення ентропії для кожної з карт; $E(AB)$ – ентропія сумісного зображення.

Наведені складові визначають у відповідності до відомої формули Шенона:

$$E(A) = -\sum_{i=1}^n \omega_{a_i} \cdot \log_2 \omega_{a_i}, \quad (1.3)$$

$$E(B) = -\sum_{j=1}^m \omega_{b_j} \cdot \log_2 \omega_{b_j}, \quad (1.4)$$

$$E(AB) = -\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \omega_{ab_{ij}} \cdot \log_2 \omega_{ab_{ij}}, \quad (1.5)$$

де ω_{a_i} – частота ареалів районів на карті *A*; ω_{b_j} – частота ареалів районів на карті *B*; $\omega_{ab_{ij}}$ – частота збігу ареалів районів при суміщенні карт *A* і *B*.

Значення коефіцієнта взаємної відповідності змінюються від 0 до 100 %. Якщо $K(AB) = 100\%$, то явища, зображені на картах *A* і *B*, повністю відповідають одне одному за властивостями їх просторового поширення. Якщо $K(AB) = 0$, то явища не пов'язані між собою [9].

Коефіцієнт взаємної відповідності є кількісним критерієм відповідності гідрогеологічних районів, виділених за різними принципами, на картах. Його розраховують, використовуючи можливості ГІС. Першочергово була побудована інформаційна сітка

(грід) з кроком 2×2 км. У такий спосіб ми отримали для Житомирської області 7754 вузли-точки. Потім для кожного вузла сітки, застосовуючи оверлейний аналіз у середовищі ГІС, визначили приналежність до конкретних районів, виділених за різними принципами. Надалі були розраховані значення ентропії окремих схем і їх суміщень за формулами (1.2) – (1.5), а також коефіцієнта взаємної відповідності за формулою (1.1). При цьому частоти ареалів визначали так:

$$\omega_{a_i} = N_{a_i} / N,$$

$$\omega_{b_j} = N_{b_j} / N,$$

$$\omega_{a_i b_j} = N_{a_i b_j} / N,$$

де N – загальна кількість точок грід-сітки для досліджуваної території; N_{a_i} – кількість точок, які за результатами оверлейного аналізу належать i -му району карти A ; N_{b_j} – кількість точок, які за результатами оверлейного аналізу належать j -му району карти B ; $N_{a_i b_j}$ – кількість точок, які за результатами оверлейного аналізу при суміщенні карт A і B є спільними для i -го та j -го районів.

Для території Житомирської області коефіцієнт взаємної відповідності, розрахований за використанням функції ентропії, становить 32% [3]. Через відсутність детермінованих зв'язків просторового розміщення і конфігурації районів, виділених за різними принципами, необхідно враховувати обидві згадані схеми гідрогеологічного районування як початкову просторову основу для комплексної оцінки умов формування режиму підземних вод.

Досліджуваний регіон відзначається складною геологічною будовою і диференціацією ландшафтно-кліматичних умов, що, в свою чергу, позначається на гідрогеологічних умовах, регіональних водообмінних процесах, а отже, й на режимі ґрунтових вод. Указані особливості відображуються як у статичній схемі гідрогеологічного районування за умовами формування ґрунтових вод, відповідно до геологоструктурного принципу, так і в динамічній схемі функціонального районування за басейновим принципом (за умовами формування водообміну у верхньому гідрогеологічному поверсі). Цю схему гідрогеологічного районування у подальшому використано як початкову просторову геоінформаційну основу для проведення аналізу закономірностей природного режиму ґрунтових вод.

Аналіз територіальної однорідності багаторічного режиму ґрунтових вод у межах досліджуваного регіону свідчить про наявність районів із синхронним режимом багаторічних коливань рівнів (рис. 2).

Разом з тим чіткі межі територіальної синхронності не простежуються, що пов'язано з існу-



Рис. 2. Схема районування території Житомирської області за синхронністю багаторічного режиму рівнів ґрунтових вод: 1 – межі адміністративної області; 2 – населені пункти; 3 – річки і водотоки; 4 – умовні межі районів, де спостерігається багаторічна синхронність мінливості рівнів ґрунтових вод; 5 – район північно-західної окраїни Житомирського Полісся в умовах надмірного зволоження; 6 – район Центрального Полісся в умовах достатнього зволоження; 7 – перехідний район до зони лісостепу

ванням проміжних районів, для яких характерні спільні риси режиму суміжних територій. Виділення районів, де слід очікувати однозначних змін положень рівня ґрунтових вод, виконано у відповідності до завдань гідрогеологічного районування території на базі ГІС-технологій і з урахуванням існуючих схем районування території України за структурно-гідрогеологічним і водообмінним принципами.

Ділянки, де слід очікувати однозначних змін положень рівня ґрунтових вод, переважно узгоджуються із кліматичною зональністю та геоморфологічними особливостями регіонів. Результати обчислення коефіцієнтів взаємної відповідності між картами зон імовірної однорідності багаторічного режиму і схемами районування за умовами формування ґрунтових вод свідчать про відсутність детермінованих зв'язків, тому результуючі схеми територіальної синхронності побудовані послідовним накладанням і генералізацією картографічних шарів ділянок, де найімовірніше слід очікувати однорідності у багаторічній мінливості рівнів, і схем гідрогеологічного районування за різними принципами.

Для виділених районів, умовно однорідних за багаторічним природним режимом рівнів ґрунтових вод, які є геоінформаційною основою для аналізу і прогнозування природного гідрогеодинамічного режиму, розраховано регіонально узагальнені ряди мінливості положення рівня ґрунтових вод, що є вхідними даними для складання довгострокових прогнозів положення рівня ґрун-

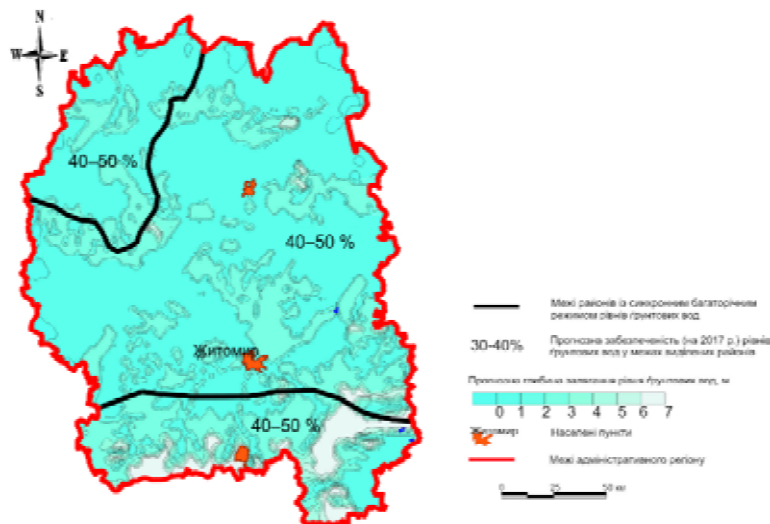


Рис. 3. Прогнозна модель глибини залягання рівнів ґрунтових вод території Житомирської області станом на 2017 р.

тових вод досліджуваних територій [4–6]. Кінцевим результатом досліджень є прогнозні ряди забезпеченості.

Як приклад реалізації запропонованої методології довгострокового регіонального прогнозу природного режиму рівнів ґрунтових вод на основі геоінформаційних технологій інтерполяцією методом кригінгу створено прогностичну модель глибини залягання рівнів ґрунтових вод території Житомирської області (рис. 3) для року максимальної на прогнозний період водності [2].

Зазначені результати досліджень є основою для створення геоінформаційної системи прогнозування гідрогеодинамічного режиму та її адаптації для будь-яких територій при збереженні запропонованої методології досліджень. Використання результатів прогнозу здійснюватиметься при визначенні запасів і вивченні балансу родовищ підземних вод, проектуванні експлуатації підземних вод для водопостачання, розробці заходів щодо охорони підземних вод та розв'язанні проблеми підтоплення земель, проектуванні будівництва та експлуатації інженерних споруд.

Висновки. Розробка та впровадження нових методів і засобів гідрогеологічного моніторингу підвищеної точності, спрямованих на автоматизацію і комп'ютеризацію, – головне завдання сьогодні. Його вирішення має відбуватися за різними напрямками, але головними є модернізація старих та розробка нових методів і технічних засобів одержання гідрогеологічних характеристик. Результати гідрогеологічного моніторингу є вхідними даними для моделювання і прогнозування просторово-часових тенденцій підземної гідросфери, що продемонстровано на прикладі довгострокового регіонального прогнозу мінливості рівнів ґрунтових вод для території Житомирської області, реалізованого на основі геоінформаційного підходу.

1. *Геоінформатика* / [А.Д. Иванников, В.П. Кулагин, А.Н. Тихонов, В.Я. Цветков]. – М.: МаксПресс, 2001. – 349 с.
2. *Давибида Л.І.* Довгостроковий регіональний прогноз і картування природного режиму рівнів ґрунтових вод (на прикладі територій окремих адміністративних областей) // *Л.І. Давибида* // *Наук. вісн. Київ. нац. ун-ту імені Тараса Шевченка: Сер. Геологія.* – 2012. – Вип. 56. – С. 45–48.
3. *Жуков М.Н.* Математична статистика і обробка геологічних даних / М.Н. Жуков. – К., 2008. – 487 с.
4. *Ковалевский В.С.* Картирование режима подземных вод с применением ЭВМ как средство изучения формирования подземных вод / В.С. Ковалевский, Н.Г. Максимова // *Оценка и региональное использование ресурсов подземных вод.* – М., 1980. – С.103–122.
5. *Ковалевский В.С.* Многолетняя изменчивость ресурсов подземных вод / В.С. Ковалевский. – М.: Наука, 1983. – 205 с.
6. *Коноплянцев А.А.* Прогноз и картирование режима грунтовых вод / А.А. Коноплянцев, В.С. Ковалевский, С.М. Семенов. – М.: Недра, 1974. – 208 с.
7. *Рубан С.А.* Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України. Монографія / С.А. Рубан, М.А. Шинкаревський. – К.: УкрДГРІ, 2005. – 572 с.
8. *Рубан С.А.* Ґрунтові води України / С.А. Рубан, М.А. Шинкаревський, А.В. Ніколішина. – К.: УкрДГРІ, 2005. – 426 с.
9. *Шестопалов В.М.* Наукові основи формування ресурсів підземних вод як джерела якісного водопостачання та раціонального господарського використання / В.М. Шестопалов, В.І. Лялько, М.С. Огняник, А.Б. Ситніков, А.О. Сухоребрий, В.В. Гудзенко, О.С. Скальський, М.І. Дробноход, Є.О. Яковлев, Ю.Ф. Руденко // *Вісн. НАН України.* – 2005. – Вип. 5. – С. 32–39.
10. *Яковлев Є.О.* Нові питання регіональної переоцінки та охорони прісних підземних вод України як чинника стратегічної безпеки питного водопостачання / Є.О. Яковлев // *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності.* – 2009. – № 3. – С. 30–36.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД УКРАИНЫ НА ПРИМЕРЕ ЖИТОМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.И. Давибида, М.М. Тымків

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, ул. Карпатська, 15, Івано-Франківськ 76019, Україна, e-mail: gbg@nung.edu.ua

Разработана методология долгосрочного регионального прогнозирования естественного режима грунтовых вод на основе геоинформационного подхода. Для исследуемой территории Житомирской области создана база картографических и фактографических данных, характеризующих естественный многолетний режим грунтовых вод. Выделены районы, где следует ожидать однозначных изменений уровня грунтовых вод, на основе ГИС-технологий информационного и пространственного анализа с учетом размещения групп скважин-аналогов и существующих схем гидрогеологического районирования территории Украины. Результаты гидрогеологического мониторинга использованы как входные данные для моделирования и прогнозирования пространственно-временных тенденций подземной гидросферы, что показано на примере долгосрочного регионального прогноза изменчивости уровней грунтовых вод для территории Житомирской области. Результаты исследований являются основой для построения геоинформационной системы прогнозирования режима уровней грунтовых вод и ее адаптации для других территорий при сохранении предложенной методологии исследований.

Ключевые слова: гидрогеологическое районирование, пространственный анализ, прогнозирование, уровень грунтовых вод.

OVERVIEW OF THE METHODS FOR HYDROGEOLOGICAL MONITORING OF UKRAINE GROUNDWATER ON THE EXAMPLE OF THE ZHYTOMYR REGION

L.I. Davybyda, M.M. Tymkiv

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Karpatska Str., 15, Ivano-Frankivsk 76019, Ukraine, e-mail: gbg@nung.edu.ua

Purpose. The purpose of the paper is to build a long-term forecast of natural hydrodynamic regime using GIS approach and a universal prediction algorithm for exogenous processes; to modernize the existing and develop new methods and technical means to obtain general hydrogeological characteristics.

Design/methodology/approach. We used the method of mathematical modeling to calculate the performance of groundwater.

Findings. It was established that the main role in the formation of water exchange in the system of aquifers and groundwater resources processes played by a vertical relationship of aquifers through low permeable rock layers. Identification of these patterns of water exchange in hydrogeological structures made it possible for the first time to perform zoning of Ukraine in terms of water exchange, and to estimate water exchange rates of groundwater aquifer systems with surface waters, which is one of the indicators of protection from external contamination. Combination of the proposed techniques made it possible to implement distributed assessment of natural groundwater resources and underground runoff in some regions of Ukraine.

Practical value/implications. The results of the hydrogeological monitoring are the input data for modeling and prediction of spatial and temporal trends of underground hydrosphere, which is demonstrated by the long-term forecast of regional variability of groundwater levels for the Zhytomyr region. The research results are the basis for building a geoinformation system to forecast modes of groundwater levels, and its application to other areas, based on the proposed research methodology.

Keywords: hydrogeological zoning, spatial analysis, forecasting, groundwater level.

References:

1. Ivannikov A.D., Kulagin V.P., Tikhonov A.N., Tsvetkov V.Ya. *Geoinformatika* [Heoynformatyka]. Moscow: MaksPress, 2001, 349 p.
2. Davybyda L.I. *Dovhostrokovyi rehionalnyi prohnoz i kartuvannia pryrodnoho rezhymu rivniv gruntovykh vod (na prykladi terytorii okremykh administratyvnykh oblastei)* [Long-term regional weather and natural mapping mode groundwater levels (for example, certain areas of administrative regions)]. *Visnyk Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*, 2012, no. 56, pp. 45-48.
3. Zhukov M.N. *Matematychna statystyka i obrobka heolohichnykh danykh* [Mathematical Statistics and processing of geological data]. Kyiv, 2008, 487 p.
4. Kovalevskiy V.S., Maksimova N.G. *Kartirovanie rezhima podzemnykh vod s primeneniem EVM kak sredstvo izucheniya formirovaniya podzemnykh vod* [Mapping groundwater regime with the use of computers as a means to study the formation of groundwater] *Otsenka i regional'noe ispol'zovanie resursov podzemnykh vod* [Evaluation and regional use of groundwater resources]. Moscow, 1980, pp.103-122.

5. Kovalevskiy V.S. *Mnogoletnyaya izmenchivost resursov podzemnykh vod* [Long-term variability of water resources]. Moscow, *Nauka*, 1983, 205 p.
6. Konoplyantsev A.A., Kovalevskiy V.S., Semenov S.M. *Prohnoz y kartyrovanye rezhyma hruntovykh vod* [Weather and mapping mode groundwater]. Moscow, *Nedra*, 1974, 208 p.
7. Ruban S.A. *Hidroheolohichni otsinky ta prohnozy rezhymu pidzemnykh vod Ukrainy* [Hydrogeological assessments and forecasts of groundwater regime in Ukraine]. Kyiv, *UkrDGRI*, 2005, 572 p.
8. Ruban S.A., Shynkarevskiy M.A., Nikolishyna A.V. *Gruntovi vody Ukrainy* [Groundwater Ukraine]. Kyiv, *UkrDGRI*, 2005, 426 p.
9. Shestopalov V.M., Lialko V.I., Ohniansky M.S., Sytnikov A.B., Sukhobryi A.O., Hudzenko V.V., Skalskyi O.S., Drobnokhod M.I., Yakovliev Ye.O., Rudenko Yu.F. *Naukovi osnovy formuvannya resursiv pidzemnykh vod yak dzherela yakisnoho vodopostachannya ta ratsionalnoho hospodarskoho vykorystannya* [Scientific basis for the formation of groundwater resources as a source of water supply and quality rational economic use]. *Visnyk NAN Ukrainy* [Herald of NAS Ukraine], 2005, no. 5, pp. 32–39.
10. Yakovliev Ye.O. *Novi pytannya rehionalnoyi pereotsinky ta okhorony prisnykh pidzemnykh vod Ukrainy yak chynnyka stratehichnoyi bezpeky pytneho vodopostachannya* [New issues of regional revaluation and protection of fresh groundwater Ukraine as a strategic factor of safety of drinking water] *Ekolohiya dovkillya ta bezpeka zhyttyediyalnosti* [Ecology and Environmental Safety]. Kyiv, *Znannya*, 2009, no. 3, pp. 30–36.

*Надійшла до редакції 15.07.2014 р.
Received 15/07/2014*