

Отже, геоінформаційне тематичне картографування дозволяє проводити аналіз та візуалізацію кількісних та якісних характеристик екологічного стану видобувних територій із визначенням впливу техногенної складової.

Висновки. Таким чином, розраховано показник загального ризику небезпечних змін геологічного середовища, який в межах ГІС-макету Західного Донбасу дорівнює $1,7 \cdot 10^{-3}$ і за існуючими класифікаціями відноситься до небезпечних. Узагальнюючими показниками, що характеризують рівень техногенного навантаження в регіоні є площі промислових об'єктів вуглевидобутку, які складають 5,56 % від площі ГІС-макету та площа проявів небезпечних екзогенних процесів техногенного та природного походження, яка в Західному Донбасі дорівнює 22 %, тобто, ступінь техногенних змін території характеризується як ризиковий. Цей комплексний показник ризику можна використати і для визначення економічних збитків, які оцінюються з врахуванням вартості основних фондів добувального підприємства. Повний орієнтовний економічний ризик дорівнює 46,23 тис. грн/км² рік і за існуючими класифікаціями відноситься до малого економічного ризику, що пояснюється не повним врахуванням економічної складової (за відсутністю даних не брались до уваги при розрахунках – вартості об'єктів житлово-комунального господарства, водних об'єктів тощо).

УДК 556.332.52

Л. Давибида, асп.

ДОВГОСТРОКОВИЙ РЕГІОНАЛЬНИЙ ПРОГНОЗ І КАРТУВАННЯ ПРИРОДНОГО РЕЖИМУ РІВНІВ ҐРУНТОВИХ ВОД (НА ПРИКЛАДІ ТЕРИТОРІЙ ОКРЕМИХ АДМІНІСТРАТИВНИХ ОБЛАСТЕЙ)

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, доц. О.Є. Кошляковим)

Наведено методику довгострокового регіонального часового прогнозування природного гідрогеодинамічного режиму. Представлено результати реалізації запропонованого алгоритму для територій із різними умовами формування рівневого режиму. У межах досліджуваних регіонів виділено ділянки з однорідним режимом багаторічної мінливості рівнів ґрунтових вод. Встановлено найбільш імовірні періоди підвищеної водності та побудовано відповідні картографічні моделі прогнозування забезпеченості рівнів.

The method of long-time regional forecasting natural hydrogeodynamic regime are given. The results of the proposed algorithm are presented for areas with different conditions of formation of level regime. Areas of homogeneous multi-mode variability of groundwater levels are selected within the studied regions. The most likely periods of high water content are determined and the corresponding mapping model predictive sufficiency levels are built.

Для території України необхідність забезпечення чистими водними ресурсами, а також взаємозв'язок багаторічного режиму підземних вод і розвитку небезпечних екзогенних геологічних процесів (ЕГП), зокрема підтоплення, зсувів, карсту, селів, зумовлюють актуальність гідрогеологічного моніторингу, оцінювання і подальшого прогнозування стану підземних вод, перш за все – ґрунтових, оскільки вони найтісніше пов'язані із зовнішніми поверхневими чинниками формування живлення та розвантаження підземних вод і є найперспективнішими для господарського використання. На регіональному рівні особлива увага приділяється вивченню природного або слабо порушеного гідрогеодинамічного режиму, на фоні якого відбувається формування порушеного режиму конкретних територій і об'єктів.

Важливість вказаних проблем зумовлює значну зацікавленість з боку численних дослідників. Особливо слід відмітити наукові та практичні дослідження, виконані протягом Міжнародного гідрогеологічного десятиріччя (1964-1974 рр.), у першу чергу – праці А.А. Коноплянцова, С.М. Семенова, В.С. Ковалевського [2; 3], які слід вважати фундаментальними в питанні вивчення, прогнозування і картування природного гідрогеодинамічного режиму.

В останні десятиліття як в Україні, так і за її межами, увага до зазначених проблем зростає на фоні нестачі ре-

сурсів якісних питних вод, глобальних змін клімату і значної активізації ЕГП, про що свідчить велика кількість публікацій, серед яких слід відзначити роботи наступних вітчизняних та зарубіжних науковців: Є.О. Яковлева [10], В.М. Шестопалова, Г.Г. Лютого, П.В. Білінова [9], М.А. Шинкаревського, С.А. Рубана [7], О.Є. Кошлякова [4], Л.В. Саричевої [6], М. Kabir, G. Mudd [1] та ін.

Незважаючи на значну кількість науково-дослідних фундаментальних і прикладних гідрогеологічних робіт. ряд питань лишається невирішеними, зокрема науково обґрунтованої системи довгострокового регіонального прогнозування природного режиму рівнів ґрунтових вод на сьогодні не існує.

Метою представленого дослідження є реалізація довгострокового (до 10-15 років) часового прогнозу природного режиму підземних вод у часі та просторі відповідно до закономірностей режимоутворювальних чинників для окремих регіонів України.

Для дослідження обрано території Житомирської і Дніпропетровської адміністративних областей. Розглянуті регіони відрізняються умовами формування гідрогеодинамічного режиму й особливостями мінливості часових режимоутворювальних чинників, рівнями техногенного навантаження на довкілля й об'ємами споживання ресурсів питних підземних вод, типами небезпечних ЕГП та інтенсивністю їх прояву, а також схильністю до підтоплення [8].

Надійшла до редколегії 01.12.11

1. Екологічна геологія. Підручник / за ред. Коржнева М.М. – К., 2005.

2. Екологічний атлас Дніпропетровської області / за редакцією Шалара А.Г. – Дніпропетровськ: Моноліт, 2009. – 64 с. 3. Трофимов В.Т. и др. Теория и методология экологической геологии / Под ред. В.Т.Трофимова. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 368 с.

Оскільки гідрогеодинамічний режим є багатовимірним процесом, його слід розглядати у якості складної, динамічної в просторі і часі системи, ефективно вивчення та прогнозування стану якої можливі лише при використанні сучасних геоінформаційних технологій.

Запропонований методичний шлях досліджень, побудований на базі універсального алгоритму прогнозування екзогенних геологічних процесів, запропонованого

Е.Д. Кузьменком [5], із урахуванням сучасних уявлень про механізм формування гідрогеодинамічного режиму як природно-історичного процесу циклічної мінливості рівнів підземних вод у часі і в межах визначеного простору, що відбувається під впливом сукупності певних взаємодіючих постійно змінних природних факторів. Алгоритм полягає у послідовній реалізації дій, що зображені на рис. 1.

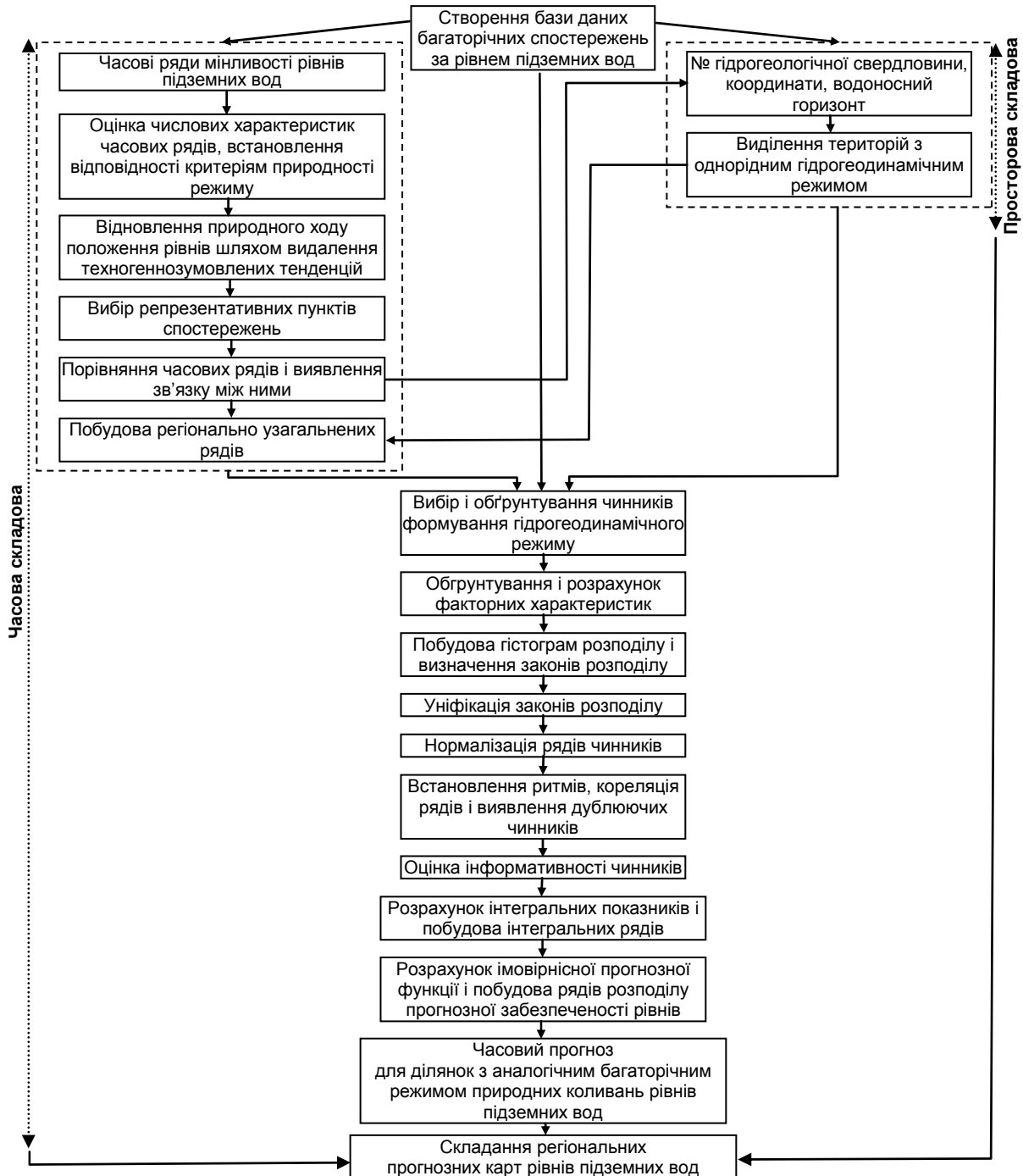


Рис. 1. Алгоритм дослідження і прогнозування багаторічних закономірностей природного гідрогеодинамічного режиму

Відомості про склад мережі гідрогеологічного моніторингу, результати спостережень за рівнями ґрунтових вод досліджуваних територій були зведені в бази просторових і атрибутивних даних. Важливим етапом є аналіз відповідності багаторічної динаміки рівнів у конкретних спостережних пунктах існуючим критеріям природності режиму [7]. Це завдання вирішене шляхом оцінювання однорідності вихідних даних та значимості невідповідних тенденцій у часових рядах середньорічних

рівнів ґрунтових вод за допомогою статистичних критеріїв Вілкоксона і Фостера-Стюарта.

Відхилення від критеріїв природності було виявлено як для динаміки середньорічних рівнів у спостережних пунктах Дніпропетровської області, яка характеризується значним техногенним навантаженням і антропогеннозумовленими змінами геологічного середовища, так і для багаторічної мінливості рівнів гідрогеологічних свердловин території Житомирської області, гідрогеодинамічний ре-

жим якої формується здебільшого у непорушених умовах. На нашу думку, такі тенденції спричинені зарегульованістю стоку поверхневих вод Східного Полісся, меліоративними заходами. Для окремих пунктів природний хід положення рівнів ґрунтових вод було відновлено шляхом видалення із досліджуваних часових рядів техногеннообумовлених трендів. Проведений аналіз дозволив вибрати в якості репрезентативних для вивчення природного гідрогеодинамічного режиму Житомирської області 8, а Дніпропетровської області – 12 свердловин.

Оцінка синхронності мінливості рівнів у відібраних спостережних пунктах дала змогу виділити для території Житомирської області 3, для Дніпропетровської області – 6 районів із однорідним багаторічним режимом. Ділянки, де слід очікувати однозначних змін положень рівня ґрунтових вод, в основному узгоджуються із кліматичною зональністю, геоморфологічними особливостями регіонів, не суперечать існуючим схемам гідрогеологічного районування території України за структурно-гідрогеологічним і водообмінним принципами і можуть слугувати для їх подальшої деталізації та уточнення з використанням сучасних геоінформаційних технологій та методів математико-картографічного моделювання.

Для виділених районів розраховані регіонально узагальнені часові ряди середньорічних рівнів ґрунтових вод, що є основою для подальшого прогнозування.

У якості режимоутворювальних чинників, відповідно до існуючих уявлень про формування гідрогеодинамічного режиму обрано метеорологічні (температура повітря, кількість опадів), гідрологічні (середньорічні витрати води), геологічні (сумарна енергія землетрусів найближчої сейсμοактивної зони) і кос-

мічні (сонячна активність) чинники. Для всіх розглянутих часових рядів рівнів ґрунтових вод і чинників, що обумовлюють їх мінливість, характерними є цикли тривалістю 3–4, 7–8, 9–11, 20–22 роки.

Подальший аналіз рядів і екстраполяція виявлених тенденцій багаторічного ходу рівнів ґрунтових вод території дослідження на перспективу здійснені відповідно до схеми методики досліджень (рис. 1).

Результатом дослідження є наступні прогнози гідрогеодинамічного режиму.

Для території Дніпропетровської області після 2010–2011 рр., які характеризувалися достатньо значними глибинами залягання ґрунтових вод (на 20–40 % нижче від багаторічної норми) на території всіх виділених гідрогеологічних районів, у 2012–2014 рр. спостерігатиметься поступовий підйом рівнів до значень 10–40 % забезпеченості для різних районів. У 2015–2017 рр. передбачається деяке зниження (на 10–30 % забезпеченості) рівнів ґрунтових вод для території всього регіону.

Для ґрунтових вод Житомирської області після періоду підвищеної водності у 2008–2011 рр. (рівні 10–30 % забезпеченості) спостерігатиметься збільшення глибини залягання рівнів до значень багаторічної норми і нижче протягом 2012–2014 рр. Наступний максимум (рівні 30–40 % забезпеченості) очікується у 2016–2017 рр. Аномальною мінливістю рівнів ґрунтових вод по відношенню до інших районів області характеризуються її північно-західні території, що пов'язано насамперед із деякими відмінностями режимів зволоження. Тут після 2010 р. із глибинами залягання ґрунтових вод на 20–30 % нижче норми очікується підйом рівня і тривалий період підвищеної водності (рівні 10–20 % забезпеченості) у 2012–2016 рр.

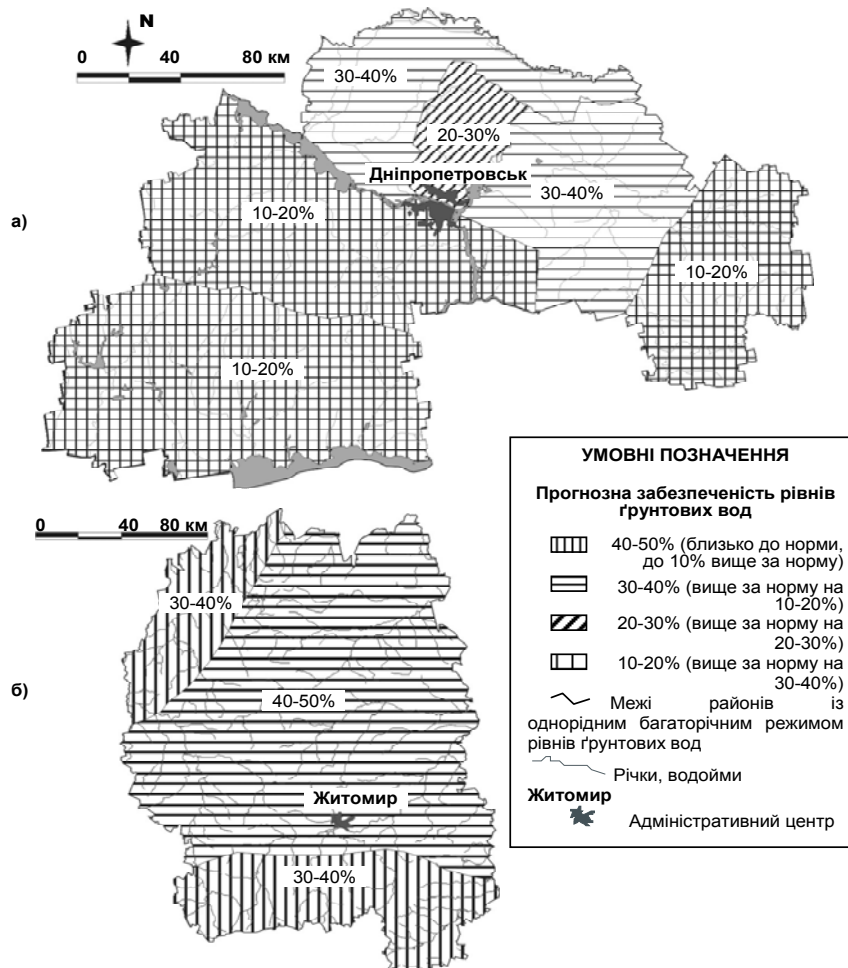


Рис. 2. Прогностичні ймовірнісні моделі рівнів ґрунтових вод досліджуваних регіонів (а – Дніпропетровська область (2014 р.), б – Житомирська область (2017 р.))

Заключним етапом дослідження є візуалізація результатів прогнозування, зокрема за допомогою побудови серій рангових картограм. У якості прикладу на рис. 2 наведено прогностичні моделі досліджуваних територій, складені для років максимальної на прогностичний період водності з використанням інструментальної ГІС MapInfo Professional. Результати проведених досліджень свідчать про деяку асинхронність гідрогеодинамічного режиму розглянутих регіонів і запізнення зміни положення рівнів ґрунтових вод більш південної Дніпропетровської області по відношенню до їх мінливості на території Житомирщини.

Перевірку адекватності отриманих прогностичних моделей здійснено шляхом порівняння епігностичних значень із фактичними даними режимних спостережень. Відповідно до існуючих критеріїв якості та надійності гідрогеологічного прогнозування [2; 3; 7], запропонована методика прогнозу зміни рівнів ґрунтових вод з використанням інтегрального показника для різних гідрогеологічних районів може бути оцінена як "задовільна" і "добра", що є допустимим для складання довгострокових прогнозів.

Проведені дослідження є основою для створення автоматизованої аналітичної ГІС довгострокового прогнозування режиму рівнів підземних вод території України, впровадження якої дозволить систематизувати, зберігати існуючу інформацію та здійснювати її обробку відповідно до встановленого алгоритму, що в свою чергу дасть змогу зменшити обсяги польових гідрогеологічних спостережень, скоротити терміни виконання камеральної обробки даних моніторингу рівнів підземних вод і підвищити достовірність довгострокових гідрогеологічних прогнозів.

Розроблена методика довгострокового прогнозування режиму рівнів підземних вод і створена на її основі ГІС дозволять оперативно оцінювати ймовірність розвитку процесів підтоплення і створення сприятливих умов для активізації небезпечних ЕГП для заданої те-

риторії, що дасть змогу здійснювати ефективне управління регіоном.

Основні результати дослідження наступні:

1. Запропоновано універсальний алгоритм довгострокового регіонального прогнозування природного режиму підземних вод і проведено його апробацію на прикладі ґрунтових вод територій Житомирської та Дніпропетровської адміністративних областей.

2. Визначено забезпеченість середньорічного рівня підземних вод за допомогою імовірнісного інтегрального показника, який враховує сукупний вплив динамічних режимоутворювальних факторів для певної місцевості.

3. Встановлено закономірності формування гідрогеодинамічного режиму, які є основою для створення системи регіонального довгострокового прогнозування рівнів підземних вод, що і є перспективою подальших робіт у даному напрямку.

1. Kabir M., Hamza K., Mudd G. Groundwater-Climate Relationships, Ranger Uranium Mine, Australia: Time Series Statistical Analyses // Uranium, Mining and Hydrogeology: Math. of 5th International Conference, Freiberg, 2008. – F., 2008. 2. Ковалевський В.С. Условия формирования и прогнозы естественного режима подземных вод. – М., 1976. 3. Коноплянцева А.А., Семенов С.М. Прогноз и картирование режима грунтовых вод / За ред. А.А. Коноплянцева. – М., 1974. 4. Кошляков Є. Застосування геоінформаційного підходу при вивченні динаміки ґрунтових вод на території міст // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – 2009. 5. Кузьменко Э. Универсальный алгоритм прогнозирования экзогенных геологических процессов // Мониторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища: Матер. VIII Міжнар. наук. конф., Київ, 2007. – К., 2007. 6. Логинов О., Сарычева Л. Прогнозирование уровня грунтовых вод с применением клеточных автоматов // УСИМ. – 2009. – № 1. – С. 86-92. 7. Рубан С.А., Шинкаревський М.А. Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України. / За ред. М.А. Шинкаревського – К., 2005. 8. Сучасні інженерно-геологічні умови України як складова безпеки життєдіяльності / Л.М. Климчук, П.В. Блінов, В.Ф. Величко та ін.; за ред. В.М. Шестопалова. – К., 2008. 9. Сучасні принципи гідрогеологічного районування / В.М. Шестопалов, П.В. Блінов, Г.Г. Лютий та ін. // Збірник наукових праць УкрДГРІ. – 2010. – № 3-4. 10. Яковлев Є. Нові питання регіональної переоцінки та охорони прісних підземних вод України як чинника стратегічної безпеки питного водопостачання // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2009. – № 3. – С. 30-36.

Надійшла до редколегії 15.02.12

ГЕОЛОГІЧНА ІНФОРМАТИКА

УДК 550.834.042; 551.21.3; 539.375; 552.53-552.2

Г. Продайвода, д-р фіз.-мат. наук, проф., С. Вижва, д-р геол. наук, проф., Ю. Онанко, асп., А. Онанко, канд. фіз.-мат. наук

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ВИМІРЮВАНЬ ШВИДКОСТЕЙ ПРУЖНИХ ХВИЛЬ В ПОРОДАХ-КОЛЕКТОРАХ ІНВАРІАНТНО-ПОЛЯРИЗАЦІЙНИМ МЕТОДОМ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. О.М. Карпенком)

Запропонована автоматизована система чисельного аналізу і візуалізації даних ультразвукових вимірювань параметрів анізотропії швидкостей пружних квазіповздовжньої, "швидкої" і "повільної" квазіпоперечних хвиль в породах-колекторах інваріантно-поляризаційним методом. Одержані пружні постійні пісковиків Волино – Подільського регіону, пружна симетрія яких ромбічна.

The automated system is created for numerical analysis and visualization of ultrasonic measurements of velocities anisotropy parameters of elastic quasiprimary, "rapid" and "slow" quasisecundary waves in rock-reservoirs by invariant-polarize method. The sandstones elastic constants of Volino – Podil'skiy region are got, the elastic symmetry of which is rhombic.

Вступ. У роботі запропонована автоматизована система чисельного аналізу і візуалізації даних ультразвукових (УЗ) вимірювань параметрів анізотропії фазових швидкостей пружних квазіповздовжньої V_{\parallel} , "повільної" $V_{\perp 2}$ і "швидкої" $V_{\perp 1}$ квазіпоперечних хвиль порід-колекторів. Анізотропія швидкостей V пружних хвиль гірських порід розглядається як один із найбільш інформативних параметрів геодинамічних процесів, що відбувається в надрах Землі. Розповсюдження УЗ пружних хвиль V_{\parallel} , $V_{\perp 2}$ і $V_{\perp 1}$ в гірських породах супроводжується

розсіюванням і поглинанням $\alpha(f)$, яке залежить від частоти f і спричиняє спотворення акустичних імпульсів внаслідок скінченої ширини їх спектру та ускладнює вимірювання фазових швидкостей пружних хвиль V_{\parallel} , $V_{\perp 2}$ і $V_{\perp 1}$ [1-5]. Інтенсивний динамотермальний метаморфізм, що накладався на породи, призводив до структурно-механічного перетворення їх при різних рівнях тисків P та температур T в анізотропних полях напружень σ_i . Ці перетворення мали свій відбиток у структурно-текстурних особливостях порід. Планальна структу-