

Пошуки підземних вод у зоні зчленування Приазовського мегаблока Українського щита з Донбасом

П.Г. Пігулевський¹, В.К. Свистун², 2024

¹Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Київ, Україна

²Дніпропетровська геофізична експедиція «Дніпрогеофізика»,

Дніпро, Україна

Надійшла 23 грудня 2023 р.

В статті приведені пропозиції з удосконалення методики та результати переінтерпретації геоелектричних робіт на території Донецької області з метою використання результатів інших геофізичних досліджень для уточнення контурів перспективних ділянок при пошуках підземних вод, виконаних трестом «Дніпрогеофізика» в 1970-ті роки. В послідуєчому, під час пошуків різних видів корисних копалин, територія була вивчена великомасштабними гравіметричними зйомками. Застосування комплексної обробки та переінтерпретації наявних геофізичних матеріалів з гравіметричними даними, дозволило встановити не тільки тісний зв'язок між геоелектричними та щільнісними характеристиками водоносних порід, але і детально прокорелювати в плані тектонічні порушення і локальні занурення, виявлені на окремих профілях і ділянках за результатами досліджень обох методів та побудувати загальний геолого-тектонічний каркас масиву, у який гармонічно вписалися розривні порушення і зони їх розуцільнення у контурах поширення осадових відкладів.

Аналіз результатів досліджень показав, що, чим детальніше виконана гравіметрична зйомка, тим точніше картуються геолого-тектонічні неоднорідності у верхній частині осадового чохла. Використання бази даних польових гравіметричних зніманих різних років та масштабів на сучасному етапі досліджень дає можливість значно підвищити ефективність робіт і знизити витрати на пошуки підземних вод на території України при виявленні і локалізації пошукових ділянок першої та другої черг.

Отримані результати та запропоновану удосконалену методику інтерпретації рекомендується використовувати при виконанні досліджень з визначення точок закладення водозабірних свердловин не тільки в зоні зчленування складчастого Донбасу з Приазовським мегаблоком (кристалічним масивом) Українського щита, але і на територіях, що зазнають впливу техногенних чинників.

Ключові слова: Приазовський мегаблок Українського щита, Складчастий Донбас, геофізичні дослідження, розуцільнення порід, підземні води, водозабірні свердловини.

Вступ. Проблема забезпечення населення України якісною питною водою є значною соціальною потребою, оскільки вона безпосередньо впливає на стан здоров'я громадян і є одним із визначальних чинників екологічної та епідеміологічної безпеки життєдіяльності людини [Шестопа-

лов та ін., 2018, 2020; Шевченко та ін., 2022; Люта, 2023].

Післявоєнне забезпечення населення південного сходу України питною (прісною) водою вже зараз вимальовується як складна державна проблема. Унаслідок значних пошкоджень території вибухови-

Citation: *Pigulevskiy, P.G., & Svistun, V.K. (2024). Search for fresh water at the border of the Priazov megablock and the Donbas. Geofizychnyi Zhurnal, 46(3), 111—128. <https://doi.org/10.24028/gj.v46i3.306483>.*

Publisher Subbotin Institute of Geophysics of the NAS of Ukraine, 2024. This is an open access article under the CC BY-NC-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

ми зарядами поверхневі та приповерхневі води забруднюються різними токсичними хімічними елементами [Шевченко та ін., 2022; Люта, 2023]. Завезення у чималих обсягах питної води на велику територію є дуже складним питанням, навіть на рівні держави. У статті використано наявні у фондах Дніпропетровської геофізичної експедиції (ДГЕ) «Дніпрогеофізика» та у Державному науково-виробничому підприємстві «Геоінформ України» (ДНВП «Геоінформ України») матеріали різнопланових гідрогеологічних і геофізичних робіт [Артеменко, Беседа, 1970; Киселев, 1971; Пахомов, Кравченко, 1970; Пахомов и др., 1971—1973]. Виконано їх аналіз та переінтерпретацію з метою підвищення результативності геофізичних досліджень при обробці розширеного комплексу даних в умовах обмеженого рівня фінансування на пошуки підземних вод на території звільненої Донецької області. При переінтерпретації матеріалів до наявної геофізичної інформації додано дані польових великомасштабних гравіметричних зніманих різних років з бази даних ДГЕ «Дніпрогеофізика». Як приклад таких досліджень розглянуто Новотроїцьку ділянку зі значними тектонічними порушеннями в межах сіл Благодатне—Ольгинка (Донецька обл.), що розташована на північний захід (200—220°) на відстані від 10 до 20 км від відомого докембрійського водоносного горизонту Ялинського родовища в докембрійсько-четвертинному водоносному комплексі за межами Конксько-Ялинської западини [Шестопапов та ін., 2020].

У геологічному відношенні згадана ділянка розташована в межах Новотроїцької структури в зоні зчленування складчастого Донбасу з Приазовським мегаблоком (кристалічним масивом) Українського щита. У її геологічній будові беруть участь вапняки (світа C_1^1), сланці і пісковики (світи C_1^2 , C_1^3) нижнього карбону, осадово-ефузивні відклади девону і породи архейського гнейсо-мігматитового комплексу [Бородиня та ін., 2013; Пігулевський та ін., 2021].

З метою підвищення достовірності

визначення місць закладення бурових свердловин для водозабезпечення рекомендується використовувати матеріали пошукових геофізичних робіт 1970—1980-х років з удосконаленням їх інтерпретації за сучасними програмами обробки та врахуванням на таких площах існуючої бази даних гравіметричних робіт.

Про розвиток геофізичних досліджень на пошуки підземних вод. Для водопостачання населених пунктів, промислових і сільськогосподарських підприємств переважно використовується горизонт, пов'язаний з тріщинуватими інтервалами порід докембрійського фундаменту. Кристалічні породи представлені різними за складом утвореннями архей-протерозойського віку. Вони повсюдно перекриті корою вивітрювання та чохлом осадових відкладів потужністю 30—150 м і більше. Тому проблема пошуку джерел водопостачання зводиться до вирішення доволі складного гідрогеологічного завдання — пошуку тріщинних вод в умовах майже закритого району.

На початку 1970-х років у трестах «Дніпрогеофізика» [Пахомов, Кравченко, 1970; Пахомов и др., 1971, 1972] і «Київгеологія» [Лютий та ін., 2016] було розроблено і впроваджено в практику гідрогеологічних робіт комплекс геофізичних досліджень, який передбачав нові підходи до інтерпретації геофізичних матеріалів при оцінюванні виявлених пошукових аномалій на воду. Інтерпретація аномалій з таких позицій значно підвищила якість пошукових гідрогеологічних робіт у межах Українського щита.

Запропонований раціональний комплекс геофізичних досліджень охоплює профільні та площинні знімання методами вертикального електричного зондування (ВЕЗ) і детальні сейсмічні дослідження кореляційним методом заломлених хвиль. Останній був дуже затратний в разі його промислового застосування. Цими дослідженнями було показано, що використання геофізичних методів допомагає вирішити широке коло завдань:

– виявлення та простеження тріщинуватості

ватих і тектонічно ослаблених зон кристалічних порід;

- виділення палеодепресій на поверхні кристалічного фундаменту;
- визначення стратиграфічного розрізу осадових відкладів і кори вивітрювання;
- наближене якісне оцінювання фільтраційних властивостей порід з виділенням зон переважного поширення різних порід за рівнем проникності.

У наш час для попередньої підготовки геофізичної основи при пошуках підземних вод і забезпечення водою сільських населених пунктів доцільно використання результатів комплексних геофізичних досліджень, виконаних на досить великих площах північно-західної частини Українського щита Комплексною геофізичною експедицією ДГП «Північукргеологія та ДГЕ «Дніпрогеофізика» у південно-східній його частині та на острові Зміїний [Свистун, Пігулевський, 2023]. Це дасть змогу значно скоротити обсяги подальших геофізичних досліджень та знизити фінансові витрати при виявленні перспективних ділянок і підготовці точок закладення свердловин для водозабезпечення.

Нижче розглянуто позитивний досвід використання гравірозвідувальних даних для підвищення достовірності задання точок водозабірних бурових свердловин у разі їх врахування у комплексі з раніше використаною методикою досліджень.

Гідрогеологічні умови у східній частині території України. Східну частину поділяють на дві гідрогеологічні провінції: платформну і геосинклінальну складчасту, в межах яких виділяють гідрогеологічні підпровінції — Східноєвропейську і Скіфську. У Східноєвропейській гідрогеологічній підпровінції виділяють (рис. 1) гідрогеологічні області — Донецьку і Українського щита.

Гідрогеологічна область Українського щита [Стан ..., 2021; Люта, 2023] поширена в центральній частині території України. Вона простягається смугою шириною 150—250 км з північного заходу на південний схід, від північного кордону України і майже до Азовського моря. Площа області — 162,3 км². У структурному відношенні

область є просторовим підняттям давнього кристалічного фундаменту. У розрізі виділено два структурних поверхи. Нижній складений сильнометаморфізованими і дислокованими породами магматичних та осадово-ефузивних утворень архей-ранньопротерозойського віку і тільки на сході Приазов'я — палеозойського віку [Тектонічна ..., 2007].

Наявність численних тектонічних порушень обумовлює розломно-блокову будову кристалічного фундаменту [Бородиня та ін., 2013; Пігулевський та ін., 2021]. Ступінь монолітності порід кристалічної основи, в цілому, залежить від інтенсивності розвитку тріщинуватості. Тріщинуватість за площею і в розрізі розвинена дуже нерівномірно.

Верхня частина кристалічного фундаменту на значній території дезінтегрована процесами вивітрювання, в результаті яких в розрізі сформована кора вивітрювання кристалічних порід. За характером перетворення первинних порід процесами вивітрювання виділяють основні зони

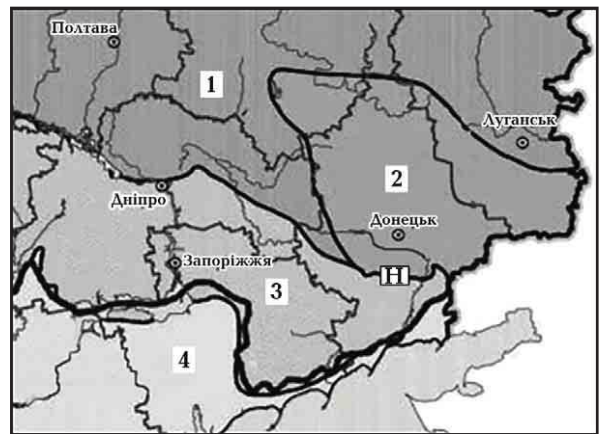


Рис. 1. Фрагмент схеми гідрогеологічного районування території України (басейни підземних вод) [Стан ..., 2021]: 1 — Дніпровсько-Донецький артезіанський басейн; 2 — гідрогеологічна провінція Донецької складчастої області; 3 — область тріщинних вод Українського щита; 4 — Причорноморський артезіанський басейн; H — Новотроїцька ділянка.

Fig. 1. Fragment of the scheme of hydrogeological zoning of the territory of Ukraine (groundwater basins) [State ..., 2021]: 1 — Dnipro-Donetsk artesian basin; 2 — Hydrogeological province of the Donetsk folded region; 3 — Area of fractured waters of the Ukrainian shield; 4 — Black Sea artesian basin; H — Novotroitska aria.

кори вивітрювання: I — дезінтеграції та вилуговування; II — перехідна (глиниста); III — первинних каолінів.

Верхній структурний поверх представлений осадовими утвореннями юрського, крейдяного, палеогенового, неогенового і четвертинного віку. Регіонально йому властиві невтриманість поширення порід певного віку та їхня фаціальна змінність у розрізі. Площі розвитку осадових відкладів характерні переважно для вододільних просторів, де вони відрізняються підвищеними потужностями. У долинах річок і великих балок осадові відклади, за винятком четвертинних алювіальних, нерідко частково або повністю розмиті.

Донецька гідрогеологічна область розташована у південно-східній частині території України. Вона межує на північному заході з Дніпровським артезіанським басейном, на південному заході — з гідрогеологічною областю Українського щита, на сході — з Донецько-Донським і на південному сході — з Причорноморським артезіанськими басейнами [Камзіст, Шевченко, 2009].

У структурному відношенні Донецька гідрогеологічна область приурочена до центральної частини Донецької складчастої будови (Донбасу) з герцинською (палеозойською) основою, яка є синкліорієм. Складчастий Донбас поділяється на чотири тектонічні зони: Центральну осьову (серединну), зайняту основними великими лінійними складками; Північну, яка характеризується дрібною складчастістю і насувами; Південну — з дрібною складчастістю і скидами; Бахмутсько-Торецьку, де утворилося замикання складчастого Донбасу, представлене Бахмутською і Кальміус-Торецькою котловинами.

Основна роль у будові складчастого Донбасу належить головній антикліналі, яка поділяє територію Донбасу на дві, приблизно рівні, частини. У геологічній будові розрізу переважають кам'яновугільні відклади потужністю до 16—17 км. На значній площі ці відклади відслонюються на сучасній поверхні або перекриті малопотужним (5—7 м) чохлом четвертинних відкладів.

Крім цих відкладів у розрізі поширені породи девонського, пермського, тріасового, юрського, крейдяного, палеогенового і неогенового віку.

Межа згаданої вище області проведена по контуру поширення крейдяних відкладів, з гідрогеологічною областю Українського щита — по контуру поширення кам'яновугільних і девонських відкладів, з Дніпровським артезіанським басейном — по лінії Криворізько-Павлоградського скиду і лінії, що оконтурює район купольних структур з палеозойськими ядрами, до Кремінського купола.

Своєрідність Донецької складчастої зони обумовлена перехідним (від платформних умов до умов складчастості) характером геолого-структурної побудови [Тектонічна ..., 2007], що проявляється і в гідрогеологічних умовах Донецької гідрогеологічної області [Рубан, Шинкаревський, 2005; Камзіст, Шевченко, 2009].

Південно-східна частина області за геологічними властивостями наближається до типово складчастої побудови, розріз якої представлений переважно дислокованими кам'яновугільними відкладами. Вони нерівномірно обводнені у розрізі. Найчастіше обводненими є пласти, що представлені пачками (серіями) водоносних прошарків. На інтенсивність обводнення порід розрізу впливають тектонічні порушення і характер структурних форм. Більшим обводненням відрізняються флексурні перегини, склепіння антиклінальних складок і тектонічні порушення скидового характеру. Водовмісним вапнякам нижнього карбону властива закарстованість, яка простежується до глибини 200 м.

Площа досліджень Василівка—Благодатне—Ольгинка (Донецька область) розташована на північний схід за межами Конксько-Ялинської западини, де відомі поклади підземних вод у докембрійському водоносному горизонті Ялинського родовища. У публікації [Шестопалов та ін., 2020] показано, що цей водоносний комплекс має ресурси прісних підземних вод для часткового забезпечення міст Волноваха і Маріуполь та інших близько розта-

шованих населених пунктів на південному сході України, але з ризиком поступового погіршення якості води через підтягування солонуватих вод з інших водоносних горизонтів. До існуючої проблеми нині додалась проблема забруднення підземних вод, яка пов'язана з наслідками війни на цій території. Тому пошуки додаткових джерел прісної води є актуальним завданням на тривалий час і в подальшому.

Результати досліджень фізичних властивостей гірських порід. Електричні характеристики. Розглянемо вивчені електричні властивості кристалічних порід на

площі досліджень (табл. 1), які отримані за результатами лабораторних вимірів, виконаних партією з вивчення «Фізичних властивостей» [Пахомов и др., 1971, 1972]. Найбільшим електричним опором (3000—5000 Ом·м) характеризуються граніти: аплітові, біотитові, дрібнозернисті, порфіроподібні. Діабази, рожеві мігматити, граніти Катеринівські мають нижчий опір — 1000—2000 Ом·м, амфіболові та біотитові гнейси — 700—800 Ом·м. Опір тріщинуватих і вивітрілих зразків усіх різновидів порід та ρ_y менш, ніж монолітних порід у 2—10 разів і становить 50—300 Ом·м. Чим

Таблиця 1. Електричні властивості кристалічних порід

Найменування породи	Кількість зразків	ρ_y , Ом·м		
		мінімум	максимум	середнє
<i>Породи кислого складу</i>				
Граніти Катеринівські	10	1250	2677	1946
вивітрілі	4	300	493	394
роговообманкові сильно тріщинуваті	7	46	74	58
Граніти роговообманкові вивітрілі	23	492	2250	1910
Граніти аплітоїдні	4	1326	3210	2270
Граніти аплітоїдні щільні	4	4600	5200	5000
Граніти аплітоїдні біотитові дрібнозернисті	7	1038	4300	3674
Граніти аплітоїдні порфіроподібні	5	3300	4310	3637
Граніти аплітоїдні вивітрілі з епідотом	4	500	560	520
Пегматити вивітрілі	14	627	1944	1060
Полевошпатові породи вивітрілі	7	56	97	73
Кварцові порфіри	8	5116	5450	5282
Кварцові порфіри вивітрілі	12	246	540	359
<i>Породи основного складу</i>				
Діабази	2	1290	1330	1280
тріщинуваті вивітрілі	15	158	1115	367
порфірити вивітрілі	4	870	1217	1020
<i>Метаморфічні породи</i>				
Мігматити рожеві, щільні	7	1300	2608	2008
рожеві вивітрілі	6	322	873	540
рожеві окварцовані	2	3069	3170	3120
Ін'єктовані гнейси вивітрілі	25	173	512	364
Ін'єктовані гнейси	2	990	1023	1010
Гнейси				
амфіболові	16	512	1200	795
вивітрілі	8	188	276	248
біотитові	2	759	820	790

більший ступінь тріщинуватості та вивітрілості породи, тим менший її опір (граніти роговообманкові сильно тріщинуваті, ρ_y — 58 Ом·м, граніти роговообманкові, ρ_y — 1910 Ом·м).

Геоелектричний розріз. За даними публікацій на площі Приазовського мегаблока (кристалічного масиву) [Пахомов, Кравченко, 1970; Пахомов и др., 1972] виділено такі електричні горизонти:

ρ_1 — ґрунтовий шар і верхня частина четвертинних суглинків з опором 10—60 Ом·м, потужністю від 0,5 до 4 м;

ρ_2 — четвертинні суглинки, четвертинні та верхньонеогенові глини з опором порядку 4—12 Ом·м, потужністю від 0 до 30 м;

ρ_3 — піщано-вапнякова та піщано-глиниста товща понтичного і сарматського ярусів неогену; опір горизонту змінюється від 10 до 23 Ом·м, потужність — від 0—10 до 40 м;

ρ_4 — кора вивітрювання кристалічних порід; опір горизонту змінюється від 10 до 200 Ом·м залежно від ступеня вивітрілості і суцільності порід та мінералізації води. У разі зменшення потужності горизонту до 5—7 м, а також за наявності гідравлічного зв'язку з розташованими вище горизонтами, він за опором може не відрізнятися від них. В окремих випадках потужність горизонту досягає 15—25 м;

ρ_5 — опорний горизонт представлений слаботріщинуватими та монолітними кристалічними породами з опором 1000—1200 Ом·м і більше.

На площі розвитку карбонатних порід виділено такі електричні горизонти:

$\rho_{1к}$ — четвертинні суглинки, рідше піски з опором 12—40 Ом·м та потужністю від 1 до 10 м;

$\rho_{2к}$ — піщано-глинисті неогенові відклади з опором близько 1—50 Ом·м і потужністю від 0 до 50—100 м;

$\rho_{3к}$ — кора вивітрювання карбонатних порід; опір горизонту 20—60 Ом·м, потужність змінюється від перших метрів до 15—20 м;

$\rho_{4к}$ — опорний горизонт представлений слаботріщинуватими та монолітними масивами з карбонатними по-

родами опором 700—900 Ом·м і більше.

Згідно з матеріалами БКЗ, електричний опір тріщинуватих і закарстованих вапняків на крайньому заході розглянутої території в 3—10 разів менший за опір монолітних порід.

Щільність гірських порід. Серед порід, поширених на площі досліджень, найбільш щільними і суцільно однорідними є відклади турнейського ярусу нижнього карбону. Їхня щільність коливається від 2,65 до 2,68 г/см³. У відкладах візейського ярусу щільність доломітів ($\sigma_{сер} = 2,74$ г/см³) порівняно із щільністю вапняків дещо підвищена. Разом з тим переходи від вапняків до доломітів є поступовими, залягання цих порід згідне між собою, тому локальні аномалії, спричинені доломітами, зазвичай не виділяються [Пахомов и др., 1971, 1972]. Щільність тріщинуватих і вивітрілих різниць вапняків карбону за даними визначення на одиничних зразках становить 1,8—2,1 г/см³. Щільність підстилаючих осадових шарів девону значно нижча ($\sigma_{сер} = 2,45 \div 2,56$ г/см³). Між девонськими відкладами та породами турнейського ярусу карбону існує чітка щільнісна межа, де перепад значень становить 0,12—0,20 г/см³. Наступна щільнісна межа фіксується між зонами $C_1^v d$ і $C_1^v c$ [Пахомов и др., 1971]. Нижче цієї межі залягають вапняки з підпорядкованими прошарками сланців, вище — переважно сланці з підпорядкованою послідовністю вапняків. Крім зазначених щільнісних меж слід указати на великий перепад значень щільності між базальтами та осадовими породами девону. Середня щільність базальтів дорівнює 2,85 г/см³, що дає надмірну щільність стосовно вмісних (девонських і докембрійських) порід [Пахомов, Кравченко, 1970; Пахомов и др., 1973; Пігулевський та ін., 2021] до 0,4 г/см³.

Геологічна будова. Потужність вапнякової світи карбону C_1^1 (об'єкта досліджень) змінюється від 50—100 м на півдні до 300—400 м на півночі [Артеменко, Беседа, 1970; Бородиня та ін., 2013].

Осадові породи девону і карбону залягають моноклінально і складають південне крило Кальміус-Торецької котловини. Їхне

падіння північне, під кутом 10—15°. Монокліналь ускладнена складками вищого порядку (Новотроїцька антикліналь) і численними розривними порушеннями.

Диз'юнктивна тектоніка представлена переважно трьома системами порушень — субширотного, субмеридіонального і північно-західного напрямків. Найбільші з них скиди: Широтний, Криворізько-Павлівський, Червоноармійський і Долинний. Кожен із названих скидів супроводжується серією паралельних і оперяючих порушень.

Покривні відклади представлені четвертинними суглинками, неогеновими пісками і глинами загальною потужністю від 10—20 до 100—150 м.

Методика досліджень. Польові геофізичні дослідження виконані методом ВЕЗ з метою виявлення та простеження тектонічних зон у породах кристалічної основи та карбонатної товщі [Пахомов, Кравченко, 1970; Пахомов и др., 1971; Пахомов, 1987]. Основне завдання — вивчення характеру тріщинуватості та закарстованості вапняків за глибиною. На ділянках локалізаційних пошуків метод ВЕЗ застосовували в комплексі з дипольним електропрофілюванням (ДЕП) за мережею 1000×100 м. В інтервалі між профілями ВЕЗ, що були опорними, проводилося електропрофілювання за мережею 250×50 м. На локальних ділянках з підвищеною потужністю покривних відкладів (до 120 м) проводили спостереження тільки методом ВЕЗ за мережею 500×100 м, що обумовлено малою глибинністю дослідження методом ДЕП. У південно-західному куту площі, де розвинуті породи кристалічного фундаменту, були пройдені окремі профілі ВЕЗ, крок 100 метрів — з метою дослідження виявлених під час площинного знімання (методом ДЕП) аномальних зон підвищеної провідності. Залежно від простягання розривних структур, напрямок профілів ВЕЗ змінювався за площею дослідження від північного — північно-східного і меридіонального до північно-західного і широтного. У межах площі поширення кристалічних порід фундаменту було застосовано установку

ВЕЗ з $AB=1500$ м, а на площі залягання карбонатної товщі — з $AB=2000$ м. Умови вимірювання ΔU на площі робіт були важкими. Відсоток контрольних спостережень становив — 4,8 % за похибки вимірювань 4,2 %. На окремих невеликих ділянках розміром 0,2—0,5 км² для закладення пошукових свердловин були виконані спостереження за мережею 100×25 м вхрест геологічних структур. У місцях, де за технічними умовами знімання було неможливо проходили профілі кроком 25 м.

За результатами геофізичних робіт [Пахомов, Кравченко, 1970; Пахомов и др., 1971] було отримано такі матеріали: криві ВЕЗ, розрізи ρ_k , побудовано геоелектричні розрізи, карти ізом ρ_k для величини $AB=2000$ м, карти ізопотужностей пухких відкладів; карти результатів геофізичних робіт.

Для переінтерпретації і комплексного аналізу раніше отриманих матеріалів електророзвідки, авторами статті були залучені гравіметричні знімання різних років на площу Василівка—Благодатне—Ольгинка (Донецька обл.), дані яких наявні в базі гравіметричних даних (БГД) ДГЕ «Дніпрогеофізика» [Свистун та ін., 2020; Svistun, Pigulevskiy, 2021]. Результати досліджень показано на рис. 2, 4—6.

Електронна база даних. Побудована за результатами зведення, аналізу та узагальнення гравіметричних зніманих різних років. Було виконано систематизацію матеріалів і створена сучасна електронна БГД (цифрова модель) гравітаційного поля України, яка включає інформацію з усіх кондиційних гравіметричних зніманих масштабів 1:200 000—1:10 000. Вона дає можливість надійно зберігати та оперативно використовувати цифрові дані гравіметричних зніманих минулих років з побудовою карт різних територій та масштабів.

База цифрових гравіметричних даних створена у середовищі СУБД «Access». Крім основної електронної БГД для зніманих масштабу 1:200 000 і поаркушних гравіметричних карт СРСР масштабу 1:200 000 була створена окрема підбаза БГД, використання якої дає змогу оперативно вико-

нувати побудову цифрових електронних карт гравітаційного поля різних масштабів і з різною густиною проміжного шару (в аномалії Буге) на будь-яку територію (ділянку) України.

Для зручності використання при вивченні зазнятих ділянок, які становлять окремий інтерес, були створені електронні схеми вивченості території України гравіметричними зніманнями для масштабів 1:50 000, 1:25 000 і 1:10 000.

Атрибути електронної БГД включають основні параметри гравіметричних зніманих:

- координати гравіметричних пунктів (X, Y) у системі координат Гаусса—Крюгера, Пулково, 1942 р. (СК-42);
- висоту пунктів (H), інструментально спостережених, в Балтійській системі;
- значення аномалій в редукції Буге з густиною проміжного шару $2,67 \text{ г/см}^3$;
- номери звітів, з яких були взяті значення гравіметричних спостережень.

На рис. 2 показано карти гравітаційного поля в аномалії Буге (а) і денного рельєфу (б) площі Василівка—Благодатне—Ольгінка, які побудовані з використанням інформації наявної в базі.

Результати геофізичної досліджень. За наявними геофізичними матеріалами побудовано детальні геолого-тектонічні схе-

ми для площі розповсюдження карбонатної товщі нижнього карбону. Зони підвищеної тектонічної тріщинуватості і закарстованості зафіксовано на карті ізом і на розрізах ρ_k низькоомними лінійними аномаліями уявного опору порід у межах значень 70—100 Ом·м. Для розносів $AB=2000 \text{ м}$ (рис. 3) їх значення становлять 120—150 Ом·м на вододілах і на ділянках, прилеглих до річкових і балочних долин, поза їх зонами значення уявного опору коливаються від 120—150 до 150—300 Ом·м.

Зіставлення результатів електророзвідки методом ВЕЗ [Пахомов, Кравченко, 1970; Пахомов и др., 1971] і гравірозвідки показало, що їх комплексна інтерпретація дає змогу уточнити раніше виявлені положення тектонічних порушень, зон локальних лінійних занурень (див. рис. 3, 5). За допомогою гравірозвідки авторами прокорельовані тектонічні порушення та локальні занурення, виявлені на окремих профілях і ділянках за результатами досліджень методом ВЕЗ (див. рис. 3). Побудовано загальний геолого-тектонічний каркас, у який гармонічно вписуються розривні порушення, контури поширення осадових відкладів (див. рис. 5), що доповнюють наявні геолого-тектонічні матеріали (див. рис. 6).

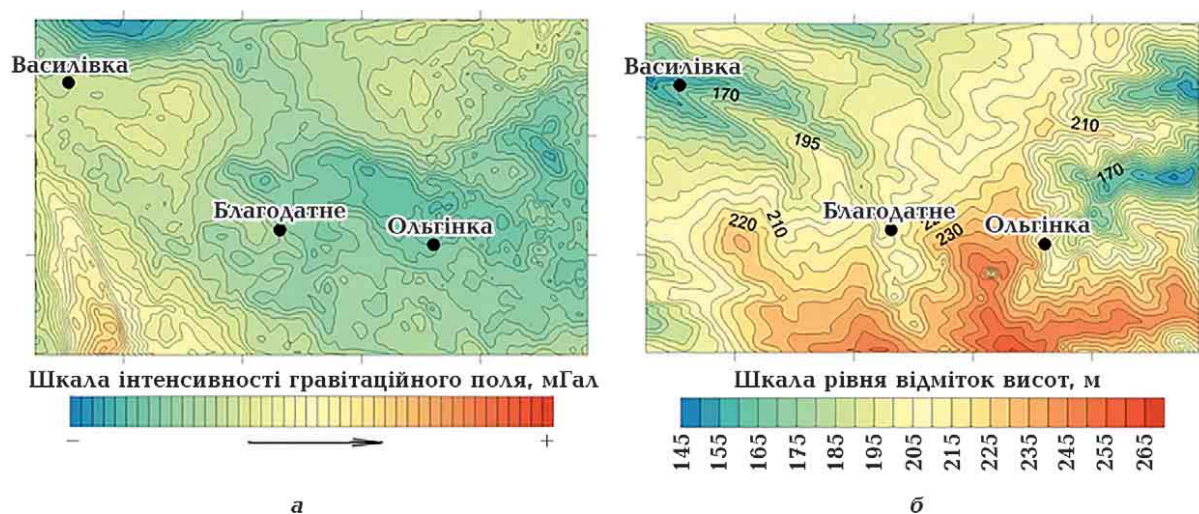


Рис. 2. Фрагменти карт гравітаційного поля (а) і рельєфу (б) території розташування ділянки Новотроїцька, отриманих з бази даних [Свистун та ін., 2020; Svistun, Pigulevskiy, 2021].

Fig. 2. Fragments of maps of the gravity field (a) and relief (b) of the territory of the Novotroitska aria, obtained from the database [Svistun et al., 2020; Svistun, Pigulevskiy, 2021].

Аналіз результатів досліджень показує, що чим детальнішою є гравіметрична зйомка, тим точніше можливо закартувати геолого-тектонічні неоднорідності у верхній частині осадового чохла. Ефективність застосування гравірознавства підвищується від великомасштабних до детальних досліджень, у наслідок зменшення розмірів сітки польових спостережень від 500×500 (500×250) метрів за масштабу 1:50 000 до 100×100 метрів за масштабу 1:10 000.

Таким чином, комплексна інтерпретація результатів ВЕЗ і гравірознавства дає змогу уточнити положення тектонічних порушень, зон локальних лінійних занурень і виявити серії сполучених з ними зон підвищеної тектонічної тріщинуватості та закарстованості. Вони простежені від західної до східної межі площі протягом 20 км за потужності 100—200 м (іноді 300 м). Відстань між виділеними зонами підвищеної тріщинуватості дорівнює 200—1500 м.

Серед них переважають системи субширотного і північ-північно-західного про-

стягання. Субширотна система представлена Волноваською зоною розломів, у складі якої виділено Широтний скид і серію сполучених з ним порушень. Широтні порушення порівняно добре виділяються в рельєфі палеозойського фундаменту, особливо у центральній та східній частинах ділянки (див. рис. 3) і в локальних аномаліях гравітаційного поля (рис. 4). У межах ділянки інтенсивно розвинені карстоутворення і поверхневе вилуговування, внаслідок чого свердловинами розкриті пухкі, погано відсортовані, відклади потужністю до 200 м, тоді як на віддаленні від порушень вапняки зазвичай невилуговувані і залягають на невеликій глибині (рис. 5).

Мозаїка локальних аномалій гравітаційного поля свідчить про особливості будови верхньої частини геологічного розрізу. Простягання ланцюжків локальних аномалій відображає тектонічну будову поверхні кристалічного фундаменту і перекривного осадового чохла. Субмеридіональна зональність відображає особли-

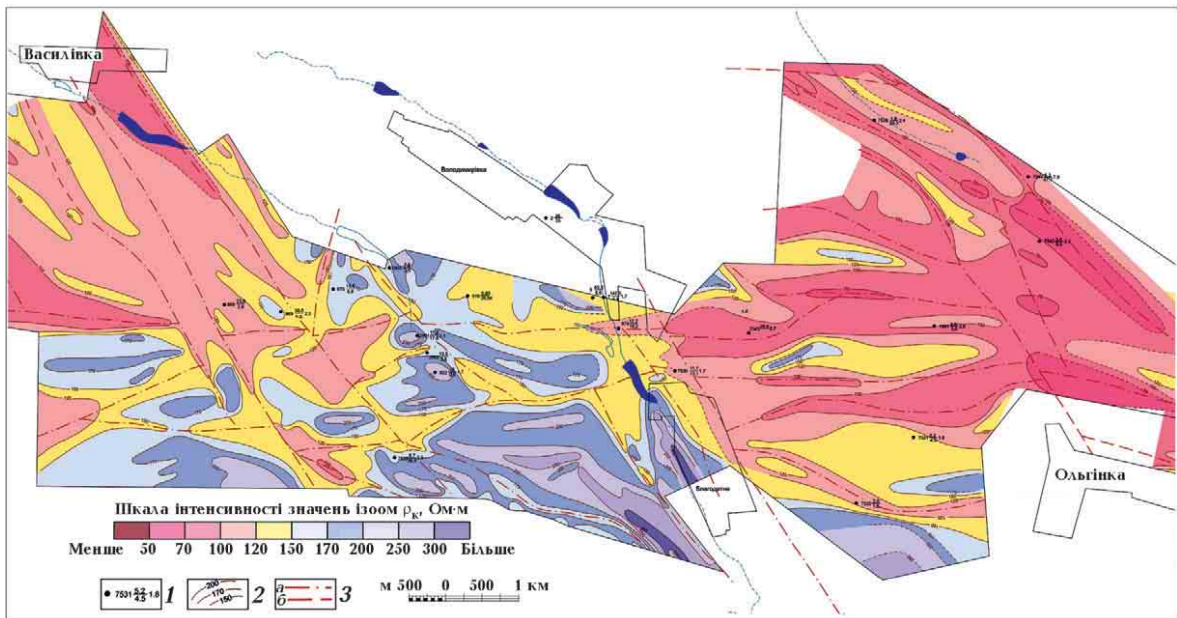


Рис. 3. Карта ізоом ρ_k за даними ВЕЗ АВ=2000 м на Новотроїцькій ділянці [Пахомов та ін., 1971]: 1 — гідрогеологічна свердловина, її номер та значення мінералізації; 2 — ізооми ρ_k , Ом·м; 3 — осі аномалій знижених значень ρ_k , що інтерпретовано як зони підвищеної тектонічної тріщинуватості й закарстованості (а — простежені, б — передбачувані).

Fig. 3. Map of the isohm ρ_k according to the data of the VES AB=2000 m in the Novotroitska area [Pakhomov et al., 1971]: 1 — hydrogeological wells, their number and value of mineralization; 2 — isohms of ρ_k , Ohm·m; 3 — axes of anomalies of reduced ρ_k values, which are interpreted as zones of increased tectonic fracturing and karstification (a — traced, b — predicted).

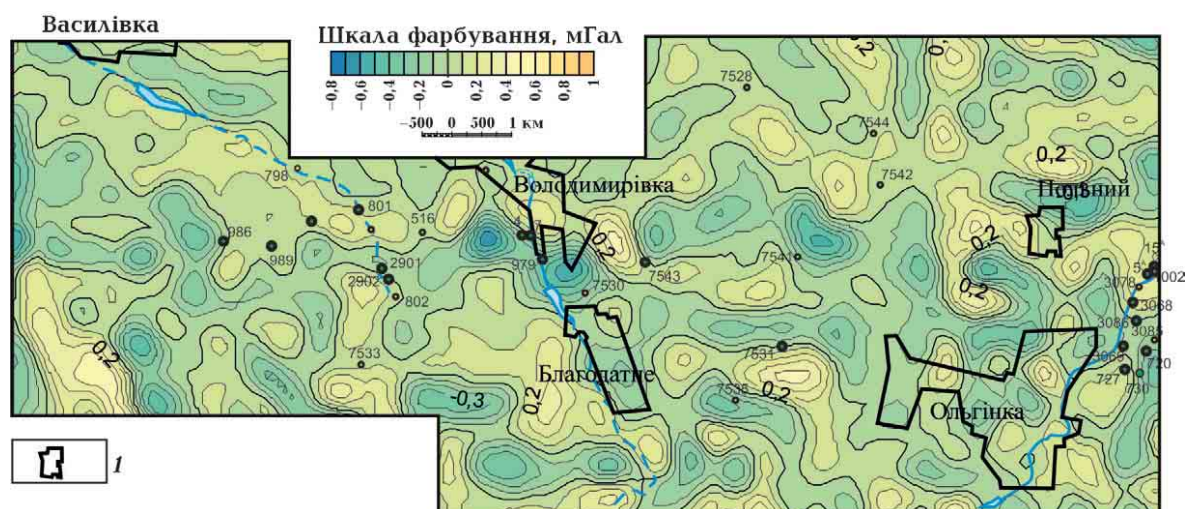


Рис. 4. Карта залишкових аномалій $\Delta g_{\text{зал}}$ за палеткою 1×1 км на Новотроїцькій ділянці: 1 — контур (межа) населених пунктів. Інші умовні позначення див. на рис. 5.

Fig. 4. Map of residual anomalies Δg_{zal} on the pallet 1×1 km on the Novotroitskaya aria: 1 — the contour of the area of research by electric survey of the VEZ. For other symbols, see Fig. 5.

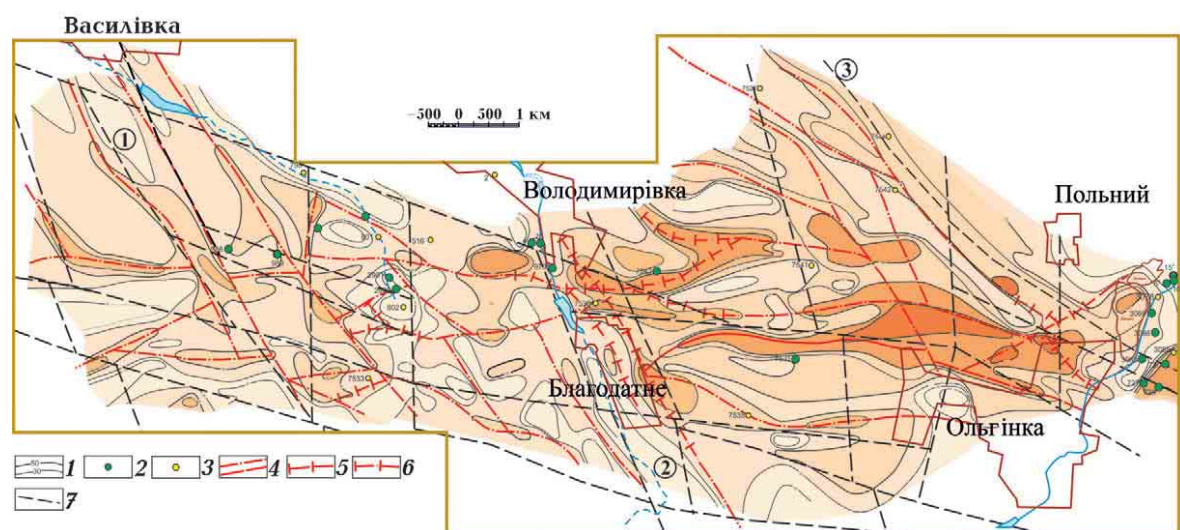


Рис. 5. Карта потужності пухких відкладів на Новотроїцькій ділянці з доповненнями авторів: 1 — лінії рівних значень потужності пухких відкладів; 2 — гідрогеологічна свердловина з дебітом більш як $30 \text{ м}^3/\text{год}$ та їх номер (див. табл. 2); 3 — гідрогеологічні свердловини з дебітом менше $10 \text{ м}^3/\text{год}$; 4 — осі зон підвищеної тектонічної тріщинуватості і закарстованості прогнозовані за даними ВЕЗ; 5 — польової гравірозвідки; 6 — ВЕЗ і гравірозвідки; 7 — за зведеною гравіметричною картою з БГД. Великі розломи (скиди), цифри в колах: 1 — Криворізько-Павловський, 2 — Червоноармійський; 3 — Долинний.

Fig. 5. Map of the strength of loose sediments at the Novotroitska site: 1 — lines of equal values of the power of loose deposits; 2 — hydrogeological wells with a flow rate of more than $30 \text{ м}^3/\text{h}$ and their number according to the table. 2; 3 — hydrogeological wells with a flow rate of less than $10 \text{ м}^3/\text{h}$; 4 — the axes of the zones of increased tectonic fracturing and karstness are predicted according to the data of the VEZ; 5 — field gravel exploration; 6 — VEZ and gravel prospecting; 7 — according to the consolidated gravimetric map from the gravimetric database. Large faults (discharges), numbers in circles: 1 — Kryvorizko-Pavlovsky, 2 — Chervonoarmiysky; 3 — Dolynnyy.

вості будови докембрійського фундаменту, яка є продовженням розривної тектоніки Приазовського мегаблока Українського

щита. Північно-західне простягання, очевидно, було сформовано під час закладення Дніпровсько-Донецької западини.

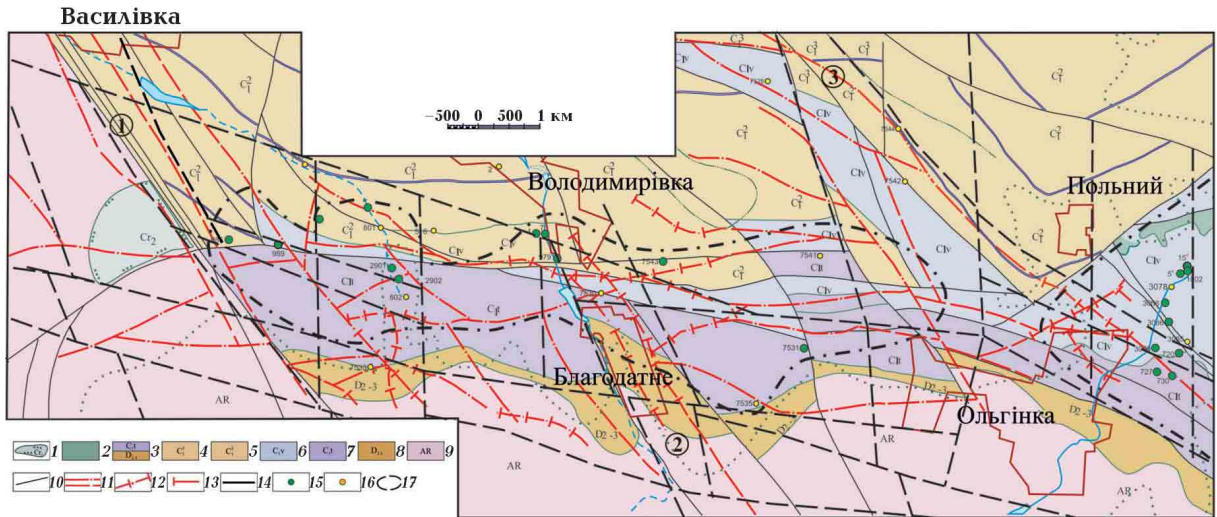


Рис. 6. Карта геологічної будови Новотроїцької площі з результатами комплексних геофізичних досліджень: 1 — контур поширення верхньокрейдяних відкладів, представлених піщано-глауконітовими мергелями, алевролітами та писальною крейдою; 2 — пермо-тріасові відклади (?) андезити, трахіандезитові породи; 3 — межі стратиграфічних горизонтів палеозою; 4 — нижній карбон, візейський ярус, памарська (вугленосна) світа; чергування глинистих і піщано-глинистих сланців (72 %), пісковиків (24 %), вугілля (36 %), вапняків (0,7 %); 5 — нижній карбон, візейський ярус, підвугленосна (грабівська) світа: глинисті та піщано-глинисті сланці (81 %), дрібнозерністі пісковики (16 %), вапняки (1,5—2 %), вугілля (менше 1 %); 6 — нижній карбон, турнейський ярус, вапнякова світа; верхня частина світи: вапняки, доломіти; 7 — нижній карбон, візейський ярус, вапнякова світа; нижня частина світи: вапняки, доломіти, крем'яністі вапняки; 8 — девон середній та верхній: пісковики, глинисті сланці, туфобрекчії, вапняки, базальти; 9 — архей: мігматити, гнейси; 10 — розривні порушення за даними геологічного знімання масштабу 1:50 000; 11 — осі зон підвищеної тектонічної тріщинуватості і закарстованості за даними ВЕЗ: а — простежені, б — передбачувані; 12 — за даними польової гравірозвідки; 13 — за даними ВЕЗ і гравірозвідки; 14 — за зведеною гравіметричною картою з БГД; гідрогеологічні свердловини, їхні номери: 15 — з дебітом більш як $10 \text{ м}^3/\text{год}$, 16 — з дебітом менше $10 \text{ м}^3/\text{год}$; 17 — перспективні ділянки на проведення пошукового та експлуатаційного буріння на воду.

Fig. 6. Map of the results of geophysical works (Novotroitska aria): 1 — the outline of the distribution of Upper Cretaceous deposits, which are represented by sandy-glaucconite marls, siltstones and pen chalk; 2 — Permian-Triassic sediments-andesites, trachyandesite rocks; 3 — Limits of Paleozoic stratigraphic horizons; 4 — Lower Carboniferous. Visean tier. Samara (coal-bearing) formation. Alternation of clay and sandy-clay shales (72 %), sandstones (24 %), coal (36 %), limestones (0,7 %); 5 — Lower Carboniferous. Visean tier. Carboniferous (Hrabov) Formation. Clay and sandy-clay shales (81 %), fine-grained sandstones (16 %), limestones (1,5—2 %), coal (less than 1 %); 6 — Lower Carboniferous. Tournay tier. Limestone suite. The upper part of the suite. Limestones, dolomites; 7 — Lower Carboniferous. Visean tier. Limestone suite. The lower part of the suite. Limestones, dolomites, siliceous limestones; 8 — Middle and Upper Devonian. Sandstones, clay shales, tufobreccias, limestones, basalts; 9 — Archaea. Migmatites, gneisses; 10 — Disruptive faults according to geological survey data on a scale of 1:50,000; 11 — axes of zones of increased tectonic fracturing and karstification: according to the data of the VEZ: a — traced, b — predicted; 12 — according to the data of gravity survey; 13 — according to the data of the VEZ and gravity survey; 14 — according to the consolidated gravimetric map from the gravimetric database; hydrogeological wells, their numbers: 15 — with a flow rate more than $10 \text{ m}^3/\text{h}$; 16 — with a flow rate less than $10 \text{ m}^3/\text{h}$; 17 — prospective areas for exploratory and operational water drilling.

На рис. 4 простежується зона північно-західного простягання $\approx 285^\circ$, у межах якої розташовані свердловини з максимальною водовіддачею в межах ділянки, що розглядається. При цьому вони тяжіють до місць перетину субмеридіонального простягання розломів та цієї зони.

За результатами досліджень та з урахуванням рекомендацій [Гинтов, 2005; Бородиня та ін., 2013] виділено п'ять систем тектонічних порушень: субмеридіональна ($0—10^\circ$), північно-східна ($60—70^\circ$), субширотна (азимут до $90—100^\circ$), північно-західна ($280—290^\circ$), північ-північно-західна ($320—340^\circ$).

Основна система розривних порушень представлена Криворізько-Павлівським, Червоноармійським, Долинним скидами і серією виявлених під час геофізичних досліджень розривних порушень. Вони виділені за даними ВЕЗ на окремих профілях порушення субширотного напрямку шляхом кореляції субширотних аномалій підвищеної провідності і аномалій понижених значень $\Delta g_{\text{зал}}$.

Тектонічні порушення північ-північно-західного простягання простежуються від північної до південної межі площі (близько 8 км). Їхня потужність становить 200—300 м, в окремих випадках 400—500 м. Відстань між порушеннями — від 1 до 4 км (див. рис. 5, 6). Зони підвищеної тектонічної тріщинуватості і закарстованості північ-північно-західного простягання фіксуються електророзвідкою у вигляді низькоомних зон, гравірозвідкою — як локальні мінімуми сили тяжіння інтенсивністю до $-(0,3-0,7)$ мГал [Svistun, Pigulevskiy, 2021].

З урахуванням положення північ-північно-західних тектонічних зон і характеру геофізичних полів площі розподілено на три великих блоки (рис. 6).

Перший блок обмежений із заходу Криворізько-Павлівським скидом, зі сходу Червоноармійським. Він характеризується (див рис. 3) підвищеними значеннями уявного опору (150—250 Ом·м) і відносним підвищенням значень гравітаційного поля (див. рис. 4). Потужність пухких відкладів невелика: 20—40 м, поза зонами тектонічних порушень — 50—60 м.

Другий блок обмежений із заходу Червоноармійським скидом, а зі сходу Долинним, виділяється пониженими значеннями ρ_k (70—120 Ом·м) і Δg (на 0,1—1,5 мГал). Йому властива підвищена потужність пухких відкладів (70—150 м). Різке збільшення пухких відкладів у межах блока свідчить про його опускання. Третій блок примикає із заходу до Криворізько-Павлівського скиду. Він складений мігматитами архейського віку і, в свою чергу, поділяється на два дрібніших блоки (див. рис. 6). Північний з них характеризується відносно пониженими значеннями уявного опору (100—120 Ом·м) і збільшеною потужністю пухких відкладів (40—50 м) порівняно з аналогічними в південному блоці (відповідно 150—200 Ом·м і 20—30 м). Зниження

Т а б л и ц я 2. Дані випробування водоносного горизонту C_1^1 по свердловинах з дебітом понад $20 \text{ м}^3/\text{год}$ і мінералізацією менше $3,0 \text{ г}/\text{дм}^3$

Номер свердловини	Дебіт, $\text{м}^3/\text{год}$	Зниження рівня, м	Мінералізація, $\text{г}/\text{дм}^3$	Глибина свердловини, м	Потужність розкритих вапняків, м
2	38,0	35,0	—	135,0	83,0
5	85,5	6,6	—	73,5	29,5
7	142,0	4,4	—	71,0	32,1
5 ^a	50,4	0,6	—	80,0	62,0
15 ^a	33,0	0,3	2,3	81,6	75,6
1 ^a	63,0	1,8	2,8	88,6	74,1
12 ^a	63,0	0,4	2,8	111,7	66,7
1002	92,8	3,8	—	114,4	90,9
1003	58,0	1,6	—	119,8	115,1
B-14	72,0	0,3	2,2	90,0	65,7
986	23,8	2,6	—	75,7	19,5
989	36,0	8,0	2,2	70,0	48,3
3068	41,6	1,6	2,1	150,0	118,3
3060	44,2	2,4	1,6	150,3	137,4
7543	20,5	4,6	2,7	254,8	61,3

опору в межах північного блока, очевидно, пов'язане із зростанням потужності мезокайнозойських відкладів і збільшеною потужністю кори вивітрювання кристалічних порід докембрію. Усе це вказує на те, що північний блок, порівняно з південним — опущений.

Оцінювання гідрогеологічної перспективності площі досліджень. На підставі матеріалів електророзвідувальних і гравірозвідувальних робіт з урахуванням результатів досліджень [Pigulevskiy et al., 2016; Svistun, Pigulevskiy, 2022] і даних випробування водоносного горизонту C_1^1 [Артеменко, 1970; Киселев, 1971] у процесі виконання геофізичних робіт і після їх завершення (табл. 2) було переоцінено площу досліджень з позиції перспективності окремих її частин у гідрогеологічному відношенні.

Основні висновки зводяться до такого.

1. Найбільш обводненими виявилися породи в межах зон розвитку інтенсивної площинної тріщинуватості відкритого типу, яка супроводжує великі розривні порушення. Серед цих порушень найбільш обводнені північ-північно-західні і субширотні.

2. Потужність водоносного горизонту є одним з основних чинників, який обумовлює високу водопроникність порід і перспективність площі, водночас збільшена потужність пухких піщано-глинистих відкладів палеогену—неогену, що перекривають вапняки, є несприятливим фактором — утруднюється інфільтраційне живлення водоносних горизонтів C_{1t} , C_{1x} і C_1^2 .

3. Визначено перспективи площі, розташованої між Криворізько-Павлівським і Долинним скидами. Розривна тектоніка тут проявлена порівняно слабо, тому тектонічна тріщинуватість не має широкого розвитку. На карті ізом у межах розглянутої площі показано загальне підвищення значень електричного опору (до 200—250 Ом·м). Однак через близькість її до регіональної тектонічної зони Криворізько-Павлівського скиду і невелику потужність пухких відкладів (переважно менше 60 м) можна розглядати цю площу як більш

сприятливу порівняно з площею, обмеженою Червоноармійським і Долинним скидами.

Висновки. Результати виконаного комплексного аналізу раніше отриманих матеріалів електророзвідки показують, що значну роль при їх переінтерпретації відіграють гравіметричні знімання, матеріали яких дають можливість картувати положення зон розривних порушень з інтенсивною площинною тріщинуватістю відкритого типу та прирозломні локальні депресії на межі водотривких горизонтів.

За даними гравірозвідки прокорельовано в плані тектонічні порушення та локальні занурення, які виявлені на окремих профілях і ділянках, за результатами досліджень методом ВЕЗ побудовано загальний геолого-тектонічний каркас, в який гармонічно вписалися розривні порушення та контури поширення осадових відкладів.

Аналіз результатів досліджень показав, що чим детальніше гравіметричне знімання, тим точніше картуються геолого-тектонічні неоднорідності у верхній частині осадового чохла.

Використання матеріалів польових гравіметричних знімачів різних років і масштабів з бази гравіметричних даних ДГЕ «Дніпрогеофізика» на сучасному етапі досліджень сприяє значному підвищенню ефективності робіт [Лютий, Саніна, 2021] і зниженню вартості витрат на пошуки підземних вод на території України з виділенням і локалізацією пошукових ділянок першої та другої черг.

За результатами переінтерпретації геофізичних досліджень, проведених у 1970-ті роки на Новотроїцькій ділянці в межах сіл Васиївка—Благодатне—Ольгинка (Донецька обл.), уточнені і побудовані детальні тектонічні схеми для площі поширення карбонатної товщі нижнього карбону. Виділено п'ять систем тектонічних порушень: субмеридіональна (0—10°), північно-східна (60—70°), субширотна (азимут до 90—100°), північно-західна (280—290°) і північ-північно-західна (320—340°).

Виділені системи тектонічних порушень субширотного і субмеридіонального про-

стягання виявились найбільш обводненими. Широтні порушення порівняно добре виділяються в рельєфі палеозойської основи, особливо у східній частині ділянки. Результати комплексної інтерпретації матеріалів електророзвідувальних і гравірозвідувальних досліджень показують, що найбільш обводнені породи знаходяться в межах зон великих розривних порушень з інтенсивною площинною тріщинуватістю відкритого типу. Згідно з матеріалами гравірозвідки найбільшою обводненістю ха-

рактеризуються зони перетину північно-західних порушень з субмеридіональними.

До основних факторів, які обумовлюють високу водопроникність порід і перспективність площі, є потужність водоносного горизонту. Проте збільшена потужність пухких піщано-глинистих відкладів палеогену—неогену, що перекривають вапняки (більш як 60—80 м), є несприятливим фактором, який затруднює інфільтраційне живлення водоносних горизонтів C_1t , C_1x і C_1^2 .

Список літератури

- Артеменко А.Е., Беседа Н.И. *Промежуточный отчет о гидрогеологических исследованиях карбонатной толщи C_1^1 для водоснабжения г. Докучаевска и других объектов с разработкой оптимальных условий эксплуатации водозаборов и карьеров (участок «Кипучая криница»)*. Київ: Геоінформ, 1970.
- Бородина Б.В., Князькова І.Л., Іваненко Т.Я., Кисельов В.А., Калашник Л.П., Лисак А.М. *Державна геологічна карта України. Масштаб 1: 200000. Серія: Центральноукраїнська. Аркуші L-37-VIII (Маріуполь), L-37-IX (Таганрог)*. Київ: Геоінформ, 2013, 188 с.
- Камзіст Ж.С., Шевченко О.Л. *Гідрогеологія України*. Київ: ІНКОС, 2009, 614 с.
- Гинтов О.Б. *Полевая тектонофизика и ее применение при изучении деформаций земной коры Украины*. Киев: «Феникс», 2005, 572 с.
- Киселев Н.П. *Отчет о поисках подземных вод в Волновашском районе (тема №886/69)*. Трест «Артемгеология». Київ: Геоінформ, 1971.
- Люта Н. Сучасний стан і перспективи використання підземних вод водоносного горизонту тріщинуватої зони кристалічних порід (гідрогеологічна область Українського щита). *Вісник Київ. нац. університету імені Тараса Шевченка. Геологія*. 2023. № 2(101). С. 111—116. <http://doi.org/10.17721/1728-2713.101.16>.
- Лютый Г.Г., Саніна І.В. *Розроблення та наукове обґрунтування системи моніторингу експлуатаційних запасів підземних питних вод державного рівня*. Звіт УкрДГРІ. Київ: Геоінформ, 2021.
- Лютый Г.Г., Саніна І.В., Люта Н.Г. *Методичні засади підвищення результативності буріння експлуатаційних свердловин на воду в складних умовах Українського щита*. *Мінеральні ресурси України*. 2016. № 1. С. 16—22.
- Пахомов В.М. *Применение геофизических методов при гидрогеологических, инженерно-геологических исследований и охране окружающей среды: тезисы доп. научно-технического семинара, Симферополь, 18—19 листопада 1987 р., ІМР*. Київ, 1987, С. 114—116.
- Пахомов В.М., Кравченко В.С. *Отчет о результатах электроразведочных работ, выполненных Гранитной геофизической партией № 281/69 в 1969 г. в помощь гидрогеологическим исследованиям в Восточном Приазовье и зоне сочленения его с Донбассом*. Артемовская геофизическая экспедиция. Трест «Днепрогеофизика». Киев: Геоінформ, 1970.
- Пахомов В.М., Кравченко В.С., Авксентьев Г.А., Главинский В.Г. *Отчет об электроразведке в зоне сочленения Донбасса с Приазовским массивом в помощь гидрогеологическим исследованиям (240-с)*. Артемовская геофизическая экспедиция. Трест «Днепрогеофизика». Киев: Геоінформ, 1971.
- Пахомов В.М., Кравченко В.С., Главинский В.Г. *Отчет об электроразведке в зоне сочленения Донбасса с Приазовским массивом в помощь гидрогеологическим исследованиям (работы Докучаевской геофизической партии № 287/71)*. Артемовская геофизическая экспедиция. Трест «Днепрогеофизика». Киев: Геоінформ, 1972.

- Пахомов В.М., Кравченко В.С., Главинский В.Г. *Отчет об электроразведочных работах по подготовке геофизической основы для поисков трещинных вод в Восточном Приазовье (работы Старобешевской геофизической партии № 288/72)*. Артемовская геофизическая экспедиция. Трест «Днепрогеофизика». Киев: Геоинформ, 1973. [org/10.30836/igs.1025-6814.2022.3.255733](https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2022.3.255733).
- Пігулевський П.Г., Костенко Н.В., Шабатура О.В. *Приазовський мегаблок Українського щита. Тектоніка та речовинно-петрофізичні особливості гранітоїдів*. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2021, 279 с.
- Рубан С.А., Шинкаревський М.А. *Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України*. Київ: УкрДГРІ, 2005, 572 с.
- Свистун В.К., Антонов В.О., Пігулевський П.Г. Підсумки формування бази гравіметричних даних в Україні. *Геоінформатика*. 2020. № 3(75). С. 83—91.
- Свистун В.К., Пігулевський П.Г. Результати геофізичних досліджень на острові Зміїний. *Геофіз. журн.* 2023. Т. 45. № 2. С. 134—146. <https://doi.org/10.24028/gj.v45i2.278341>.
- Стан підземних вод України: щорічник*. Київ: Вид. Державної служби геології та надр України, Державного науково-виробничого підприємства «Державний інформаційний геологічний фонд України», 2021, 124 с.
- Тектонічна карта України. 1:1 000 000*. Гол. ред. С.С. Круглов, Д.С. Гурський. Київ: Вид. УкрДГРІ, 2007.
- Шевченко О.Л., Кондратюк Є.І., Чарний Д.В. Автономні системи підземного водопостачання — необхідний запобіжник від гуманітарних катастроф в умовах воєнної агресії. *Геол. журн.* 2022. № 3. С. 3—17. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2018.1.126414>.
- Шестопапов В.М., Стеценко Б.Д., Руденко Ю.Ф. Підземні води тріщинуватих кристалічних порід як резервне джерело питного водозабезпечення Вінниці (Україна). *Геол. журн.* 2018. № 1(362). С. 5—16. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2020.1.196974>.
- Шестопапов В.М., Стеценко Б.Д., Руденко Ю.Ф. Проблеми питного водозабезпечення Маріуполя і пропозиції щодо їх вирішення за рахунок підземних вод (Україна). *Геол. журн.* 2020. № 1. С. 3—16. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2020.1.196974>.
- Pigulevskiy, P., Svistun, V., Slobodyaniuk, S., & Kyryliuk, O. (2016). Studying of modern flooding of southwestern part Krivbass by geophysical methods. *Geoinformatics 2016 — XVth International Conference on Geoinformatics — Theoretical and Applied Aspects, May 2016* (pp. 1—6). <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201600477>.
- Svistun, V., & Pigulevskiy, P. (2021). Gravimetric survey and gravimetric database in Ukraine «Dniprogeofizika» during 2000—2011 carried out works on collection, analysis and formation of an electronic gravimetric data base (GDB) of the territory of Ukraine. Based on the results of the work car. *20th International Conference Geoinformatics — Theoretical and Applied Aspects, 11—13 May 2021* (pp. 1—7). <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521132>.
- Svistun, V., & Pigulevskiy, P. (2022). About Search for Sources of Drinking Water on Zmeinyy Island. *16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, November 2022* (pp. 1—5). <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022580115>.

Search for fresh water at the border of the Priazov megablock and the Donbas

P.G. Pigulevskiy¹, V.K. Svistun², 2024

¹S.I. Subbotin Institute of Geophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²Dnepropetrovsk geophysical expedition «Dneprogeofizika», Dnipro, Ukraine

The article presents proposals for improving the methodology and the results of re-interpretation of geoelectrical works in the Donetsk region to refine the survey results for underground water exploration, carried out by the «Dneprogeofizika» trust in the 1970s. In the following years, the territory was covered by large-scale gravimetric surveys during the search for various minerals. The authors performed a complex processing and re-interpretation of the available geophysical materials to identify rock-loosening zones based on gravimetric data and assessed the results' applicability to the study of promising areas for the search for groundwater in modern conditions. A complex analysis of electrical reconnaissance materials showed the effectiveness of their re-interpretation using the data of large-scale gravimetric surveys. The gravimetric maps made it possible to correlate in more detail the tectonic disturbances with local dips detected on individual profiles and areas according to the results of vertical electric probing, and to build a general geological and tectonic framework in which discontinuous disturbances and zones of their densification were harmoniously integrated into the contours of the distribution of sedimentary deposits. Analysis showed that the more detailed the gravimetric survey, the more accurately geological and tectonic inhomogeneities in the upper part of the sedimentary cover are mapped. The use of a database of field gravimetric surveys of various years and scales allows to significantly increase the efficiency of work and reduce the economic costs of underground water searches during the selection and localization of search areas of the first and second stages. The obtained results and the developed improved method of interpretation are proposed to be used when determining the points of water intake wells, not only in the zone of where the Folded Donbas borders the Azov megablock (crystal-line massif) of the Ukrainian Shield, but also in places subject to anthropogenic impact.

Key words: Azov megablock, Folded Donbas, geophysical research, rock densification, underground water, water intake wells.

References

- Artemenko, A.E., & Beseda, N.I. (1970). *Interim report on hydrogeological studies of carbonate strata C11 for water supply of the city of Dokuchaevsk and other objects with the development of optimal operating conditions for water intakes and quarries (the «Kipuchaya Krinitza» site)*. Kyiv: Geoinform (in Russian).
- Borodynya, B.V., Knyazkova, I.L., Ivanenko, T.Ya., Kiselyov, V.A., Kalashnik, L.P., & Lysak, A.M. (2013). *State geological map of Ukraine. Scale 1:200000. Series: Central Ukrainian. Sheets L-37-VIII (Mariupol), L-37-IX (Taganrog)*. Kyiv: Geoinform, 188 p. (in Ukrainian).
- Kamzist, Zh.S., & Shevchenko, O.L. (2009). *Hydrogeology of Ukraine*. Kyiv: INKOS, 614 p. (in Ukrainian).
- Gintov, O.B. (2005). *Field tectonophysics and its application in the study of deformations of the crust of Ukraine*. Kiev: Feniks, 572 p. (in Russian).
- Kiselev, N.P. (1971). *Report on the search for groundwater in the Volnovakha region (topic No. 886/69)*. Trust «Artemgeology». Kyiv: Geoinform (in Russian).
- Lyuta, N. (2023). Current state and prospects of the

- use of groundwater of the aquifer of the fractured zone of crystalline rocks (hydrogeological region of the Ukrainian Shield). *Bulletin of Taras Shevchenko National University. Geology*, (2), 111—116. <http://doi.org/10.17721/1728-2713.101.16> (in Ukrainian).
- Lyutyi, G.G., & Sanina, I.V. (2021). *Development and scientific substantiation of drinking groundwater operational reserves monitoring system of the state level*. Report UkrSRI. Kyiv: Geoinform (in Ukrainian).
- Lyuty, G.G., Sanina, I.V., & Luyta, N.G. (2016). Methodical principles of increasing the efficiency of drilling production wells for water in difficult conditions of the Ukrainian shield. *Mineral resources of Ukraine*, (1), 16—22 (in Ukrainian).
- Pakhomov, V.M. (1987). *Application of geophysical methods in hydrogeological, engineering-geological studies and environmental protection: theses of scientific and technical seminar reports. (Simferopol, November 18—19, 1987) IMR*, Kyiv (pp. 114—116) (in Russian).
- Pakhomov, V.M., & Kravchenko, V.S. (1970). *Report on the results of electrical prospecting work carried out by the Granite Geophysical Party No. 281/69 in 1969 to assist hydrogeological research in the Eastern Azov region and its junction with the Donbass*. Artyomovsk geophysical expedition. Trust «Dneprogeofizika». Kiev: Geoinform (in Russian).
- Pakhomov, V.M., Kravchenko, V.S., Avksentyev, G.A., & Glavinskiy, V.G. (1971). *Report on electrical exploration in the zone of junction of Donbass with the Azov massif to aid hydrogeological research (240-s)*. Artyomovsk geophysical expedition. Trust «Dneprogeofizika». Kiev: Geoinform (in Russian).
- Pakhomov, V.M., Kravchenko, V.S., & Glavinskiy, V.G. (1972). *Report on electrical exploration in the zone of junction of Donbass with the Azov massif to assist hydrogeological research (work of the Dokuchaevsk geophysical party No. 287/71)*. Artyomovsk geophysical expedition. Trust «Dneprogeofizika». Kiev: Geoinform (in Russian).
- Pakhomov, V.M., Kravchenko, V.S., & Glavinskiy, V.G. (1973). *Report on electrical prospecting work to prepare the geophysical basis for searching for fractured waters in the Eastern Azov region (work of the Starobeshevsky geophysical party No. 288/72)*. Artyomovsk geophysical expedition. Trust «Dneprogeofizika». Kiev: Geoinform (in Russian).
- Pigulevskiy, P.G., Kostenko, N.V., Shabatura, O.V. (2021). *The Azov megablock of the Ukrainian Shield. Tectonics and material-petrophysical features of granitoids*. Kyiv: VOC «Kyiv University», 279 p. (in Ukrainian).
- Ruban, S.A., & Shinkarevskiy, M.A. (2005). *Hydrogeological assessments and forecasts of the underground water regime of Ukraine*. Kyiv: UkrDGRI, 572 p. (in Ukrainian).
- Svistun, V.K., Antonov, V.O., & Pigulevskiy, P.G. (2020). Results of the formation of the gravimetric data base in Ukraine. *Geoinformatics*, (3), 83—91 (in Ukrainian).
- Svistun, V.K., & Pigulevskiy, P.G. (2023). Results of geophysical research on Zmiiny Island. *Geofizicheskij Zhurnal*, 45(2), 134—146. <https://doi.org/10.24028/gj.v45i2.278341> (in Ukrainian).
- State of groundwater of Ukraine: yearbook*. (2021). Kyiv: State Geology and Subsoil Service of Ukraine, State Scientific and Production Enterprise «State Information Geological Fund of Ukraine», 124 p. (in Ukrainian).
- Kruglov, S.S., & Gurskyy, D.S. (Eds.). (2007). *Tectonic map of Ukraine. 1:1.000.000*. Kyiv: UkrDGRI Publ. House (in Ukrainian).
- Shevchenko, O.L., Kondratyuk, E.I., & Charny, D.V. (2022). Autonomous groundwater water supply systems are a necessary prevention of humanitarian disasters in the conditions of military aggression. *Geological Journal*, (3), 3—17. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2022.3.255733> (in Ukrainian).
- Shestopalov, V.M., Stetsenko, B.D., & Rudenko, Yu.F. (2018). Groundwater of fractured crystalline rock as reserve source for potable water supply to Vinnitsa (Ukraine). *Geological Journal*, (1), C. 5—16. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2018.1.126414> (in Ukrainian).
- Shestopalov, V.M., Stetsenko, B.D., & Rudenko, Yu.F. (2020). The problems of drinking water supply to mariupol and proposals to solve them through the use of groundwater (Ukraine). *Geological Journal*, (1), 03—16. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2020.1.196974> (in Ukrainian).

- Pigulevskiy, P., Svistun, V., Slobodyaniuk, S., & Kyryliuk, O. (2016). Studying of modern flooding of southwestern part Krivbass by geophysical methods. *Geoinformatics 2016 — XVth International Conference on Geoinformatics — Theoretical and Applied Aspects, May 2016* (pp. 1—6). <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201600477>.
- Svistun, V., & Pigulevskiy, P. (2021). Gravimetric survey and gravimetric database in Ukrain «Dniprogeofizika» during 2000—2011 carried out works on collection, analysis and formation of an electronic gravimetric data base (GDB) of the territory of Ukraine. Based on the results of the work car. *20th International Conference Geoinformatics — Theoretical and Applied Aspects, 11—13 May 2021* (pp. 1—7). <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521132>.
- Svistun, V., & Pigulevskiy, P. (2022). About Search for Sources of Drinking Water on Zmeinyy Island. *16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, November 2022* (pp. 1—5). <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022580115>.