

# Результати геофізичних досліджень на острові Зміїний

*В.К. Свистун<sup>1</sup>, П.Г. Пігулевський<sup>2</sup>, 2023*

<sup>1</sup>Дніпропетровська геофізична експедиція «Дніпрогеофізика», Дніпро, Україна

<sup>2</sup>Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Київ, Україна

Надійшла 5 липня 2022 р.

У статті викладено результати геофізичних спостережень Дніпропетровської геофізичної експедиції «Дніпрогеофізика» Державного геофізичного підприємства «Укргеофізика» на острові Зміїний, яка виконала повний цикл робіт від пошуково-знімальних та розвідувальних досліджень до буріння гідрогеологічних свердловин для забезпечення острова питною водою. У структурно-тектонічному відношенні острів розглянуто як Зміїноострівський блок Придунайського горстового мегаблока. Геодинаміка регіону визначається положенням та нахилом колізійних швів у межах зони взаємодії Євразійської та Африканської літосферних плит. У комплексних геолого-геофізичних дослідженнях використано магніторозвідку, гравірознавдя й дипольне осьове зондування (ДОЗ—ВП) з геологічними маршрутами по всіх відслоненнях порід острова. Детальні комплексні геофізичні дослідження включали: гравіметричні спостереження за мережею 20×10 м, магнітометричні — 10×5 м та електрондування ДОЗ—ВП — 40×5 м. У результаті геолого-геофізичних досліджень уперше складено карти магнітного і гравітаційного полів, псевдорозрізи кутів зміщення фази ДОЗ—ВП, позірної опору ДОЗ—ВП і карти позірної опору ( $\rho_p$ ) на розносах 10, 20 та 40 м. Уперше на острові виставлені опорні гравіметричні пункти, які надалі стануть опорою при виконанні морських гравіметричних знімальних. За результатами знімання магнітного поля і спостережень електрондування ДОЗ—ВП виділено аномальну ділянку, перспективну для археологічних досліджень. На основі комплексної інтерпретації геолого-геофізичних матеріалів була пробурена свердловина завглибшки 120 м, яка підтвердила отриманий прогностичний стратиграфічний розріз острова. За результатами пошуків джерел питної води були пробурені три свердловини з дебітом прісної води до 10 м<sup>3</sup> на добу кожна. Надалі прісну воду з незначним доочищенням можна використовувати як питну.

**Ключові слова:** острів Зміїний, геолого-геофізичні дослідження, гравірознавдя, магніторозвідка, електрондування, свердловина, прісна вода.

**Вступ.** Острів Зміїний є важливою ланкою морської економічної зони України [Агбунов, 1987; Горячкин та ін., 2006; Свистун, Пігулевський, 2013]. У зв'язку з демілітаризацією острова і його господарською відбудовою гостро стане проблема господарсько-питного водопостачання. Тому пошуки питних підземних вод і буріння розвідувально-експлуатаційних свердловин на о-ві Зміїний будуть дуже актуальним завданням. У 2002 р. Дніпропет-

ровська геофізична експедиція «Дніпрогеофізика» на острові Зміїний виконала комплекс геолого-геофізичних досліджень, результати яких знаходяться у фондах ДП «Геоінформ» та експедиції і маловідомі широкому колу фахівців, що вивчають еколого-геологічні, історико-археологічні та інші проблеми острова. У статті викладено результати цих досліджень.

За адміністративним поділом острів Зміїний належить до Ізмаїльського

Citation: Svistun, V.C., & Pigulevskiy, P.I. (2023). Results of geophysical research on the Zmiyinyy island. *Geofizicheskiy Zhurnal*, 45(2), 134—146. <https://doi.org/10.24028/gj.v45i2.278341>.

Publisher Subbotin Institute of Geophysics of the NAS of Ukraine, 2023. This is an open access article under the CC BY-NC-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

району Одеської області і знаходиться у 120 км на південь від м. Одеси та у 40 км на схід від гирла р. Дунай. Площа 0,225 км<sup>2</sup>. Найвища точка над рівнем моря — 41 м, найбільша довжина — 615 м. Усередненні географічні координати острова 45°15,18' N; 30°12,10' E.

У плані острів Зміїний нагадує ромб. Найбільший розмір його з південного заходу на північний схід — 615 м, найменший,

з півдня на північ — 360 м. За профілем морського дна острів різко виступає у вигляді прямокутної призми висотою близько 70 м. Абсолютна відмітка рівня води біля острова в Балтійській системі висот дорівнює -1,0 м.

**Стислий нарис геологічної будови.** За матеріалами сейсморозвідки [Гидрогеология..., 1984; Ермаков, 2005; Сулимов, 2001] методом спільної глибинної точки о-в Змії-

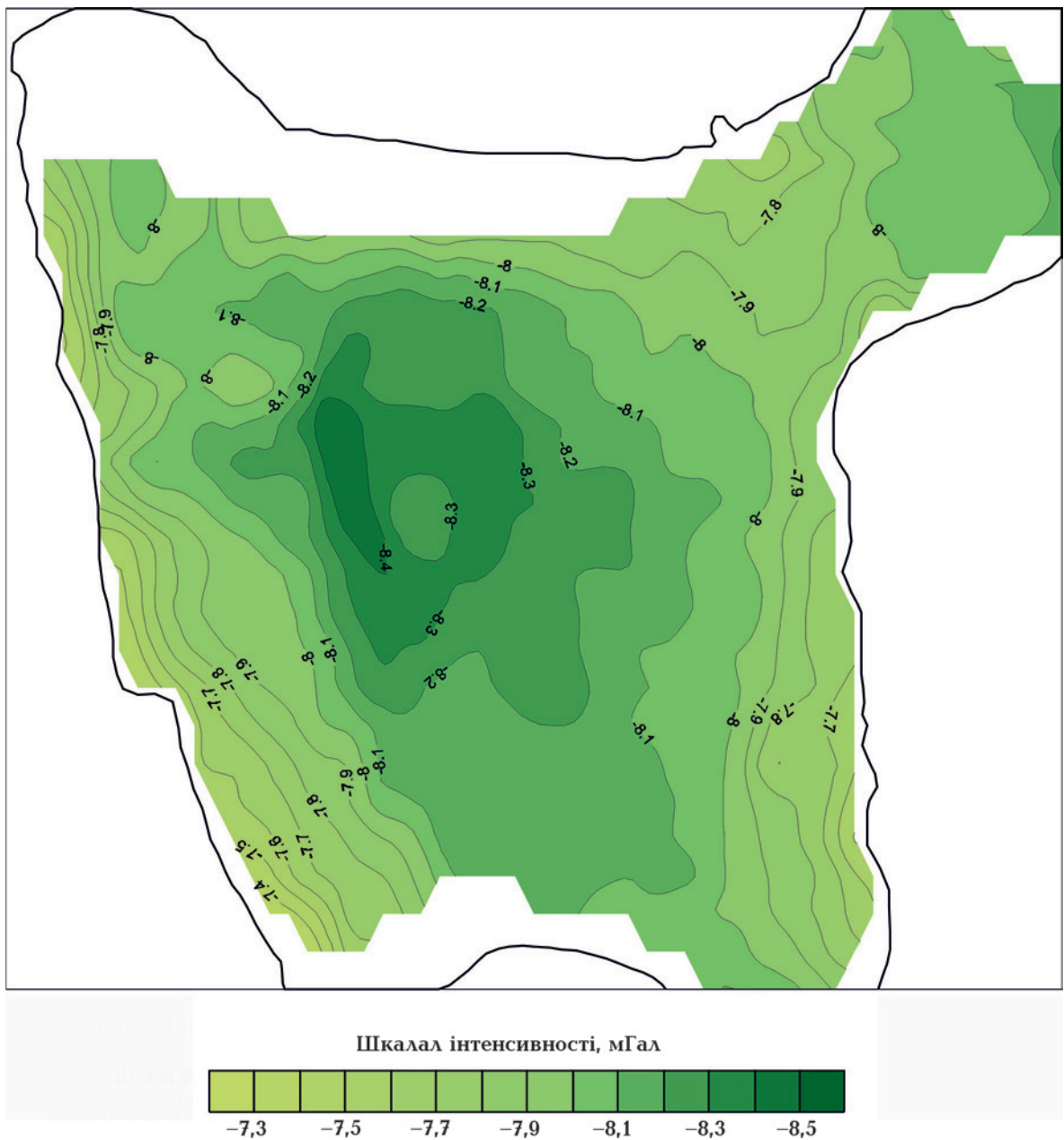


Рис. 1. Гравіметрична карта в редукції Буге із щільністю проміжного шару 2,67 г/см<sup>3</sup>.

Fig. 1. Gravimetric map in Bougué et reduction with an intermediate layer density of 2.67 g/cm<sup>3</sup>.

ний розміщується в межах горстоподібного підняття в домезозойських нашаруваннях. Острів має стовпоподібний вигляд, майже ізометричний в плані, який піднімається над горстом (рис. 1). Споруда острова розташована в локальній западині, глибина моря в якій збільшується на 8—10 м. Ця улоговина досліджена протягом 22 км, за максимальної ширини — 7—8 км. За даними батиметричного знімання [Сминтина та ін., 2008а], позитивна форма рельєфу морського дна не вписується в загальну морфологію сучасного рельєфу. На карті морського дна з перетином 1 м бачимо, що ділянка в межах акваторії, що безпосередньо прилягає до острова, являє собою аномальну позитивну форму рельєфу дна моря з обривистими краями (за ізобатами приблизно 25—30 м). Ці обривисті краї, вочевидь, були береговою лінією палеоострова в античні та раніші часи. Тоді його діаметр був близько 2 км.

Незважаючи на значну шаруватість острова та наявність там свердловини завглибшки 509 м, серед дослідників немає єдиного погляду щодо інтерпретації геологічних фактів, ототожнення нашарувань о-ва Зміїного з подібними породами найближчої суші. Найдавнішими породами, пройденими свердловиною «Морська-1» в інтервалі глибин 303—509 м є породи пізнього силуру, які представлені двома пачками, виділеними за літологічними ознаками.

У структурно-тектонічному відношенні острів розглядають як Зміїноострівський блок Придунайського горстового мегаблока [Кисин, 1982; Ермаков, 2005]. За аналогією з Північною Добруджою, Зміїноострівське підняття зазнало не тільки герцинського тектогенезу, а й пізньої арійської фази каледонського тектогенезу.

З позиції сучасної геодинаміки острів Зміїний розміщується у межах Губкінського підняття зони палеозойських відкладів, відомої під назвою Кілійсько-Зміїної. Зона піднята над суміжними з нею Криловською та Михайлівською депресіями на 4—5 та 8—10 км відповідно [Ермаков, 2005].

З позицій мобілізму острів знаходиться

в зоні високої тектонічної активності, яка проявляється з рифею до наших днів. Геодинаміка регіону визначається положенням і нахилом колізійних швів у межах граничної ділянки великих геотектонічних елементів зони взаємодії Євразійської та Африканської літосферних плит [Кисин, 1982].

**Методика польових досліджень, обробка та інтерпретація геофізичних даних.** Детальні комплексні геофізичні дослідження на о-ві Зміїний були виконані в 2002 р. [Свистун, Пигулевский, 2013]. Вони включали: гравіметричні спостереження за мережею 20×10 м, магнітометричні—10×5 м та електрометричні (ДОЗ—ВП) —40×5 м.

**Гравіметричні спостереження.** Для виконання гравіметричних спостережень на острові було розвинуто і ув'язано з ОГП-II класу «Тузли» три опорні гравіметричні пункти III класу, які в майбутньому можуть бути опорними точками при виконанні морських гравіметричних зніманих на шельфі Чорного моря. Передача абсолютного значення прискорення сили тяжіння ( $\Delta g$ ) на ОГП-III класу була виконана групою з п'яти гравіметрів. З огляду на дуже жорсткі вимоги до тривалості рейсу в часі (не більш як 3 год) при ув'язці ОГП-III класу для транспортування гравіметрів був задіяний вертоліт Мі-8. Середньоквадратична похибка передачі  $\Delta g$  становила  $\pm 0,021$  мГал.

Усі ОГП-III класу на острові мають довгострокове закріплення у вигляді залізної труби і розташованого поруч бетонного майданчика для установки гравіметрів. На кожен опорний пункт складено аркуші карткового каталогу ОГП-III класу затвердженого зразку [Свистун та ін., 2020; Svystun, Pigulevskiy, 2021].

Рядові гравіметричні спостереження виконували за одноразовою методикою, одним оператором з одним гравіметром типу ГНУ-КВ, за пішого пересування і з замиканням ланок на ОГП-III класу через 60—80 хв. Спостереження виконувались заздалегідь інструментально підготовленою сіткою прямолінійних профілів (20×10 м).

У місяцях з техногенними перешкодами спостереження проводили за нерегулярною мережею. Усі ланки знімання були проконтрольовані. Похибка визначення  $\Delta g$  на пунктах рядового знімання становила 0,032 мГал.

В цілому середня квадратична похибка визначення аномалії  $\Delta g$  у редукції Буге за щільності проміжного шару  $2,67 \text{ г/см}^3$  дорівнювала 0,04 мГал. У результаті обробки матеріалів рядового гравіметричного знімання складено гравіметричну карту в редукції Буге з щільністю проміжного шару  $2,67 \text{ г/см}^3$ , масштабу 1:2000 з перетином ізоаномал 0,1 мГал (див. рис. 1).

При візуальному аналізі створеної карти гравітаційного поля звертає на себе увагу наявність градієнтних зон (0,3—0,5 мГал) у західному та східному краях острова. З нашого погляду, ці градієнти можуть бути викликані двома причинами. Перша — недокомпенсований вплив «дефекту» маси. Адже знімання виконували на дуже маленькій площі на вершині усіченого конуса заввишки близько 70 м. Однак спроба скомпенсувати брак маси через уведення поправки за вплив середньої та дальньої зон, не привела до відчутного впливу на

характер розподілу поля. Друга можлива причина виникнення градієнтів  $\Delta g_a$  — зареєстрований розподіл поля відображає тонку структуру поля локального мінімуму, зафіксованого при виконанні морської гравірозвідки в районі острова (рис. 2).

**Магнітометричні спостереження.** Спостереження повного вектора магнітного поля виконувались за сіткою  $10 \times 5 \text{ м}$ . Виміри проводили за одноразовою методикою одним оператором з одним Т-магнітометром ММП-203 за пішого пересування. Варіації геомагнітного поля не реєстрували, були використані дані стаціонарної МВС Українського геологорозвідувального інституту, розташованої на острові. Варіації на МВС реєстрували штатним комп'ютером за трьома складовими з інтервалом часу в одну секунду з точністю 0,01 нТл.

За спеціально розробленою програмою розрахували повний вектор магнітного поля та поправки за варіації. На основі аналізу добових варіацій (рис. 3) вибрано для роботи найбільш «спокійний» інтервал часу з 14:00 до 20:00 год. Для підвищення точності знімання час рядових вимірів реєстрували за допомогою приймача GPS-12 з точністю до 1 с.

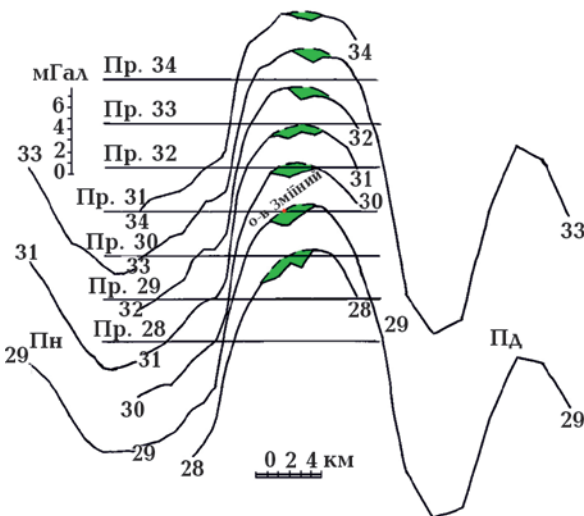


Рис. 2. Графіки  $\Delta g$  у районі острова Зміїний (за В.І. Самсоновим).

Fig. 2. Graphs of  $\Delta g$  in the area of Zmiyinyy Island (according to V.I. Samsonov).

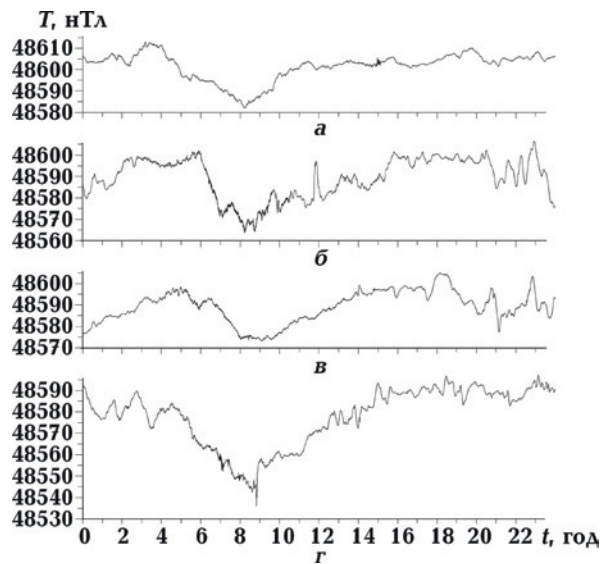


Рис. 3. Добові варіації магнітного поля  $T$  за: а — 18.08.02, б — 19.08.02, в — 20.08.02, г — 21.08.02.

Fig. 3. Daily variations of the magnetic field  $T$  for: а — 18.08.02, б — 19.08.02, в — 20.08.02, г — 21.08.02.



Досягнута точність магнітного знімання  $\pm 2,16$  нТл дала можливість скласти карту магнітного поля  $\Delta T$  на зняту площу з мінімальним перетином 5,0 нТл (рис. 4). За нормальне поле прийнято значення магнітного поля на контрольному пункті (КП). При виконанні польових спостережень, значну частину площі острова не вдалося зняти магніторозвідкою через наявність техногенних завад. Так, у північно-східній

частині острова, зайнятої будівлями, знімання неможливе через великий рівень електромагнітних завад. У центральній частині острова значна частина площі не відпрацьована внаслідок нагромадження технічного устаткування й техніки. Ця площа може бути відпрацьована тільки після очищення острова від металу.

Побудована карта  $\Delta T$  (див. рис. 4) характеризується досить складним розподілом

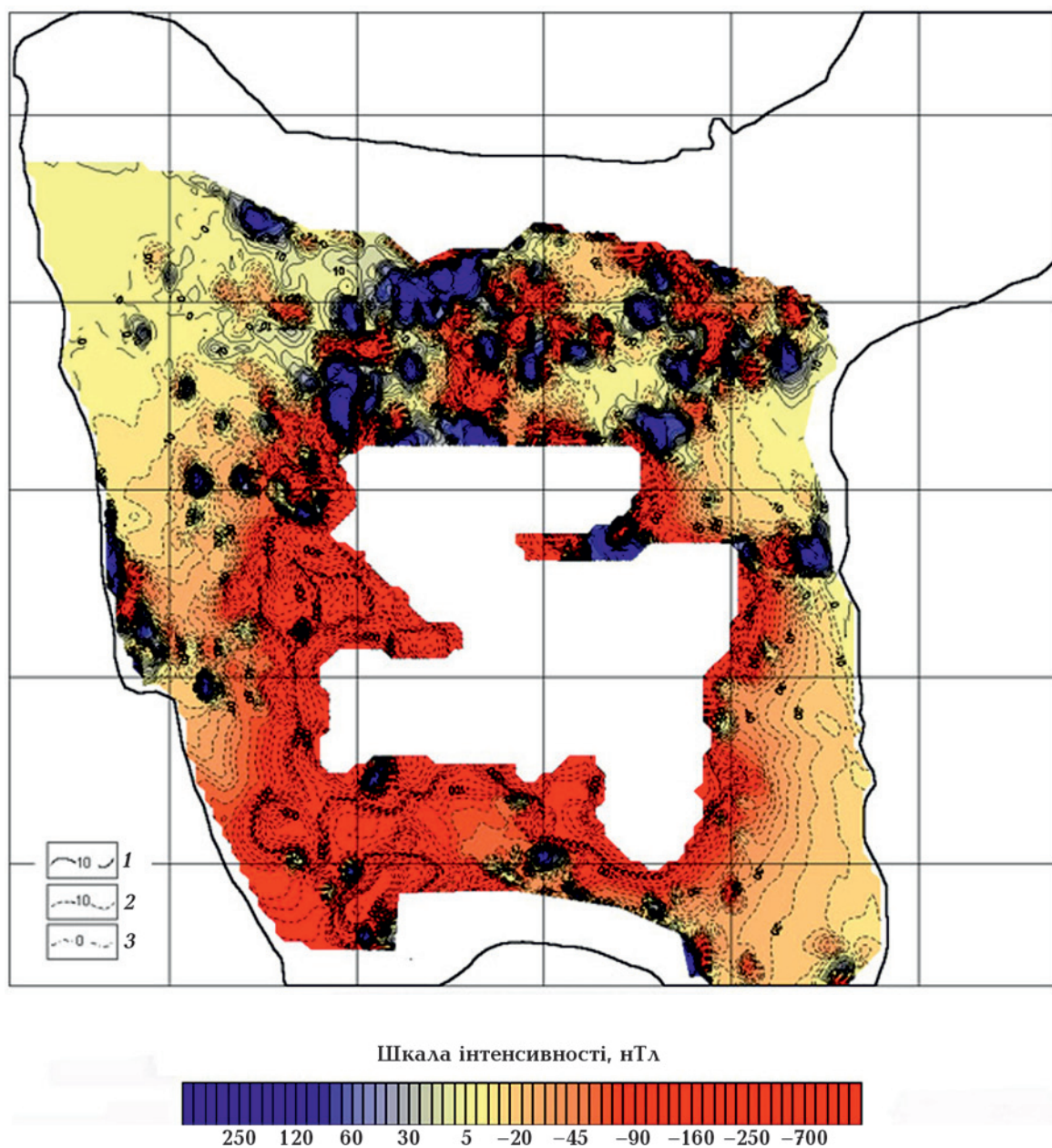


Рис. 4. Карта магнітного поля  $\Delta T$ . Ізодинами: 1 — позитивні, 2 — від'ємні, 3 — нульова.

Fig. 4. Map of the magnetic field  $\Delta T$ . Isodynes: 1 — positive, 2 — negative, 3 — zero.

магнітного поля. Виявлені аномалії мають великі градієнти, що вказує на дуже малу глибину знаходження магнітних мас. Було перевірено майже всі аномалії магнітного поля на предмет визначення їхньої природи. В усіх випадках аномалії викликані об'єктами техногенного походження, це невеликі звалища, у тому числі засипані ґрунтом і задерновані, металеві комунікації, труби, кабелі, залізобетонні конструкції та ін.

Спокійне магнітне поле, яке відповідає полю осадових порід, що складають острів, зафіксовано тільки на його північному заході та південному сході на незначній площі. Таким чином, очікуваний картографічний ефект високоточної магніторозвідки отримати не вдалось. Одержану карту поля  $\Delta T$  можна розглядати як карту техногенного забруднення території острова магнітоактивними матеріалами. Ця карта стане в нагоді при подальшому дослідженні екологічного стану о-ва Зміїний.

**Електрометричні спостереження методом дипольного одновісного зондування (ДОЗ—ВП).** Їх планували застосувати для картування потужності четвертинних відкладів, виявлення занурень на поверхні скельних порід та карстових порожнин, що виходять під четвертинні відклади.

З огляду на те, що четвертинні відклади на більшій частині острова відсутні або їхня потужність, вірогідно, не перевищує 1 м, карстові порожнини через відсутність гірських порід, придатних для картування, не поширені. Тому була прийнята дещо інша концепція прогнозу джерел водопостачання. Перед електророзвідкою ДОЗ—ВП було поставлено завдання картування опорних маркерних пластів гірських порід з подальшою побудовою об'ємної геологічної моделі острова, з метою виділення лінзоподібних зон відносно високої проникності в конгломератах, які можуть слугувати вмістищем прісної води. Під нову концепцію було вибрано сітку спостережень ДОЗ—ВП  $40 \times 5$  м. Таке розташування точок спостережень дає змогу розглядати отримані результати і як зондування, і як багаторозносне профілювання. Всього ви-

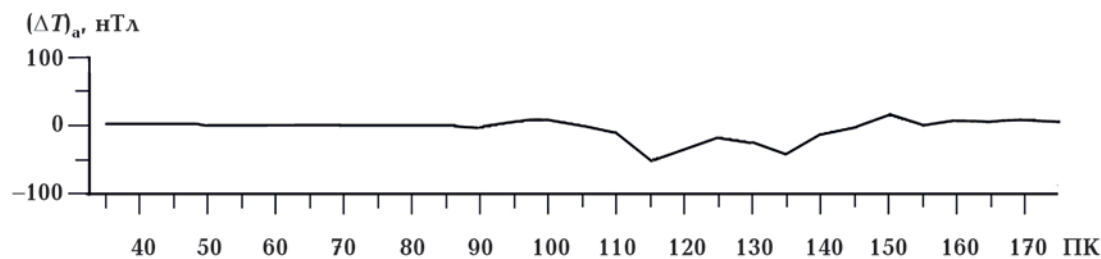
конано 955 точок спостережень, виміри на всіх пунктах виконувались на 10 розносах.

Для вимірів використовували рівнодипольну установку  $AB=MN=5$  м, розноси, починаючи від 10 і до 55 м, змінювали на розмір диполя (5 м). Для спостережень були використані низькочастотні вимірники «ЭВП-203», з робочою частотою 4,88 Гц. Величина струму в диполі живлення становила від 0,1 до 1,5—2 А. Загалом методика робіт відповідає інструкції з електророзвідки. За даними контрольних вимірів абсолютна похибка вимірів фазового параметра ВП  $0,14^\circ$  проти проектного  $0,15^\circ$ , а позірною електричного опору відповідно 4,2 % проти 5 % за проектом. Отримані на пункті спостереження виміри струму, різниці потенціалів і фазового параметра заносили у комп'ютер, і подальша обробка велась за спеціально створеною для цього програмою — DOZ—VP.

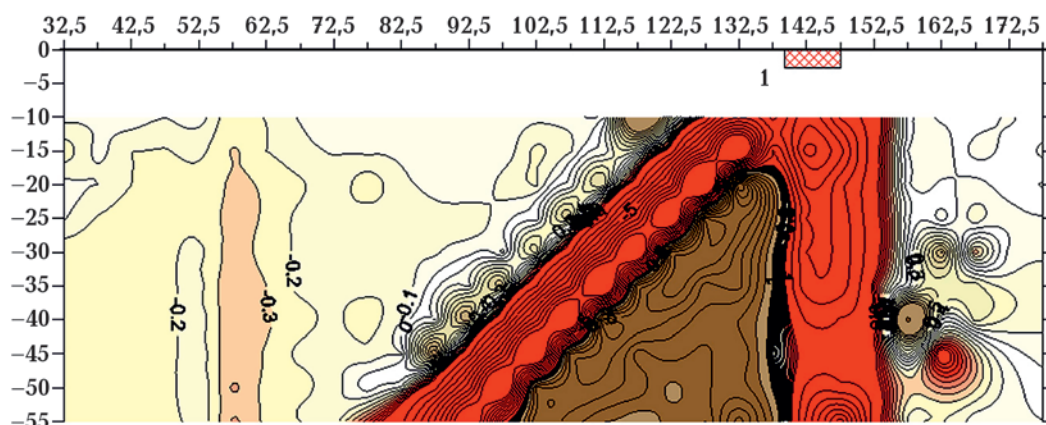
Інформаційні параметри відображались у вигляді псевдорозрізів  $\rho_k$  і  $\Delta\phi$  (рис. 5) та у вигляді карт по окремих розносах (рис. 6, 7). Значна частина аномалій  $\Delta\phi$  викликана техногенними об'єктами (металом). Вони відносно легко відбраковуються за незакономірним характером розподілу, неприродно великими значеннями параметра  $\Delta\phi$  і додатним знаком (див. рис. 5). У цілому можна стверджувати, що відносно низькими значеннями позірною опору та дещо підвищеними значеннями фазового параметра характеризуються прошарки переважно глинистих порід, а конгломерати, навпаки, мають високі значення позірною опору та фоновий параметр  $\Delta\phi$ . Отримані результати були використані для картування під делювієм опорного електричного горизонту строкатих глин потужністю 17,5 м, який перетинає острів з півдня на північ, що лягло в основу побудови його об'ємної моделі. Крім того, створені карти позірною опору на розносах 10 і 40 м (див. рис. 6, 7), які, на думку авторів, характеризують відповідно позірний опір верхньої безводної частини розрізу та розріз «нижніх» конгломератів, що залягають під пластом строкатої глини [Свистун, Пигулевский, 2013]. Аналізуючи ці карти, легко

помітити, що на карті  $\rho_K$  на розносі 40 м (див. рис. 7) у центральній частині острова досить впевнено виділяється «U-подібна» ділянка понижених значень позірнього опору. Цю аномалію ми пов'язуємо з лінзами

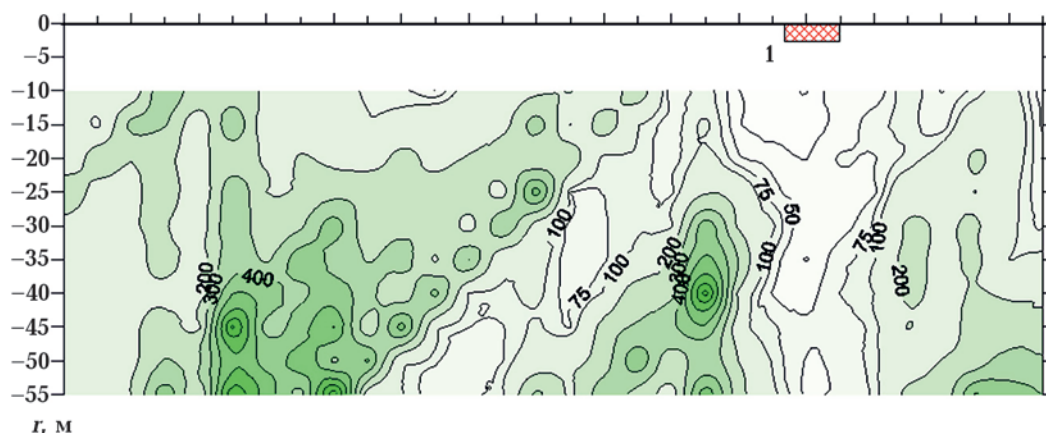
підвищеної «пустотності» у нижніх конгломератах, які, вірогідно, заповнені водою [Черкез та ін., 2003; Сминтина та ін., 2008а; Черкез, Шмуратко, 2012; Черкез та ін., 2014]. Цю думку підтверджує той факт,



а



б



в

Рис. 5. Приклад виділення поляризованих немагнітних зон за комплексом: а — графік магніторозвідки, б — псевдорозріз кута зміщення фази ДОЗ—ВП, в — псевдорозріз позірнього опору ДОЗ—ВП. Прямокутником позначено аномальні зони поляризуємості та токопровідності.

Fig. 5. An example of the selection of polarized non-magnetic zones in the complex: а — graph of magnetic exploration, б — pseudo-section of the DAS-IP phase shift angle, в — pseudo-section of apparent resistance DAS-IP. Conventional symbols: abnormal zones of polarizability and conductivity.



що всі водопрояви (мочажини), які виявлені нами на острові, через систему тріщин дренають до нижніх конгломератів і розташовані навколо виділеної аномальної площі низьких значень позірнього опору.

**Результати робіт.** За використаною технологією на острові визначено топогеодезичні координати п'яти пунктів. Створено і ув'язано три опорні гравіметричні пункти

III класу, які в майбутньому стануть у нагоді при виконанні морських гравіметричних знімачь на шельфі Чорного моря.

За даними електророзвідки ДОЗ—ВП закартовано вихід на поверхню шару строкатих глин, який є ключовим для розуміння структури острова. Створено карти позірнього опору на різних розносах зондувань ДОЗ—ВП, які характеризують від-

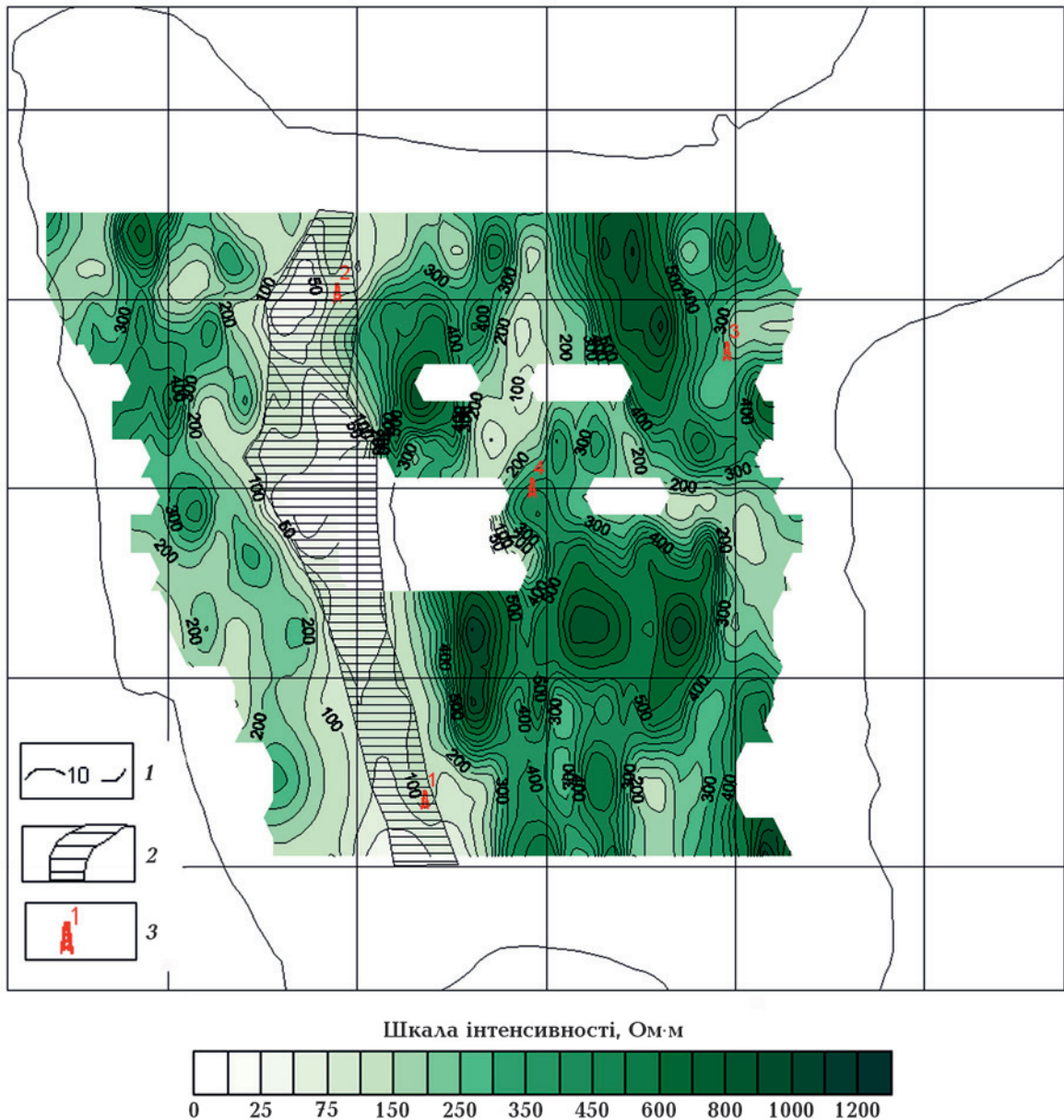


Рис. 6. Карта позірнього опору ( $\rho_k$ ) на розносі 10 м: 1 — ізолінії позірнього опору, Ом·м, 2 — аномальна зона поляризуємості та токопровідності, 3 — проектне положення пошукової свердловини на воду.

Fig. 6. Map of apparent resistance ( $\rho_k$ ) at a distance of 10 m: 1 — isolines of apparent resistance (Ohm·m), 2 — anomalous zone of polarizability and conductivity, 3 — planned position of the search well for water.



повідно різні глибини. На карті позірною опору для розносу 10 м (мінімальна глибина зондувань) уздовж західного берега острова чітко виділяється лінійна аномалія понижених значень  $\rho_K$  (50—100 Ом·м) на фоні 200—500 Ом·м (див. рис. 6). Ця аномалія пов'язана з виходом на поверхню шару строкатих глин. На карті позірною опору на розносі 40 м (глибина зондувань орієнтовно на рівні моря) досить впевнено, зважаючи на високий рівень геологічних

та електромагнітних завад, виділяється зона понижених значень позірною опору (див. рис. 7). Виділена зона підвищеної електропровідності ототожнюється з наявністю слабозцементованих кавернозних водовмісних конгломератів [Свистун, Пігулевський, 2013; Черкез та ін., 2014].

За даними магнітного знімання виявлено велику кількість об'єктів техногенного забруднення. Отже, карту магнітного поля острова слід розглядати як карту техноген-

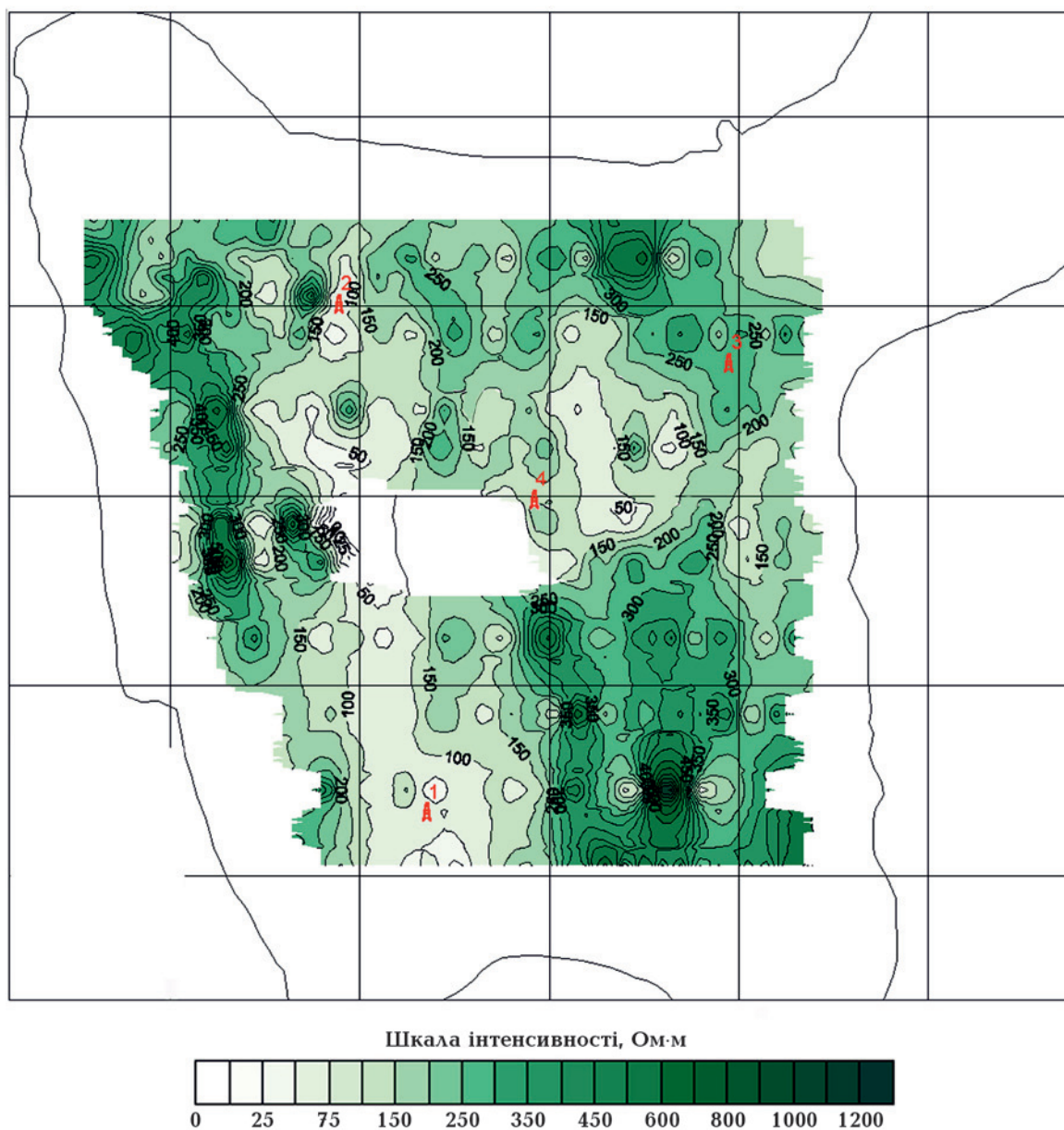


Рис. 7. Карта позірною опору ( $\rho_K$ ) на розносі 40 м. Умовні позначення див. на рис. 6.

Fig. 7. Map of apparent resistance ( $\rho_K$ ) at a distance of 40 m. Conventional symbols are shown in Fig. 6.

ного забруднення території острова магнітоактивними матеріалами.

За даними комплексної інтерпретації електророзвідки ДОЗ—ВП і магніторозвідки у північно-західній частині острова виділено аномальну ділянку, яка, з нашої точки зору, є перспективною для археологічних досліджень [Агбунов, 1987]. Ділянка приурочена до відомого шару глин. Виділяється аномальними значеннями параметра поляризації  $i$ , на відміну від техногенних аномалій, спокійним магнітним полем. Таку аномалію може спричинити об'єкт, який має електронну електропровідність, немагнітний і немасивний. Інакше кажучи, таку аномалію може зумовити скупчення дрібних предметів із кольорових металів.

З метою пошуків джерел питної води в межах виділеної зони понижених значень  $\rho_k$  було рекомендовано буріння чотирьох свердловин (див. рис. 6, 7).

Виконане в точці, рекомендованій для буріння свердловини 1, додаткове зондування методом ДОЗ—ВП (див. рис. 5) підтверджує наявність структурної неоднорідності в розрізі «нижніх» конгломератів [Свистун, Пигулевский, 2013].

Розріз проектної свердловини 3 завглибшки 150 м прогнозується тільки до подошви строкатих глин. Ця свердловина рекомендована за інтерпретацією матеріалів ГДС свердловини «Морська-1». Прогнозований колектор прісної води в ноздрюватих вапняках знаходиться поза межами глибини проведених досліджень [Ковалевский, 1986; Сминтина та ін., 2008; Юровский, 2013].

**Висновки.** За результатами геолого-геофізичних досліджень на територію о-ва Зміїний вперше складено карти магнітного та гравітаційного полів. Уся площа покрита електрондуванням ДОЗ—ВП. Уперше на острові виставлено опорні гравіметричні пункти, які в подальшому стануть опорою при виконанні морських гравіметричних знімів.

### Список літератури

Агбунов М.В. *Античная лоция Черного моря*. Москва: Наука, 1987. 90 с.

Для отримання карти магнітного поля всієї території острова і виявлення можливих залишків занурених магнітних матеріалів доцільне його очищення від брухту з повторним виконанням знімання магнітного поля. Бажано це зробити на двох рівнях, що в комплексі з електророзвідкою ДОЗ—ВП дасть змогу виділити аномальні ділянки, перспективні для археологічних досліджень. **На рекомендованій для археологічних досліджень ділянці необхідно виконати мікромагнітне знімання на двох рівнях за сіткою 1×1 м, а також деталізаційні роботи методом ВП з метою значного скорочення площі розкопів.** На основі комплексної інтерпретації геолого-геофізичних матеріалів видано рекомендації для буріння трьох завірочних свердловин з визначенням прогнозного розрізу. За встановленим місцем пробурено свердловину завглибшки 120 м.

При подальшому господарському освоєнні острова вкрай необхідно провести роботи з оцінювання екологічного стану ґрунтів. Вважаємо за необхідне продовжити вивчення речовинного складу гірських порід острова з метою визначення їхнього генезису, що може мати важливе значення при подальшому дослідженні Чорноморського шельфу та пошуках корисних копалин.

За результатами пошуків джерел питної води в межах виділеної зони понижених значень  $\rho_k$  було рекомендовано, а потім пробурено три свердловини 1, 2, 4 з дебітом прісної води до 10 м<sup>3</sup>/добу кожна. Для контролю відбору води вони були обладнані спеціальними автономними датчиками [Мельхиор, 1968; Пигулевский, Свистун, 2011].

За матеріалами польових геофізичних робіт розроблено план подальшого вивчення території острова з метою використання його результатів для вирішення завдань археології.

*Гидрогеология*. Пол ред. В.М. Шестакова, М.С. Орлова. Москва: Изд-во МГУ, 1984. 317 с.

- Горячкин Ю.Н., Иванов В.А. *Уровень Черного моря: прошлое, настоящее, будущее*. Севастополь: Изд. МГИ НАН Украины, 2006. 210 с.
- Ермаков А.П. Глубинное строение Черноморской впадины по результатам новой интерпретации сейсмических данных: *автореф. канд. ... геол.-мин. наук*. Москва, 2005. 32 с.
- Кисин И.Г. *Землетрясения и подземные воды*. Москва: Наука, 1982. 176 с.
- Ковалевский В.С. *Исследования режима подземных вод в связи с их эксплуатацией*. Москва: Недра, 1986. 198 с.
- Мельхиор П. *Земные приливы*. Москва: Мир, 1968. 482 с.
- Пигулевский П.И., Свистун В.К. Некоторые результаты автоматизированного мониторинга режима подземных вод асейсмичных территорий (на примере Днепропетровской области). *Мінеральні ресурси України*. 2011. № 2. С. 42—47.
- Свистун В.К., Антонов В.О., Пигулевський П.Г. Підсумки формування бази гравіметричних даних в Україні. *Геоінформатика*. 2020. № 3 (75). С. 83—91.
- Свистун В.К., Пигулевский П.Г. Некоторые результаты геофизических и гидрогеологических исследований о. Змеиный ДГЭ «Днепрогеофизика». *Вестник Одес. нац. ун-та. Географ. и геол. науки*. 2013. Т. 18. № 17. С. 108—115.
- Сминтина В.А., Медінець В.І., Газетов Є.І. та ін. *Острів Зміїний. Абіотичні характеристики*. Одеса: Астропринт, 2008а. 172 с.
- Сминтина В.А., Медінець В.І., Сучков. І.О. та ін. *Острів Зміїний. Екосистема прибережних вод*. Одеса: Астропринт, 2008б. 228 с.
- Сулимов И.Н. *Геология и прогноз нефтегазодности района острова Змеиного в Черном море*. Одесса: Астропринт, 2001. 108 с.
- Черкез Е.А., Драгомирецька О.В., Біч Г.М. Гідрогеомеханічні особливості формування зсувів випору північно-західного узбережжя Чорного моря. *Вестник Одес. нац. ун-та. Географ. и геол. науки*. 2003. Т. 8. Вип. 5. С. 180—187.
- Черкез Е.А., Медінець В.І., Пигулевский П.Г., Свистун В.К., Буняк О.А., Быченко А.А. Факторы формирования режима подземных вод острова Змеиный. *Вестник Одес. нац. ун-та. Географ. и геол. науки*. 2014. Т. 19. Вип. 4. С. 328—342.
- Черкез Е.А., Шмуратко В.И. Ротационная динамика и уровень четвертичного водоносного горизонта на территории Одессы. *Вестник Одес. нац. ун-та. Географ. и геол. науки*. 2012. Т. 17. Вип. 2. С. 122—140.
- Юровский Ю.Г. *Подземные воды шельфа. Задачи и методы изучения*. Симферополь: ДИАЙПИ, 2013. 260 с.
- Svystun, V.K., & Pigulevskiy, P.I. (2021). Gravimetric survey and gravimetric data base in Ukraine. *Geoinformatics 2021, 11—14 May 2021, Kyiv, Ukraine* (pp. 1—6).

## Results of geophysical research on the Zmiyinyy island

V.C. Svistun<sup>1</sup>, P.I. Pigulevskiy<sup>2</sup>, 2023

<sup>1</sup>Dnepropetrovsk geophysical expedition «Dneprogeofizika», Dnipro, Ukraine

<sup>2</sup>S.I. Subbotin Institute of Geophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

The article presents the results of geophysical observations by the Dnepropetrovsk geophysical expedition «Dneprogeofizika» on Zmiyinyy Island, which performed a full cycle of work from prospecting and surveying studies to providing the island with drinking water.

In structural and tectonic conditions, the island is considered as the Zmiyinyy insular block of the Danubian horst megablock. The geodynamics of the region is determined by

the position and inclination of the collision sutures within the zone of interaction between the Eurasian and African lithospheric plates. Comprehensive geological and geophysical studies included magnetic prospecting, gravity prospecting and electric sounding (Dipole-axial sounding induced polarization DAS-IP) with geological routes along all rock outcrops on the Zmiinyi island. Detailed integrated geophysical studies were: gravimetric observations over a network of 20×10 m, magnetometric — 10×5 m and electrometric (DAS-IP) — 40×5 m. For the first time on the island, gravimetric stations were set up, which will later become a support for gravimetric surveys. According to the results of magnetic field survey and DAZ-OP electrical exploration observations, an anomalous area was identified, which is perspective for archaeological research. Based on a comprehensive interpretation of geological and geophysical materials, a well was drilled to a depth of 120 m, which confirmed the constructed predictive stratigraphic section of about. Zmiinyi. Based on the results of the search for sources of drinking water, three wells were drilled, with a fresh water flow rate of up to 10 m<sup>3</sup> per day (each). Subsequently, fresh water with minor purification is used as drinking water.

**Key words:** Zmiinyi Island, geological and geophysical research, gravity prospecting, magnetic prospecting, electrical prospecting, well, fresh water.

## References

- Agbunov, M.V. (1987). *Antique location Black Sea*. Moscow: Nauka, 90 p. (in Russian).
- Shestakov, V.M., & Orlov, M.S. (1984). *Hydrogeology*. Moscow: Moscow: MGU Publ. House, 317 p. (in Russian).
- Goryachkin, Yu.N., & Ivanov, V.A. (2006). *The Level of the Black Sea: Past, Present, and Future*. Sevastopol: Publ. of the Marine Hydrophysical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, 210 p. (in Russian).
- Ermakov, A.P. (2005). The deep structure of the Black Sea depression based on the results of a new interpretation of seismic data. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow, 32 p. (in Russian).
- Kisin, I.G. (1982). *Earthquakes and underground water*. Moscow: Nauka, 176 p. (in Russian).
- Kovalevskiy, V.S. (1986). *Study of the underground water regime because of their operation*. Moscow: Nedra, 198 p. (in Russian).
- Melchior, P. (1968). *The Earth Tides*. Moscow: Mir, 482 p. (in Russian).
- Pigulevskiy, P.I., & Svistun, V.K. (2011). Some results of automated monitoring of underground water regime of the aseismic areas (on the example of Depropetrovsk region). *Mineralni resursy Ukrayiny*, (2), 42—47 (in Russian).
- Svistun, V.K., Antonov, V.O., & Pigulevskiy, P.G. (2020). Bags for molding basic gravimetric data in Ukraine. *Geoinformatika*, (3), 83—91 (in Ukrainian).
- Svistun, V.K., & Pigulevskiy, P.G. (2013). Some results of geophysical and hydrogeological researches of Zmiinyi Island executed by the Dnepropetrovsk Geophysical Expedition «Dneprogeofizika». *Bulletin of the Odessa National University. Geographical and Geological Sciences*, 18(17), 108—115 (in Russian).
- Smyntyna, V.A., Medinets, V.I., & Hazetov, Ye.I. et al. (2008a). *Zmiinyi Island. Abiotic characteristics*. Odesa: Astroprynt, 172 p. (in Ukrainian).
- Smyntyna, V.A., Medinets, V.I., & Suchkov, I.O. et al. (2008b). *Zmiinyi Island. Coastal Waters Ecosystem*. Odesa: Astroprynt, 228 p. (in Ukrainian).
- Sulimov, I.N. (2001). *Geology and prognosis of oil-and-gas content of Zmiinyi Island region in the Black Sea*. Odessa: Astroprint, 108 p. (in Russian).
- Cherkez, E.A., Drahomyretska, O.V., & Bich, H.M. (2003). Hydrogeomechanical features of pressure landslides forming in the North-Western coast of the Black Sea. *Bulletin of the Odessa National University. Geographical and Geological Sciences*, 8(5), 180—187 (in Ukrainian).
- Cherkez, E.A., Medinets, V.I., Svistun, V.K., Pigulevskiy, P.I., Buniak, O.A., & Bychenko, O.O. (2014). Factors forming of underground waters regime on the Zmiinyi island. *Bulletin of the Odessa National University. Geographical*



- and Geological Sciences*, 19(4), 328—342 (in Russian).
- Cherkez, Eu.A., & Shmuratko, V.I. (2012). Rotation dynamics and the level of the Quaternary aquifer in Odessa. *Bulletin of the Odessa National University. Geographical and Geological Sciences*, 17(2), 122—140 (in Russian).
- Yurovskiy, Yu.G. (2013). *Groundwater shelf. Objectives and methods of study*. Simferopol: DLAIPi, 260 p. (in Russian).
- Svystun, V.K., & Pigulevskiy, P.I. (2021). Gravimetric survey and gravimetric data base in Ukraine. *Geoinformatics 2021, 11—14 May 2021, Kyiv, Ukraine* (pp. 1—6).