

<https://doi.org/10.15407/gpimo2022.03.044>

**В.Д. Соловйов**, канд. геол.-мін. наук, пров. наук. співр.

e-mail: solvalera@ukr.net

**В.Г. Бахмутов**, чл.-кор. НАН України, д-р геол. наук, проф., гол. наук. співр., зав. відділу

e-mail: bakhmutowvg@gmail.com

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України

03142, Київ, пр. Палладіна, 32

## **МОРСЬКІ ГЕОФІЗИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ПЕРШИХ УКРАЇНСЬКИХ АНТАРКТИЧНИХ ЕКСПЕДИЦІЯХ: ІСТОРИЧНИЙ НАРИС ТА ДЕЯКІ РЕЗУЛЬТАТИ**

---

*Статтю присвячено 25-річчю Першої української морської антарктичної експедиції (1997 р.). Подано коротку історію розвитку морських геофізичних досліджень глибинних структур Світового океану та Антарктиди в Інституті геофізики імені С.І. Субботіна НАН України. Основна увага приділяється результатам, отриманим під час виконання «Державних програм досліджень Антарктиди». Вивчено основні закономірності геофізичних аномалій та їх просторово-часовий розподіл у Західній Антарктиді. Геофізичні моделі глибинної структури літосфери добре корелюються з процесами еволюції континентальної окраїни Західної Антарктиди. Побудовані глибинні розрізи фіксують масштабні процеси формування протоки Дрейка та західної частини моря Скоша, що відбувались у результаті трансформації первинних фрагментів кори та геодинамічної еволюції регіону, розташованого між Південною Америкою та Західною Антарктидою. Наведено деякі результати оцінки мінерально-сировинного та вуглеводневого потенціалу окраїн континентальних структур північно-західного району Антарктичного півострова.*

**Ключові слова:** історія морських геофізичних досліджень України в Антарктиці, моделі літосфери, геодинаміка, шельф, мінеральні ресурси, вуглеводневий потенціал.

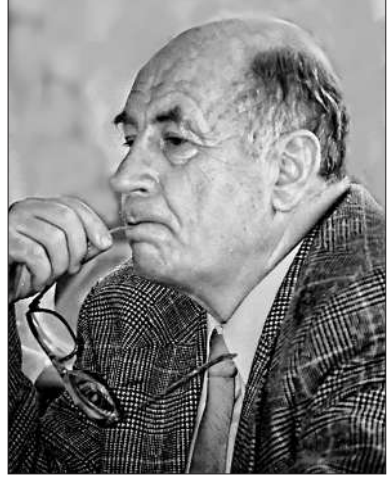
Виповнилося 25 років з часу проведення Першої української морської антарктичної експедиції (1996—1997), в якій приймали участь співробітники Інституту геофізики (ІГФ) ім. С.І. Субботіна НАН України. Тому варто коротко згадати історію проведення морських геофізичних досліджень співробітниками цього інституту.

На той час українські дослідники вже мали науковий потенціал, потужну апаратурну базу і великий досвід виконання наукових робіт в різних регіонах

---

Цитування: Соловйов В.Д., Бахмутов В.Г. Морські геофізичні дослідження в перших українських антарктичних експедиціях: історичний нарис та деякі результати. *Геологія і корисні копалини Світового океану*. 2022. **18**, № 3: 44—63. <https://doi.org/10.15407/gpimo2022.03.044>

Петро Феодосійович Гожик (1937—2020) — академік, директор Інституту геологічних наук НАН України (1997—2020), засновник і перший директор Національного арктичного наукового центру (тоді — Українського антарктичного центру)



Світового океану, адже протягом багатьох років, починаючи з 1962 р., співробітники ІГФ АН УРСР проводили морські геолого-геофізичні дослідження в різних морях Світового океану: Чорному, Середземному, Карибському, Червоному, Аравійському, Лаккадівському та ін.

Перші дослідження з вивчення геології та геофізики структур дна Світового океану в ІГФ АН УРСР були виконані у 1964 р., а у 1977 р. в інституті була організована лабораторія морської геофізики під керівництвом О.М. Русакова. Це дозволило розпочати системне проведення комплексних морських геофізичних експедицій для вивчення глибинної будови океанічних структур.

Основним джерелом інформації були результати площинних геофізичних зйомок, отримані співробітниками лабораторії на суднах гідрографічної служби (ГС «Океан», ДС «Васи́лий Головнин»), а також матеріали спостережень уздовж інтерпретаційних профілів, одержаних у комплексних геолого-геофізичних експедиціях наукового флоту АН УРСР (НДС «Михайло Ломоносов», «Академік Вернадський», «Професор Колесніков» та ін.).

За період 1977—1981 рр. співробітники лабораторії взяли участь у п'яти рейсах до Індійського океану та двох — до Атлантичного океану. Обсяг виконаних робіт становив 450 тис. км площинної зйомки північно-західної частини Індійського океану та 60 тис. км профільних вимірювань над основними структурами Індійського океану та Гвінейського сектора Атлантичного океану.

Вагомі результати були отримані під час проведення I спеціалізованої геолого-геофізичної (металогенічної) експедиції 19 рейсу НДС «Академік Вернадський» в Індійський океан (1978—1979). Виконаний комплекс геолого-геофізичних, металогенічних і гідро-геохімічних досліджень дав можливість виявити особливості глибинної будови земної кори рифтових і пририфтових зон регіону і встановити нові закономірності розміщення рудних утворень тропічної зони Індійського океану [22]. Результати експедиції визначили подальший розвиток в Україні комплексних геолого-геофізичних досліджень Світового океану.

Відповідно до Міжурядової угоди між СРСР та Гвінейською Республікою були проведені детальні геолого-геофізичні дослідження на шельфі і континентальному схилі Республіки Гвінея. Для вивчення просторової неоднорідності літосфери зони переходу океан — континент у Гвінейському секторі Атлантичного океану було здійснено чотири спеціалізовані експедиції (1984—1990). За спільним проектом «Мінеральні ресурси Гвінеї» було дано оцінку перспективності шельфу та Гвінейського плато на найважливіші види мінеральної сировини. За результатами цих робіт вперше для регіону Західної Африки було створено Геолого-геофізичний атлас економічної зони Республіки Гвінея у масштабах

1 : 500 000 та 1 : 1 000 000 (68 карт), який став геологічною основою для подальших пошукових досліджень [21, 23].

Співробітниками інституту були розроблені нові методики комплексної інтерпретації результатів морських геофізичних спостережень, а також побудовані моделі глибинної будови тектонічних структур Світового океану. За результатами досліджень було надруковано кілька монографій, понад 70 публікацій, успішно захищено п'ять кандидатських і одна докторська дисертація (О.М. Русяков).

У 1982—1983 рр., завдяки ініціативі адмірала Л.І. Мітіна і тоді доктора геол.-мін. наук П.Ф. Гожика, співробітниками Інституту геологічних наук (ІГН) АН УРСР було здійснено навколосвітнє плавання на ДС «Фаддей Беллінсгаузен» та «Адмірал Владимирский» у складі антарктичної експедиції Гідрографічної служби Чорноморського Флоту. Під час рейсу проводилися океанографічні, гідрографічні і геологічні дослідження за маршрутом першовідкривачів Антарктиди. Вивчалася геологія і тектоніка осадових товщ різних типів на внутрішньому і зовнішньому шельфі та материковому схилі Антарктиди, де були відкриті невідомі раніше океанічні структури. Також під час робіт у Тихоокеанському секторі Південного океану в приантарктичних западинах були виявлені нові поля залізо марганцевих конкрецій. Керівником загону геології цієї експедиції був П.Ф. Гожик.

Талановитий морський геолог, П.Ф. Гожик брав участь у багатьох морських експедиціях у Червоне, Чорне, Азовське моря, Атлантичний, Індійський, Південний океани. Отримані під час навколосвітньої експедиції результати досліджень, стали основою монографії «Геологія и металлогения Южного океана» (1993). Вони показали важливість і необхідність продовження геолого-геофізичних досліджень Антарктиди і тектонічних структур Південного океану.

І саме П.Ф. Гожик, видатний учений, енергійна, світла і принципова людина, в подальшому багато зробив для того, щоб Україна стала «антарктичною державою», адже він приймав активну участь у створенні державних структур для досліджень в Антарктиці, в організації та науковому керівництві першими українськими антарктичними експедиціями.

Становлення України як самостійної антарктичної держави почалося у 1991 р., після здобуття її незалежності. У вересні 1992 р. Україна приєдналася до Договору про Антарктику, а через рік на базі Національної академії наук було засновано Центр антарктичних досліджень (далі ЦАД), який очолював певний час директор Інституту геологічних наук НАН України, член-кореспондент НАН України П.Ф. Гожик.

Нагадаємо, що «враховуючи перспективність наукових досліджень в Антарктиці», Кабінет Міністрів України постановив [18], зокрема:

- покласти на Національне агентство морських досліджень і технологій при Кабінеті Міністрів України функції координації та забезпечення наукових досліджень в Антарктиці;

- Національному агентству морських досліджень і технологій разом із зацікавленими міністерствами і відомствами розробити і подати Кабінетові Міністрів України проєкт Державної програми досліджень України в Антарктиці з визначенням замовників, обсягів і джерел фінансування цих робіт;

- прийняти пропозицію Національної академії наук України, погоджену з Національним агентством морських досліджень і технологій, Міністерством економіки та Міністерством фінансів, про передачу ЦАД до сфери управління

Національного агентства морських досліджень і технологій при Кабінеті Міністрів України;

- доручити Національному агентству морських досліджень і технологій при Кабінеті Міністрів України за погодженням з Міністерством закордонних справ України представляти в міжнародних організаціях інтереси Уряду України у сфері наукових досліджень в Антарктиці.

Керуючись рішенням Уряду України, Національне агентство морських досліджень і технологій при Кабінеті Міністрів України, в максимально стислі терміни прийняло Центр антарктичних досліджень до сфери свого управління (в подальшому ЦАД реорганізовано в Державне науково-виробниче підприємство «Український антарктичний центр»), а також розробило та подало на розгляд Кабінетові Міністрів України проекти:

- Тимчасового положення про оплату праці учасників української антарктичної експедиції;

- Державної програми досліджень України в Антарктиці (не ототожнювати з планом-програмою досліджень Першої української антарктичної експедиції) із визначенням замовників, обсягів і джерел фінансування цих робіт [6].

Водночас було створено міжвідомчий Антарктичний комітет під керівництвом директора Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України академіка НАН України В.І. Старостенка. У співпраці з цим комітетом Національне агентство морських досліджень і технологій для розробки проекту Державної програми досліджень України в Антарктиці сформувало міжвідомчий науковий колектив, до складу якого увійшли відомі українські вчені й висококваліфіковані фахівці з різних галузей, а її науковим керівником став П.Ф. Гожик. «Безпосереднє керівництво розробкою проекту Державної програми досліджень України в Антарктиці здійснювали генеральний директор Національного агентства морських досліджень і технологій при Кабінеті Міністрів України контр-адмірал, професор О.А. Щипцов та заступник генерального директора Національного агентства О.Г. Стажилов.» [6].

У липні 1996 р. перша Державна програма досліджень України в Антарктиці була затверджена рішенням Кабінету Міністрів України [17]. Також зазначена Державна програма була включена до структури Національної програми досліджень і використання ресурсів Азово-Чорноморського басейну, інших районів Світового океану на період до 2000 р.

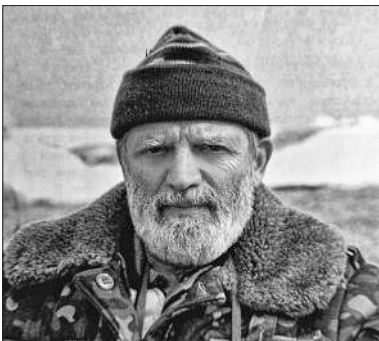
Державна програма досліджень України в Антарктиці дала змогу Україні, як члену міжнародного антарктичного співтовариства, проводити самостійні роботи в антарктичному регіоні і реалізовувати власну комплексну програму дослідження з різних галузей природознавства — геології, геофізики, океанології, гідрології, гідрохімії, гляціології, метеорології, фізики атмосфери, біології та ін.

«Державна програма України в Антарктиці, масштабна за задумом і реалізацією, визначала середньострокову стратегію та перспективи розвитку досліджень українських науковців в Антарктиці, а також пріоритетні напрями наукових досліджень учених-океанологів, які вже працювали на станції «Академік Вернадський» у складі Першої української антарктичної експедиції» [1, 6, 26].

В успішній реалізації наукових програм дослідження біоресурсів Антарктики за часів Радянського Союзу була і величезна заслуга українських науковців, які брали участь у 18 експедиціях до шостого континенту та отримали великий



Володимир Андрійович Бібік (1937—2012) — начальник Першої морської антарктичної експедиції



Віктор Павлович Усенко (1934—2021) — вчений секретар Першої морської антарктичної експедиції

фактичний матеріал для оцінки стану і особливостей еволюції антарктичної пелагіалі.

Активному початку виконання різних напрямків цієї програми сприяла передача Україні британської станції Фарадей, над якою 6 лютого 1996 р. було піднято державний прапор нашої країни, і українські вчені продовжили багаторічні неперервні дослідження Великобританії з метеорології, земного магнетизму і стану озонового шару.

«Отримання Україною британської антарктичної станції «Фарадей» стало значущою геополітичною віхою в історії нашої країни. Незважаючи на численні труднощі і проблеми на цьому шляху, поставлене завдання було успішно виконано, що стало можливим завдяки наполегливим зусиллям і ефективним діям багатьох учасників тих подій» [6]. У цій публікації подано детальний опис тих важливих, і часом драматичних, подій, пов'язаних з цією важливою подією, а також наводиться перелік багатьох державних установ і організацій, сумісні зусилля яких дали можливість Україні приєднатися до міжнародного співтовариства «антарктичних держав».

Спостереження українських полярників на станції «Академік Вернадський» (рис. 1) стали важливою частиною виконання Державної програми з розробки комплексних моделей динаміки та еволюції кліматичних змін і природного середовища в цьому регіоні. Геофізичні дослідження на станції дозволили продовжити системне вивчення просторово-часової структури

геомагнітного поля на магнітній обсерваторії «Аргентинські острови» та створити систему безперервного геомагнітного моніторингу із включенням отриманих результатів в Міжнародну базу даних *Intermagnet*.

Важливою частиною державної програми було виконання комплексних наукових досліджень в Антарктиці під час морських антарктичних експедицій з метою вивчення стану пелагічної екосистеми та факторів впливу на динаміку її змін, виявлення закономірностей формування сприятливих біолого-океанографічних та промислових перспектив морських біоресурсів регіону.

Начальником Першої морської антарктичної експедиції був призначений Володимир Андрійович Бібік — морський біолог, завідувач лабораторії Азово-Чорноморського науково-дослідного інституту морського рибного господарства та океанографії. З метою досліджень особливостей формування і розподілу біоресурсів він приймав участь у більш, ніж тридцяти рейсах до Південного океану і Антарктики.

В.А. Бібік (1937—2012) значну частину свого життя провів в Антарктиці, яка була сенсом всього життя цієї прекрасної людини і фахівця.



Рис. 1. Українська антарктична станція «Академік Вернадський»

Заступниками начальника Першої морської антарктичної експедиції були Ю.Б. Оскрет і М.М. Колодко, а вченим секретарем (рис. 2) було призначено В.П. Усенка — відомого українського морського геолога, провідного наукового співробітника ІГН НАН України, учасника багатьох морських експедицій з досліджень морів і Світового океану, глибоко інтелігентну і порядну людину.

Головною метою наукових досліджень експедиції було вивчення стану природних екосистем окремих районів Антарктики, перспективних для промислового освоєння біоресурсів. Також метою морських геолого-геофізичних досліджень експедиції було отримання нових даних для вивчення речовинного складу осадових товщ, еволюції осадоутворення, глибинної тектоніки, геодинамічних процесів формування структур літосфери і виявлення закономірностей розміщення мінеральних ресурсів в регіоні.

Геофізичні роботи доповнювали біологічні та гідрофізичні дослідження, оскільки мали супутній характер і проводилися під час руху судна на довгих маршрутних перегонах та на переходах між станціями, що дозволило використати весь час проведення рейсу для наукових досліджень.

Програма робіт заgonу геофізики в Першій морській антарктичній експедиції (60 рейс НДС «Ернст Кренкель», 18.01.1997—16.05.1997), була складена відповідно до розділів «Державної програми досліджень України в Антарктиці» і Національної програми досліджень Світового океану, і передбачала вирішення таких завдань:

- проведення вимірів гравітаційного і магнітного полів для одержання нових даних про потенційні поля різноманітних тектонічних структур дна (котловини, хребти, підняття) Середземного та Чорного морів, Атлантичного і Південного океанів;
- геофізичні роботи в малодосліджених районах Антарктики і Південного океану в межах моря Скоша (хребти Південний та Західний Скоша, западини Она, Яган та ін.), Південно-Шетландського жолоба та поблизу антарктичної станції «Академік Вернадський» для отримання нових даних про неоднорідності земної кори і створення моделей глибинної будови континентальних окраїн Південного океану.

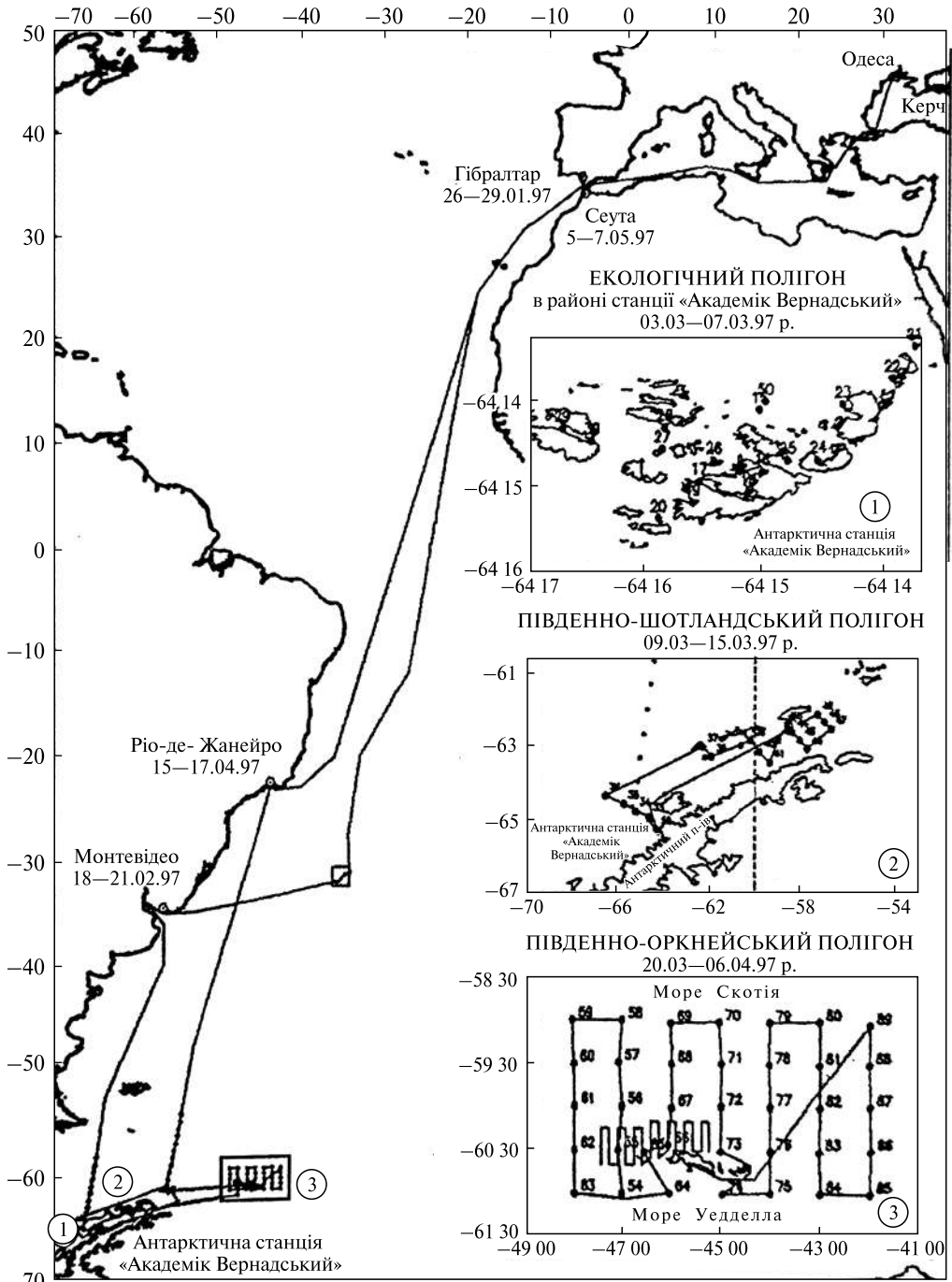
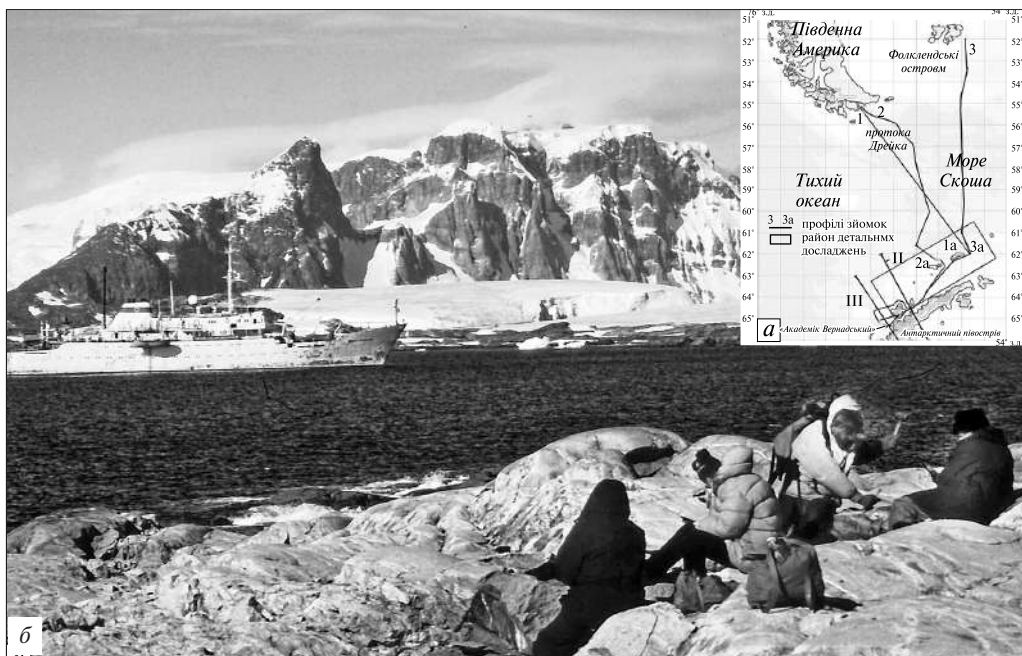


Рис. 2. Маршрут НДС «Ернст Кренкель» у Першій морській антарктичній експедиції

Всі експедиційні дослідження виконувалися на науково-дослідному судні криголамного типу НДС «Ернст Кренкель», яке було побудовано у Польщі 1968 р. і належало Українському науковому центру екології моря (УкрНЦЕМ, м. Одеса). Протягом багатьох років це судно приймало участь у виконанні національних і міжнародних програм досліджень Світового океану.



**Рис. 3.** Генералізована схема профілів геофізичних зйомок і ділянок детальних досліджень антарктичних експедицій в Західній Антарктиці (1997 — 2018 рр.): II і III — положення модельних профілів (а); б — НДС «Ернст Кренкель» і група геологів-учасників Першої морської експедиції (С. Ольштинський, В. Резнік, В. Вернігоров, Г. Орловський) біля української антарктичної станції «Академік Вернадський» на острові Галіндез (березень 1997 р.)

Всього на борту судна (капітан О.Є. Суворов), під час цього антарктичного рейсу, було 110 осіб, з яких — 49 членів екіпажу, 49 науковців і 12 зимівників. На той час, після майже повного знищення наукового флоту України, це було єдине судно, яке за сукупністю техніко-економічних даних найбільше підходило для виконання наукових завдань у віддаленому районі Антарктики (рис. 3).

До складу загону геофізики входили: В.Д. Соловійов, І.М. Корчагін, Ю.В. Козленко, С.Ф. Михайлюк, В.В. Кремінь, а також полярники: С.І. Шепель та Є.В. Гур'янов.

Роботи загону геофізики виконувалися у співпраці з науковцями загону геології (С.П. Ольштинський, Г.М. Орловський, В.П. Резнік, І.М. Скопиченко, В.П. Вернігоров, О.О. Свєртілов) і загону рельєфу дна й альтиметрії (Р.Х. Греку, Г.О. Острецов, Д.Р. Греку, Д.В. Вернігоров, А.І. Ломейко).

У результаті проведених досліджень були складені каталоги гравітаційного і магнітного полів для всіх галсів зйомки, сформовані файли для візуалізації і обробки матеріалів гравімагнітних та альтиметричних спостережень, побудовані графіки всіх геофізичних галсів з використанням схеми формального автоматизованого підбору для виявлених аномалій в регіоні. Це дозволило отримати дані про розподіл збуджуючих джерел аномалій і побудувати моделі глибинної будови земної кори структур континентальних окраїн Антарктичного півострова і Південно-Оркнейських островів. Були розроблені алгоритм і програма (GEOID-MOD) автоматизованого підбору параметрів аномальних джерел за аномаліями геоїду, які визначалися за даними супутникових альтиметричних вимірювань. Ці розробки дали можливість оперативної обробки матеріалів зйомок, побудувати



графіки розподілу аномалій уздовж галсів, створити геофізичні карти для окремих полігонів, детально зіставити гравіметричні і альтиметричні дані вздовж супутникових трас [5].

Геолого-геофізичні дослідження були продовжені під час проведення Другої комплексної морської експедиції (61 рейс НДС «Ернст Кренкель», 27.01.—31.05.1998). До складу загону геофізики входили: Ю.В. Козленко, І.М. Корчагін, В.Г. Бахмутов, В.В. Чернишов, І.Ф. Доценко.

Програма геофізичних досліджень цієї експедиції включала: 1) виконання гравітаційної та магнітометричної зйомки вздовж маршруту судна з метою отримання даних про щільнісні та магнітні параметри та особливості будови структур океанічного дна, а також закономірності розподілу геофізичних аномалій і тектонічного районування океанічних структур різного типу, перспективних для пошуків корисних копалин; 2) заснування наземних пунктів магнітних спостережень та проведення вимірів магнітного поля в районі станції «Академік Вернадський»; 3) відбір зразків гірських порід в районі архіпелагу Аргентинських островів та прилеглих територій Антарктиди для геохронологічних, палеомагнітних, петрофізичних та мінералогічних аналізів і вимірювання елементів тріщинуватості з метою отримання фактичного матеріалу для проведення палеотектонічних реконструкцій західної частини Антарктичного сектору, визначення часу та джерел формування основних породоутворюючих комплексів; 4) розробку та удосконалення програмно-алгоритмічного та методичного забезпечення процесу обробки та інтерпретації гравіметричних та магнітометричних даних.

Геофізичні дослідження в Антарктиці були продовжені загоном геофізики (Ю.В. Козленко, В.Г. Бахмутов, В.В. Чернишов,) під час проведення сезонних робіт V Української антарктичної експедиції (січень-травень 2000 р.) на судні «Горизонт» (рис. 4). Під час виконання робіт в цій експедиції на основі узагальнення матеріалів спостережень, виконаних у попередніх рейсах НДС «Ернст Кренкель», були уточнені дані про час і масштабність процесів формування сучасної рифтової структури в межах протоки Брансфілд [2, 5, 9]. У процесі тестування розробленого програмного забезпечення автоматизованого підбору на отриманих матеріалах зйомок були розроблені методичні прийоми та принципи моделювання за геофізичними даними як окремих збудовуючих об'єктів, так і складних геологічних розрізів.

Експериментальні геофізичні сезонні роботи того року з глибинного електромагнітного зондування земної кори та мантії західної частини Антарктичного півострова (станція «Академік Вернадський») методами МТЗ та МВЗ у рамках проекту «Дослідження тонкої структури геомагнітного поля Південної півкулі» дали можливість вперше отримати матеріали про електричні параметри, глибину будову літосфери та розподіл геофізичних характеристик літосфери і верхньої мантії порід Антарктичного півострова.

У результаті проведених робіт були одержані нові дані про розподіл геофізичних полів в межах тектонічних структур різного типу Атлантичного та Південного океанів, структуру верхньої частини земної кори, визначені параметри осадової товщі району, перспективного з точки зору пошуку вуглеводнів.

Подальшою метою проведення геолого-геофізичних антарктичних досліджень за програмою «Комплексні дослідження глибинної будови та складу основних породоутворюючих комплексів земної кори тектонічних структур



Рис. 4. НДС «Горизонт» біля української антарктичної станції «Академік Вернадський», 2002 р.

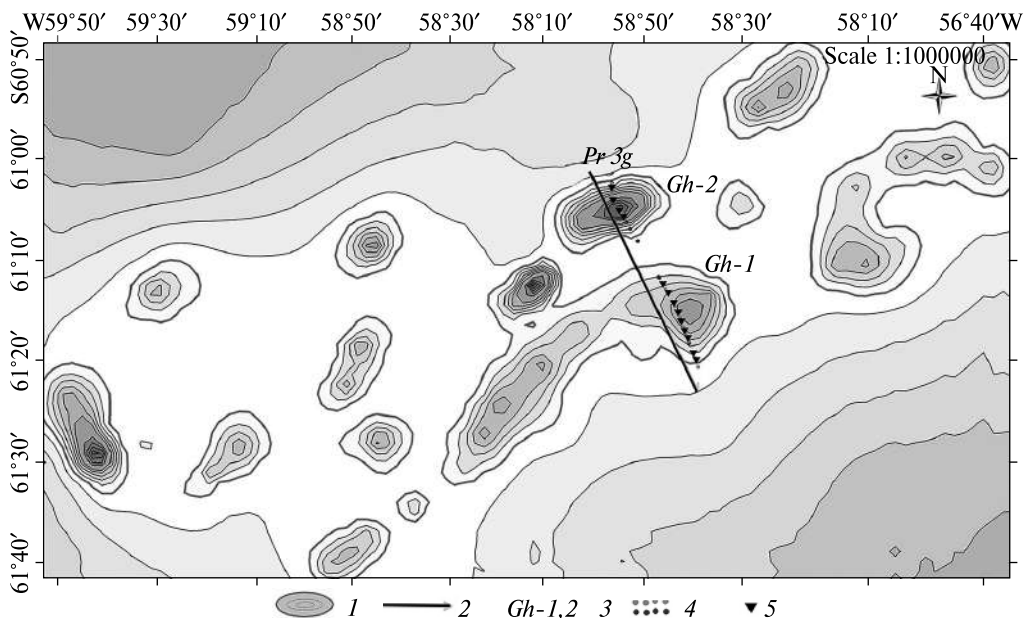
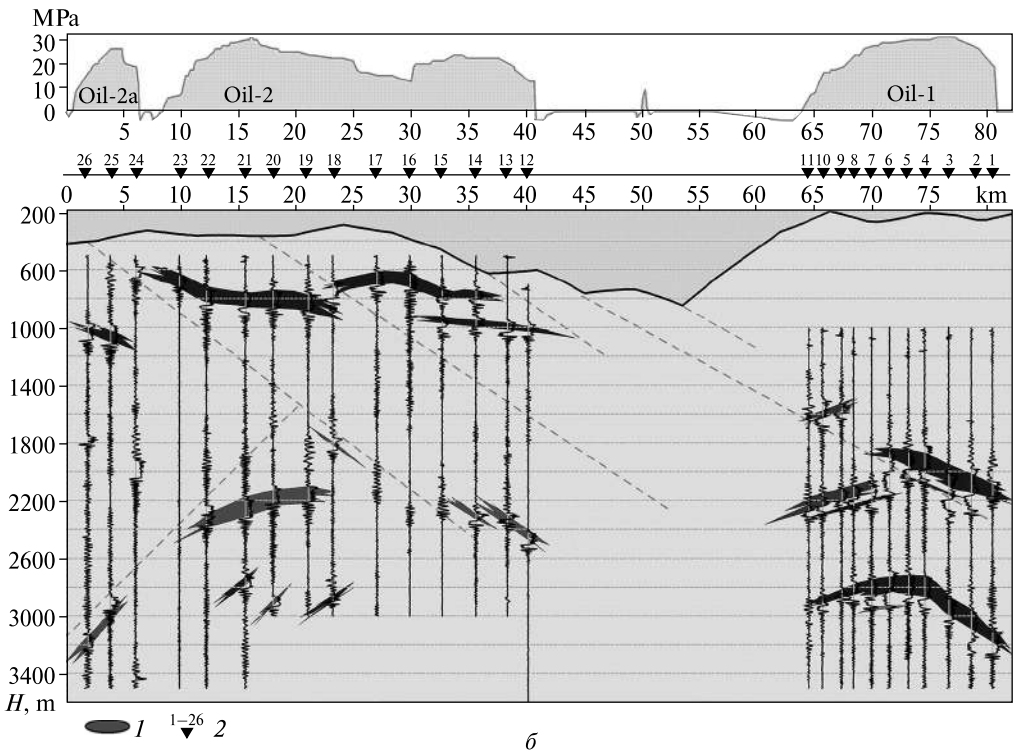
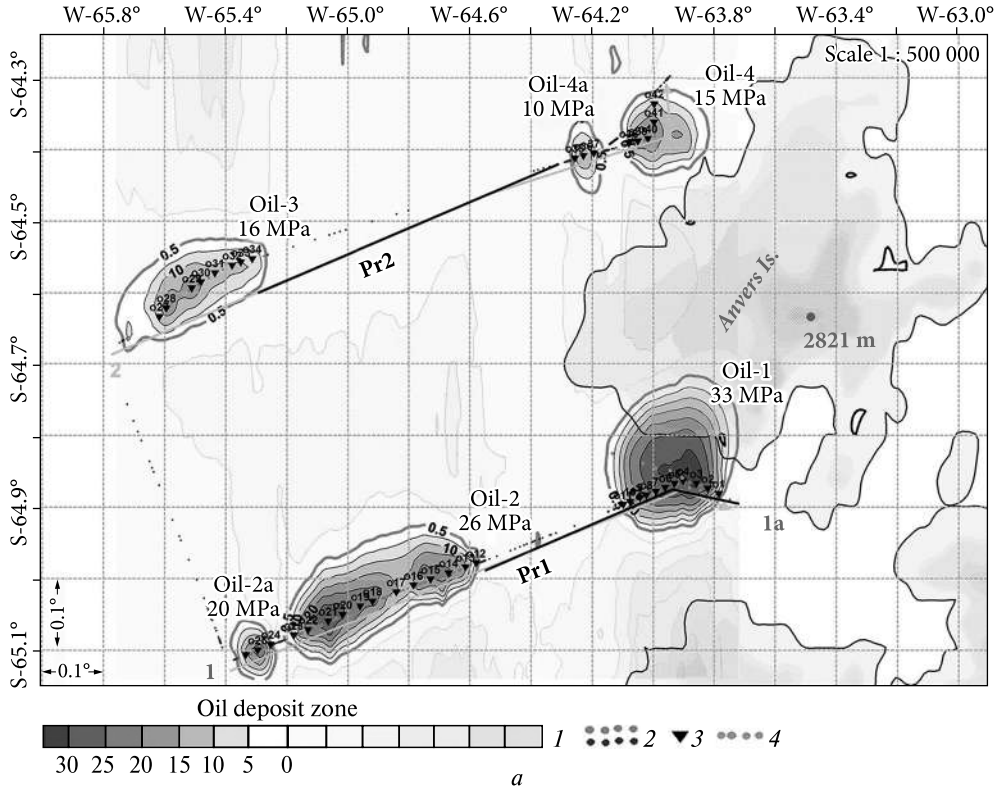


Рис. 5. Карта геоелектричних аномальних зон типу «поклад газогідратів» на материковому схилі поблизу Південних Шетландських островів (за результатами обробки та дешифрування даних ДЗЗ): 1 — аномальні зони типу «поклад газогідратів»; 2 — профіль зондування ВЕРЗ; 3 — аномальні зони типу «поклад газогідратів», зареєстровані морською геоелектричною зйомкою; 4 — точки зйомки методом СКІП (становлення коротко-імпульсного поля); 5 — пункти ВЕРЗ



Західної Антарктики» стало вивчення закономірностей просторово-часового розподілу геофізичних аномалій, тектонічне районування і побудова моделей глибинної будови літосфери, визначення найважливіших етапів еволюції і динаміки розвитку основних тектонічних елементів пасивної окраїни Західної Антарктики. Цей напрямок досліджень було продовжено в сезонних антарктичних експедиціях 2004—2006 рр. (9 та 11 Українські антарктичні експедиції), що дозволило: 1) отримати експериментальні дані про глибинну будову структур Західної Антарктики за допомогою методу ВЕРЗ — вертикального електро-резонансного зондування (С.П. Левашов, Ю.М. Піщаний); 2) побудувати геодинамічні моделі формування та еволюції земної кори і верхньої мантії окремих блоків та сегментів плит Західної Антарктики; 3) провести науково-пошукові дослідження зон шельфу з метою оцінки мінеральних, зокрема вуглеводневих, ресурсів регіону.

Під час сезонних робіт 9 Української антарктичної експедиції за даними зондувань були побудовані геоелектричні розрізи через протоку Дрейка (довжиною близько тисячі кілометрів) і протоку Брансфілд, на яких були виділені розділ Мохо і перехідний шар між земною корою і верхньою мантією змінної потужності. Крім того, спостерігалася чітка кореляція підйомів мантії (розділу Мохо) із зонами розташування серії підводних вулканів у протоці Брансфілд [2, 19, 20]. Це може свідчити про те, що центральна частина протоки Брансфілд на сучасному стані геодинамічної еволюції є структурою регіонального розтягнення, де формуються системи глибинних порушень, пов'язаних із новітніми тектонічними процесами і широким розвитком кайнозойського вулканізму [20, 31].

Було також проведено картування потужності снігового покриву льодовика Уїгінс на Антарктичному півострові для двох профілів довжиною 5500 м і 500 м, складено першу детальну схему підлідного рельєфу та отримані дані про потужність льодовикових куполів на о. Галіндез. Застосування методу вертикального електрорезонансного зондування дозволило у значно коротші терміни, у порівнянні із радіолокаційним методом, провести вимірювання потужності льодовиків при незначних розбіжностях у результатах зйомок [14].

За час проведення морської частини 11 Української антарктичної експедиції (2006 р.) було виконано понад 150 кондиційних зондувань і виконані заміри вздовж 4540 км профілів переважно по ходу руху судна. В результаті інтерпретації були побудовані глибинні шарувато-блокові геометричні моделі будови земної кори основних тектонічних структур регіону і вперше в Антарктичному регіоні було виявлено геоелектричну аномалію типу «поклад вуглеводнів» [2, 10, 13].

Результати геолого-геофізичних робіт в Антарктиці стали значним внеском у виконання програми Міжнародного полярного року 2007/2008 рр. Морські гео-

- ◀ **Рис. 6.** Карта геоелектричних аномальних зон типу «поклад нафти». *a* — на шельфі Антарктичного півострова в районі української антарктичної станції «Академік Вернадський» (2012 р.): 1 — шкала значень максимального пластового тиску в колекторах; 2 — точки зйомки методом СКІП (позитивні та негативні значення); 3 — пункти ВЕРЗ; 4 — позитивні значення зйомки методом СКІП за результатами сезонних робіт 2006 р.; вгорі — вертикальний розріз геоелектричних аномальних зон типу «поклад нафти» (Oil-1, Oil-2) вздовж профілю 1 (A, Pr1) в районі української антарктичної станції «Академік Вернадський» *a* — графік значень максимального пластового тиску в колекторах; внизу — вертикальний геоелектричний розріз; 1 — зони аномально поляризованих пластів типу «поклад нафти»; 2 — пункти ВЕРЗ

фізичні дослідження в Антарктиці були продовжені під час проведення сезонних робіт 2012, 2018 рр.

Нижче наведено деякі приклади інтерпретації отриманих даних, пов'язаних з оцінкою перспективності окремих ділянок антарктичних окраїн на різні види корисних копалин і побудовою моделей глибинної будови регіону.

**Виявлення можливих скупчень вуглеводнів в структурах континентальних окраїн Західної Антарктики.** Нові дані про вуглеводневий потенціал структур материкової окраїни Антарктичного півострова були отримані під час сезонних (2012) геофізичних робіт 17 Української антарктичної експедиції (С.П. Левашов, М.А. Якимчук, В.Д. Соловійов, Ю.М. Піщаний, В.Г. Бахмутов).

Під час проведення цих досліджень морські геоелектричні методи застосовувалися в комплексі з технологією обробки і дешифрування супутникових даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), що дозволило провести «прямі» пошуки вуглеводнів у структурах материкової окраїни Антарктичного півострова — регіоні, де існує система порушень і підльодовикова дренажна мережа, якими здійснюється надходження глибинних флюїдів в придонну частину осадової товщі антарктичного шельфу.

Скупчення газогідратів були раніше виявлені в чотирьох районах антарктичних окраїн (море Росса, море Дюрвіля, море Уедделла, протока Дрейка) [2, 10, 13, 29]. Найбільші з них розташовані в протоці Дрейка. На континентальній окраїні поблизу Південно-Шетландських островів під час проведення експедиції виділено кілька нових аномальних зон типу «поклад газогідратів» (рис. 5), у тому числі і на площах, де сейсмічні роботи не проводилися, що може свідчити про існування додаткових скупчень на цій ділянці континентального схилу.

Основна частина виявлених ВЕРЗ аномалій просторово збігається з положенням BSR-зон, визначених раніше за сейсмічними даними [13]. Газогідрати розташовуються на глибині від 400 м до 900 м нижче рівня дна.

В районі української антарктичної станції «Академік Вернадський» (західніше о. Анверс) також були виявлені аномалії типу «поклад нафти» (рис. 6) загальною площею близько 900 км<sup>2</sup>.

Проведені дослідження підтвердили наявність загальних сприятливих передумов формування покладів вуглеводнів у даному секторі материкової окраїни Антарктичного півострова.

За результатами геофізичних досліджень на судні «Море Співдружності» (2018) у Південній Атлантиці та в районі Антарктичного півострова [27] також зафіксовано значну кількість аномальних зон, перспективних на виявлення родовищ нафти, газу та інших корисних копалин.

Побудований розріз земної кори (рис. 7) вздовж профілю від Антарктичного півострова до Фолклендських островів в Атлантичному океані з розділами всередині комплексів порід континентальної та океанічної кори свідчить про складний характер розломних зон поблизу узбережжя Південної Америки та Антарктичного півострова, існування значних мантійних неоднорідностей, пов'язаних із високотемпературними зонами глибинних порід, гетерогенність структур і наявність процесів тектоно-магматичної активності та рифтогенезу в даному регіоні. Глибинний розріз фіксує масштабні процеси формування та еволюції структур дна протоки Дрейка та західної частини моря Скоша під час перетворення фрагментів первинної кори та геодинамічної еволюції структур,

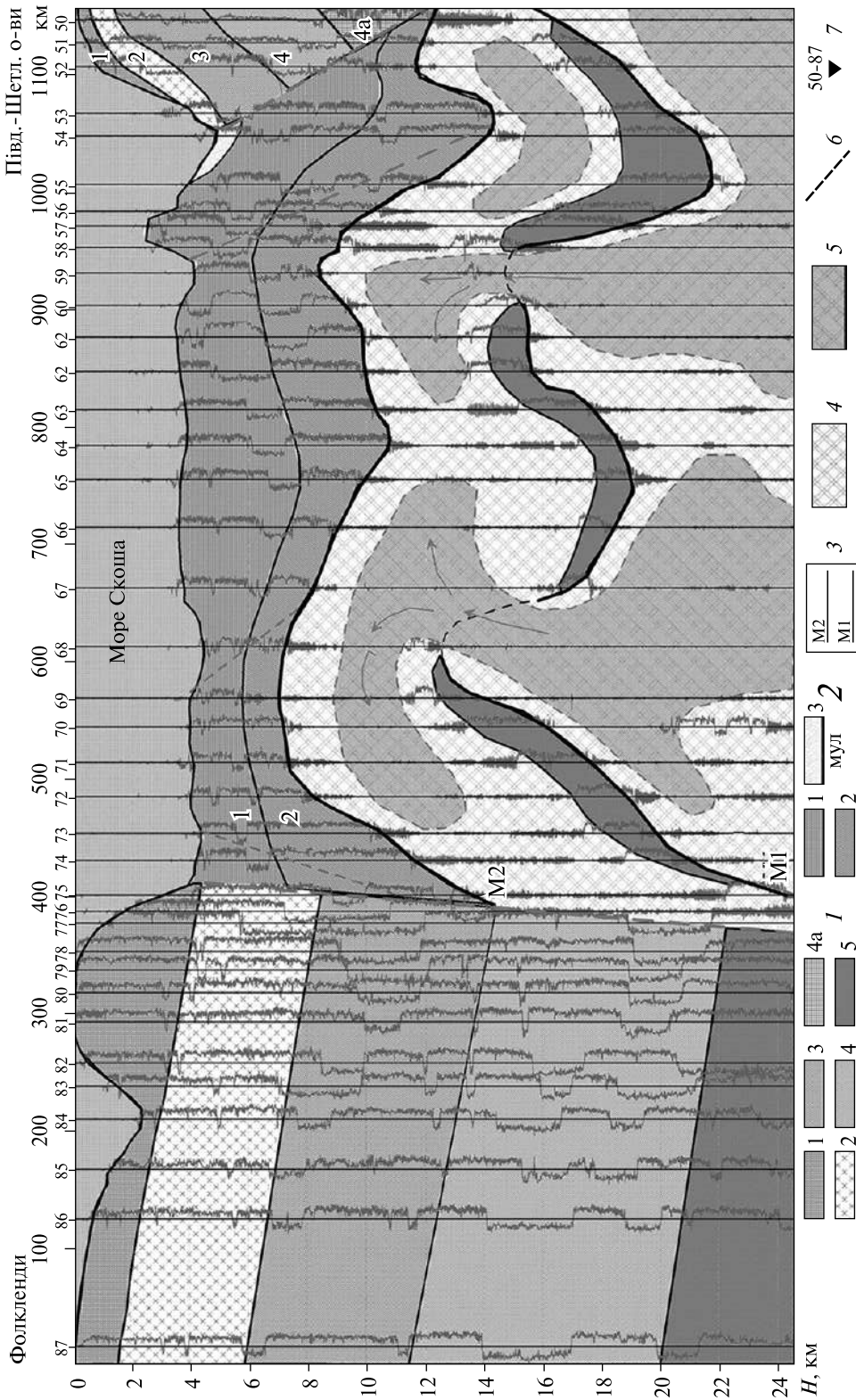


Рис. 7. Схематизований розріз земної кори вздовж профілю 3—3а (Фолкленди — Південно-Шетландські о-ви) за даними ВЕРЗ (2012 р.): 1 — комплекс порід континентальної кори; 2 — комплекси порід океанічної кори; 3 — геоелектричні граніти типу «розділ Мохо»; 4 — породи верхньої мантії; 5 — високотемпературні зони порід верхньої мантії; 6 — тектонічні порушення; 7 — пункти ВЕРЗ. Положення профіля див. на рис. 3, а

розташованих між Південною Америкою та Західною Антарктикою [2, 19, 20, 24, 25].

Гравітаційне та магнітне моделювання [2, 28, 32, 33] за профілем III—III (положення профіля див. на рис. 3, а) через Антарктичний півострів (АП) показало, що кора біля о. Анверс відноситься до континентального типу і включає два блоки, які були «спаяні» разом під час акреції в середній крейді. На сході — це потужна (~40 км) континентальна кора високої швидкості та густини, що займає внутрішній шельф АП та прилеглу частину материка, а також льодовик Ларсена. Простір між цим блоком Гондвани та океанічною корою моря Беллінсгаузена зайнятий коровим блоком імовірно акретованого террейну (в результаті субдукції в крейді), який має більш тонку (~26 км) кору меншої густини, і характеризується особливим типом аномалій сили тяжіння. Два пояси магнітних аномалій, що утворюють магматичну дугу континентальної окраїни Тихого океану належать, ймовірно, різним террейнам земної кори.

Результати моделювання показали, що гілки РМА (*Pacific Magnetic Anomaly*) відповідають ділянкам з різною потужністю земної кори. Кора східної гілки має потужність близько 35 км і дорівнює потужності кори Антарктичного півострова. У районі західної гілки РМА потужність кори значно (на 10—15 км) менша. Відрізняються і середні значення корової густини. На форму аномалій РМА суттєво впливають і численні локальні інтрузії, що розташовані у верхній частині земної кори. На окремих сегментах РМА вони утворюють додаткову поверхню намагнічених тіл, пов'язаних із процесами молодого вулканізму у структурах континентальної окраїни [28]. Імовірно гілки РМА сформувалися в ранній крейді в різних структурах, розділених зоною розлому. Західна гілка РМА розташована в межах новоствореного блоку, а східна — у межах гондванського блоку [32, 33].

## Висновки

Протягом 25 років співробітники ІГФ ім. С.І. Субботіна НАН України проводили дослідження за антарктичною тематикою, аналізуючи матеріали постійних спостережень, які виконувалися і продовжують виконуватися на станції, та нові дані, отримані під час проведення сезонних робіт на українській антарктичній станції «Академік Вернадський». В першу чергу це стосується досліджень геології і фізичних параметрів породоутворюючих комплексів методами палеомагнітного і петрофізичного аналізів, методами тектонофізичних досліджень і абсолютної геохронології [2, 3, 7, 8, 10—12, 15]. Отримані під час проведення цих сезонних антарктичних експедицій результати в значній мірі знаходяться за межами даної публікації.

На сьогодні існує великий обсяг фактичного матеріалу з глибинної будови структур регіону Західної Антарктики, запропоновані численні тектонічні схеми, що відображають багатозагні етапи розвитку Тихоокеанської континентальної окраїни [3, 4, 8, 19, 20, 24]. Найбільшою мірою прогрес в отриманні нових матеріалів стосується осадового покриву та порід верхньої частини кори, що детально вивчені за останні роки. У багатьох районах геологічна інтерпретація геофізичних матеріалів істотно ускладнена через наявність лише поодиноких даних океанічного буріння, проведеного на невеликих глибинах, та обмежені відомості про глибинну геологію протоки Дрейка і моря Скоша. Суперечності різних пог-

лядів на еволюцію та геодинаміку регіону можуть бути частково улагоджені при отриманні значного обсягу нових даних про особливості глибинної будови та просторового розподілу розділу Мохо і мантийних неоднорідностей Антарктики.

Геолого-геофізичні розробки ІГФ ім. С.І. Субботіна НАН України є важливою і невід'ємною частиною єдиної Державної цільової науково-технічної програми проведення досліджень в Антарктиці на 2011—2023 роки за напрямками: «Проведення досліджень геологічної будови та льодовикового покриву Західної Антарктики, оцінки її мінерально-ресурсного потенціалу» і «Створення еволюційної моделі формування порід західної частини Антарктичного півострова».

Особливої уваги заслуговує район розташування української антарктичної станції «Академік Вернадський», де база геолого-геофізичних даних була за останні роки в значній мірі поповнена, але потребує подальшого уточнення і оновлення. Адже Антарктичний півострів — це унікальний полігон для виявлення за геофізичними даними послідовності етапів становлення, розвитку та деструкції активних континентальних окраїн андійського типу.

Аналіз результатів палеомагнітних, петролого-геохімічних, ізотопно-геохронологічних, тектонофізичних, петрофізичних (у тому числі властивостей порід в умовах високих значень РТ параметрів) досліджень в районі станції дозволив визначити час та джерела формування основних породоутворюючих комплексів Західної Антарктики, з'ясувати важливі локальні і регіональні особливості етапів формування та еволюції структур континентальної окраїни Західної Антарктики. За результатами геофізичних досліджень в Антарктиці було надруковано кілька монографій і велику кількість статей, в тому числі в авторитетних зарубіжних виданнях [2, 4, 5, 7, 12, 24, 25, 29, 30, 32, 33].

За цикл робіт «Структура і динаміка геофізичних полів як відображення еволюції та взаємодії геосфер в Антарктиці» авторський колектив, до складу якого входили представники різних установ НАН України, у 2015 р. було удостоєно Державної премії України в галузі науки і техніки [2].

Поява в Україні НДС «Ноосфера» відкриває нові можливості (в умовах мирного життя) для майбутнього проведення морських експедицій в пріоритетних для країни регіонах Світового океану, серед яких комплексні дослідження по вивченню глибинної геологічної будови структур дна Антарктики і закономірностей формування скупчень корисних копалин в акваторіях, прилеглих до Антарктичного півострова, мають особливе значення.

Наш досвід проведення морських експедицій свідчить про те, що необхідною умовою їх успішного виконання є створення комплексних наукових програм досліджень Антарктики, обґрунтованих наявністю достатнього фінансового забезпечення для придбання сучасної апаратури, а також кваліфікованих спеціалістів, здатних вирішувати актуальні проблеми досліджень в цьому важливому для України регіоні і сприяти інтеграції отриманих результатів в міжнародний науковий простір.

Для створення таких програм необхідна активна міжвідомча співпраця із залученням учених і висококваліфікованих фахівців з різних галузей української і міжнародної науки.



СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Антарктика: история, современность, перспективы / Шипцов А.А., Анцелевич Г.А., Ищенко А.В., Радзивилл А.А., Ефремов В.С., Ефремов Н.В., Стажилов А.Г., Скопиченко И.М. Киев: Наук. думка, 1997. 258 с.
2. Бахмутов В.Г., Третяк К.Р., Максимчук В.Ю., Глотов В.М., Греку Р.Х., Єгорова Т.П., Залізовський А.В., Колосков О.В., Корчагин І.М., Проненко В.О. Структура і динаміка фізичних полів у Західній Антарктиці. Львів: видавництво Львівської політехніки, 2017. 338 с.
3. Бахмутов В.Г., Гладкочуб Д.П., Шпыра В.В. Возрастная позиция, геодинамическая специфика и палеомагнетизм интрузивных комплексов западного побережья Антарктического полуострова. *Геофизический журнал*. 2013. 35 (3). С. 3—30.
4. Бахмутов В.Г. Эволюция и геодинамика основных структур Западной Антарктики в мезокайнозой: современные представления. *Український антарктичний журнал*. 2006. №4—5. С. 52—63
5. Бахмутов В.Г., Козленко Ю.В., Корчагин И.Н. и др. Геофизические исследования в Украинских морских антарктических экспедициях (по материалам 60 и 61-го рейсов НИС «Эрнст Кренкель») / Ин-т геофизики НАН Украины. Киев, 2001. 323 с. (деп. в ГНТБ Украины 9.04.2001, № 70-Ук2001)
6. Гордєєв А.Ю. Роль державних органів у становленні антарктичної станції «Академік Вернадський». *Вісн. НАН України*. 2021, № 9. С. 40—53.
7. Коболєв В.П., Оровецкий Ю.П. Ротационный рифтинг в Антарктиде. *Український антарктичний журнал*. 2004, № 2. С. 73—81.
8. Козленко Ю.В., Козленко М.В. Земная кора пролива Брансфилд между Антарктическим полуостровом и островом Кинг Джордж. *Геология и полезные ископаемые мирового океана*. 2019. 15, №1. С.63—73. <https://doi.org/10.15407/gpimo2019.01.063>
9. Козленко Ю.В., Корчагин И.Н., Соловьєв В.Д., Черный А.В., Якимчук Н.А. Гравиметрические и магнитометрические исследования в 60-ом антарктическом рейсе НИСП «Эрнст Кренкель»: результаты геофизических наблюдений и программно-алгоритмические разработки / Ин-т геофизики НАН Украины. Киев, 1997. 258 с. (деп в ГНТБ Украины 8.12.97, № 592-Ук97).
10. Корчагин И.Н., Левашов С.П., Якимчук Н.А. и др. Результаты экспериментальных геоэлектрических и дистанционных исследований при поисках скоплений углеводородов в структурах континентальной окраины Западной Антарктики. *Доповіді НАН України*. 2012. № 6. С. 95—99.
11. Корчин В.А., Буртний П.А., Карнаухова Е.Е. Температурное и петрофизическое моделирование глубинных горизонтов земной коры района Антарктического полуострова. *Український антарктичний журнал*. 2014. № 13. С. 31—47.
12. Корчин В.А., Буртний П.А., Коболєв В.П. Термобарическое петрофизическое моделирование в петрофизике. Киев: Наук. думка, 2013. 312 с.
13. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. и др. О газогидратном потенциале структур дна континентальных окраин Антарктики (по данным геофизических исследований). *Доповіді НАН України*. 2015. № 4.
14. Левашов С.П., Якимчук М.А., Усенко В.П. и др. Визначення потужності льодовика острова Галіндез в районі антарктичної станції «Академік Вернадський» методом електрорезонансного зондування. *Geoінформатика*. 2004. № 2. С. 50—54.
15. Митрохин О.В., Бахмутов В.Г., Алексєєнко А.Г., Митрохіна Т.В. Петрологія габроїдів з островів Анаграм (архіпелаг Вільгельма, Західна Антарктида). *Мінералогічний журнал*. 2020. 42 (4). С. 69—83.
16. Муровская А.В., Бахмутов В.Г. Предварительные результаты полевых тектонофизических исследований в районе западного побережья Антарктического полуострова. *Український антарктичний журнал*. 2015. С. 54—65.
17. Про затвердження Державної програми дослідження України в Антарктиці: постанова Кабінету Міністрів України від 4 липня 1996 р. № 719. Верховна Рада України. Законодавство України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/719--96--n#-top>

18. Про розвиток досліджень в Антарктиці: постанова Кабінету міністрів України від 17 жовтня 1995 р. № 830. Верховна Рада України. Законодавство України. [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/830-95-n\\*Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/830-95-n*Text)
19. Соловьев В.Д., Корчагин И.Н. Аномалии магнитного поля и особенности геодинамического развития структур континентальных окраин Антарктического полуострова. *Геофизический журнал*. 2017. 39. № 3. С. 75—91.
20. Соловьев В.Д., Корчагин И.Н., Левашов С.П. и др. Строение и этапы развития структур земной коры пролива Брансфилд (Западная Антарктика) по результатам геофизических исследований. *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. 2016. № 3. С. 18—34.
21. Старостенко В.И., Козленко В.Г., Соловьев В.Д., Козленко Ю.В. Геофизические исследования. Геология и металлогения Тропической Атлантики / Отв. ред. Е. Ф. Шнюков. Киев: Наук. думка, 1989. С. 19—45.
22. Старостенко В.И., Русаков О.М. Геофизические исследования Индийского океана в 19-м рейсе НИС «Академик Вернадский». *Геофизический журнал*. 1979. 1, № 2. С. 105—108.
23. Тропическая Атлантика. Регион Гвинеи / Под общ. ред. В. Н. Еремеева. Киев: Наук. думка, 1988. 409 с.
24. Удинцев Г.Б., Куренцова Н.А., Шенке Г.В., Бахмутов В.Г., Соловьёв В.Д. Новый взгляд на отделение Южной Америки от Западной Антарктиды. *Вестник РАН*. 2012. 82, №7. С.615—623.
25. Удинцев Г.Б., Береснев А.Ф., Куренцова Н.А. и др. Пролив Дрейка и море Скоша — океанские ворота Западной Антарктики. *Строение и история развития литосферы*. Москва: Paulsen, 2010. С. 66—90.
26. Щипцов О.А. Україна — морська держава. Київ: Наук. думка, 1998. 199 с.
27. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Бахмутов В.Г., Соловьев В.Д. Геофизические исследования в Украинской морской антарктической экспедиции 2018 г.: мобильная измерительная аппаратура, инновационные прямопоисковые методы, новые результаты. *Геоінформатика*. 2019. № 1. С. 5—27.
28. Bakhmutov V.G., Korchagin I. N., Soloviev V.D., Yegorova T.P. New geophysical data about the Pacific Margin (Western Antarctica) Magnetic anomaly: sources and origin. *Антарктический журнал*. 2017. №16. С. 411—420.
29. Solovyov V. D., Bakhmutov V. G., Korchagin I. N. et al. Gas Hydrates Accumulations on the South Shetland Continental Margin: New Detection Possibilities. *Hindawi Publishing Corporation. Journal of Geol. Res.* V. 2011, Article ID 514082, 8 p. doi:10.1155/2011/514082.
30. Soloviev V., Bakhmutov V., Yakymchuk N., Korchagin I. Fluid sources and deep structure of separate active volcanoes of the West Antarctic Rift System. *New Concepts in Geoplasma Tectonics Journal*. May 2020. V. 8, No. 1, P. 77—82.
31. Soloviev V., Bakhmutov V., Yakymchuk N., Korchagin I. Deep structure and new experimental data of the Bransfield Strait volcanoes (West Antarctica). *Український антарктичний журнал*. 2021. 1. С. —15.
32. Yegorova T., Bakhmutov V. Crustal structure of the Antarctic Peninsula sector of the Gondwana margin around Anvers Island from geophysical data. *Tectonophysics*. 2013. 585. P. 77—89.
33. Yegorova T., Bakhmutov V., Janik T. et al. 2011. Joint geophysical and petrological models for the lithosphere structure of the Antarctic Peninsula continental margin. *Geophys. J. Int.* 184. С. 90—110.

Стаття надійшла 13.08.2022

*V.D. Solovyov*, Ph.D. (Geol. & Mineral.), Leading Researcher  
e-mail: solvalera@ukr.net

*V.G. Bakhmutov*, NAS Corresp. Member, Dr. Sci (Geol), Prof.,  
Chief Researcher, Chief of Department

IGP by S.I. Subbotin of the NAS of Ukraine,  
E-mail: bakhmutovvg@gmail.com

S.I. Subbotin Institute of geophysics of the NAS of Ukraine  
32 Palladin Ave, Kyiv, 03142, Ukraine

#### MARINE GEOPHYSICAL RESEARCH IN THE FIRST UKRAINIAN ANTARCTIC EXPEDITIONS: HISTORICAL OUTLINE AND SOME RESULTS

The article is devoted of the 25th anniversary of the First Ukrainian Marine Antarctic Expedition (1997). The short history of development the marine geophysical study of the deep structures of the World Ocean and Antarctica in the S. I. Subbotin Institute of Geophysics (National Academy of sciences of Ukraine) is presented. Main focus is on the results obtained during the implementation of the «State research programs in Antarctica». The main patterns of geophysical anomalies and their spatio-temporal distributions in West Antarctica were investigated. The lithosphere deep structured geophysical models well corresponds with the evolution processes of the continental margin of the West Antarctica. The built-depth sections record the large-scale processes of the formation of the Drake Passage and the western part of the Scotia Sea as a result of the primary crust fragments' transformation and the geodynamic evolution of the region located between South America and West Antarctica. Some results for the assessment of mineral resources and hydrocarbon potential of the continental margin structures of the NW area of the Antarctic Peninsula are presented.

**Keywords:** history of marine geophysical research of Ukraine in the Antarctica, lithosphere models, geodynamics, shelf, mineral resources, hydrocarbon potential.