

К.Р. ТРЕТЯК

Національний університет "Львівська політехніка"

ОПТИМІЗАЦІЯ ГЕОДИНАМІЧНОЇ МЕРЕЖІ АРГЕНТИНСЬКИХ ОСТРОВІВ, ПРИЛЕГЛИХ ДО УКРАЇНСЬКОЇ АНТАРКТИЧНОЇ СТАНЦІЇ "АКАДЕМІК ВЕРНАДСЬКИЙ"

© Третяк К.Р., 2003

В рамках сезонной 8-й Украинской Антарктической Экспедиции (8-УАЕ) в районе станции "Академик Вернадский" была создана прецизионная геодезическая сеть окружающих островов. Сеть создана с целью уточнения местоположения тектонического разлома и определения количественных и качественных параметров деформаций и движений земной коры на территории Аргентинских островов. При обработке измерений учитывались эксцентриситеты фазовых центров антенн GPS-приемников и была применена методика апостериорной оптимизации GPS-сетей.

Проведение повторных измерений даст возможность усовершенствовать современную региональную геодинамическую модель Антарктического полуострова.

A precision geodetic network was created in the region of "Vernadsky" station within of the 8th seasonal Ukrainian Antarctic Expedition (8-UAE). The network has been created with the purpose of position refinement of a tectonic break and for the definition of quantitative and qualitative parameters of deformations and motions of Earth's crust at the territory of Argentina islands. The eccentricities of the phase centers of GPS receiver aeriels were taken into account at the processing measurements. The method of aposteriori optimization GPS-of networks was applied as well. The realization of repeated measurements will permit to improve a modern regional dynamic mode of the Antarctic Peninsula.

Постановка проблеми

На сьогодні геолого-тектонічна структура Антарктиди порівняно з іншими континентами є найменше вивченою. Безперечно, основними причинами є значна віддаленість, важкодоступність і практично повне покриття потужними льодовиковими системами Антарктичного континенту. На основі комплексних геолого-тектонічних, палеомагнітних та інших геофізичних досліджень розроблено континентальну геодинамічну модель, яка постійно удосконалюється під час появи результатів нових досліджень. Останніми роками геодинамічні дослідження суттєво доповнюються результатами повторних прецизійних геодезичних вимірів. Зокрема розвивається мережа перманентних GPS-станцій (рис. 1) та створюються геодинамічні геодезичні мережі регіонального значення. Особлива увага приділяється островам Антарктичного півострова, які охоплюють у минулому тектонічно активну зону і навіть із сучасними вулканічними проявами. Крім цього відсутність на островах суцільного льодовикового покриву надає можливість закріплювати геодезичні пункти. Особливо важливе значення мають повторні геодезичні виміри, які проводяться на локальних геодинамічних мережах. За результатами комплексних геофізичних, геологічних та геодезичних досліджень з'являється можливість побудови сучасних локальних геодинамічних моделей і великомасштабного тектонічного районування територій. На комплексному підході обґрунтовується достовірність геодинамічних моделей.

Зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями

Розробка геодинамічної моделі і проведення постійного GPS-моніторингу деформаційних процесів Антарктичного півострова дозволять прогнозувати регіональну сейсмічну активність та розвиток гляціологічних процесів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, присвячених вирішенню цієї проблеми

Наукові дослідження на території Аргентинських островів (рис. 2) розпочато Бельгійськими дослідниками наприкінці XIX століття під керівництвом Андріана Герлаха. У результаті цих досліджень була складена перша геологічна карта цих територій. Подальші геолого-тектонічні дослідження проводились англійськими дослідниками. Найдосконаліше геологічне районування на картографічній основі у досліджуваних територій було виконане Британською Антарктичною службою (БАС) [7]. Детальний ретроспективний тектоно-геологічний огляд архіпелагу Аргентинські острови, основні результати особистих геологічних та палеомагнітних досліджень, а також аналізу досліджень англійських геологів проведено В.Г. Бахмутовим [1, 2]. За результатами палеомагнітних досліджень подана палеотектонічна модель реконструкції Антарктичного півострова, яка має суттєві розбіжності із загальноприйнятою концепцією тектонічного розвитку цього регіону. Це пояснюється недостатньою кількістю результатів експериментальних досліджень, методичними похибками та особливістю геологічної історії Аргентинських островів та Антарктичного півострова. Результати інструментальних тектономагнітних досліджень території Аргентинських островів висвітлені у роботі [8]. За результатами визначення часових варіацій магнітного поля припускається наявність тектонічної активності у районі островів "Три маленькі поросятка" (рис. 2). Натомість за даними геологічної карти [7] трасування тектонічного розлому збігається із фьордом протоки Пенола (рис 2), що збігається із геоморфологічною точкою зору.

З 1995 р. у межах Антарктичного півострова проводяться під егідою СКАР (Міжнародний науковий комітет з антарктичних досліджень) щорічні GPS-кампанії. Основна мета досліджень була спрямована на майбутнє сумісне опрацювання результатів вимірів локальних та перманентних станцій та визначення швидкостей і напрямку руху тектонічних блоків Антарктичного півострова [6, 3].

Невирішені частини загальної проблеми

Проведений аналіз результатів комплексних геофізичних та геолого-геоморфологічних досліджень свідчить про недостатню вивченість тектонічної будови Антарктичного півострова. Геодезичні методи, зокрема локальні GPS-мережі можуть доповнити і внести нову інформацію про сучасну геодинаміку півострова. Значною мірою це стосується територій Аргентинських островів, прилеглих до антарктичної станції "Академік Вернадський".

Постановка завдання

У зв'язку із розбіжностями між геолого-геоморфологічними та інструментальними тектономагнітометричними дослідженнями у просторовому трасуванні тектонічного розлому Аргентинських островів, прилеглих до станції "Академік Вернадський", виникла необхідність у створенні прецизійної геодезичної мережі геодинамічного призначення на цій території. Висока собівартість мережі вимагала застосування особливих методичних та технічних засобів для отримання максимальної точності визначення координат пунктів.

У межах сезонної 8-ї Української Антарктичної Експедиції (лютий – березень 2003 р.) в районі антарктичної станції "Академік Вернадський" спільними зусиллями працівників Національного університету "Львівська політехніка" (К. Третяк, В. Глозов) та ЗАТ "ЕКОММ" (Ю. Ладановський, П. Бахмач) створено прецизійну геодезичну мережу навколишніх островів. Мережа розвивалась не тільки з метою вивчення деформацій і рухів земної кори на території Антарктичного

півострова, але і створення опорної геодезичної основи для виконання топографо-геодезичних робіт на станції “Академік Вернадський”, яка знаходиться у північній частині Антарктичного півострова (південна широта $B = 65^{\circ}15'$, західна довгота $L = 64^{\circ}15'$) рис. 1.

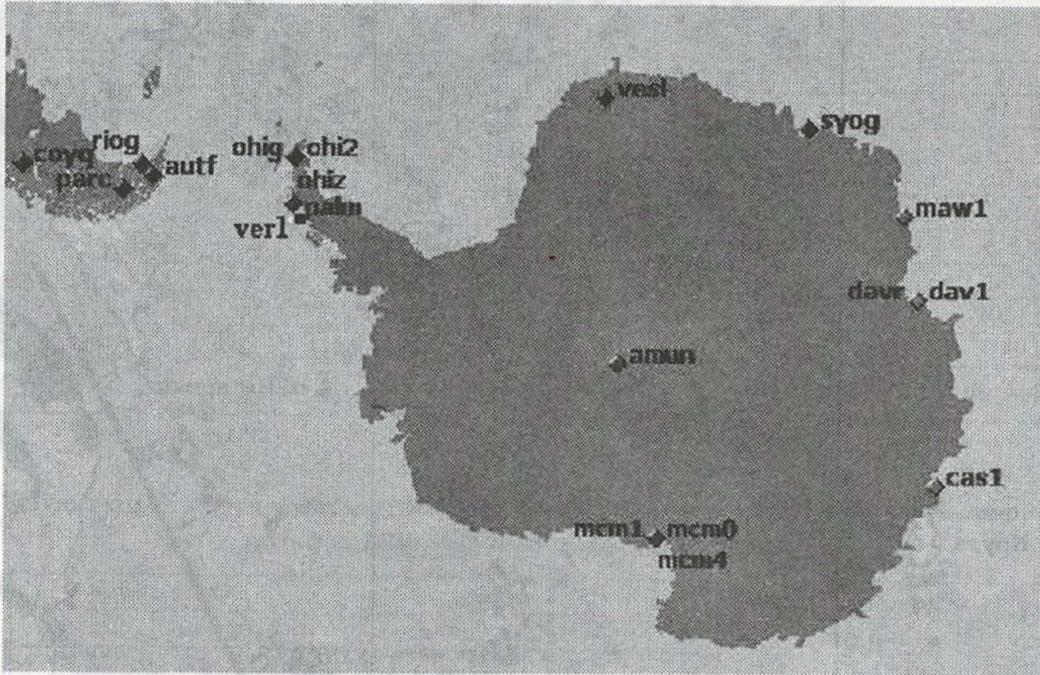


Рис. 1. Схема розташування станції “Академік Вернадський” відносно постійних GPS-станцій на території Антарктиди і Південної Америки

На території станції знаходиться геодезична марка, яка була включена у GPS-кампанію SCAR98/GAP98 і на якій уже у 2002–2003 рр. протягом літнього сезону ведуться кількотижневі постійні GPS-спостереження за допомогою двочастотних приймачів фірми Trimble Total Station 4800 та 4700. Це надає можливість включити станцію “Академік Вернадський” (VER1) у мережу постійних станцій Антарктиди і використати виконані спостереження для вивчення континентальних геодинамічних процесів. Прив'язка тимчасової постійної станції VER1 виконана до станцій AUTF, OHIG, PALM, VESL, AMUN, MCM0. Координати станції VER1 визначено в системі координат ITRF-2000.

Створена геодинамічна мережа охоплює північно-східні прилеглі у радіусі 15 км до станції острови й частину материка. Мережа опирається на вісім геодезичних пунктів (рис. 2). Центри геодезичних пунктів закладені у виходи скал. Зовнішня частина центру являє собою металевий стрижень довжиною до 40 см з насічкою для примусового центрування GPS-антени (рис. 3).

Видимість супутників на всіх пунктах забезпечена на висоті $10\text{--}15^{\circ}$ і вище. Середня довжина вимірюваних векторів становить 7–8 км, максимальна – 17 км, мінімальна – 2,5 км. Висоти пунктів у системі WGS-84 коливаються у межах 20–30 м.

Перед початком спостережень для приймачів Leica SR-399, SR-9500 і Trimble 4600LS на спеціальній жорсткій базі було одночасно визначено ексцентриситети антен фазових центрів за модифікованою методикою, представленою в [4] (рис. 4).

Ексцентриситет кожної антени визначався послідовно чотирма прийомами. Результати усіх чотирьох прийомів сумісно урівноважувались. Результати визначення лінійної $e_{\text{онт}}$ і азимутальної $\Theta_{\text{сер}}$ складових ексцентриситетів та їх похибок m_e , m_{Θ} наведені у табл. 1–3.

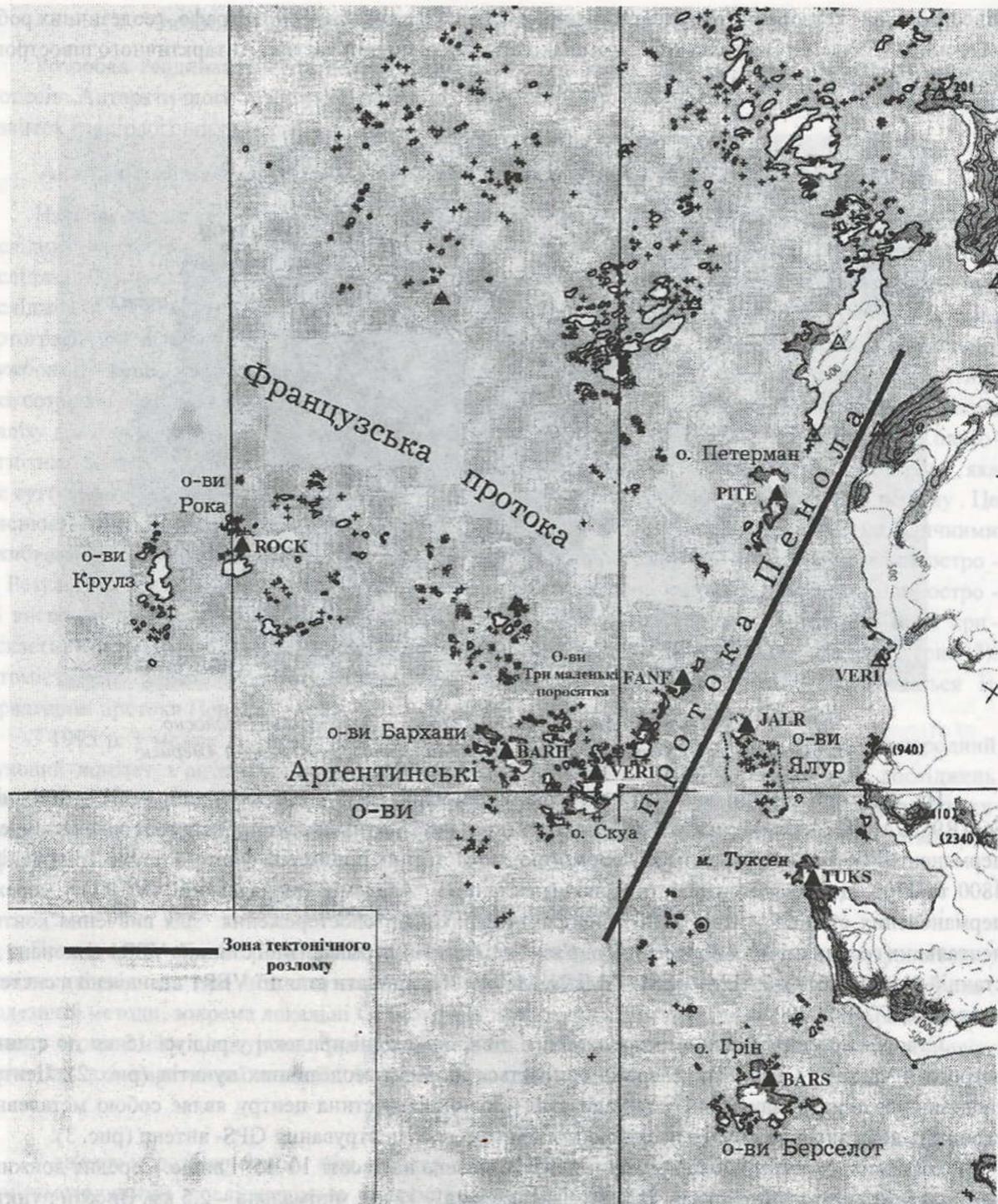


Рис. 2. Схема розташування пунктів геодинамічної мережі

Поправки у визначенні координати пунктів за ексцентриситет фазових центрів наведено у табл. 4. Величини визначених поправок є суттєве значення на точність геодезичної мережі геодинамічного призначення.

За проектом передбачалось вимірювання 87 векторів, які утворюють жорстку систему геодезичних чотирикутників та центральних систем (рис. 5) з 63 надлишковими вимірами.

Таблиця 1

Результати визначення ексцентриситету фазового центру антени GPS-приймача модифікованим методом (LEICA SR-399)

№ точок	Координати		e (мм)	$(e_i - e_{omn})^2$	α^0	A^0	Θ^0	$(\Theta_{сер} - \Theta_i)^2$
	X (мм)	Y (мм)						
1	9.9	13.0	1.65	0.73	15	35.4	20.4	83.1
2	9.8	11.4	0.89	2.60	75	106.6	31.6	414.0
3	11.9	9.0	3.97	2.16	105	131.9	26.9	245.1
4	10.4	10.4	1.92	0.34	165	130.8	-34.2	2070.6
5	7.1	9.8	2.62	0.01	195	224.8	29.8	343.9
6	5.2	13.1	4.01	2.28	255	291.1	36.1	615.5
7	6.5	12.2	2.50	0.00	285	282.6	-2.4	188.5
8	11.9	14.0	3.77	1.61	345	51.6	66.6	3057.3
0	7.8	12.0	1.20	1.71	0	286.8	-73.2	7146.0
Опт.	8.94	11.66	$e_{omn} = 2.5$ мм	$m_e = 1.2$ мм			$\Theta_{сер} = 11^0$	$m_{\Theta} = 42^0$

Таблиця 2

Результати визначення ексцентриситету фазового центру антени GPS-приймача модифікованим методом (LEICA SR-9500)

№ точок	Координати		e (мм)	$(e_i - e_{omn})^2$	α^0	A^0	Θ^0	$(\Theta_{сер} - \Theta_i)^2$
	X (мм)	Y (мм)						
1	9.7	18.1	8.19	2.28	315	25.4	70.4	1346.0
2	7.1	17.0	6.37	0.10	270	368.2	98.2	78.1
3	5.4	18.4	7.74	1.12	225	354.2	129.2	487.6
4	2.1	11.7	4.21	6.12	180	283.7	103.7	11.1
5	3.4	8.1	3.81	8.24	135	227.0	92.0	227.6
6	2.9	3.4	8.01	1.75	90	204.2	114.2	51.3
7	8.0	1.5	9.38	7.26	45	168.9	123.9	281.4
0	10.9	7.4	5.75	0.86	0	125.0	125.0	321.2
Опт	6.19	10.70	$e_{omn} = 6.7$ мм	$m_e = 2.0$ мм			$\Theta_{сер} = 107^0$	$m_{\Theta} = 20^0$

Таблиця 3

Результати визначення ексцентриситету фазового центру антени GPS-приймача модифікованим методом (TRIMBLE 4600)

№ точок	Координати		e (мм)	$(e_i - e_{omn})^2$	α^0	A^0	Θ^0	$(\Theta_{сер} - \Theta_i)^2$
	X (мм)	Y (мм)						
0	17.4	10.2	5.97	1.76	0	144.5	144.5	4305.2
1	15.9	19.0	4.40	0.06	315	26.5	71.5	55.3
2	14.4	22.6	7.55	8.45	270	3.5	93.5	212.6
3	9.1	18.2	5.77	1.26	225	303.0	78.0	0.9
4	12.6	13.4	2.13	6.30	180	218.8	38.8	1609.2
5	10.6	9.8	6.23	2.52	135	212.4	77.4	2.4
6	14.8	13.0	2.24	5.80	90	157.3	67.3	135.2
7	16.7	14.3	2.87	3.16	45	105.4	60.4	342.3
Опт	13.94	15.06	$e_{omn} = 4.7$	$m_e = 2.0$			$\Theta_{сер} = 79^0$	$m_{\Theta} = 31^0$

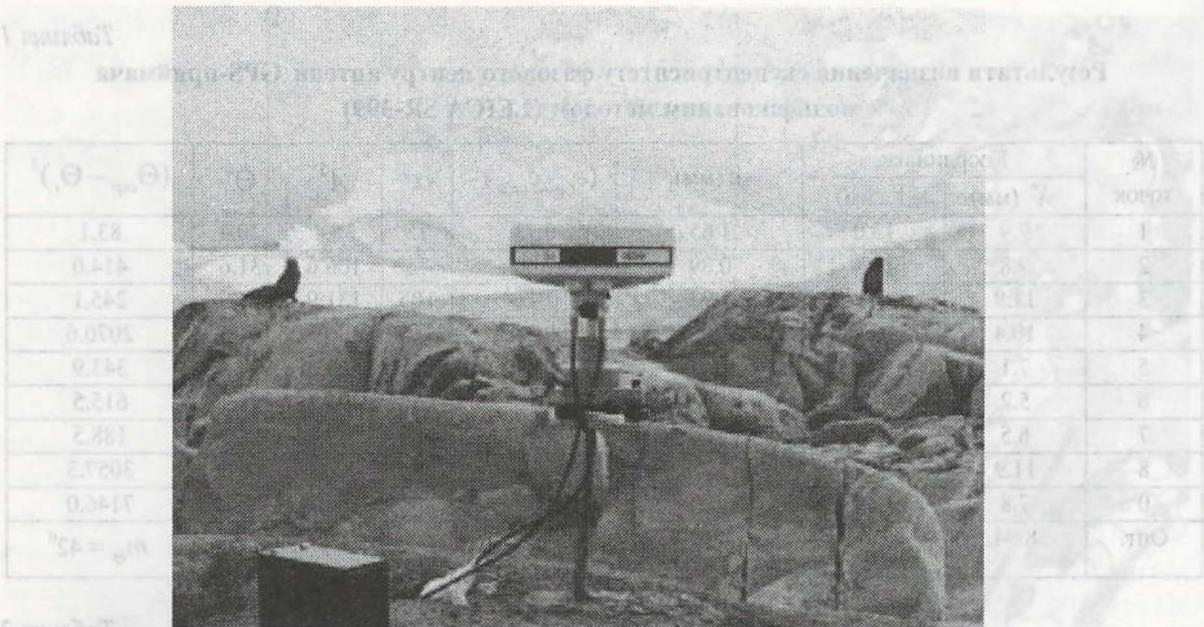


Рис. 3. Центр геодезичного пункту геодинамічної мережі із встановленою GPS-антенною

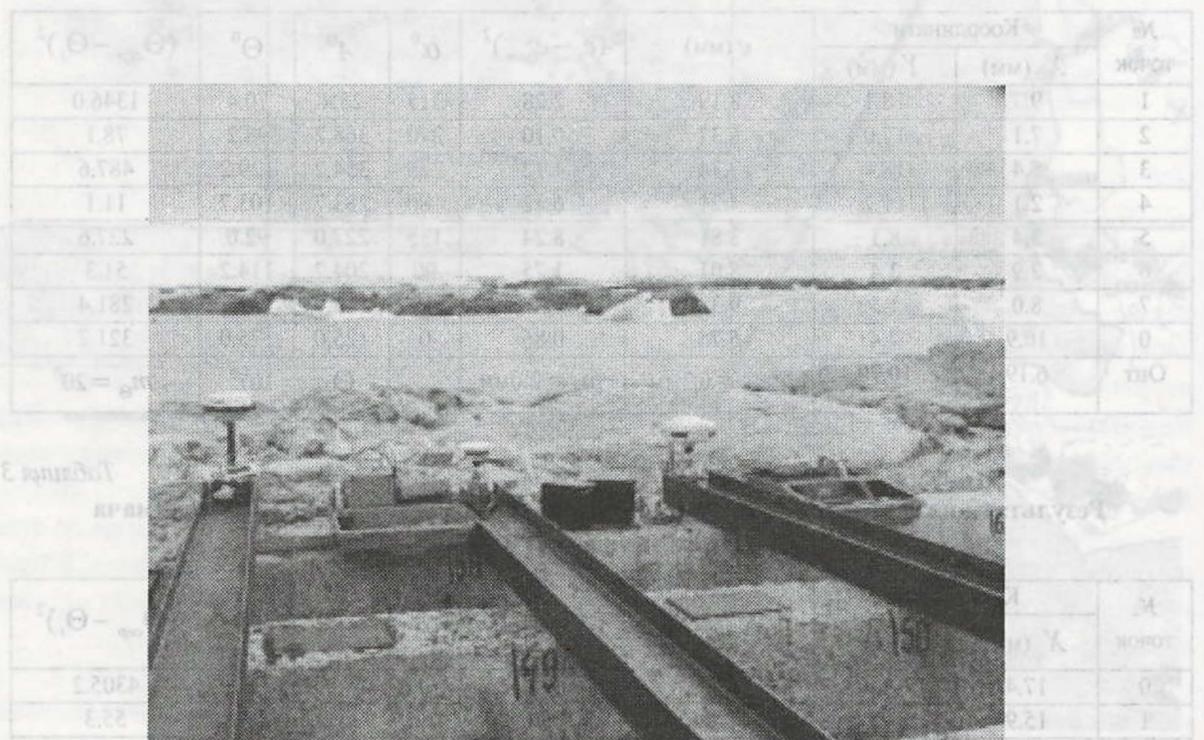


Рис. 4. Одночасне визначення ексцентриситету фазових центрів антен приймачів Trimble 4600LS

Виміри проводились з 12 по 28 лютого 2003 р. за допомогою трьох двочастотних GPS-приймачів (фірми Trimble 4800 та фірми Leica SR-399 і SR-9500) і одностотного приймача Trimble 4600LS. Приймач Trimble 4800 протягом усього часу вимірів працював на пункті VER1 у режимі тимчасової перманентної станції. Тривалість вимірювання векторів залежно від погодних умов і транспортних обмежень коливалась від 2 до 12 год.

Таблиця 4

**Поправки за ексцентриситет фазових центрів антен GPS-приймачів
(LEICA SR-399, LEICA SR-9500, TRIMBLE 4600)**

Тип антени	e (мм)	$(\Theta + \delta)^0$	Δx (мм)	Δy (мм)
(LEICA SR-399)	2.5	27	2.2	1.1
(LEICA SR-9500)	6.9	123	-3.8	5.8
(TRIMBLE 4600)	4.6	95	-0.4	4.6

δ – схилення магнітної стрілки (на станції “Академік Вернадський” $\delta = +16^0$)

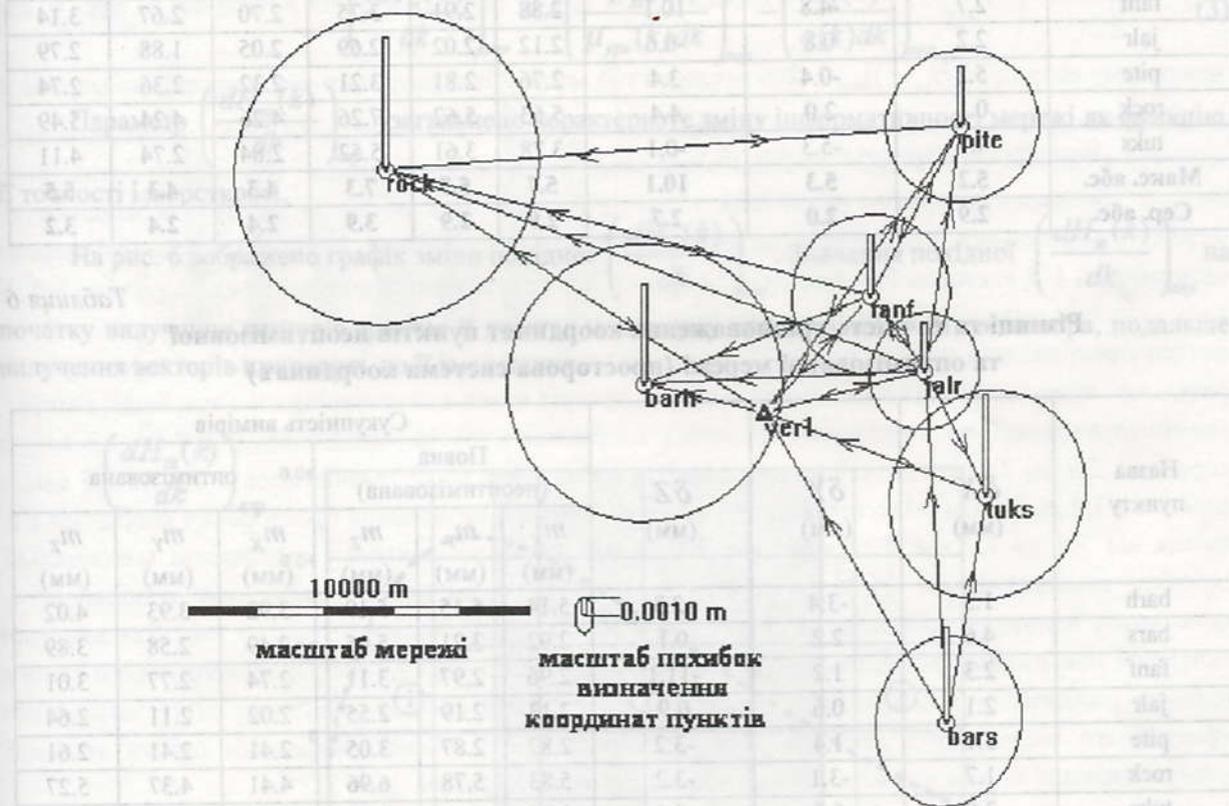


Рис. 5. Схема GPS-вимірів геодинамічної мережі та параметри горизонтальної та висотної похибок визначення координат пунктів (урівноважено всі виміряні вектори)

Кількість повторних вимірів векторів коливалась від 2 до 6 разів. Виміри проводились у денний та нічний час. Мінімальна висота супутників над горизонтом, до яких вимірювались псевдовіддалі була прийнята 10^0 . Частота вимірювання псевдовіддалей 30 с. Короткотривалі виміри у межах 2–3 год проводились при сприятливій конфігурації сузір'я супутників з параметром GDOP менше 3–4 одиниць. У зв'язку із важкою доступністю до пунктів мережі і штормовими погодними умовами заплановане за часом зняття приймачів з пунктів затримувалось. Відповідно кількість і тривалість вимірів на пунктах збільшилась порівняно із запланованою. У результаті було виміряно 135 векторів (рис. 5).

Обробка спостережень проводилась за допомогою програмного забезпечення SKI фірми LEICA. Перед урівноваженням мережі виконано прив'язку перманентної станції до мережі і перманентних станцій Антарктиди (рис. 1). У результаті врівноваження мережі визначено координати пунктів у системі ITRF-2000 та виконано оцінку точності визначення координат пунктів (табл. 5–6).

Таблиця 5

Різниця та точність урівноважених координат пунктів неоптимізованої та оптимізованої мережі (планово-висотна система координат)

Назва пункту	δB (мм)	δL (мм)	δH (мм)	Сукупність вимірів					
				повна (неоптимізована)			оптимізована		
				m_B (мм)	m_L (мм)	m_H (мм)	m_B (мм)	m_L (мм)	m_H (мм)
barh	-0.3	2.3	3.7	5.04	5.09	5.34	3.85	3.87	4.15
bars	5.1	0.2	-0.1	3.10	2.68	5.25	2.52	2.31	4.03
fanf	2.7	-4.8	10.1	2.88	2.91	3.25	2.70	2.67	3.14
jalr	2.2	0.8	-0.6	2.12	2.02	2.69	2.05	1.88	2.79
pite	5.2	-0.4	3.4	2.76	2.81	3.21	2.32	2.36	2.74
rock	0.1	2.0	4.4	5.63	5.62	7.26	4.26	4.24	5.49
tuks	4.7	-5.3	-0.1	3.78	3.61	5.52	2.84	2.74	4.11
Макс. абс.	5.2	5.3	10.1	5.7	5.7	7.3	4.3	4.3	5.5
Сер. абс.	2.9	2.0	2.7	2.9	2.9	3.9	2.4	2.4	3.2

Таблиця 6

Різниця та точність урівноважених координат пунктів неоптимізованої та оптимізованої мережі (просторова система координат)

Назва пункту	δX (мм)	δY (мм)	δZ (мм)	Сукупність вимірів					
				Повна (неоптимізована)			оптимізована		
				m_X (мм)	m_Y (мм)	m_Z (мм)	m_X (мм)	m_Y (мм)	m_Z (мм)
barh	1.3	-3.4	-2.3	5.14	5.15	5.19	3.92	3.93	4.02
bars	4.6	2.2	0.1	2.92	3.21	5.05	2.49	2.58	3.89
fanf	2.3	1.2	-11.1	2.96	2.97	3.11	2.74	2.77	3.01
jalr	2.1	0.6	0.9	2.13	2.19	2.55	2.02	2.11	2.64
pite	5.1	1.4	-3.2	2.87	2.87	3.05	2.41	2.41	2.61
rock	1.7	-3.1	-3.2	5.83	5.78	6.96	4.41	4.37	5.27
tuks	2.0	6.5	-2.1	3.86	3.98	5.20	2.92	3.00	3.87
Макс. абс.	5.1	6.5	11.1	5.9	5.8	7.0	4.5	4.4	5.3
Сер. абс.	2.6	2.2	3.0	3.0	3.0	3.7	2.5	2.5	3.1

З метою підвищення достовірності та точності визначення координат пунктів у вимірні вектори було введено поправки за ексцентриситет фазових центрів GPS-антен та виконана апостеріорна оптимізація мережі згідно з методикою, описаною в [5].

Реалізація методики апостеріорної оптимізації мережі полягала в послідовному урівноваженні мережі при почерговому вилученні векторів із максимальними поправками μ визначеними із урівноваження. Далі виконувалась апроксимація функції зміни параметрів μ -похибки одиниці ваги і параметра жорсткості мережі q (обернена вага визначення найслабшого пункту мережі) виразами

$$\mu_{анр} = \frac{a\mu}{b\mu + k^c\mu}, \quad (1)$$

$$q_{anp} = a_q e^{b_q \cdot k} + c_q, \quad (2)$$

де $a_\mu, b_\mu, c_\mu, a_q, b_q, c_q$ – постійні коефіцієнти, k – кількість вилучених із мережі вимірів.

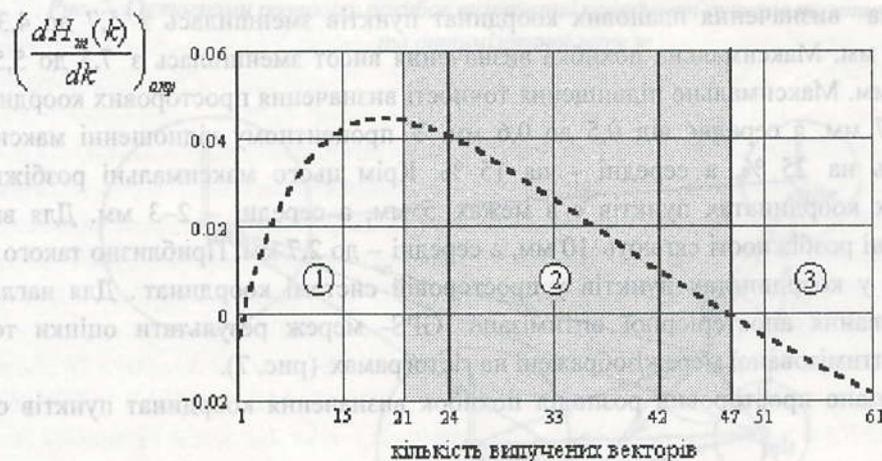
Наступним кроком було визначення функцій зміни перших нормованих похідних $\left(\frac{d\mu_{y_{ps}}(k)}{\mu_{y_{ps}}(k)dk} \right)_{anp}$

та $\left(\frac{dq(k)}{q(k)dk} \right)_{anp}$ і першої похідної ентропії мережі

$$\left(\frac{dH_m(k)}{dk} \right)_{anp} = - \left(\frac{d\mu_{y_{ps}}(k)}{\mu_{y_{ps}}(k)dk} \right)_{anp} - \left(\frac{dq(k)}{q(k)dk} \right)_{anp}. \quad (3)$$

Параметр $\left(\frac{dH_m(k)}{dk} \right)_{anp}$ узагальнено характеризує зміну інформативності мережі як функцію її точності і жорсткості.

На рис. 6 зображено графік зміни похідної $\left(\frac{dH_m(k)}{dk} \right)_{anp}$. Значення похідної $\left(\frac{dH_m(k)}{dk} \right)_{anp}$ на початку вилучення векторів зростає й досягає максимуму при вилученні 21-го вектора, подальше вилучення векторів приводить до її зменшення.



----- $\left(\frac{dH_m(k)}{dk} \right)_{anp}$ ① група векторів

■ інтервал ефективного співвідношення між точністю вимірів та жорсткістю мережі | встановлена межа між групами векторів

Рис. 6. Графік зміни першої похідної ентропії мережі $\left(\frac{dH_m(k)}{dk} \right)_{anp}$

До тих пір поки функція $\left(\frac{dH_m(k)}{dk} \right)_{anp}$ не набере максимуму, відбувається вилучення векторів першої групи, які погіршують або практично не підвищують точності мережі при

порівняно малих втратах у жорсткості мережі. Від максимуму функції $\left(\frac{dH_m(k)}{dk}\right)_{анр}$ до межі (47

вектор) коли $\left(\frac{dH_m(k)}{dk}\right)_{анр} = 0$ вилучення векторів усе ще підвищує інформативність мережі, але підвищення точності мережі починає зменшуватись порівняно із втратами у її жорсткості. Ці межі визначають другу групу векторів та інтервал, ефективного співвідношення між точністю вимірів та жорсткістю мережі. Подальше вилучення векторів приводить до втрат інформативності мережі. Ці вектори утворюють третю групу.

Значення $\left(\frac{dH_m(k)}{dk}\right)_{анр} = 0$ відповідає межі другої та третьої групи показаних на рис. 6, або

максимуму ентропії $[H_m(k)]_{анр}$. Фактично на цій межі співвідношення між жорсткістю мережі й точності вимірів є оптимальне. Однак, враховуючи високу собівартість вимірів у мережі, доцільно зберегти в оптимальній моделі максимальний запас надлишкових вимірів. Відповідно оптимальну модель ліву межу інтервалу ефективного співвідношення між точністю вимірів та жорсткістю мережі і обмежимо вилученням векторів першої групи. Тобто у оптимальній моделі мережі залишається 114 векторів. Результати оцінки точності оптимізованої моделі наведені у табл. 5–6. У двох останніх рядках цих таблиць наведені абсолютні максимальні та середні значення розбіжностей у координатах пунктів повної та оптимізованої мережі і відповідних точнісних параметрів. У результаті врахування ексцентриситету фазових центрів антен та апостеріорної оптимізації вимірів максимальна похибка визначення планових координат пунктів зменшилась з 5,7 до 4,3 мм., а середня з 2,9 до 2,4 мм. Максимальна похибка визначення висот зменшилась з 7,3 до 5,5 мм., а середня з 3,9 до 3,2 мм. Максимальне підвищення точності визначення просторових координат є в межах від 1,4 до 1,7 мм, а середнє від 0,5 до 0,6 мм. У процентному відношенні максимальні похибки зменшились на 25 %, а середні – на 15 %. Крім цього максимальні розбіжності у остаточних планових координатах пунктів є в межах 5 мм, а середні – 2–3 мм. Для висотної складової максимальні розбіжності сягають 10 мм, а середні – до 2,7 мм. Приблизно такого самого порядку розбіжності у координатах пунктів у просторовій системі координат. Для наглядності ефективного застосування апостеріорної оптимізації GPS- мереж результати оцінки точності неоптимізованої та оптимізованої мережі зображені на гістограмах (рис. 7).

На рис. 8 показано просторовий розподіл похибок визначення координат пунктів оптимізованої мережі.

Оптимізована мережа є однорідніша за точністю. Точність визначення планових координат пунктів у середньому становить 2,5 мм, а по висоті – 3,5 мм. Найнижча точність визначення координат пункту ROCK пов'язана зі значно-меншою кількістю вимірів проведених на цьому пункті. Це було зумовлене безпекою транспортування виконавців та GPS-обладнання на човнах "Зодіак" у цьому напрямку в умовах відкритого океану.

Слід зауважити, що відносна похибка визначення векторів зміщень пунктів після виконання рівноцінного за точністю наступного циклу буде приблизно дорівнювати $3 \cdot 10^{-7}$. Враховуючи, що значення швидкостей компонент деформацій земної поверхні у рівнинних сейсмічно неактивних регіонах становить 10^{-7} 1/рік, а у гірських районах – 10^{-6} – 10^{-5} 1/рік, то вже у наступному році за умови повторних спостережень можна отримати достовірні кількісні параметри протікання сучасних деформаційних процесів у цьому регіоні. Це дозволить удосконалити сучасну регіональну геодинамічну модель Антарктичного півострова.

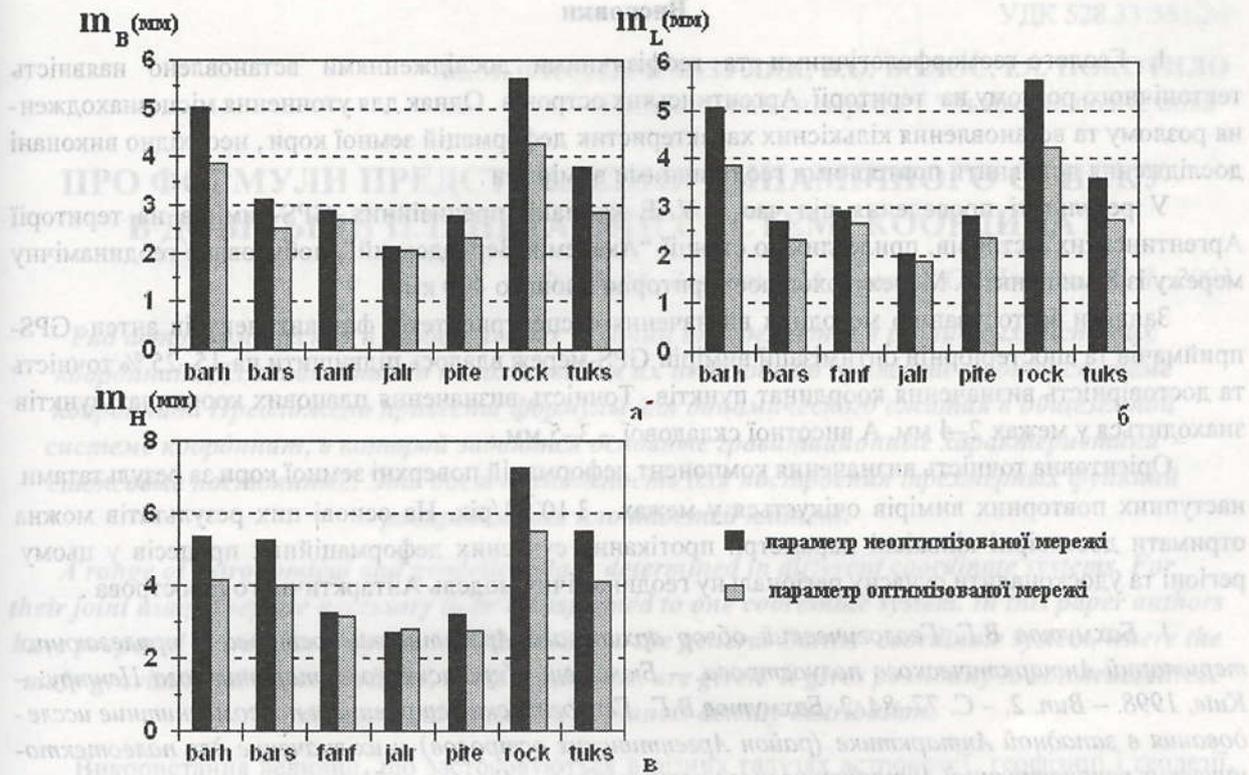


Рис. 7. Гістограми розподілу похибок визначення координат пунктів неоптимізованої та оптимізованої мережі

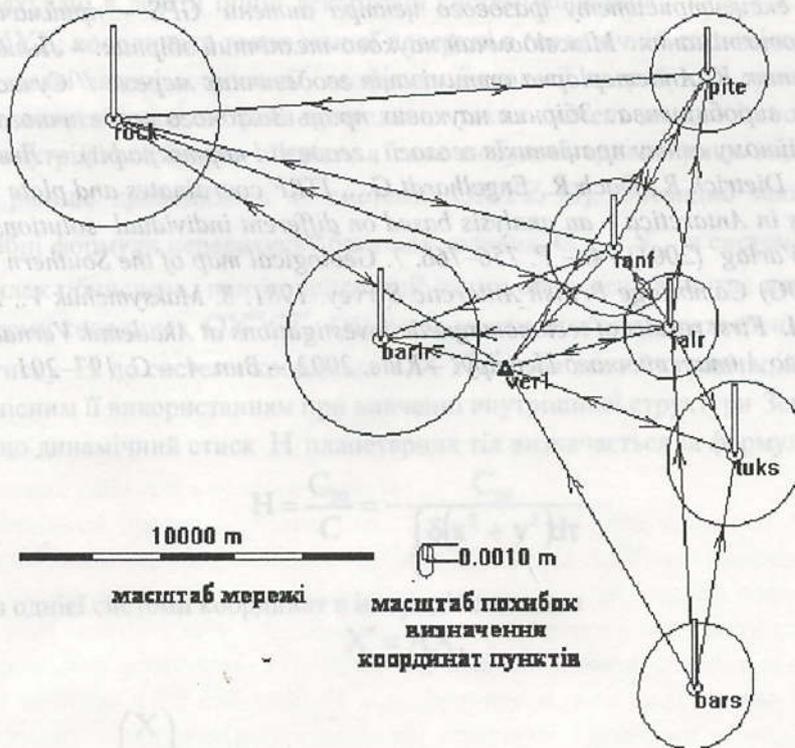


Рис. 8. Схема GPS-вимірів оптимізованої геодинамічної мережі та параметри горизонтальної та висотної похибок визначення координат пунктів

Висновки

1. Геолого-геоморфологічними та геофізичними дослідженнями встановлено наявність тектонічного розлому на території Аргентинських островів. Однак для уточнення місцезнаходження розлому та встановлення кількісних характеристик деформацій земної кори, необхідно виконати дослідження доповнити повторними геодезичними вимірами.

У результаті проведення під час 8 УАЕ кампанії прецизійних GPS-вимірів на території Аргентинських островів, прилеглих до станції “Академік Вернадський”, побудовано геодинамічну мережу із 8-ми пунктів. Мережа охоплює територію площею 400 км².

Завдяки застосуванню методики визначення ексцентриситетів фазових центрів антен GPS-приймачів та апостеріорній оптимізації вимірів GPS-мереж вдалось підвищити на 15–25 % точність та достовірність визначення координат пунктів. Точність визначення планових координат пунктів знаходиться у межах 2–4 мм. А висотної складової – 3–5 мм.

Орієнтовна точність визначення компонент деформацій поверхні земної кори за результатами наступних повторних вимірів очікується у межах $3 \cdot 10^{-7}$ 1/рік. На основі цих результатів можна отримати достовірні кількісні параметри протікання сучасних деформаційних процесів у цьому регіоні та удосконалити сучасну регіональну геодинамічну модель Антарктичного півострова.

1. Бахмутов В.Г. Геологический обзор архипелага Аргентинские острова и прилегающих территорий Антарктического полуострова. – Бюлетень Українського Антарктичного Центру. – Київ, 1998. – Вип. 2. – С. 77–84. 2. Бахмутов В.Г. Геологическое строение и палеомагнитные исследования в западной Антарктике (район Аргентинских островов) и их значение для палеотектонических реконструкций Антарктического полуострова. – Бюлетень Українського Антарктичного Центру. – Київ, 2002. – Вип. 4. – С. 11–24. 3. Греку Д.Р. Исследования по международному проекту СКАР “Геодезическая инфраструктура в Антарктиде”. – Бюлетень Українського Антарктичного Центру. – Київ, 2000. – Вип. 3. – С. 141–149. 4. Третьяк К.Р., Романишин І.Б., Голубінка Ю.І. До питання визначення ексцентриситету фазового центра антени GPS – приймача // Геодезія, картографія і аерофотознімання: Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Львів, 2002. – Вип. 62. – С. 87–96. 5. Третьяк К. Апостеріорна оптимізація геодезичних мереж // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Збірник наукових праць Західного геодезичного товариства (Присвячений професійному святу працівників геології, геодезії і картографії). – Львів: Ліга-Прес, 2003. – С. 127–141. 6. Dietrich R., Dach R., Engelhardt G., ITRF coordinates and plate velocities from repeat GPS campaigns in Antarctica – an analysis based on different individual solutions // Journal of Geodesy, Springer – Verlag (2001) 74. – P. 756–766. 7. Geological map of the Southern Graham Land. – 1:500000 / BAS (500G) Cambridge British Antarctic Survey. 1981. 8. Maksymchuk V., Kuznetsova V., Chobotok I., Dotsenko I. First results of tectonomagnetic investigations at Akademik Vernadsky station. – Бюлетень Українського Антарктичного Центру. – Київ, 2002. – Вип. 4. – С. 197–201.