

УДК 528.27 + 525.622

**З. М. Аксентьева, В. Г. Баленко, В. Г. Булацен,
В. Г. Голубицкий, І. О. Дичко, П. С. Корба,
В. П. Шляховий, В. Г. Павлик, В. П. Плис**

Полтавська гравіметрична обсерваторія Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України,
36029, м. Полтава, вул. М'ясоєдова, 27/29.

Спостереження варіацій вертикальної складової сили тяжіння на території України в 1955—1997 рр.*

Зроблено критичний аналіз спостережень приливних варіацій сили тяжіння, виконаних Полтавською гравіметричною обсерваторією за останні 40 років на території України. Одержано параметри приливних хвиль, які слід вважати представницькими на епоху 1997 р.

НАБЛЮДЕНИЯ ВАРИАЦИЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СИЛЫ ТЯГОТЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ в 1955—1997 ГГ., Аксентьева З. Н., Баленко В. Г., Булацен В. Г., Голубицкий В. Г., Дичко И. О., Корба П. С., Шляховый В. П., Павлик В. Г., Плис В. П. — Критически проанализированы наблюдения приливных вариаций силы тяжести за последние 40 лет, выполненные Полтавской гравиметрической обсерваторией на территории Украины. Получены параметры приливных волн, которые следует считать представительными на эпоху 1997 г.

OBSERVATIONS OF TIDAL GRAVITY VARIATIONS IN UKRAINE IN 1955—1997, by Aksent'eva Z. M., Balenko V. H., Bulatsen V. H., Holubyt's'kyi V. H., Dychko I. O., Korba P. S., Shlyakhovyi V. P., Pavlyk V. H., Plys V. P. — The Poltava Gravimetric Observatory has been conducted observations of the tidal gravity variations in Ukraine over the last 40 years. These observations were critically analyzed. The constituent tidal parameters derived from the observations can be representative for epoch 1997.

ВСТУП

Вивчення варіацій сили тяжіння є традиційною науковою проблемою для Полтавської гравіметричної обсерваторії. Першою роботою в цьому напрям-

* Присвячується 75-річчю заснування Полтавської гравіметричної обсерваторії

Таблиця 1. Епохи та виконавці гравіметричних спостережень на території України

Етапи спостережень	Інструменти	Керівники	Виконавці	Епоха
1	Граф 2	Аксентьєва З. М.	Аксентьєва З. М., Соколов Б. А.	08.09.1955— 04.11.1955
2	Асканія GS-11, № 159	Аксентьєва З. М.	Дичко І. О.	06.11.1961— 01.01.1964
3	Асканія GS-11, № 159 і GS-12, № 185	Баленко В. Г.	Баленко В. Г., Булацен В. Г., Дичко І. О., Корба П. С., Шляховий В. П.	27.12.1973— 26.12.1976
4	Асканія GS-12, № 185	Баленко В. Г.	Баленко В. Г., Булацен В. Г., Новікова А. М.	24.01.1980— 30.09.1981
5	Асканія GS-11, № 159 і GS-12, № 185	Баленко В. Г.	Баленко В. Г., Плис В. П., Павлик В. Г.	28.11.1987— 18.08.1997, 24.11.1987— 02.02.1997

ку було створення гравіметричної карти України (1926—1938 рр.), всього визначено близько 500 гравіметричних пунктів.

З 1950-х років розпочалось вивчення припливних варіацій сили тяжіння згідно з прийнятою довгостроковою програмою. В першій частині цієї програми планувалися спостереження вертикальної складової сили тяжіння тривалістю 2-3 роки в декількох пунктах України на тимчасових земно-припливних станціях. Друга частина програми передбачала проведення тривалих рядів спостережень в одному пункті в центрі України для одержання якомога точніших величин амплітуд і фаз припливних хвиль з метою вивчення стабільності цих параметрів і виявлення невідомих закономірностей. Також планувалося дослідження інструментальних і зовнішніх джерел похибок одержуваних результатів.

Згідно з першою частиною цієї програми виконано реєстрацію варіацій сили тяжіння гравіметрами «Асканія» GS-11 № 159 і GS-12 № 185 на чотирьох станціях Кримського півострова: в Сімферополі, Бахчисараї, Сімеїзі і Ялті [2, 4, 5, 7], які утворюють невеликий профіль, що перетинає Кримські гори. У рамках другої частини програми виконано багаторічні спостереження варіацій сили тяжіння у Полтаві у спеціально збудованому підземному приміщенні [6]. Спостереження проводились з 1955 р. по 1997 р. в п'ять етапів (табл. 1). Гравіметри та їхнє живлення модернізувалися відповідно з набутим досвідом та прогресом в елементній базі електроніки. Параметри припливних хвиль, одержані на перших двох етапах, сьогодні мають лише історичне значення через невелику точність.

У зв'язку з вдосконаленням засобів первинної обробки результатів спостережень і появи точніших методів гармонічного аналізу виникла необхідність переобробити всі одержані раніше результати спостережень з метою їхнього уточнення і приведення до єдиної системи.

Ця робота полягала у наступному.

Спочатку масиви ординат запису варіацій сили тяжіння аналізувалися річними серіями методом Венедікова після традиційної первинної обробки, яка включала ревізію раніше отриманих вимірів чутливості гравіметрів. Також були враховані абсолютні вимірювання чутливості методом нахилу платформи, на якій були встановлені гравіметри в Полтаві в 1987 р. Далі, використовуючи одержані параметри δ і $\Delta\varphi$, для кожного пункту спостере-

жень визначалась припливна крива, яку умовно назвемо «синтезованою». Після цього обчислювались ординати «дрейфу» як різниці між кривою, яку записав гравіметр, і відповідною «синтезованою» кривою, та знаходились різниці між наступною і попередньою ординатою дрейфу (другі різниці). Аналізуючи другі різниці, виявлялись і усувались пропущені при первинній обробці на першому етапі «стрибки» в записі гравіметра, різного роду збурення припливної кривої і т. п. Таким чином, одержані ординати для кожної станції були приведені до єдиної системи і знову аналізувались методом Венедікова річними серіями.

Внаслідок такої переобробки похибки одержаних параметрів припливних хвиль зменшились у декілька разів у порівнянні з раніше опублікованими результатами.

На початку 1960-х років в м. Києві Ю. С. Доброхотов і В. М. Лисенко (Інститут фізики Землі АН СРСР) виконали ряд спостережень гравіметром «Асканія»GS-11. Одержані результати мають низьку точність і цікаві лише в історичному аспекті.

1. СПОСТЕРЕЖЕННЯ ВАРІАЦІЙ СИЛИ ТЯЖІННЯ НА КРИМСЬКОМУ ПІВОСТРОВІ

На Кримському півострові спостереження варіацій сили тяжіння виконано послідовно в чотирьох пунктах: Сімферополь (18.12.1964—08.03.1966 рр.); Ялта (30.06.1966—14.06.1968 рр.), Бахчисарай (08.02.1970—08.03.1971 рр.), Сімеїз (20.10.1981—09.03.1986 рр.). Керували роботами З. М. Аксентьева, П. С. Корба, В. Г. Баленко.

Таблиця 2. Результати спостережень припливних варіацій сили тяжіння на Кримському полігоні

Хвилі	Сімферополь		Бахчисарай		Сімеїз		Ялта	
	δ	$\Delta\varphi$, град	δ	$\Delta\varphi$, град	δ	$\Delta\varphi$, град	δ	$\Delta\varphi$, град
Q_1	1.1853 ± 180	-0.34 ± 0.87	1.1512 ± 208	-0.18 ± 1.03	1.1365 ± 248	0.28 ± 0.76	1.1635 ± 113	-1.93 ± 0.56
O_1	1.1580 ± 36	0.11 ± 0.18	1.1558 ± 39	-0.22 ± 0.19	1.1372 ± 44	-0.38 ± 0.18	1.1454 ± 22	-0.46 ± 0.11
M_1	1.2016 ± 618	-1.28 ± 2.95	1.0712 ± 376	2.56 ± 2.01	1.1405 ± 585	-3.98 ± 4.58	1.1166 ± 209	-2.31 ± 1.07
P_1	1.3336 ± 84	-0.25 ± 0.42	1.1213 ± 97	-1.47 ± 0.49	-	-	1.1434 ± 54	-0.24 ± 0.27
S_1	3.6700 ± 5037	53.69 ± 7.87	1.0414 ± 5688	-94.21 ± 31.42	-	-	2.4486 ± 3201	77.58 ± 7.52
K_1	1.1447 ± 27	-0.20 ± 0.13	1.1479 ± 29	-0.16 ± 0.14	1.1400 ± 55	-0.80 ± 0.16	1.1240 ± 16	-0.28 ± 0.08
J_1	1.2218 ± 417	-5.12 ± 1.95	1.1585 ± 509	-1.22 ± 2.52	1.1767 ± 722	-3.80 ± 1.88	1.1406 ± 275	-1.66 ± 1.38
OO_1	1.0795 ± 74	8.40 ± 3.93	1.2282 ± 581	-1.24 ± 2.71	1.0394 ± 1146	9.28 ± 7.59	1.2206 ± 335	2.02 ± 1.57
$2N_2$	1.2270 ± 277	-2.32 ± 1.29	1.1913 ± 514	4.97 ± 2.47	1.2004 ± 250	-0.17 ± 1.40	1.1506 ± 282	-2.04 ± 1.40
N_2	1.1801 ± 57	0.36 ± 0.28	1.1649 ± 104	0.39 ± 0.51	1.1734 ± 38	0.56 ± 0.22	1.1707 ± 60	-0.81 ± 0.29
M_2	1.1720 ± 12	-0.55 ± 0.06	1.1643 ± 18	-0.48 ± 0.09	1.1796 ± 8	-0.47 ± 0.04	1.1766 ± 11	-0.47 ± 0.06
L_2	1.0012 ± 514	2.15 ± 2.94	1.1762 ± 460	4.91 ± 2.24	1.1305 ± 448	6.75 ± 2.03	1.1570 ± 308	-2.64 ± 1.53
S_2	1.1847 ± 25	-0.87 ± 0.12	1.1557 ± 38	0.23 ± 0.19	1.1799 ± 18	-0.26 ± 0.10	1.1848 ± 23	-0.04 ± 0.11
K_2	1.1546 ± 82	-0.20 ± 0.41	1.1316 ± 107	1.40 ± 0.54	-	-	1.1865 ± 67	-0.47 ± 0.32

Станція Сімферополь розташована на межі Кримських гір зі степовою зоною, станції Бахчисарай і Сімеїз відповідно на північному і південному схилах Кримських гір, а станція Ялта — на узбережжі Чорного моря. На станціях Сімферополь, Бахчисарай і Ялта використовувався гравіметр «Асканія» № 159. Фотоелектричний запис варіацій сили тяжіння здійснювався за допомогою гальванометра типу «Multiflex». Масштабний коефіцієнт вимірювався за методикою, яку рекомендувала фірма «Асканія» з використанням мікрометричного вузла гравіметра.

На станції Сімеїз варіації сили тяжіння реєструвались модернізованим гравіметром «Асканія» № 185 [1], масштабний коефіцієнт якого визначався за методикою, розробленою в Полтавській гравіметричній обсерваторії, яка виключає застосування мікрометричного вузла гравіметра [3]. Чутливість гравіметрів на всіх чотирьох станціях утримувалася в межах 3—6 мкГал/мм.

На станції Сімеїз не вдалося одержати жодної неперервної річної серії, і записи гравіметра оброблялись місячними серіями з наступним середнім векторним усередненням. Всього одержано 20 місячних серій, придатних для аналізу.

Результати гармонічного аналізу переоброблених ординат подано у табл. 2.

2. СПОСТЕРЕЖЕННЯ ВАРІАЦІЙ СИЛИ ТЯЖІННЯ В ПОЛТАВІ

а) 1973 — 1976 рр.

Спостереження варіацій сили тяжіння у Полтавській гравіметричній обсерваторії на третьому етапі (табл. 1) виконувалися гравіметрами «Асканія» № 159 і № 185 разом з гальванометрами «Multiflex». Було виявлено ряд принципових недоліків у конструкції мікрометричного і фотоелектричного вузлів, характерних для гравіметрів цього типу. Тому у гравіметрі GS-12 № 185 було замінено фотоелектричний вузол, який усунув виявлені недоліки [1]. Також була розроблена нова методика вимірювань масштабного коефіцієнта без використання мікрометричного вузла гравіметра [3].

Спостереження виконувались у спеціальному підвальному приміщенні з гравіметричною камерою [6].

Контроль чутливості гравіметрів здійснювався згідно з інструкцією фірми «Асканія» у два етапи: визначалась ціна великої поділки мірної пружини і регулярно вимірювався масштабний коефіцієнт припливної кривої.

Перший етап калібровки обох гравіметрів виконувався декілька разів різними методами (на полігоні, нахилом, перекочуванням кульки). Можна вважати, що ціна великої поділки на шкалі мірної пружини за останні 30 років практично не змінювалась, тобто пружні властивості механічної системи гравіметра не мали помітного дрейфу.

Масштабний коефіцієнт запису варіацій сили тяжіння за період 1973—1976 рр. визначався раз на 4 доби, а відліки по мікрометру бралися 20 разів. Чутливість утримувалась у межах 2—4 мкГал/мм. Освітлювач фотоелементів живився від стабілізатора напруги з коефіцієнтом стабілізації не менше 2000. Величина нелінійності гальванометрів «Multiflex» визначалася в 1973 і 1974 рр. і не перевищувала 0.2 % для обох гальванометрів при зсуві світлового блику на реєстраторі на 26 см від положення рівноваги [1].

Після уточнення припливних ординат за вищезгаданою методикою було виконано гармонічний аналіз неперервних річних серій за 1973—1976 рр. та отримано параметри припливних хвиль (табл. 3—5).

Таблиця 3. Параметри припливних хвиль, визначені зі спостережень у Полтаві гравіметром «Асканія» № 185

Хвилі	22.11.75—23.11.76		22.04.80—14.09.81		28.11.87—20.04.89	
	δ	$\Delta\varphi$, град	δ	$\Delta\varphi$, град	δ	$\Delta\varphi$, град
Q_1	1.1345 ±204	-1.49 ±1.03	1.1387 ±83	0.54 ±0.42	1.1553 ±71	1.39 ±0.35
O_1	1.1555 ±39	-0.36 ±0.19	1.1484 ±16	-0.03 ±0.08	1.1518 ±14	-0.24 ±0.07
M_1	1.2306 ±364	2.25 ±1.70	1.1975 ±166	-3.15 ±0.79	1.1057 ±126	2.93 ±0.65
P_1	1.1125 ±71	-0.16 ±0.36	1.1382 ±31	0.03 ±0.16	1.1327 ±35	-0.17 ±0.18
S_1	1.0965 ±4244	76.96 ±22.25	1.1456 ±1884	-4.31 ±9.38	1.3359 ±2142	-9.34 ±9.14
K_1	1.1323 ±26	-0.22 ±0.13	1.1324 ±11	-0.38 ±0.06	1.1344 ±11	-0.31 ±0.05
J_1	1.2255 ±500	-0.72 ±2.34	1.1234 ±190	-2.80 ±0.97	1.0917 ±172	-1.98 ±0.90
OO_1	1.1093 ±1063	6.29 ±5.48	1.0767 ±413	-2.27 ±2.20	1.1743 ±202	-0.90 ±0.98
$2N_2$	1.2054 ±416	-0.04 ±1.98	1.1676 ±136	-1.14 ±0.67	1.1297 ±169	3.07 ±0.85
N_2	1.1795 ±82	0.02 ±0.40	1.1613 ±26	-0.57 ±0.13	1.1693 ±36	0.12 ±0.18
M_2	1.1750 ±15	-0.37 ±0.07	1.1744 ±5	-0.70 ±0.02	1.1736 ±7	-0.80 ±0.03
L_2	1.1756 ±388	4.02 ±1.89	1.3034 ±243	-8.34 ±1.07	1.1728 ±175	2.94 ±0.86
S_2	1.1724 ±33	-0.88 ±0.16	1.1729 ±11	-0.56 ±0.05	1.1785 ±14	-0.50 ±0.07
K_2	1.2087 ±149	0.85 ±0.71	1.1825 ±49	-1.71 ±0.24	1.1685 ±49	-0.93 ±0.19

Хвилі	08.02.93—08.02.94		09.02.94—09.02.95		10.02.95—10.02.96	
	δ	$\Delta\varphi$, град	δ	$\Delta\varphi$, град	δ	$\Delta\varphi$, град
Q_1	1.1529 ±142	-0.67 ±0.70	1.1520 ±41	-0.09 ±0.20	1.1771 ±46	0.53 ±0.22
O_1	1.1578 ±28	-0.29 ±0.14	1.1545 ±8	-0.11 ±0.04	1.1528 ±8	-0.10 ±0.04
M_1	1.1824 ±247	1.44 ±1.20	1.2116 ±82	2.99 ±0.39	1.2775 ±104	1.10 ±0.46
P_1	1.1396 ±55	-0.58 ±0.28	1.1345 ±15	-0.21 ±0.07	1.1346 ±15	-0.09 ±0.08
S_1	1.5044 ±3284	-23.58 ±12.46	1.1585 ±887	-2.14 ±4.36	1.0889 ±905	1.06 ±4.74
K_1	1.1333 ±19	-0.05 ±0.10	1.1333 ±5	-0.18 ±0.03	1.1348 ±6	-0.26 ±0.03
J_1	1.1387 ±336	-0.87 ±1.69	1.1639 ±103	-1.72 ±0.51	1.2587 ±121	-0.98 ±0.55
OO_1	1.1273 ±604	-0.47 ±3.07	1.2355 ±235	2.12 ±1.09	1.1704 ±318	0.83 ±1.56
$2N_2$	1.1777 ±159	1.66 ±0.77	1.1751 ±120	1.10 ±0.59	1.2063 ±134	1.35 ±0.64
N_2	1.1584 ±32	0.03 ±0.16	1.1704 ±25	0.70 ±0.12	1.1890 ±27	0.25 ±0.13
M_2	1.1743 ±6	-0.25 ±0.03	1.1722 ±4	-0.30 ±0.02	1.1724 ±5	-0.46 ±0.02
L_2	1.2219 ±183	7.30 ±0.86	1.1858 ±97	4.64 ±0.47	1.1597 ±95	2.03 ±0.47
S_2	1.1703 ±13	-0.56 ±0.06	1.1705 ±10	-0.59 ±0.05	1.1702 ±10	-0.48 ±0.05
K_2	1.1765 ±52	0.72 ±0.25	1.1993 ±43	0.54 ±0.21	1.1952 ±49	-0.10 ±0.23

Таблиця 4. Значення параметра δ , визначені зі спостережень у Полтаві гравіметром «Асканія» № 159

Хвили	Епоха					
	27.11.73— 28.11.74	28.11.74— 28.11.75	28.11.87— 27.11.88	28.11.88— 28.11.89	29.11.89— 29.11.90	30.11.90— 30.11.91
Q_1	1.1365 ±159	1.1437 ±143	1.1626 ±214	1.1858 ±229	1.1537 ±230	1.1639 ±185
O_1	1.1559 ±32	1.1532 ±29	1.1529 ±42	1.1398 ±45	1.1617 ±45	1.1519 ±37
M_1	1.2289 ±412	1.2525 ±261	1.1287 ±386	1.0880 ±429	1.1161 ±730	1.2549 ±842
P_1	1.1449 ±67	1.1455 ±54	1.1453 ±106	1.1098 ±111	1.1291 ±107	1.1526 ±84
S_1	0.9830 ±3976	1.8934 ±3345	2.1616 ±6189	1.4476 ±6544	3.7766 ±6297	1.6912 ±4991
K_1	1.1357 ±22	1.1400 ±19	1.1411 ±31	1.1314 ±33	1.1353 ±33	1.1401 ±26
J_1	1.1622 ±359	1.1099 ±332	1.0923 ±524	1.1513 ±540	1.2365 ±524	1.1828 ±420
OO_1	1.1989 ±701	1.1101 ±642	1.1311 ±614	1.1430 ±674	1.0621 ±792	1.0910 ±730
$2N_2$	1.1631 ±251	1.2022 ±227	1.0249 ±466	1.2824 ±560	1.1883 ±599	1.1621 ±378
N_2	1.1685 ±50	1.1552 ±46	1.1772 ±101	1.1592 ±116	1.1855 ±118	1.1579 ±75
M_2	1.1773 ±10	1.1774 ±9	1.1743 ±19	1.1738 ±23	1.1779 ±24	1.1771 ±15
L_2	1.2803 ±597	1.2849 ±360	1.1684 ±451	0.9866 ±948	1.1613 ±1134	1.2026 ±756
S_2	1.1880 ±22	1.1820 ±20	1.1759 ±38	1.1550 ±47	1.1579 ±49	1.1639 ±32
K_2	1.1735 ±84	1.1932 ±83	1.1372 ±107	1.1453 ±133	1.1669 ±147	1.1655 ±104

Хвили	Епоха					
	31.11.91— 31.11.92	01.12.92— 01.12.93	02.12.93— 02.12.94	03.12.94— 03.12.95	04.12.95— 03.12.96	04.12.96— 18.08.97
Q_1	1.1480 ±75	1.1652 ±188	1.1570 ±89	1.1608 ±112	1.1838 ±124	1.1507 ±137
O_1	1.1516 ±15	1.1504 ±38	1.1543 ±17	1.1551 ±20	1.1549 ±24	1.1571 ±26
M_1	1.1675 ±166	1.1895 ±333	1.1999 ±170	1.2524 ±255	1.2536 ±248	1.2103 ±242
P_1	1.1376 ±33	1.1522 ±76	1.1385 ±32	1.1429 ±36	1.1428 ±40	1.1420 ±52
S_1	1.1720 ±1948	0.7481 ±4518	1.7718 ±1895	0.6490 ±2181	1.7810 ±2362	1.2962 ±3286
K_1	1.1342 ±11	1.1421 ±26	1.1370 ±11	1.1373 ±13	1.1369 ±15	1.1359 ±20
J_1	1.1338 ±171	1.1069 ±442	1.1285 ±221	1.2116 ±296	1.2305 ±324	1.2132 ±347
OO_1	1.0902 ±295	1.1787 ±792	1.2140 ±468	1.1247 ±762	1.0392 ±777	1.0399 ±797
$2N_2$	1.1920 ±137	1.0780 ±426	1.1934 ±196	1.1772 ±227	1.2146 ±226	1.2070 ±206
N_2	1.1646 ±28	1.1554 ±88	1.1615 ±39	1.1861 ±44	1.1974 ±44	1.1820 ±40
M_2	1.1753 ±6	1.1771 ±17	1.1727 ±7	1.1731 ±7	1.1745 ±8	1.1754 ±7
L_2	1.3860 ±315	1.2856 ±570	1.1955 ±159	1.1482 ±151	1.1354 ±170	1.1677 ±186
S_2	1.1749 ±12	1.1664 ±36	1.1704 ±15	1.1667 ±16	1.1752 ±17	1.1717 ±16
K_2	1.1730 ±43	1.1761 ±145	1.1902 ±65	1.2220 ±76	1.2171 ±85	1.1886 ±82

Таблиця 5. Значення параметра $\Delta\varphi$ (град), визначені зі спостережень у Полтаві гравіметром «Асканія» № 159

Хвили	Епоха					
	27.11.73— 28.11.74	28.11.74— 28.11.75	28.11.87— 27.11.88	28.11.88— 28.11.89	29.11.89— 29.11.90	30.11.90— 30.11.91
Q_1	-1.40 ±0.80	-0.24 ±0.71	-0.42 ±1.06	1.42 ±1.10	0.04 ±1.14	-2.13 ±0.91
O_1	-0.69 ±0.16	-0.36 ±0.14	-1.06 ±0.21	-1.56 ±0.23	-0.91 ±0.22	-0.92 ±0.18
M_1	-2.29 ±1.92	2.46 ±1.19	4.07 ±1.96	4.00 ±2.26	4.81 ±3.75	1.22 ±3.85
P_1	-0.88 ±0.33	-0.56 ±0.28	-0.87 ±0.52	-2.78 ±0.57	-3.78 ±0.54	-1.14 ±0.42
S_1	32.54 ±23.13	22.02 ±10.09	118.63 ±16.45	-41.54 ±25.88	-74.58 ±9.60	-141.29 ±16.89
K_1	-0.47 ±0.11	-0.54 ±0.10	-0.70 ±0.16	-1.18 ±0.17	-0.59 ±0.16	-0.80 ±0.13
J_1	2.95 ±1.77	1.32 ±1.72	-0.44 ±2.75	1.25 ±2.69	0.82 ±2.43	4.13 ±2.03
OO_1	-0.73 ±3.35	0.78 ±3.31	-1.46 ±3.11	-0.39 ±3.38	2.70 ±4.27	-2.68 ±3.84
$2N_2$	0.43 ±1.23	1.71 ±1.08	3.56 ±2.61	3.23 ±2.50	3.35 ±2.89	1.24 ±1.87
N_2	-1.03 ±0.25	-0.30 ±0.23	-1.96 ±0.49	-1.13 ±0.57	-2.29 ±0.56	-2.03 ±0.34
M_2	-0.68 ±0.05	-0.45 ±0.04	-1.79 ±0.09	-2.28 ±0.11	-1.37 ±0.12	-1.65 ±0.07
L_2	-8.75 ±2.68	7.16 ±1.61	3.92 ±2.21	3.98 ±5.50	4.33 ±5.60	-11.56 ±3.60
S_2	-0.94 ±0.11	-0.66 ±0.10	-1.85 ±0.19	-3.36 ±0.23	-2.74 ±0.24	-2.85 ±0.16
K_2	0.05 ±0.41	0.21 ±0.40	-2.40 ±0.54	-3.35 ±0.68	-2.29 ±0.72	-1.02 ±0.51

Хвили	Епоха					
	31.11.91— 31.11.92	01.12.92— 01.12.93	02.12.93— 02.12.94	03.12.94— 03.12.95	04.12.95— 03.12.96	04.12.96— 18.08.97
Q_1	-0.75 ±0.38	-1.38 ±0.93	-0.55 ±0.44	0.25 ±0.55	-0.95 ±0.60	-0.47 ±0.68
O_1	-0.13 ±0.08	-0.43 ±0.19	-0.26 ±0.08	-0.15 ±0.10	-0.28 ±0.11	-0.12 ±0.13
M_1	-0.08 ±0.81	2.30 ±1.60	2.48 ±0.81	3.57 ±1.16	-2.48 ±1.13	-1.68 ±1.15
P_1	-0.23 ±0.17	-1.29 ±0.38	-0.51 ±0.16	-0.13 ±0.18	0.30 ±0.20	-0.28 ±0.26
S_1	-4.84 ±9.48	-21.37 ±34.47	26.24 ±14.02	21.28 ±19.18	-9.25 ±7.56	-24.01 ±14.48
K_1	-0.22 ±0.05	-0.44 ±0.13	-0.42 ±0.06	-0.47 ±0.07	-0.38 ±0.07	-0.38 ±0.10
J_1	4.82 ±0.86	5.07 ±2.29	-1.90 ±1.12	0.35 ±1.40	3.87 ±1.51	1.76 ±1.64
OO_1	7.61 ±1.55	-0.71 ±3.85	7.05 ±2.21	-1.00 ±3.88	7.81 ±4.28	-0.62 ±4.39
$2N_2$	-0.21 ±0.66	-1.69 ±2.27	1.33 ±0.94	0.52 ±1.10	1.29 ±1.08	1.27 ±0.98
N_2	-1.00 ±0.14	-0.36 ±0.43	0.43 ±0.19	0.61 ±0.21	-0.91 ±0.21	-1.41 ±0.19
M_2	-0.36 ±0.03	-0.85 ±0.08	-0.38 ±0.03	-0.66 ±0.04	-0.62 ±0.04	-0.81 ±0.04
L_2	-3.49 ±1.30	7.06 ±2.54	5.14 ±0.76	1.92 ±0.76	-0.10 ±0.86	-3.84 ±0.91
S_2	-0.61 ±0.06	-1.73 ±0.18	-0.78 ±0.07	-0.84 ±0.08	-0.68 ±0.08	-0.82 ±0.08
K_2	0.20 ±0.21	1.27 ±0.71	0.39 ±0.31	0.06 ±0.35	-0.34 ±0.40	-0.80 ±0.39

б) 1980 — 1981 рр.

На четвертому етапі спостережень варіацій сили тяжіння в Полтаві працював один модернізований гравіметр «Асканія» № 185. Умови спостережень та електричного живлення були такими ж, як і на третьому етапі, але вимірювання масштабного коефіцієнта кривої варіацій сили тяжіння виконувалося за новою методикою [3], яка виключала використання мікрометричного вузла. Чутливість гравіметра утримувалася в межах 2—3 мкГал/мм.

Використовуючи згадану методику уточнення ординат, записи варіацій сили тяжіння аналізувались одним масивом методом Венедікова. Отримано параметри δ і $\Delta\varphi$ припливних хвиль (табл. 3).

в) 1987 — 1997 рр.

На п'ятому етапі спостереження варіацій сили тяжіння виконувались модернізованими гравіметрами «Асканія» № 159 і № 185 [6].

Обидва гравіметри були встановлені на масивній нахиломірній платформі, виготовленій у вигляді прямокутного трикутника. Нахил платформи вимірювався відліками по шкалі гвинта, що задавав нахил, і контролювався двома взаємно перпендикулярними рідинними рівнями з ціною поділки 1".

Масштабний коефіцієнт припливної кривої вимірювався один раз за 7 днів за методикою, розробленою у Полтавській гравіметричній обсерваторії, і один раз за місяць методом нахилу платформи. Для обох гравіметрів чутливість утримувалась у межах 2—3 мкГал/мм. Розбіжності чутливості гравіметрів, що вимірювались відносним і абсолютним методами, не перевищували $\pm 0.5\%$.

Одержані ординати варіацій сили тяжіння після описаного вище уточнення аналізувались методом Венедікова. Отримані величини параметрів δ і $\Delta\varphi$ подаються в табл. 3—5.

Середні векторні значення припливних параметрів окремо для гравіметрів № 159 і № 185 наведено у табл. 6, а для обох гравіметрів — у

Таблиця 6. Середні векторні значення параметрів δ і $\Delta\varphi$, одержані у Полтаві гравіметрами «Асканія» № 159 і № 185

Хвилі	Гравіметр № 159		Гравіметр № 185	
	δ	$\Delta\varphi$, град	δ	$\Delta\varphi$, град
Q_1	1.1592 ± 0.0042	-0.54 ± 0.26	1.1516 ± 0.0061	0.04 ± 0.41
O_1	1.1532 ± 0.0015	-0.57 ± 0.13	1.1535 ± 0.0013	-0.19 ± 0.05
M_1	1.1941 ± 0.0171	1.47 ± 0.74	1.2001 ± 0.0234	1.24 ± 0.92
P_1	1.1401 ± 0.0035	-1.01 ± 0.33	1.1320 ± 0.0040	-0.20 ± 0.08
S_1	0.7686 ± 0.2612	-20.40 ± 27.30	1.0558 ± 0.1679	1.27 ± 12.36
K_1	1.1372 ± 0.0009	-0.55 ± 0.07	1.1334 ± 0.0004	-0.23 ± 0.05
J_1	1.1626 ± 0.0147	1.96 ± 0.61	1.1669 ± 0.0261	-1.49 ± 0.31
OO_1	1.1163 ± 0.0170	1.50 ± 1.09	1.1476 ± 0.0234	0.95 ± 1.20
$2N_2$	1.1730 ± 0.0191	1.35 ± 0.43	1.1767 ± 0.0117	0.99 ± 0.58
N_2	1.1707 ± 0.0041	-0.95 ± 0.27	1.1713 ± 0.0047	0.09 ± 0.17
M_2	1.1754 ± 0.0005	-0.99 ± 0.18	1.1736 ± 0.0005	-0.48 ± 0.09
L_2	1.1937 ± 0.0285	0.40 ± 1.82	1.1984 ± 0.0198	1.96 ± 2.33
S_2	1.1705 ± 0.0029	-1.48 ± 0.28	1.1725 ± 0.0013	-0.59 ± 0.06
K_2	1.1787 ± 0.0074	-0.65 ± 0.39	1.1883 ± 0.0062	-0.10 ± 0.42

Таблиця 7. Середні векторні значення параметрів δ і $\Delta\varphi$ (з табл. 3—5)

Хвилі	δ	$\Delta\varphi$, град
Q_1	1.1566±0.0035	-0.35±0.23
O_1	1.1533±0.0011	-0.44±0.10
M_1	1.1961±0.0135	1.39±0.56
P_1	1.1373±0.0027	-0.74±0.24
S_1	0.8809±0.1995	-9.25±17.33
K_1	1.1360±0.0007	-0.44±0.06
J_1	1.1635±0.0127	0.84±0.58
OO_1	1.1267±0.0138	1.31±0.81
$2N_2$	1.1745±0.0131	1.23±0.34
N_2	1.1709±0.0031	-0.60±0.22
M_2	1.1748±0.0004	-0.82±0.14
L_2	1.1952±0.0197	0.92±1.41
S_2	1.1711±0.0020	-1.19±0.21
K_2	1.1819±0.0054	-0.47±0.29

Таблиця 8. Порівняння середніх векторних величин δ і $\Delta\varphi$ (після введення поправок за приплив в океані, за еліпсоїдальну нормаль, інерцію, інструментальне запізнення і фотовуаль) з теоретичними аналогами для найбільш вірогідних моделей внутрішньої будови Землі

Хвилі	Параметри із табл. 7 (виправлені)		Модель 1066A і РЕМ-С по Вару [9]	Модель II по Молоденському [8]
	$\Delta\varphi$, град	δ	δ	δ
O_1	+0.03	1.1569	1.148	1.164
K_1	+0.07	1.1390	1.128	1.143
M_2	+0.09	1.1589	1.147	1.164
S_2	+0.42	1.1644	1.147	1.164

табл. 7. Їх слід вважати представницькими для пункту Полтава на 1997 р. Параметри δ для чотирьох найбільших хвиль після введення поправок за приплив в океані, еліпсоїдальну нормаль, інерцію і в $\Delta\varphi$ за приплив в океані, інструментальне запізнення і вплив фотовуалі, а також їхні теоретичні аналоги вміщено у табл. 8. Дані табл. 8 дозволяють зробити висновок, що одержані на території України значення δ за основними припливними хвилями близькі до їхніх теоретичних аналогів, обчислених Молоденським для моделі II внутрішньої будови Землі. При цьому чітко проявляється зміна амплітуди добової хвилі K_1 внаслідок резонансу земного припливу на цій частоті з близькодобовим коливанням осі інерції, який обумовлений рідкою частиною ядра Землі — величина $\delta(O_1) - \delta(K_1)$ складає 0.018 (по Молоденському вона дорівнює 0.021).

1. Баленко В. Г., Булацен В. Г. О повышении точности приливных наблюдений с гравиметрами GS-11 и GS-12 // Вращение и приливные деформации Земли.—1980.—Вып. 12.—С. 75—84.
2. Баленко В. Г., Булацен В. Г., Дычко И. А. и др. Наблюдения приливных изменений силы тяжести в Симеизе // Науч. информ.—Вып. 62,—М., Астросовет АН СССР.—1987.—С. 3—6.
3. Баленко В. Г., Булацен В. Г., Новикова А. Н. Приливные изменения силы тяжести в Полтаве 1980—1981 гг. // Вращение и приливные деформации Земли.—1983.—Вып. 15.—С. 3—11.
4. Корба П. С. Приливные вариации силы тяжести в Симферополе в 1964—1966 гг. // Вращение и приливные деформации Земли.—1970.—Вып. 1.—С. 199—206.

5. Корба П. С. Приливные вариации силы тяжести в Бахчисарае в 1968—1971 гг. // Вращение и приливные деформации Земли.—1973.—Вып. 5.—С. 16—23.
6. Корба П. С., Баленко В. Г., Дычко И. А. и др. Приливные изменения силы тяжести в Полтаве в 1973—1974 гг. // Вращение и приливные деформации Земли.—1970.—Вып. 8.—С. 19—23.
7. Корба П. С., Корба С. Н. Приливные изменения силы тяжести в Ялте 1966—1968 гг. // Вращение и приливные деформации Земли.—1970.—Вып. 2.—С. 18—34.
8. Молоденский М. С., Крамер М. Ф. Земные приливы и нутация Земли. — М.: Изд-во АН СССР, 1961.—40 с.
9. Wahr J. M. Body tides on an elliptical, rotating, elastic and oceanless Earth // Geophys. J. Roy. Astron. Soc.—1981.—64, N 3.—P. 677—703.

Надійшла до редакції 21.02.01