

спостережень. Загальна кількість прийомів спостережень на кожному з пунктів становила 18. Значення азимутів отримані з середніми квадратичними похибками, які не перевищували 0,6".

Оскільки координати пункту наведень також були відомі, то значення дирекційних кутів за вибраними напрямками були отримані і з розв'язання оберненої геодезичної задачі. Різниця між отриманими з астрономічних спостережень та обчисленими в оберненій задачі значеннями дирекційного кута становила не більше ніж 1,1".

1. Русин М.И., Сидорик Р.С., Денисов А.Н., Филиппов А.Е. О точности определения азимута по часовому углу Солнца // Геодезия, картография и аэрофотосъемка. 1988. № 47. С. 59-61. 2. Тревого І.С., Волчко П.І., Савчук С.Г. Створення оптимальної геодезичної мережі навчально-наукового геодезичного полігону з застосуванням GPS-технологій. Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища GPS і GIS-технології. Крим, Алушта, 6-12.09.1999 р., Львів, Львівське Астрономо-геодезичне товариство, 1999 р. С. 27-32. 3. Уралов С.С. Курс геодезической астрономии. М., 1980.

УДК 528. 28:550.31

Гожий А.В.

Полтавська гравіметрична обсерваторія НАН України

ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ СТВОРЕННЯ В УКРАЇНІ ДЕКІЛЬКОХ ПУНКТІВ СУМІСНИХ АСТРОНОМІЧНИХ, ГЕОДЕЗИЧНИХ І ГЕОФІЗИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ У ГЛИБОКИХ ВЕРТИКАЛЬНИХ ШАХТАХ

© Гожий А.В., 2000

Доказывается целесообразность создания в Украине нескольких пунктов совместных астрономических, геодезических и геофизических наблюдений (САГГН), на которых определения координат, силы тяжести, наклонов земной поверхности, высот относились бы к одному и тому же геометрическому центру. Отмечается, что результаты таких определений нужны для изучения эволюции фигуры Земли, временных изменений поверхности геоида, тектонических движений земной коры, для прогнозирования геодинамических явлений. Пункты САГГН удобны для задания нуль-пунктов наземных систем координат. Особо отмечается, что единственным подходящим типом сооружений, в которых можно создавать пункты САГГН, есть глубокая вертикальная шахта.

It is proved the expediency of creation in Ukraine of several stations of joint astronomical, geodetic and geophysical observations (JAGGO), in which determinations of coordinates, gravity, Earth's surface inclinations, heights would be referred to the one and the same geometric centre. It is noted that the results of such determinations are necessary for the study of the Earth's figure evolution, the temporal geoid surface changes, the Earth's surface tectonic motions, for geodynamical phenomena predictions. The JAGGO stations are convenient for fixing of terrestrial reference frames origins. It is particularly noted that only deep vertical pit is suitable type of construction in which may create JAGGO stations.

1. В роботах [1,2,9] ми вже наголошували на доцільності організації пунктів сумісних астрономічних, геодезичних і геофізичних спостережень (САГГС) в глибоких вертикальних шахтах (ГВШ) для потреб досліджень в царині глобальної геодинаміки. Під пунктами САГГС ми розуміємо такі, на яких результати визначень різних астрономічних, геодезичних і геофізичних величин (координат пункту, нахилів земної поверхні, сили тяжіння тощо) можна привести до одного і того ж геометричного центра. Проблема суміщення різних визначень в одному пункті є дуже давньою. Вона виникла у зв'язку із розв'язком фундаментальної задачі геодезії – визначення форми і розмірів фігури Землі. Прототипами пунктів САГГС є пункти Лапласа у фундаментальних астрономо-геодезичних мережах (ФАГМ).

2. Проблеми створення ФАГМ, і не лише для потреб картографування, завжди були важливими і актуальними у великих за площею країнах, де дбали про гармонічний розвиток своїх держав. Україна належить саме до великих (і за площею, і за чисельністю населення) держав, але ж поки що не має власної ФАГМ. Тому для неї створення високоточної ФАГМ є дуже актуальною проблемою. Над її розв'язанням працюють геодезисти і виробничої, і наукової сфер, про що свідчать публікації [6,7]. Сучасні вимоги до пунктів ФАГМ, принципи і методи їх побудови суттєво відрізняються від тих, що були в недалекому минулому. Спектр практичного використання їх став значно ширшим, а вимоги до точності визначень зросли. Найвищої точності визначень потребують розв'язки нових фундаментальних проблем геодезії, які споріднені з розв'язком основної фундаментальної задачі геодезії – визначення форми і розмірів фігури Землі. У загальних рисах вони описані в роботах відомого казахського геодезиста М.Машимова [3-5]. Ми відокремимо декілька з них: 1) вивчення еволюції фігури Землі; 2) вивчення геодинамічних явищ, які зв'язані з еволюцією фігури Землі (рух земної кори, рух літосферних плит, змінення берегових ліній тощо); 3) вивчення часових змін поверхні геоїда.

Залежно від масштабу проблеми, що вирішується на основі ФАГМ, глобального характеру вона чи регіонального, ФАГМ можуть бути і глобальними, і регіональними.

3. Для розв'язання названих вище нових, а також традиційних науково-технічних проблем і задач геодезії доцільно мати таку ФАГМ, в якій були б хоча би декілька однакових (з точки зору подібності умов спостережень, конструктивних особливостей та інструментального забезпечення) пунктів, на яких можна було б організувати сумісні високоточні астрономічні, геодезичні і геофізичні визначення. Насамперед на таких пунктах доцільно проводити: 1) GPS-визначення просторового положення пункту; 2) визначення висотного положення пункту геометричним нівелюванням; 3) гравіметричні визначення сили тяжіння; 4) нахиломірні визначення змін просторового положення пункту; 5) визначення астрономічних координат пункту; 6) визначення параметрів рефракційного поля; 7) вивчення гідрологічної ситуації в околі пункту. Зрозуміло, що весь комплекс цих визначень важко зробити точно в геометричному центрі і в одну й ту ж епоху. Але їх можна виконати в близькі епохи і близько до геометричного центра, а потім привести точно до одного центра і до однієї епохи. Тривалість певних визначень повинна вибиратись так, щоб можна було забезпечити максимальну точність кожного виду визначень у кожному епоху.

4. Прикро констатувати, але сьогодні названий мінімальний перелік САГГС не можна організувати на жодному із вже існуючих пунктів, де вже виконуються якісь із них. Головною перешкодою, що унеможливорює пряме використання вже готових пунктів високоточних спостережень якогось одного типу (астрономічних, геодезичних чи геофізичних) для комплексних сумісних спостережень різних типів, є суттєва відмінність зовнішніх умов, в яких

вони виконуються. Сучасні пункти астрономічних і геодезичних спостережень знаходяться на поверхні Землі, а іноді над її поверхнею. Водночас сучасні пункти високоточних геофізичних спостережень розташовуються в глибоких підземних приміщеннях закритого типу – камерах, шурфах, шахтах, де більш-менш стабільні температурні умови спостережень. Зрозуміло, що на поверхневих астрономічних і геодезичних пунктах не можна організувати високоточні геофізичні визначення і, навпаки, в підземних геофізичних приміщеннях закритого типу не можна виконати високоточні астрономічні визначення.

Отже, готових пунктів, які можна було б прямо пристосувати для проведення на них САГГС, немає, і такі пункти треба створювати спеціально.

5. Найкращим (а, можливо, і єдиним) типом інженерної споруди, яка придатна для створення в ній пункту САГГС, є глибока вертикальна шахта. Вона підходить для астрономічних спостережень, тому що в ній можна організувати визначення астрономічних координат інструментами зенітного типу (зенітна труба, оптичний зенітний зоряний інтерферометр [8]). ГВШ дає змогу не тільки організувати з її дна астрономічні спостереження звичайними зенітними інструментами, а й спорудити в ній спеціальний зенітний інструмент з великою фокусною відстанню і, відповідно, з великою розподільчою здатністю. Наприклад, в ГВШ завглибшки 50 м не дуже складно спорудити зенітну трубу з фокусною відстанню до 100 м. У наземних умовах зробити щось подібне практично неможливо, бо складно забезпечити механічну і термічну рівновагу такого довгофокусного інструменту. Крім того, павільйон для наземного астрономічного інструменту з такою великою фокусною відстанню матиме неймовірно великі розміри.

ГВШ також зручні для розміщення в них опорних геодезичних координатних центрів. Адже центри першокласних геодезичних мереж завжди намагались закладати нижче від рівня промерзання ґрунту, а у висотних мережах репери для високоточного нівелювання часто споруджують в глибоких свердловинах. А в ГВШ і глибинні репери, і глибинні координатні центри можна закласти в глибинний постамент, який знаходиться на дні шахти.

Що ж стосується високоточних геофізичних спостережень, зокрема гравіметричних і нахиломірних, то їх завжди проводили в якихось підземних приміщеннях, де можна забезпечити стабільні температурні умови спостережень, і ГВШ підходять для них якнайкраще.

Є ще й інші позитивні якості спостережень в ГВШ.

Орієнтовно основні характеристики ГВШ можуть бути такими: діаметр – 2–3 м, глибина – 20–50 м, висока стабільність просторового положення, повна гідроізоляція від зовнішніх вод, наявність захисту від несприятливих зовнішніх погодних умов, стабільне енергозабезпечення, екологічна безпечність, можливість спорудження на дні шахти постаменту, в якому закладений геометричний центр пункту. Саме до цього центра необхідно буде приводити результати всіх САГГС. Безпосередньо на постаменті мають виконуватись гравіметричні і нахиломірні визначення. Також безпосередньо з постаменту повинні проводитись астрономічні визначення, якщо вони виконуватимуться за допомогою інструментів зенітного типу (зенітна труба або зенітний зоряний оптичний інтерферометр).

Щоб задати нуль-пункти національних координатних систем відліку, треба принаймні мати три пункти САГГС у ГВШ. Найдоцільніше, щоб ці пункти утворювали великий трикутник, який “накривав” би хоч половину території України. Зрозуміло, що збільшення пунктів САГГС у державній ФАГМ лише підвищить її якість і розширить можливості практичного та наукового використання.

Всі види визначень на пунктах САГГС повинні проводитись рівноточними серіями, трьома комплектами однотипних інструментів, з послідовною перестановкою їх з пункту на пункт перед кожною окремою серією спостережень.

6. У сучасних жебрацьких умовах існування вітчизняної науки і виробництва дуже важко відшукати кошти на спорудження трьох спеціальних ГВШ для організації в них САГГС. Однак нам здається, що цю проблему можна вирішити і по-іншому – відшукати в державі вже наявні ГВШ, які використовувались з іншою метою і які можна пристосувати для виконання в них САГГС. Є всі підстави думати, що для створення пунктів САГГС можуть підійти деякі типи ГВШ, в яких раніше базувались ракетно-пускові комплекси (РПК), що тепер демонтовані, і які сьогодні руйнують і знищують під гучні оплески і дзвін литаврів. Треба пояснити нашим владним органам, що навіть у заможних країнах помпезне руйнування таких дорогих інженерних споруд, якими є шахти РПК, дуже схоже на варварство. А в нашій країні, де більшість населення, за міжнародними стандартами, належить до категорії жебраків, руйнування таких споруд, як шахти РПК є не просто акцією зухвалої безгосподарності, а антидержавницькою акцією. Треба довести нашим владарям, що перебудова великих дорогих інженерних споруд (що вже не будуть використовуватись за попереднім призначенням) для іншого використання є цілком виправданою державницькою акцією і з господарницької, і з моральної, і з екологічної точок зору. І якщо наші державні керівники не лише на словах, але й на ділі піклуються про гармонічний розвиток нашої держави, то вони повинні позитивно відгукнутись на прохання українських астрономо-геодезичних установ і організацій віддати у їх розпорядження три однотипні ГВШ, які не будуть використовуватись за попереднім призначенням, для переобладнання їх під пункти САГГС.

7. А чи виправдане створення в Україні декількох пунктів САГГС в ГВШ, що воно їй дасть? Не тільки виправдане, а й необхідне. Виправдане і потрібне державі не тільки створення пунктів САГГС в ГВШ, а навіть закладення глибинних реперів на дні трьох ГВШ, за допомогою яких можна задати нуль-пункт висотної системи держави. Такий нуль-пункт висотної системи – це дещо вище ніж нуль-пункти уже існуючих висотних систем у вигляді стінних знаків на стояках мостів і фундаментах інших споруд. А наявність в державних ФАГМ пунктів САГГС в ГВШ вирішує не тільки проблему встановлення нуль-пункту відліку висот, а й дозволяє вирішувати інші завдання і проблеми: задати нуль-пункти будь-яких регіональних координатних систем, задати поверхню регіонального геоїда, зафіксувати зв'язок своїх регіональних систем відліку з іншими координатними системами, вивчати різні геодинамічні явища глобального і регіонального характеру.

Зауважимо, що наявність у державі власних координатних нуль-пунктів є своєрідним атрибутом її незалежності. Крім того, створення в державі декількох пунктів САГГС в ГВШ сприятиме розвитку в Україні фундаментальних наукових досліджень у царині астрономо-геодезії і геофізики. В свою чергу, розширення фундаментальних наукових досліджень сприятиме розвитку і піднесенню геодезичної освіти в Україні. Адже саме від рівня розвитку науки в державі залежить рівень вищої освіти в ній, бо наукові дослідження, наукові пошуки, науковий романтизм були, є і будуть рушійною силою розвитку освіти взагалі і вищої – зокрема. Не забуваймо, що держава, яка не дбає про розвиток науки, неодмінно занедбає і освіту. А таким шляхом йти не можна.

8. Я не знаю чи добре обґрунтував доцільність створення в Україні декількох пунктів САГГС в ГВШ, чи не зовсім добре, а може й погано, але за будь-яких обставин я маю

надію, що мої пропозиції не залишаться поза увагою Головного управління геодезії, картографії та кадастру України, Топографічного управління Генерального штабу збройних сил України, а також навчальних, наукових і виробничих установ астрономо-геодезичного і геофізичного профілю. І якщо таке трапиться, то спільними зусиллями ми зможемо зробити добру справу для України.

1. Гожий А.В., Тыщук Н.Ф. О целесообразности продолжения долговременных астрооптических наблюдений за изменением координат // Тр. конф. "Современные проблемы и методы астрометрии и геодинамики". 23-27 сентября 1996. С. – Петербург. С.273-276. 2. Гожий А.В. Про доцільність організації астро-геофізичних спостережень в вертикальних шахтах // Тез. докл. укр. науч.-техн. конф. "Метрологическое обеспечение средств измерений больших длинн и средств измерений геодезического назначения". 16-17 октября 1996 г. Харьков. С.18–19. 3. Машимов М.М. Планетарные теории геодезии. М., 1982. 4. Машимов М.М. Перспективы развития геодезии. М., 1986. 5. Машимов М.М. Теоретическая геодезия. М., 1991. 6. Євсєєва Е.М., Цюпак І.М., Абрикосов О.А., Романишин П.О. Концепція побудови регіональної системи відліку в полі сили ваги // Вісн. геодезії та картографії. 1998. №2(9). С.22–29. 7. Романишин П.О., Телятник А.О., Засць І.М. Розвиток астрономо-геодезичної мережі в Україні // Вісник геодезії та картографії. 1994. №1. С.25–32. 8. Шорников О.Е., Кащеєв Р.А., Пекки Г.Р. Звёздный астрономический интерферометр на Земле и на орбите // 5-й Российский симпозиум «Метрология времени и пространства». 11-13 октября 1994. Менделеево. С.433–445. 9. Gozhy A., Tyshchuk M. On the principles of the astrooptical observations continuation for the changes of coordinate stations nowadays and in the future// Reference systems and frames in the space era: present and future astrometric programmes. Prague, 22-24 September 1997. P.202–204.

УДК 528.27

Двуліт П.Д.

НУ "Львівська політехніка", кафедра вищої геодезії та астрономії

ЧАСОВІ ЗМІНИ ПРИСКОРЕННЯ СИЛИ ВАГИ, ЗУМОВЛЕНІ ВПЛИВОМ РУХУ ПОЛЮСА І ЗМІНОЮ КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ ЗЕМЛІ

© Двуліт П.Д., 2000

Проанализовано влияние движения полюса и изменения угловой скорости вращения Земли на вариации ускорения силы веса для пунктов Украины. Показано, что при выполнении высокоточных абсолютных измерений ускорения силы веса необходимо учитывать движение полюсов.

Як відомо, вектор ω кутової швидкості обертання Землі змінюється внаслідок періодичних, нерегулярних та вікових варіацій [3]. Це приводить до відповідних варіацій