



СПОГАДИ ПРО МИНУЛЕ, З ТРИВОГОЮ ПРО МАЙБУТНЄ ГЕОДЕЗИЧНОЇ НАУКИ І ПРАКТИКИ

1. Вступне слово з елементами оптимізму

Двадцять років тому в Україні розпочався процес впровадження в геодезичну практику спостережень глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС). Як це відбувалося (з елементами протидії тодішніх владних структур України), я описав у книжці "Наукові будні. Справа "КЧЗ", виданій у 2008 р. (К.: Академперіодика, 2008. – 58 с.). За роки, що пройшли з того часу, в геодезичній науці й технологіях відбулися значні зміни. Сьогодні ГНСС-технології широко використовуються для наукових досліджень навколоземного космічного простору, вивчення регіональної геодинаміки, створення кадастру тощо. Більше того, за підтримки Європейського Союзу (ЄС) Головна астрономічна обсерваторія НАН України (ГАО НАНУ) разом з провідними фахівцями України та Західної Європи виконала унікальний проєкт "EEGS", спрямований на розширення зони дії системи EGNOS на Східну Європу.

2. Декілька загальних зауважень

Сьогодні важко уявити собі проведення наукових досліджень Землі та навколоземного космічного простору, забезпечення високоточної навігації рухомих об'єктів, створення геодезичних систем відліку та підготовки кадастру без використання даних ГНСС. Найбільшого розвитку отримала створена в США система GPS. У Росії активно працюють над підвищенням ефективності функціонування започаткованої ще за часів СРСР системи ГЛОНАСС. На черзі – введення в експлуатацію системи GALILEO в країнах ЄС, навігаційних систем у багатьох інших країнах.

У наведеній таблиці подано неповний перелік користувачів та можливі сфери використання ГНСС в Україні.

Із таблиці випливають очевидні висновки – координатно-часове забезпечення є проблемою

мультидисциплінарною, для вирішення якої потрібне відповідне обладнання і технології, а найголовніше – досвідчені спеціалісти.

В Україні ще збереглося високотехнологічне виробництво навігаційної апаратури (наприклад, ДП "Оризон-Навігація"), а для підготовки спеціалістів високої кваліфікації здійснено переклади з англійської на українську мову книг відомих закордонних фахівців з питань ГНСС [2, 3].

На відміну від початку 90-х років минулого століття сьогодні маємо певний прогрес у цьому напрямі науки і техніки. Найбільш знаковими подіями було запровадження Міжнародної референційної системи координат ITRS та підписання угоди з ЄС про участь України у створенні супутникової системи навігації GALILEO.

Для ГАО НАНУ це особливо важливо, оскільки розроблення теоретичних основ та створення двох основних систем координат – небесної та загальноземної, їх міжнародних стандартів (ICRS та ITRS) і реалізації (ICRF та ITRF) завжди значились у переліку основних напрямів діяльності обсерваторії.

3. Сторінки історії

Але на цьому шляху ГАО НАНУ разом з іншими установами та відомствами України довелося подолати багато перешкод. Думаю, що прийдешньому поколінню науковців буде цікаво про це знати не тільки з пізнавальної точки зору, але й, можливо, щоб уникнути помилок своїх попередників.

На початку 60-х років минулого століття на зміну класичним методам глобальних геодезичних вимірювань, а згодом і методам визначення параметрів обертання Землі (координат полюса Землі та нерівномірності її обертання) прийшли нові методи – супутникової геодезії та радіоінтерферометрії з наддовгими базами (РНДБ).

ГНСС – основа координатно-часового та навігаційного забезпечення широкого кола користувачів в Україні

Міністерства та відомства	Сфери використання ГНСС
Міністерство інфраструктури	Високоточна навігація авіа-, морського, автомобільного та залізничного транспорту. Забезпечення моніторингу транспортних потоків та керування рухом. Контроль за перевезенням небезпечних вантажів та безпекою перевезень. Часова синхронізація телекомунікаційних мереж і телепередач.
Міністерство екології та природних ресурсів	Забезпечення єдиного державного обліку природних ресурсів. Створення високоточної геодезичної основи для виконання картографічних та кадастрових робіт, картографування територій для планування та забудови міст. Екологічний моніторинг. Розроблення корисних копалин.
Міністерство оборони	Підвищення ефективності використання засобів військового призначення.
Міністерство аграрної політики та продовольства	Запровадження високопродуктивного землеробства.
Міністерство економічного розвитку і торгівлі	Розвиток Державної служби єдиного часу та еталонних частот.
Національна академія наук, Міністерство освіти і науки	Вирішення фундаментальних та прикладних задач наук про Землю і Космос. Використання навігаційних технологій у медицині, туризмі, будівництві тощо.



З метою підготовки до реорганізації міжнародних служб руху полюсів Землі та часу (IPMS та ВІН) на початку 1980-х було проведено кампанію спостережень класичними та новими методами в рамках проекту MERIT (див. [4]). Успіх цієї кампанії обумовив створення в 1988 р. Міжнародної служби обертання Землі (IERS), яка базувалася на доплерівських спостереженнях штучних супутників Землі (ШСЗ) системи TRANSIT, лазерних спостереженнях ШСЗ та Місяця, а також РНДБ-спостереженнях радіоджерел випромінювання. Перші GPS-спостереження, які були проведені в 1991 р., продемонстрували високу точність визначення положень точок земної поверхні (на сантиметровому рівні). У свою чергу це спричинило створення в 1992-1994 роках Міжнародної GPS-служби (IGS), яка офіційно почала функціонувати в системі IERS з 1 січня 1994 року.

У розвитку координатно-часового та навігаційного забезпечення лідерство завжди належало США, зокрема їх Департаменту оборони (ДоД), який ще у 1984 р. створив Світову геодезичну систему координат (WGS84). Ця система стала четвертою в серії глобальних геоцентричних систем координат (ГСК), створених ДоД. ГСК широко використовуються в геодезії, картографуванні та навігації. Вони забезпечують взаємну прив'язку різних локальних систем координат (геодезичних дат).

Військово-топографічне агентство США (DMA) здійснило перетворення більш ніж 100 локальних геодезичних дат до WGS84. З цією метою воно виконало прив'язку геодезичних реперів до відповідних точок супутникових спостережень (на першому етапі супутників TRANSIT, а згодом – GPS).

На той час точність WGS84 складала 1,2 м (горизонтальні координати) та 2,6 м (висоти).

Визначення та реалізація системи здійснювалася з використанням спостережень початку 80-х років минулого століття. З появою GPS з'явилася можливість її уточнення. Тому DMA в 1993-1994 рр. висунуло нові вимоги до точності та реалізувало відповідну програму, в результаті чого точність цієї системи координат досягла дециметрового рівня.

Отже, сьогодення WGS84, хоча і поступається за точністю міжнародній системі координат ITRF, задовольняє окремі вимоги практики, а ДоД планує подальше її удосконалення.

З метою впровадження в Україні GPS-технології ГАО НАНУ налагодила на початку 1990-х років співпрацю з науковими установами Польщі, Угорщини і ФРН та організувала GPS-спостереження на території Українських Карпат (проект "ГЕОДУК" – геодинаміка Українських Карпат).

Водночас було започатковано співпрацю у цьому напрямі з Головним управлінням геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України (ГУГКК) і Топографічним управлінням Генерального штабу Збройних сил України (ТУ ГШЗС). Було зроблено спробу скоординувати дії НАН України, ГУГКК й ТУ ГШЗС зі створення земної системи координат для території країни,

використовуючи нові, зокрема GPS-технології. 25 липня 1994 р. відбулася спеціальна нарада з цього питання. На нараді, зокрема, було вирішено:

- у період з вересня по жовтень 1994 р. провести спостереження низькоорбітальних ШСЗ;
- за підсумками оброблення матеріалів спостережень підготувати заходи з розроблення концепції створення референційної мережі геодезичних пунктів на території України з використанням GPS-технологій, представити проект Державної програми розвитку референційної системи геодезичних пунктів (ГАО НАНУ, ГУГКК, ТУ ГШЗС);
- розробити програму модернізації наявних астрономо-геодезичних обсерваторій Міністерства оборони України та аналогічних об'єктів з метою доведення їх технічних характеристик до світового рівня та включення до світової мережі фундаментальних астрономо-геодезичних пунктів.

Зазначу, що в той час в Україні ще діяли старі інструкції часів СРСР на заборону на відкрите публікування точних координат точок земної поверхні (навіть у загальноземній системі координат!), що стримувало запровадження супутникових технологій.

Вирішення завдання економічного розвитку та інтеграції країни у світове співтовариство, зокрема і в питаннях транспортного забезпечення, вимагало здійснення термінових заходів з підготовки концептуальних засад координатно-часового забезпечення об'єктів економіки, науки та оборони. Але окремі відомства в той період ще не звільнилися від застарілих стереотипів радянського життя і перебували під впливом Росії.

Найнадійнішим партнером ГАО НАНУ у цій справі був Держспоживстандарт України. ГУГКК також реально усвідомлювало потребу переходу в геодезії та картографії на нові технології. Не маючи достатніх власних фінансових ресурсів, це управління запланувало провести у 1995 р. разом з Інститутом прикладної геодезії ФРН GPS-спостереження в мережі з 15-ти фундаментальних станцій України з метою входження їх до загальноєвропейської системи координат (EUREF).

Було проведено ретельну підготовку (але, як згодом з'ясувалося, без відповідних узгоджень) до виконання цих спостережень, і на станції мережі виїхали спільні українсько-німецькі бригади спостерігачів.

Здавалося, все йде нормально і незабаром Україна інтегрується у питання координатно-часового забезпечення у Європу. Але сталося не так, як планувалося. За ініціативою ТУ ГШЗС уряд приймає рішення про припинення GPS-спостережень та відправку німецьких спеціалістів за межі України. Підстава – порушення Закону "Про державну таємницю" в тій його частині, де йдеться про точні координати пунктів. Про те, що у цьому Законі окремі положення, зокрема щодо визначення геодезичних реперів, координати яких задані в закритій системі координат СК-42, та координат точок земної поверхні, заданих у загальноземній системі координат, потребують уточнення, а також



що Закон може відіграти негативну роль у розвитку України, фахівці добре знали, і тому кинулися виправляти ситуацію. ГУГКК обґрунтувало необхідність побудови на території України фундаментальної геодезичної мережі.

Але, як виявилось потім, сили були нерівні, і "борці за збереження примарних таємниць" перемогли. 30 листопада 1995 р. відбулося засідання Кабінету Міністрів України, у порядку денному якого був п. 6 "Про факти порушення посадовими особами Головного управління геодезії, картографії та кадастру вимог Закону України "Про державну таємницю". А ще через місяць (28 грудня 1995 р.) вийшла відповідна Постанова Уряду (№ 1069). У ній, зокрема, зазначалося: "4. Вважати за доцільне спостереження на основі глобальної позиційної системи (GPS-спостереження) на території України надалі проводити власними силами. У зв'язку з цим Головному управлінню геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України розробити і подати на затвердження погоджених з іншими заінтересованими міністерствами і відомствами план заходів щодо завершення GPS-спостережень на території України".

Та життя продовжувалось, і зупинити прогрес у цій сфері науки і технології було вже неможливо, незважаючи на всі обмеження та заборони. Жаль тільки, що на їх подолання довелося витратити так багато часу та зусиль.

На виконання Постанови Кабінету Міністрів України від 21.07.1992 р. № 419 Національна академія наук вивчила це питання та провела відповідні погодження з ГУГКК і ТУ ГШЗС. Відносно зауважень Топографічного управління відзначаю, що необґрунтоване засекречення координат станцій у міжнародній системі відліку нанесло великі збитки державі, загальмувало проведення економічної (аграрної) реформи.

Через нестачу в Україні відповідного наукового обладнання роботи на геодинамічних полігонах у Карпатах та Криму велися, починаючи з 1991 р., за участю Польщі, Угорщини, Чехії та Німеччини в рамках міжнародних проектів (РЕКА-93, 94, WEGENER та ін.). Координати цих станцій було занесено до міжнародних банків даних ще за часів СРСР, тобто до прийняття Закону України "Про державну таємницю". Згодом оброблення результатів цих спостережень виконали співробітники Науково-дослідного інституту геодезії і картографії ГУГКК у співпраці з ГАО НАН України.

За таких несприятливих умов ГАО НАНУ розпочала створення Української мережі перманентних GPS-станцій (Київ, Євпаторія, Ужгород, Полтава, Миколаїв та ін.; див. малюнок).

Але широке використання GPS-технологій в геодезії, землекористуванні тощо блокувалося різними інстанціями. Зокрема, ТУ ГШЗС намагалося запровадити жорсткі умови придбання та використання GPS-приймачів. Багато хто намагався йти по хибному шляху суцільної регламентації та



Українська мережа перманентних GPS-станцій

засекречення замість усвідомлення великої шкоди від засекречення координат об'єктів.

І все-таки 22 грудня 1999 р. Кабінет Міністрів України видав постанову № 2359 "Про впровадження на території України Світової геодезичної системи координат WGS84" з метою інтеграції України в світову та європейську економічні системи, запровадження сучасних систем навігації транспортних засобів, участі в міжнародних наукових дослідженнях глобальних екологічних і геодинамічних процесів, вивчення фігури Землі та картографування території України з використанням супутникових технологій.

Згодом було виконано спостереження на станціях фундаментальної геодезичної GPS-мережі, що послужило основою для створення системи координат УСК-2000 та її впровадження.

4. Післяслово з присмаком песимізму. То ж здавалося, що на горизонті вже видніються світлі далі. Але знову маємо тривожні сигнали, які свідчать про те, що розвиток геодезичної науки і технологій досі не знаходить необхідної підтримки у владних структурах. Тому мені й захотілося ще раз звернути увагу на цю сферу суспільної діяльності.

З великою тривогою відзначаю, що в останнє десятиріччя геодезична служба послідовно втрачала свій загальнодержавний статус, оскільки не мала постійного і незалежного місця у структурі державного управління. Її весь час кудись приєднували: то як департамент у Державний комітет екології та природних ресурсів, то в Державний комітет по земельних ресурсах, а нещодавно перепідпорядкували Міністерству регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. Відповідно до цього фактичними керівниками служби ставали чиновники, які не мали геодезично-картографічної освіти і тому не розуміли особливої ролі цієї служби у своїй структурі. Плачевним результатом такого ставлення стало, наприклад, створення Кадастрової карти України, на якій багато земельних ділянок опинилися у морях, водоймищах ГЕС Дніпровського каскаду, перетинають залізниці, автошляхи тощо.



Внаслідок такого "господарювання" високотехнологічні та ефективні підприємства галузі, як-от "Геосистема", "Укрінжгеодезія", "Київгеоінформатика", "Картографія" і навіть НДІ геодезії і картографії практично доведені до руйнації, що неодмінно призведе до зниження потенціалу цієї галузі науки і техніки та її впливу на розвиток економіки України.

Література

1. "Геокосмосмережа": українська мережа станцій космічної геодезії та геодинаміки. – К.: Компанія ВАІТЕ, 2005. – 60 с.
2. Гофманн-Велленгоф, Б. Глобальна система визначення місцеположення (GPS). Теорія і практика / Б. Гофманн-

Велленгоф, Г. Ліхтенеггер, Д. Коллінз; пер. з англ.; за ред. Я.С. Яцківа. – К.: Наук. думка, 1995. – 380 с.

3. Гофманн-Велленгоф, Б. Навігація: основи визначення місцеположення та скеровування / Б. Гофманн-Велленгоф, К. Легат, М. Візер; пер. з англ.; за ред. Я.С. Яцківа. – Л.: Вид-во Львів. нац. ун-ту ім. І. Франка, 2006. – 443 с.

4. Яцків, Я.С. Международный проект MERIT. Подготовка к основной кампании / Я.С. Яцків, К.Х. Нуртудинов. – К., 1983. – 28 с. (Препринт ИТФ АН УССР. ИТФ-83-94Р).

5. Gaiovitch, I. GEODUC'95 GPS campaign data processing / I. Gaiovitch, O. Khoda, A. Samoilenko, Ya. Yatskiv // Proc. 4th International Seminar "GPS in Central Europe". – Pecs (Hungary). – Reports on Geodesy. – 1997. – № 4. – P. 351-362.

Надійшла 14.10.15

* * *

УДК 528

Р. І. Сосса, І. С. Тревого

КУДИ РУХАЄТЬСЯ УКРАЇНЬСЬКА ГЕОДЕЗІЯ ТА КАРТОГРАФІЯ?

Освещаются основные проблемы в области топографо-геодезического и картографического обеспечения потребностей государства и общества. Обращено внимание на неудовлетворительное состояние дел относительно создания национальной системы отсчета, общегосударственного топографического картографирования, создания национальной инфраструктуры геопространственных данных.

Main problems in the sphere of meeting the topographic and cartographic needs of the society and state are highlighted. The attention is turned to unsatisfactory situation concerning creation of national system of reference frame, national topographic mapping, creation of national infrastructure of geospatial data.

За підрахунками вчених, близько вісімдесяти відсотків будь-якої інформації тією чи іншою мірою мають просторову складову. Тому топографо-геодезична та картографічна інформація, що покликана об'єктивно відображати особливості просторового поширення тих чи інших явищ, фактів тощо, все активніше використовується у більшості секторів діяльності і, що має не менш важливе значення, – у повсякденному житті людини. Стрімкий розвиток суспільства завдяки інформаційним технологіям ставить нові завдання перед цією сферою діяльності: підвищення вимог до якості геодезичної та картографічної інформації, впровадження цифрових технологій її отримання і використання, забезпечення постійної актуалізації такої інформації та максимально простого доступу до неї.

Топографо-геодезичне та картографічне забезпечення потреб держави як елемент технології подвійного застосування є також важливою складовою національної безпеки й оборони. Цим насамперед значною мірою і визначається значимість діяльності державних картографо-геодезичних служб. Ще у 1947 р., врахувавши уроки Другої світової війни,

Генеральна Асамблея ООН ухвалила спеціальну Резолюцію про необхідність створення самостійних державних картографо-геодезичних служб, для виконання якої такі органи було створено і сьогодні вони функціонують як центральні органи виконавчої влади у більш як 175-ти державах світу. Для привернення уваги до значимості топографо-геодезичної та картографічної діяльності для держави можна навести і такий історичний факт: після перемоги у Другій світовій війні держави-переможці заборонили Німеччині мати власну картографо-геодезичну службу.

Завданнями державної картографо-геодезичної служби є створення національної системи відліку, забезпечення функціонування державної геодезичної мережі, загальнодержавне топографічне картографування території країни та розвиток національної системи картографування, топографо-геодезичне й картографічне забезпечення делімітації та демаркації державного кордону, розвиток геоінформаційних ресурсів і створення геоінформаційних систем, установлення та унормування географічних назв, розвиток фундаментальних досліджень і прикладних наукових розробок.

Проведений аналіз ситуації в Українській державі

© Р. І. Сосса, І. С. Тревого, 2015