

та Мінпромполітики треба підготувати необхідні урядові рішення та забезпечити їх виконання. Саме ця форма діяльності ВНЗ зможе скоротити навчальне навантаження викладачів вишів та зорієнтувати їх на підготовку навчальної літератури для цієї категорії слухачів у системі післядипломної освіти.

Що стосується підготовки магістрів, то тут, на наш погляд, треба у практику їх навчання ввести теоретичні курси з певних розділів математики, фізики, які стосуються їх майбутньої роботи в науково-дослідних лабораторіях. Для спеціалістів з буріння свердловин, видобування нафти і газу, їх транспортування варто б ввести нові курси з теорії пружності, пластичності, реології складних суспензій, спеціальні розділи з гідравліки, теплофізики тощо. Тут варто підійти до навчання магістрів на індивідуальній основі.

В університетах (академіях) зосереджено найбільш потужний науковий потенціал. Тут містяться спеціалізовані ради з захисту дисертацій. Більшу частину кафедр очолюють доктори наук. Проте у багатьох випадках цей науковий потенціал реалізується лише у наукових статтях, у кращому разі — монографіях. Створення нових технологій, обладнання, нормативних документів не є завданням університетів, бо ці роботи не фінансує галузь. Водночас саме університети можуть стати могутніми генераторами нових технологій, але для цього компанії державної чи приватної форми власності мають ставити перед університетами конкретні тематичні завдання із встановленими термінами їх розробки, забезпечувати фінансування цих робіт, хоча би в початкових обсягах, а повний розрахунок здійснювати по виконанню

робіт. І ці результати повинні корелюватися зі світовими досягненнями галузі.

Щодо самої системи керівництва ВНЗ, то, як відомо, впродовж майже ста років (до 1944 р.) ректор Львівської політехніки обирався лише на рік. Зміна ректорів не впливала на якість управління ВНЗ. Ще з радянських часів у країнах-сателітах СРСР (Болгарії, Польщі, Угорщині) ректор обирався лише на один чотирирічний термін, після чого його замінював новий обранець Вченої ради. До речі, у Бразилії ректори вищих за світовим виміром університетів (штату Ріо де Жанейро або Католицького університету ім. Кеннеді) обираються лише на трирічний термін. І від цього якість керівництва великими колективами не страждає.

Наша практика, коли ректори працюють по 10—20 років або й довше, успадкована з часів СРСР і базується на цілком інших принципах, ніж у передових країнах світу. В наших умовах варто б нормативно обмежити обрання ректорів на один або два терміни. До речі, ректор (і проректори) є виконавцем рішення вчених рад, а не їх керівником. Погодження кандидатур на посаду ректора з Міністерством освіти та керівництвом (центральною чи місцевою) неприпустиме. Це прерогатива Вченої ради, яка зазвичай обирає ректора на один—два терміни по три або чотири роки кожен.

Вища школа в Україні ввійшла в нову фазу, отже, не враховувати змін у розвитку суспільства вже неможливо. Надто дрібязкові бюрократичні вимоги МОНУ не можуть вирішити складного виду діяльності університетів у нових умовах.

Роман ЯРЕМІЙЧУК

ЛАЗЕРНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ШТУЧНИХ СУПУТНИКІВ ЗЕМЛІ ТА МІСЯЦЯ

Останніми десятиліттями розвинулись нові методи астрономічних вимірювань, котрі витіснили класичні методи спостережень і дають можливість вирішувати низку задач з астрономії, геодезії та геодинаміки на вищому рівні точності. Зокрема, з 1 січня 1988 року Міжнародна служба обертання Землі перейшла на нові методи спостережень для визначення параметрів обертання Землі — лазерну локацію штучних супутників Землі та Місяця, радіоінтерферометрію на наддовгих базах. Лазерна локація супутників (ЛЛС) — сьогодні одна з високоточних методик дослідження властивостей ряду геодинамічних явищ.

Принцип дії ЛЛС-станції¹ полягає у тому, що короткий світловий імпульс, який генерується лазерним передавачем, через оптичну систему потрапляє в телескоп, який колімує лазерний пучок і направляє його на локований об'єкт (масив кутикових відбивачів на супутнику або Місяці) (Іл. 1).

Частина імпульсу лазера, яка направляється на коаксіальний фотоелемент, перетворюється в електричний імпульс *Старт*. Відбитий від супутника світловий імпульс, який приймається тим же телескопом, через відповідну оптичну систему надходить у фотоприймач, що перетворює його в електричний імпульс *Стоп*. При багатократному повторенні лазерних імпульсів утворюється послідовність *Старт Стоп'ових* сигналів, які передаються на комп'ютерний лічильник подій. У комп'ютері проводиться виділення відбитого локаційного сигналу з шуму, визначається час поширення лазерного імпульсу до цілі та назад (локаційне запізнення), проводиться контроль та управління системами станції, а також реєстрація інформації про результати вимірювання. Локаційне запізнення помножене на швидкість світла є миттєвою топоцентричною відстанню до супутника. Такі необроблені дані ЛЛС-станція оперативно

¹ Астрономічний енциклопедичний словник / За загальною редакцією І. А. Климишина та А. О. Корсунь.— Львів, 2003.— 548 с.

передає у відповідні центри, де дані коректують приведення до центра мас супутника, вплив атмосфери (викривлення та сповільнення поширення



1. Лазерна локація Місяця

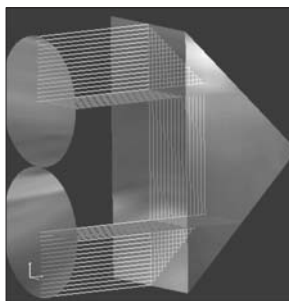
світлового сигналу в середовищі) та ін. Як наслідок, за даними спостережень багатьма ЛЛС-станціями можна отримати високоточні параметри орбіти супутника.

Лазерна локація на міліметровому рівні точності можлива лише для супутників, обладнаних спеціальними (кутиковими) відбивачами, котрі забезпечують відбивання значної частини падаючого лазерного імпульсу у зворотному напрямку, якої є достатньо для реєстрації приймачами випромінювання (Іл. 2).

Відбивач має форму зрізаного кута куба, грані якого алюмінізовані, повернутого зрізом до спостерігача. Виготовляють відбивач із плавленого кварцу, показник заломлення якого $n(\lambda = 532 \text{ нм}) = 1.4607$. Такий відбивач повертає оптичний імпульс у зворотньому напрямку при кутах падіння аж до 70° . Чим далі супутник від спостерігача, тим більший має бути масив відбивачів — низькоорбітальні $\sim 1000 \text{ км}$ — 4—9 відбивачів, у той час як навігаційні $\sim 20000 \text{ км}$ — кілька сотень відбивачів.

Первинним завданням ЛЛС є вимірювання топоцентричної відстані до супутника з міліметровою точністю. Це своєю чергою дає можливість визначити параметри орбіти супутника та вирішувати низку наукових прикладних та фундаментальних задач:

- 1) визначення геоцентричної відстані до супутника;
- 2) калібрування і уточнення елементів орбіт низькоорбітальних супутників (обладнаних приймачами системи GPS);
- 3) визначення найнижчого ступеня і порядку коефіцієнтів гравітаційного поля, у тому числі їх часові зміни;
- 4) підтвердження значень параметрів гравітаційного поля, отриманих з допомогою нових космічних місій;



2. Хід променів через відбивач

5) дослідження ефектів загальної теорії відносності, пов'язаних із викривленням простору— часу поблизу Землі².

ЛЛС не обмежується максимальною відстанню у 20000 км для навігаційних супутників. Проводяться також лазерні спостереження Місяця, тобто відбивачів, залишених місіями Аполон та Луноход, а також у 2009 році і супутника Місяця — космічний апарат LRO. Завдання ЛЛС-спостережень LRO — прецизійно визначити орбіти супутника. Бортова система супутника складається із приймального телескопа, що захоплює лазерний імпульс наземної ЛЛС-станції, та оптоволоконного кабеля, що передає його до лазерного висотоміра. Вже він реєструє час приходу лазерного сигналу,



3. LRO — штучний супутник Місяця

записує цю інформацію та передає її у бортову систему обробки даних для збереження або передачі на Землю по радіозв'язку.

Координацію діяльності ЛЛС-станцій, у тому числі визначення пріоритетів лазерної локації супутників, здійснює Міжнародна служба лазерної локації штучних супутників Землі (International Laser Ranging Service — ILRS³). Останні роки характеризуються значним підвищенням активності в рамках ILRS. Протягом останніх кількох років ILRS підтримала 28 нових супутникових місій, включаючи пасивні геодезичні (геодинамічні) штучні супутники, навігаційні супутники, технічні місії та супутники дистанційного зондування Землі.

Українська мережа станцій лазерної локації супутників входить до складу міжнародної мережі, яка координується службою ILRS. Діяльність української мережі ЛЛС-станцій, яка є складовою національної Укргеокосмосмережі, узгоджується Українським центром визначення параметрів обертання Землі⁴.

До її складу входять чотири станції лазерної локації: „Голосіїв—Київ“, „Львів“, „Сімеїз“, „Кацівел“,

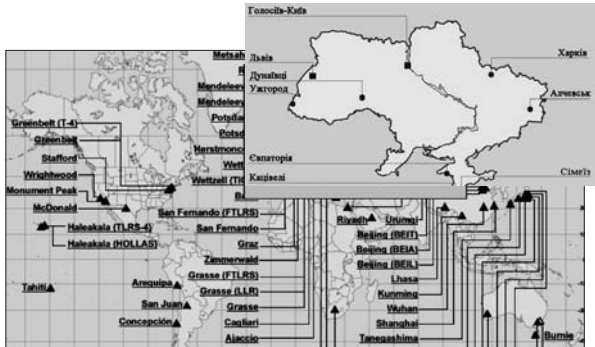
² Ciufolini I., Pavlis E. C. A confirmation of the general relativistic prediction of the Lense-Thirring effect // Nature.— 2004.— Vol. 431.— P. 958—960.

³ Pearlman M. R., Degnan J. J. and Bosworth J. M. The International Laser Ranging Service // Advances in Space Research.— 2002.— Vol. 30.— N 2.— P. 135—143.

⁴ Укргеокосмосмережа. Українська мережа станцій космічної геодезії та геодинаміки.— К., 2005.— 60 с.

котрі інтегровані в Міжнародну службу лазерної локації і беруть участь у виконанні міжнародних наукових програм. Крім того, в експериментальному режимі в Україні працюють ще чотири лазерно-локаційні станції: „Ужгород“, „Алчевськ“, „Дунаївці“ та „Свпаторія“.

Результати спостережень супутників, отримані українськими ЛЛС-станціями, публікуються в Інтернеті на сайтах міжнародної служби ILRS та Української мережі УЦПОЗ ГАО НАНУ⁵. Укргеосомережа бере активну участь у відповідних міжнародних службах, у виконанні національних програм із встановлення систем координат та



4. Мережа ЛЛС-станцій Міжнародної служби лазерної локації штучних супутників Землі (International Laser Ranging Service — ILRS) та України

служби часу. Результати роботи українських станцій активно використовують державні наукові організації, наприклад, Український центр визначення параметрів орієнтації Землі (УЦПОЗ), міжнародні наукові організації для створення важливих рішень геодинамічних задач.

Львівська станція лазерної локації супутників заснована 1987 р. в Астрономічній обсерваторії⁶ Львівського національного університету ім. І. Франка і розміщена на замиській станції спостережень Астрономічної обсерваторії ЛНУ у смт Брюховичі. Проте оптичні спостереження супутників Землі в обсерваторії проводять від першого запуску 1957 р. Завдяки зусиллям Олександра Логвиненка (1936—2007) спостереження супутників у Львові спочатку візуальні, згодом фотографічні та електрофотометричні, а тепер і лазерні віддалемірні, стали вагомим внеском у розвиток астрономічної галузі.

2002 р. ЛЛС-станція увійшла до Міжнародної мережі лазерних станцій ILRS під акронімом LVIL, із міжнародним кодом си-



5. Телескоп ТПЛ-1М

стеми 1831 та павільйону 12368S001, а також до національної мережі Українського центру визначення параметрів обертання Землі Головної



6. Олександр Логвиненко проводить екскурсію ЛЛС-станцією. 2004 р.

астрономічної обсерваторії НАН України. Спостереження ШСЗ проводять в рамках роботи станції у міжнародній мережі ILRS та в рамках виконання Державної програми „Створення та розвиток Державної служби єдиного часу і еталонних частот“ (проект „Орієнтація“). За результатами ЛЛС-спостережень визначено координати станції „Львів—1831“: широта $49^{\circ}55'3''.36$ пн. ш., довгота $23^{\circ}57'25''.92$ сх.д., висота 359.368 м, або $X = 3760674.975$ м, $Y = 1670776.340$ м, $Z = 4857165.479$ м.

Наукові дослідження за напрямком оптичних спостережень штучних супутників Землі проводять співробітники відділу практичної астрономії та фізики ближнього космосу Астрономічної обсерваторії ЛНУ ім. І. Франка у співпраці з колективами ГАО НАНУ, НДІ „Миколаївська АО“, Лабораторії космічних досліджень Ужгородського НУ, Державного міжвузівського центру „Оріон“, ЛЛС-станції „Рига“, Інституту астрономії Російської АН, Національного центру управління та випробовування космічних засобів Національного космічного агентства України.

У 2008 році ЛЛС-станція „Львів-1831“ у складі „Науково-дослідного комплексу апаратури для вивчення штучних небесних тіл ближнього космосу астрономічної обсерваторії Львівського національного університету імені Івана Франка“ внесена у Державний реєстр наукових об'єктів, що становлять національне надбання.

Андрій БІЛИНСЬКИЙ,
Наталія ВІРУН

⁵ <http://www.mao.kiev.ua/EOP/>

⁶ Влагодыр Я. Т. и др. Комплекс для оптических наблюдений ИСЗ АО ЛНУ // Материалы Международной конференции „Наблюдение околоземных космических объектов“.— Звенигород (Россия), 2007.— 3 с.— Доступный з: <<http://lfvn.astronomer.ru/report/0000018/Lvov/>>