

# ГЕОДЕЗІЯ

УДК 528.28

Л.С. Лубенець, О.І. Мороз  
Національний університет “Львівська політехніка”

## ПРО НАУКОВИЙ, НАВЧАЛЬНИЙ ТА ІСТОРИЧНИЙ РОЗВИТОК НАЙСТАРІШОЇ В УКРАЇНІ КАФЕДРИ ГЕОДЕЗІЇ

О.Лубенець Л.С., Мороз О.І., 2006

*Показано історичний розвиток за 135 років найстарішої в Україні кафедри геодезії*

*Historical development of chair of a geodesy for 135 years is described*

18 червня 2006 року виповнилося 135 років кафедрі геодезії Національного університету “Львівська політехніка” – найстарішій геодезичній кафедрі в Україні. У цей день у 1871 році наказом Міністерства освіти Австро-Угорщини була створена кафедра геодезії і сферичної астрономії. Її першим завідувачем був призначений асистент Чеського вищого технічного училища у м. Празі Домінік Зброжек, якому згодом було присвоєно звання професора.

Створення кафедри геодезії та сферичної астрономії у Львівській технічній академії дало змогу відкрити у 1877 році першу в Західній Україні астрономічну обсерваторію, а у 1878 році – метеорологічну станцію.

З надбанням наукового та педагогічного потенціалу кафедра геодезії та сферичної астрономії у 1894 році поділяється на кафедру геодезії (яка з такою назвою існує й до сьогодні) та кафедру сферичної астрономії і вищої геодезії. Кафедри очолили відповідно професори С. Відт та В. Ласка. У цей період починають виходити перші підручники з геодезії, написані в стінах Академії професорами С. Відтом та В. Ласкою (1899 року – навчальний посібник С. Відта “Miernictwo” у чотирьох частинах, 1901 року – навчальний посібник “Miernictwo i teoria bledow i rachunek wugownawczy”, який підготували професори В. Ласка та С. Відт).

З 1912 року кафедру геодезії очолив професор К. Вайгель – один з найвідоміших вчених-геодезистів Західної України того часу. Наукові інтереси професора К. Вайгеля були дуже різноманітними. Його праці з геодезії, гравіметрії та фотограмметрії стали вагомим внеском в подальший розвиток геодезичної науки. Він один з перших застосував результати аерофотознімання для створення планів і карт на міські території, зокрема на м. Львів. Обирався у 1924–1930 рр. ректором “Львівської політехніки”.

Майже 30 років кафедрою геодезії завідував проф. К. Вайгель. На жаль, 3 липня 1941 року, разом з великою групою львівських вчених він був розстріляний фашистами на Вулецьких горбах.

Після Другої світової війни, у 1945 році кафедра геодезії входить до складу геодезичного факультету Львівської політехніки. Її завідувачем призначають доцента Андрія Даниловича Моторного.

Важливим досягненням кафедри на цей час були розроблені доц. А.Д. Моторним системи полігонометричних ланок з базисами, розташованими не перпендикулярно до лінії, що визначається (як в ланках паралактичної полігонометрії), а вздовж цієї лінії. Такі ланки, в подальшому названі новими ланками полігонометрії, дають змогу необмежено збільшувати паралактичні кути, і тому виявились не тільки досить точними, але й дуже оперативними; їх можна використовувати в будь-яких топографічних умовах, оскільки базис може бути вимірний на початку, в кінці або в середній частині лінії, що визначається, а перпендикуляри, довжини яких не вимірюються можна встановлювати справа або зліва щодо цієї лінії.

До появи світловіддалемірів такі побудови розширювали можливості застосування полігонометрії, вони мали важливе виробниче значення і їх розробка і детальний аналіз стали основою докторської дисертації А.Д. Моторного. Під кінець свого життя проф. А.Д. Моторний склав російсько-український словник технічних термінів з геодезичного циклу дисциплін. На жаль, видати такий словник йому не вдалось. Тепер, коли Україна стала самостійною, словник значно розширений (передусім опрацьовував його доц. В.О. Літинський), вийшов у 1993 році.

Починаючи з 1952 р., коли колектив кафедри поповнився молодими викладачами – випускниками ГФ, кафедра за пропозицією А.Д. Моторного розпочала вивчення проблеми впливу зовнішнього середовища на результати геодезичних вимірювань (Д.І. Маслич, А.Л. Островський, Л.С. Хижак, М.К. Дрок, І.Н. Кметко, С.І. Плахотний, М.І. Кравцов, Р.М. Тартачинський та ін.). Д.І. Маслич вивчав особливості дії вертикальної рефракції на результати тригонометричного нівелювання в гірських умовах; А.Л. Островський – дію бокової рефракції на точність вимірювань горизонтальних кутів в міській полігонометрії та полігонометрії, що прокладається вздовж рік, залізниць та шосейних доріг; Л.С. Хижак – дію бокової рефракції на триангуляційні мережі, що будуються в рівнинній місцевості з різнорідною підстилаючою поверхнею (ліс, рілля, пісок тощо). Він перший серед львівських геодезистів звернув увагу на залежність між коливаннями зображень візирних цілей та рефракцією. Цей зв'язок дав змогу зробити важливий крок у вирішенні проблеми вертикальної рефракції; М.К. Дрок вивчав дію вертикальної рефракції залежно від висоти променя (за тригонометричного нівелювання на віддаль до одного кілометра) над сушею та стоячими водоймами; І.Н. Кметко – дію нівелірної рефракції на результати високоточного геометричного нівелювання. При цьому було доведено переважаючий систематичний, а не випадковий, вплив рефракції, як вважалось до цього. С.І. Плахотний – вивчав закономірності впливу атмосфери на світловіддалемірні вимірювання; Р.М. Тартачинський – вплив бокової рефракції в умовах міської триангуляційної мережі; М.І. Кравцов – вплив атмосфери на радіовіддалемірні вимірювання.

Усі вищезгадані автори та багато інших захистили кандидатські дисертації і продовжували або продовжують досліджувати атмосферні впливи на астрономо-геодезичні вимірювання.

Дещо пізніше асистент Б.Т. Тлустяк досліджував питання дії вертикальної рефракції у шельфовій зоні; М.Ф. Лісевич – вплив атмосфери на світловіддалемірні вимірювання над сушею і над водною поверхнею; В.О. Сажин – дію вертикальної рефракції в нічні періоди доби в гірській та горбистій місцевості. Питання атмосферних впливів на результати спостережень за просторовим положенням високих об'єктів досліджували асистент А.Ю. Федорищев (світлові хвилі) і асистент В.О. Перваго (радіохвилі); В.О. Літинський вивчав рефракційне поле у великих кар'єрах – замкнених, штучних заглибленнях рельєфу. Усі ці викладачі також захистили кандидатські дисертації.

У 1966 році сумісним рішенням колишніх Міністерства геології СРСР та Міністерства освіти Української РСР було створено першу на геодезичному факультеті галузеву лабораторію з вивчення атмосферних впливів на астрономо-геодезичні вимірювання. Першим науковим керівником лабораторії став проф. М.К. Мигаль, першими темоводами були доценти Д.І. Маслич, А.Л. Островський та Л.С. Хижак.

На той час лабораторія виконувала одну–три теми на суму 20 тис. крб. Найважливішою науковою розробкою перших років дії лабораторії (1967–1972 рр.) стало створення еталонного геодезичного полігону в гірському районі Карпат. На основі рішення оберненої задачі вертикальної рефракції розроблено методи визначення середньоінтегрального показника заломлення повітря для хвиль оптичного і радіодіапазонів з точністю відповідно  $1 \cdot 10^{-6}$  та  $1 \cdot 10^{-5}$ , а також метод визначення бокової рефракції з похибками не більше 10 % від значення поправок в напрямку. Ці розробки стали основою докторської дисертації А.Л. Островського. Саме лінійні вимірювання світловіддалемірами з точністю  $1 \cdot 10^{-6}$  дали змогу створити еталонний полігон в горах, в якому горизонтальні кути за лінійними вимірами обчислювались з похибкою  $0,1'' - 0,2''$ , тобто в 3,5 раза точніше ніж виміряні найдосконалішим теодолітом.

Кінець 70-х – початок 80-х років ХХ ст. були роками росту наукової діяльності кафедри: кількість госпдоговірних тем розширилась до 10, обсяг робіт становив 200–250 тис. крб в рік (у старих цінах). У 1974 р. проф. М.К. Мигаль передав наукове керівництво галузевою лабораторією проф. А.Л. Островському. З цього часу лабораторія ГНДЛ-18 стає невід’ємною частиною кафедри геодезії.

За час свого існування ГНДЛ-18 виконала понад 200 госпдоговірних науково-дослідних тем. Серед замовників лабораторії були ГУГК СРСР, Академія наук СРСР, Міністерство оборони, Міністерство освіти, Державний комітет з науки та техніки, підприємства Міністерства енергетики, атомної енергетики, ГАЗпрому тощо. Кількість штатних працівників досягла 18 осіб.

За рахунок виконаних госпдоговірних робіт була створена потужна матеріальна база як для наукових досліджень, так і для учбового процесу. Була закуплена достатня кількість сучасних геодезичних приладів, включаючи перший в інституті комплект приймачів GPS.

Значними науковими досягненнями лабораторії є:

- створена узагальнена теорія земної вертикальної і бокової рефракції;
- доказана єдність теорії рефракції та турбулентності за термічної турбулентності атмосфери;
- доказана теорема: в термічно турбулентній атмосфері середня аномальна вертикальна рефракція за оду–дві секунди часу дорівнює максимальній амплітуді коливань зображень візорних цілей за такий самий проміжок часу;
- на основі цієї теореми вирішено проблему врахування рефракції, але тільки за термічної турбулентності;
- розроблені автоматизовані методи визначення аномальної рефракції за вищезгаданого стану атмосфери;
- розроблені методи визначення середнього інтегрального значення показника заломлення повітря.

За матеріалами дослідження рефракції, виконаними лабораторією, опубліковано сотні наукових статей, декілька монографій, отримано десятки авторських свідоцтв, захищено 6 докторських дисертацій (Островський А.Л., Павлів П.В., Джуман Б.М., Мороз О.І., Заблоцький Ф.Д., Суюнов А.С.) та близько 40 кандидатських. Отже, було створено визнану в світі школу рефракції.

Зі становленням України як незалежної самостійної держави внаслідок економічних та соціальних змін зазнала певної трансформації наукова тематика лабораторії. Перед новоствореним ГУГК України постали невідкладні державні завдання, пов’язані з приватизацією земель, створенням сучасних супутникових геодезичних мереж, розробленням новітніх технологій топографічних зйомок, створенням банку даних тощо.

Особливо актуальними стали проблеми:

- інженерно-геодезичного моніторингу за мобільністю унікальних та великих інженерних споруд під впливом ендегенних та екзогенних процесів. Це стосується АЕС, гідро- та теплових електростанцій, компресорних станцій, магістральних газо- та нафтопроводів, розташованих в районах підвищеної тектонічної діяльності;
- переходи від статичної до кінематичної та динамічної геодезії;
- створення перманентних просторових астрономо-геодезичних мереж України методами GPS;
- математична оптимізація цих мереж.

Усе це привело до необхідності реорганізації лабораторії, яка сьогодні має статус інститутської і називається “Лабораторія геодезичного моніторингу та рефрактометрії”. За цією тематикою лабораторією розроблені методичні вказівки “Створення геодинамічних полігонів на АЕС” та виконано багато важливих наукових госпдоговірних тем. Враховуючи значний досвід лабораторії у виконанні моніторингових робіт на Рівненській АЕС, Теремле-Рікській ГЕС, Львівській ТЕС, Івано-Франківській ТЕС, газоконпресорних станціях “Львівтрансгазу”, “Прикарпаттрансгазу” та інших, керівництво лабораторією було одним із ініціаторів організації міжна-

родних симпозіумів з цієї тематики в Алушті, Яремче, Славську. Ці симпозіуми проводяться регулярно упродовж 11 років. Крім того, керівництво лабораторії є одним із ініціаторів створення журналу “Геодинаміка”, який регулярно видається протягом 7 років.

Сьогодні, у зв'язку з успіхами лабораторії у вирішенні згаданих проблем, можна впевнено говорити про народження нової наукової школи, а саме: про школу математичної оптимізації класичних та просторових (супутникових) мереж. Доказом цього може бути захист з цієї тематики двох докторських (Третяк К.Р., Чернега П.Г.) та декількох кандидатських дисертацій, а також багатьох успішно виконаних госпдоговірних тем.

Цього року лабораторії виповнюється 40 років.

За останні роки кафедра досягла значних успіхів в галузі розробки методів та засобів геодезичного забезпечення монтажу та ремонту великогабаритного технологічного обладнання. Виявилось, що геодезичні методи не тільки уможливають ставити технологічне обладнання в проектне положення, але й прогнозувати його тривалість, працездатність. А це новий, перспективний напрямок в інженерній геодезії. Розробки з цієї тематики принесли кафедрі геодезії 29 авторських свідоцтв, доц. Шевченко Т.Г. захистив докторську, а інженери В.Г. Гребенюк, В.І. Поліщук і С.Г. Хропот – кандидатські дисертації.

У 1991 р. на кафедрі видано монографію “Методи врахування атмосферних впливів на астрономо-геодезичні виміри”. Основні дослідження та успіхи ґрунтуються насамперед на залежностях між турбулентністю атмосфери і аномаліями рефракції, а у 2003 році – монографію О.І. Мороза “Визначення та врахування вертикальної рефракції під час геодезичних вимірювань” на основі якої, в тому ж році була захищена докторська дисертація.

Сьогодні на кафедрі працюють чотири доктори та чотири кандидати наук. Працівники кафедри готують спеціалістів в трьох інститутах “Львівської політехніки”: Інституті геодезії, Інституті будівництва та інженерії довкілля, Інституті архітектури, читають курси лекцій з “Топографії”, “Геодезії”, “Топографічного креслення”, “Інженерної геодезії”, “Геодезичних приладів”.

У своєму арсеналі кафедра має, крім оптичних приладів, електронні тахеометри, електронні та лазерні нівеліри. Заняття ведуться у п'яти лабораторіях та комп'ютерному класі кафедри.

Пріоритетним напрямком наукової діяльності кафедри є врахування атмосферних впливів на точність астрономо-геодезичних вимірювань. Львівська “школа рефракції”, започаткована професором Островським А.Л., визнана не тільки в Україні, а й в усьому світі, а її засновник заслужено визнаний відомим у світі вченим, що досяг успіхів у вирішенні однієї з найскладніших геодезичних проблем.

Завдяки професорові Шевченку Т.Г., який має понад 30 авторських свідоцтв, кафедра досягла значних успіхів у галузі розробки методів та засобів геодезичного забезпечення монтажу та ремонту великогабаритного технологічного обладнання. За редакцією проф. Шевченка Т.Г. видано посібник та підручник “Геодезичні прилади” для студентів всіх спеціальностей геодезичного профілю.

Значний внесок зробив І.С. Тревого у розробку найвигідніших методів побудови геодезичних мереж у міських умовах. З його ініціативи на Яворівському військовому полігоні створено один з найточніших в Україні еталонних базисів для атестації сучасних геодезичних приладів. Проф. Тревого І.С. є Президентом Українського товариства геодезистів та картографів.

За редакцією доц. Літинського В.О. на кафедрі вперше в Україні підготовлено та видано “Геодезичний енциклопедичний словник”, який містить майже 3800 статей з топографії, геодезії, геодезичної астрономії, космічної геодезії, планетогеодезії, сферичної геодезії, інженерної геодезії, морської геодезії тощо.

Доценти Гарасимчук І.Ф., Муха В.І., Перій С.С., старші викладачі Ващенко В.І. та Колгунов В.М., асистенти Кіселик О.В., Тарнавський В.Л. гідно продовжують кращі традиції своїх попередників у науковій та педагогічній роботі.

За час існування кафедри підготовлено та захищено 53 докторські та кандидатські дисертації, опубліковано 24 монографії і підручники та понад 700 наукових статей. Більш як 20 років кафедра є опорною для геодезичних кафедр Західного регіону України.

1. Мороз О. Кафедри геодезії – 130 років. – Львів, 2001. – 158 с. 2. Островський А. З нагоди 40-річчя галузевої науково-дослідної лабораторії геодезичного моніторингу та рефрактометрії: Збірник матеріалів XI Міжнародного науково-технічного симпозиуму “Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища – GPS- та GIS-технології. – Алушта, 2006. – С.18–20.

УДК 528.33:551.24

М.М. Фис, А.Р. Согор, З.О. Котик  
Національний університет “Львівська політехніка”

## ЗНАХОДЖЕННЯ ОЦІНКИ ДЛЯ ГУСТИНИ В ЦЕНТРІ ЕЛІПСОЇДАЛЬНОЇ ПЛАНЕТИ

О Фис М.М., Согор А.Р., Котик З.О., 2006

*Встановлені межі значень густини в центрі планети, які дають змогу створювати об'єктивні моделі розподілу густини планети.*

*Values of density limits in the center of planets were found. This allows creating more objective models of planets density distribution.*

**Постановка проблеми.** Дослідження внутрішньої структури на основі спостережливої інформації є надзвичайно актуальним завданням. При цьому визначальним є розміщення мас  $d$  всередині еліпсоїдальної планети і особливо в її центрі. Встановлення співвідношень між  $d_0$  і значенням на поверхні тіла дає можливість встановлювати допустимі величини для  $d_0$ .

**Зв'язок між важливими науковими і практичними завданнями.** Створення обґрунтованих моделей розподілу дає можливість вивчати внутрішню структуру планет, а узгоджені параметри – використовувати їх в астрономії для вивчення орбітальних рухів планет. Зв'язок між поверхневим значенням густини і  $d_0$  дає змогу досліджувати вплив структури кора-мантія на загальнопланетарну внутрішню будову небесних тіл.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій, в яких започатковано вирішення цієї проблеми.** Визначення інтервалів значень  $d_0$  розглядають багато робіт [1, 2], при цьому на основі певних допущень на перевірку густини отримуються обмеження як знизу, так і зверху. Відомі моделі густини Роша, Дарвіна в сферично-симетричному випадку пов'язують значення на поверхні і в центрі планети. На відміну від них в роботі, крім нерівностей для  $d_0$ , які узгоджуються з цими дослідженнями, проводяться залежності між  $d_0$  і поверхневою густиною загальнопланетарного еліпсоїда.

**Невирішені частини загальної проблеми.** Встановлений зв'язок між  $d_0$  і значенням на поверхні еліпсоїда не повністю відтворює об'єктивну картину, оскільки еліпсоїд – це лише апроксимація існуючої фігури планети. Тому виникає питання перенесення наведених результатів на випадок реальної планети, тобто виникає питання оцінки точності у цьому дослідженні.

**Постановка завдання.** Для функції розподілу мас, яка передбачається неперервно-диференційованою зі своїми похідними, потрібно встановити залежність між значенням  $d_0$  в центрі планети і її середньою величиною на поверхні, і на основі цього визначити можливі верхню та нижню межі для  $d_0$ .