

**90-РІЧЧЯ ГЕОФІЗИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ЛЬВІВСЬКОМУ
НАЦІОНАЛЬНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА**

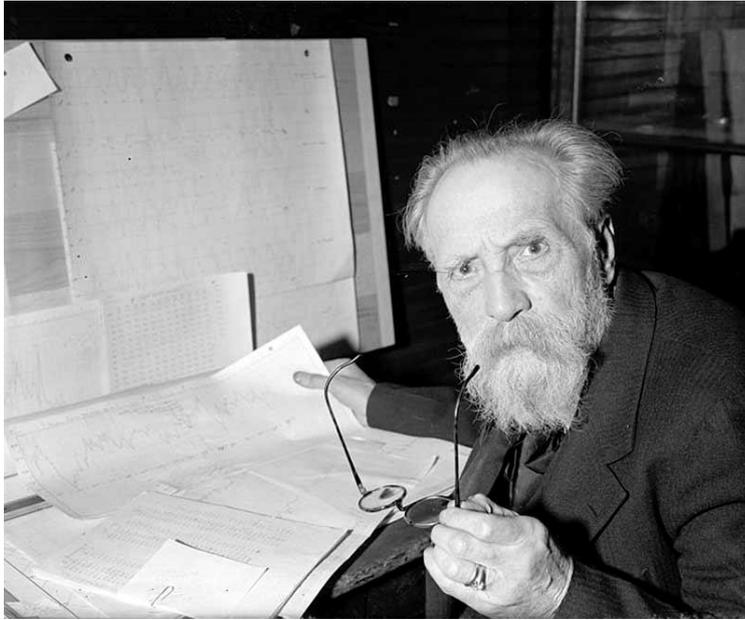
В. Фурман, Р. Вовченко

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005
E-mail: phis.geo@franko.lviv.ua*

Розшуки в архівах Львівського Національного університету імені Івана Франка, Національного університету “Львівська політехніка” та бібліотечних фондах дали змогу виділити кілька етапів у розвитку геофізичних досліджень та викладання дисциплін фізичного спрямування у науках про Землю, які пов’язані з іменами знаних у світі людей: професора Генріха Арцтовського та академіків Володимира Сельського й Серафима Субботіна.

Виявляється, що перша кафедра, яка мала вирішувати близькі за змістом завдання, була створена 1920 р. видатним польським ученим Генріхом Броніславом Арцтовським і мала назву кафедра геофізики і метеорології, хоча за дослідження в науках про Землю почесне звання професора Львівського університету Г. Арцтовському присвоїли ще 1912 р.

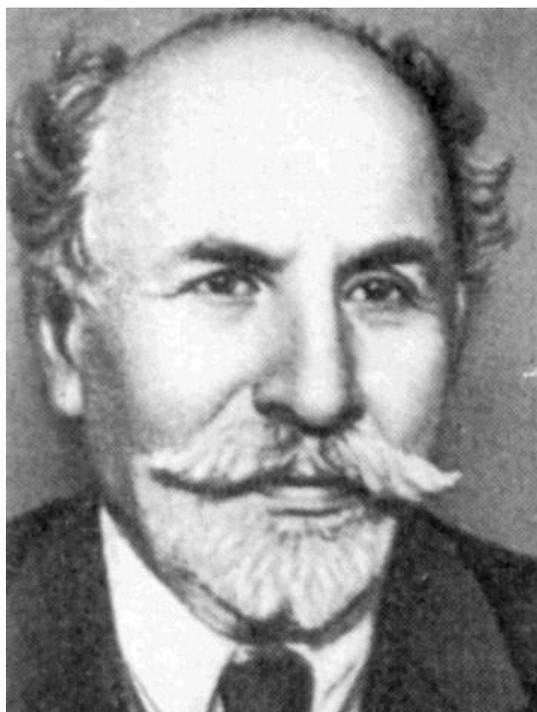
Коло наукових інтересів Г. Арцтовського було дуже широким, однак найвагоміші його наукові результати сконцентрувалися у фізичній, синоптичній та динамічній метеорології, кліматології, гідрометеорології, геології, технології переробки нафти, тектоніці, петрографії й геохімії. Під час праці в Львівському університеті (1921–1939), де Г. Арцтовський провадив курси загальної геофізики та метеорології, він підготував плеяду молодих учених-метеорологів та кліматологів (А. Коханський, А. Косіба, Г. Оркіш, М. Орліч, І. Тесля та ін.). Кількість статей, написаних ним у цей період спільно з працівниками кафедри, перевищує 133. Крім того, у львівський період він організував у м. Львові Інститут геофізики та метеорології, а у Янові та Дашаві – метеорологічні станції. Завдяки науковому світогляду й авторитету у 1930–1932 рр. він обіймав посаду директора-наставника астрономічної обсерваторії університету.



Професор Генріх Арцтовський (15.07.1871 –21.02.1958),
засновник кафедри геофізики та метеорології

Г. Арцтовський був ученим зі світовим ім'ям, про що свідчать, зокрема, такі факти: з 1923 р. він – почесний член географічного товариства Польщі та Польського метеорологічного і кліматологічного товариства, з 1931 р. – віцепрезидент, а з 1934 р. – президент Міжнародного геофізичного союзу, з 1931 р. – заступник керівника, а 1934–1938 – керівник міжнародної комісії з досліджень клімату в Кембріджі, редактор журналу “Communications de l'institut de Géophysique et de Météorologie” (1922–1938). Завдяки численним працям ученого і вагомому внеску у світову науку його іменем названо: в Антарктиді – півострів на узбережжі Данко, скельні виступи над льодовиками вздовж берегів півострова Грехема, гору та льодовик на Шпіцбергені, а самого ученого нагороджено Командорськими хрестами OpRest (1926), югославським орденом св. Сави та єгипетським орденом Нілу, а також офіцерським хрестом бельгійського ордена Леопольда. На жаль, наукові дослідження кафедри геофізики та кліматології перервала Друга світова війна.

У 1945 р., завдяки зусиллям ще однієї видатної людини – академіка Володимира Олександровича Сельського, якого небезпідставно вважають засновником української геофізики, кафедра була відновлена під назвою кафедра геофізики.



Академік Володимир Олександрович Сельський (13.10.1883—18.02.1951)

Народився В. Сельський у с. Вихилівка колишньої Подільської губернії (тепер Хмельницької обл.) і пройшов цікавий шлях у науці. У 1904 р. після закінчення духовного училища і семінарії вступив у Київський університет на фізико-математичний факультет, який блискуче закінчив у 1909 р. за спеціальністю “геологія” і був залишений в університеті, де займався науковою і педагогічною діяльністю. За працю “Хіміко-петрографічні дослідження Гниваньських гранітів” (Український кристалічний масив) (1910–1911) його нагороджено Золотою медаллю Міністерства освіти та премією Пирогова. Після цього Варшавський університет запросив Володимира Олександровича для читання курсу петрографії й завідування палеонтологічним музеєм у м. Варшаві.

З початком Першої світової війни В. Сельський переїхав з Варшави до Кисловодська, де до 1921 р. працював спочатку викладачем, а потім інспектором та директором Кисловодської чоловічої гімназії, а з 1921 по 1928 р. – директором створеного ним нафтового інституту в м. Грозному. В наступні роки В. Сельський – начальник Грознафторозвідки, заступник і головний геолог Нафтопрому СРСР, головний консультант геофізичних досліджень нафтових районів СРСР. У 1935 р. Володимира Олександровича обрано дійсним членом Академії наук УРСР, а трохи пізніше він організував

відділ геофізики в Інституті геологічних наук України. У працях Володимир Олександрович постійно наголошував, що матеріали геофізичних спостережень без геологічної основи мало чого варті, оскільки без геологічного тлумачення вони мертві: “Процес інтерпретації геофізичних матеріалів важкий і вимагає великої ерудиції не тільки математичного, а й геологічного порядку”. У 1938 р. вийшов підручник, написаний В. Сельським – “Краткий курс прикладной геофизики” – перший посібник у цій царині знань. Широка ерудиція і досконале володіння мовами (англійською, французькою, німецькою, італійською, польською, латинською та грецькою) дали йому змогу систематизувати світовий досвід застосування геофізичних методів для вивчення будови земної кори і в 1940 р. випустити в світ монографію “Изучение строения земной коры на основании данных геофизики”. З 1941 по 1945р. В. Сельський працював у районі “Другого Баку” (Волго-Уральська нафтова провінція). Він є автором низки монографій і підручників, а список його праць містить 160 назв, з яких опубліковано 70, а решта – науково-дослідні звіти монографічного характеру, присвячені вирішенню різноманітних питань кристалографії та петрографії, геології, походженню та міграції нафти тощо. У 1945 р. розпочався львівський період життя В. Сельського. У Львові він одразу організував кафедру геофізики в Львівському державному університеті. Правда, вона проіснувала лише рік і була закрита шляхом злиття із кафедрою петрографії з цікавим формулюванням: “у зв’язку із нестачею відповідних кадрів...”, а В. Сельського змусили перейти у Львівський політехнічний інститут, де він керував кафедрою геофізики до кінця життя.

Крім того, у Львові завдяки старанням ученого створено Львівський відділ геофізики та сектор сейсмології АН України. Після об’єднання кафедри геофізики з кафедрою петрографії, яку очолював В. Соколов, кількість годин, відведених для геофізики, була скорочена, проте напрям застосування геофізичних методів розвідування під час дослідження глибинної будови земної кори та розшуків нафтових родовищ, запропонований академіком В. Сельським, зберігся завдяки зусиллям ще однієї видатної людини.



Академік Серафим Іванович Субботін (03.05.1906—16.01.1976)

Збереженню наукових досліджень з геофізичних методів розвідування великих зусиль доклав Серафим Іванович Субботін, що продовжував вести курс лекцій з геофізики в Львівському університеті. З 1945 по 1960 рр. він обіймав посади доцента, в.о. професора, а з 1956 р. після захисту докторської дисертації – професора.

С. Субботін народився в м. Казані. Після закінчення 1931 р. астрономо-геодезичного відділення (спеціальність “гравіметрія”) фізико-математичного факультету Казанського державного університету працював інженером-геофізиком Закавказького геологічного управління (Тифліс – 02.1931–04.1931), начальником партії, технічним керівником, старшим інженером-геофізиком в Українському геологічному управлінні, Укрнафторозвідці, Українському відділенні геофізичного тресту в Києві.

Приблизно в цей же час С. Суботін починав займатися педагогічною та науковою діяльністю. Зокрема, з 1933 по 1936 рр. він працював асистентом Київського геологорозвідувального інституту, з 1936 по 1938 – в.о. доцента Дніпропетровського гірничого інституту, а з 1938 по 1941 – старшим науковим співробітником Інституту геологічних наук АН УРСР і одним із перших узагальнив матеріали геофізичних досліджень у межах Дніпровсько-

Донецької западини, Приазовської частини щита і західних регіонів України, що лягли в основу сучасних знань про глибинну будову України. В період Другої світової війни С. Субботін керував великими роботами з гравітаційного дослідження Інгулевської і Сокської дислокацій у Середньому Поволжі. З квітня 1944 р. повністю перейшов на наукову та педагогічну роботу і вже в квітні 1945 р. успішно захистив кандидатську дисертацію на тему “Аномалії сили тяжіння України та їхня інтерпретація”. У 1945 р. переїхав до Львова і почав досліджувати геологічну будову Карпатського регіону, глибинну будову земної кори і верхньої мантії, започаткував розробку теорії тектогенезу.

У 1955 р. Серафим Іванович у Львівському державному університеті захистив докторську дисертацію на тему “Глибинна будова радянських Карпат та прилеглих територій за геофізичними даними”. Внесок С. Субботіна в геологічну і геофізичну науки високо оцінений науковою громадськістю України. У 1957 р. його обрано членом-кореспондентом АН УРСР, а 23 грудня 1960 р. призначено директором новоствореного Інституту геофізики АН УРСР, що тепер має його ім'я. У квітні 1961 р. С. Суботіна обрано академіком АН УРСР, а в 1963 р. – академіком-секретарем Відділення наук про Землю АН УРСР і членом Президії АН УРСР. Усього С. Субботін написав понад 90 наукових праць. За великі заслуги в розвитку геофізичної науки вченому 1966 р. присвоєно звання “Заслужений діяч науки Української РСР”, а в 1972 та 1976 рр. за “Розробку і впровадження методики геологічного картування, пошуків і вивчення глибинної будови родовищ Української залізорудної провінції” та цикл праць “Структура земної кори”, відповідно, Державну премію Української РСР та імені В.І. Вернадського АН УРСР. Після від'їзду 1960 р. С. Субботіна до Києва геофізику на факультеті переважно викладали доценти М. Мельничук (1960–1962) та Є. Кірик (1962–1994), а останніми роками – Р. Вовченко.

Логічним продовженням пошуків удосконалення фундаментальних досліджень на геологічному факультеті була запропонована проф. Іваном Вакарчуком 25 лютого 1999 р. ідея створення кафедри фізики Землі для проведення міждисциплінарних досліджень у галузі науки про Землю. Її висловлено на семінарі “Проблеми фізики Землі”, що відбувся у Львівському національному університеті імені Івана Франка за участю співробітників Інституту геології і геохімії горючих корисних копалин НАН України та

Українського державного геологорозвідувального інституту. Як зазначив проф. І. Вакарчук, мета створення такої кафедри – забезпечення студентів глибокими знаннями з фундаментальних питань фізики Землі, фізичних основ та практичних геофізичних методів дослідження земної кори і фізичних принципів геотехнологій.

Відповідно до наказу ректора Львівського національного університету імені Івана Франка № 305 кафедра фізики Землі була організована на геологічному факультеті 7 березня 2000 р. Головні завдання, поставлені перед кафедрою, такі:

– пошук нових теоретичних підходів щодо вивчення впливу внутрішніх та зовнішніх полів Землі на фізичні властивості досліджуваних геологічних об'єктів з метою опрацювання рекомендацій для аналізу та розшуку родовищ корисних копалин;

– побудова моделей просторового розподілу фізичних властивостей досліджуваного середовища на підставі опрацювання теоретичних і технологічних основ ефективних алгоритмів розв'язування тривимірних прямих і зворотних задач геологічних та геофізичних процесів.

**90TH ANNIVERSARY OF GOPHYSICAL STUDIES IN IVAN FRANKO
LVIV NATIONAL UNIVERSITY**

V. Fourman, R. Vovchenko

The history of geophysical studies and teaching of earth sciences in Lviv national university during last century is analyzed. The life and scientific activity of prominent scientists prof. Henryk Artstovski, founder of Ukrainian geophysics – prof. Volodimir Selski and Serafim Subbotin are described.

7

КОМПЛЕКС СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА АНАЛІЗ ВАРІАЦІЙ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛІ НА ГЕОМАГНІТНІЙ ОБСЕРВАТОРІЇ “ЛЬВІВ”

Т. Сумарук

*Геомагнітна обсерваторія «Львів»,
Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Львів, Україна
E-mail: sumar@mail.lviv.ua*

На початку ХХ ст. за пожертву А. Ромера у Львівському університеті відкрито кафедру геофізики та метеорології, яка розпочала дослідження земного магнетизму в південно-східній частині Польщі (Західна Україна).

У 1920 р. кафедру очолив проф. Г. Арцтовський і організував Інститут геофізики та метеорології. Тематикою досліджень Інституту були:

- 1) зміни клімату і їхній зв'язок з сонячними плямами;
- 2) динаміка атмосфери;
- 3) геотермічна оцінка нафтових свердловин;
- 4) земний магнетизм, аерономія та ін.

У 1927 р. проф. Г. Арцтовський організував детальне магнітне знімання Передкарпаття. Методика геофізичних досліджень тільки почала розвиватись, однак уже тоді було відомо, що ці дослідження мають не тільки наукове, а й важливе практичне значення для розшуку та оцінки покладів нафти і газу. Спочатку це були дослідження в околицях Львова, Трускавця, а пізніше поширилися на всю територію Західної України. Результати досліджень засвідчили, що геологічна будова підстильної поверхні створює характерну аномалію магнітного поля на території Розточчя. З огляду на проведення польових досліджень на цій території потрібна була постійна реєстрація елементів магнітного поля для часової редукції зібраного матеріалу. Дані з єдиної на той час у Польщі обсерваторії у Свідрі не були опубліковані.

Завдяки старанням Г. Арцтовського і відповідним грошовим субвенціям Міністерства промисловості і торгівлі Польщі влітку 1929 р. побудовано магнітну станцію в Дашаві біля Стрия, вона працювала з травня 1930 по травень 1931 і була зруйнована потоками води.

У 1932 р. граф В. Голуховський пожертвував земельну ділянку в Янові (Івано-Франкове) біля Львова для Інституту геофізики та метеорології

Львівського університету, де Г. Арцтовський збудував магнітну станцію. Станція складалася з двох павільйонів: у одному реєстрували елементи геомагнітного поля, в іншому проводили калібрування польових приладів. У комплекті приладів були інклінометр Шаселона та магнітометр Шустера–Шмідта. В травні 1933 р. розпочато постійну реєстрацію D-, H-, Z-складових поля, результати реєстрації змін геомагнітного поля систематично опрацьовували та публікували. Магнітна станція була включена до світової мережі магнітних станцій, проводили обмін даних з міжнародними центрами. Засобом обміну було видання Інституту “Відомості Інституту геофізики та метеорології” за редакцією проф. Г. Арцтовського.

Проведені на Передкарпатті дослідження дали змогу побудувати магнітні карти, які треба зачислити до перших у Польщі. Ці карти були корисними як для геологів, так і для геофізиків. З початком Другої світової війни магнітна станція в Янові припинила роботу.

Діяльність обсерваторії відновлено 1952 р. На той час обсерваторія була обладнана двома серіями магнітометрів: Ла-Кура та Ешенгагена. Абсолютні вимірювання вели за допомогою магнітного теодоліта фірми СООК, індукційного інклінометра та кварцового H-магнітометра, пізніше встановлено протонні магнітометри ПМ–1 та ПМ–203.

У 1970 р. В. Бобров встановив дві серії однойменних варіометрів. Чутливість основної серії варіометрів становила 2 нТл/мм, запасної – 10 нТл/мм. Реєстрацію вели на фотопапері.

Дані спостережень регулярно опрацьовували, складали декадні оглядання стану геомагнітного поля, визначали середньогодинні, середньодобові, середньомісячні та середньорічні складові геомагнітного поля Землі й відсилали в міжнародний центр даних Б2 в Москві. Окрім того, на обсерваторії вели контроль за якістю даних інших геомагнітних обсерваторій України.

На базі обсерваторії проходили практику студенти Львівського університету, до складу якого вона належала. Пізніше обсерваторію передано до Інституту математики АН УРСР. З 1976 р. обсерваторія в складі Інституту геофізики НАН України.

У 2002 р. за сприяння Інституту геофізики Польської академії наук на обсерваторії встановлено дві серії цифрових магнітоваріаційних станцій PSM–8911.

З 2002 р. обсерваторія “Львів” регулярно відправляє дані спостережень у міжнародні центри даних в Единбурзі та Парижі. За весь час роботи обсерваторія входила в світову мережу магнітних обсерваторій (коди обсерваторії – В145 та в останні 20 років – LVV).

У 2006 р. за сприяння Бельгійського геологічного інституту та Британської геологічної служби на обсерваторії встановлено абсолютний DI-флюксгейт магнітометр на базі немагнітного теодоліта TAVISTOCK з ферозондом FLM1/B.

Геомагнітна обсерваторія “Львів”, удосконаливши методи вимірювань, опрацювання та відправлення даних, довівши їхню якість до вимог інтермагнетівської магнітної обсерваторії (ІМО), 2005 р. стала першим в Україні повноправним членом INTERMAGNET (International Realtime Magnetic Observatory Network). Дані спостережень регулярно публікують на інтермагнетівських CD-ROM-ах (http://www.intermagnet.org/Data_e.html), а також виставляють на сайті Інституту геофізики НАН України (<http://www.igph.kiev.ua>).

Окрім регулярних спостережень за магнітним полем Землі, на обсерваторії ведуть наукову роботу. Головні напрями роботи такі:

- зв’язок міжпланетного магнітного поля (ММП) з геомагнітними варіаціями;
- вивчення магнітосферних та іоносферних джерел геомагнітних варіацій;
- просторово-часовий розподіл геомагнітних варіацій у високих та середніх широтах;
- діагностика параметрів сонячного вітру і ММП за наземними даними та прогноз геомагнітних варіацій;
- розділення вікових варіацій від зовнішніх та внутрішніх джерел;
- зв’язок клімату та погоди з геомагнітною активністю;
- геофізична екологія та ін.

З огляду на початок дослідження космосу за допомогою штучних супутників і одержання даних про варіації компонент ММП, сумісно з ІЗМІРАН СРСР під керівництвом проф. Я. Фельдштейна відкрито новий тип варіацій геомагнітного поля в приполюсних областях Землі, пов’язаних з азимутальною (B_y) компонентою ММП. Зв’язок настільки тісний, що дав змогу розробити діагностику азимутальної компоненти ММП за наземними

даними. За цією методикою обчислені середньогодинні значення B_y за 1958–1964 рр.

Надалі вели дослідження динаміки джерел геомагнітних варіацій. Детально вивчено динаміку авроральних іоносферних електроструменів під час магнітних бур залежно від інтенсивності магнітосферного кільцевого струму, знайдено аналітичний вираз такої залежності. Досліджено зв'язок асиметрії кільцевого магнітосферного струму з авроральними іоносферними електроструменями.

SYSTEM OF INVESTIGATIONS AND ANALYSIS OF VARIATIONS OF MAGNETIC FIELD OF EARTH IN GEOMAGNETIC OBSERVATORY “LVIV”

T. Sumaruk

Nature of geomagnetic variations near middle latitudes was studied in details. It has been shown that calm sunny-day variation consists of two components: depend and independent one of solar activity. Geomagnetic variations are separated from magnetic-sphere and ion-sphere sources during large magnetic storm.

7

КОРОТКА ІСТОРІЯ ГЕОФІЗИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ

Я. Місюра

УкрДГРІ 3. вул.Пасічна, 38а, м. Львів
E-mail myarema@i.ua

Різні дослідники виділяють по декілька періодів в історії дослідження Закарпатського прогину, наприклад, К. Геренчук – австро-угорський, чехо-словацький і радянський [1]; Є. Тітов – два періоди (з початку XVIII ст. до 1945 р. та радянський – з 1945 р.) [2]; Г. Алферєв – п'ять: австрійський (1815–1870), перший угорський (1870–1914), чеський (1915–1939), другий угорський (1939–1945) і радянський (з 1945 р.) [3].

Розглянемо детальніше післявоєнний етап геологічного вивчення Закарпатського прогину геофізичними методами досліджень.

Геофізичні дослідження, які проводили в межах Закарпатського прогину для вивчення геологічної будови регіону, розшуків та розвідки родовищ корисних копалин тощо, були широкомасштабними. Окремі ділянки через складну будову вивчали по декілька разів.

До головних методів геофізичних досліджень, що застосовували в цьому регіоні, належать електророзвідка, магніторозвідка, гравірозвідка та сейсморозвідка. Останній метод відігравав особливо важливу роль у вивченні внутрішньої будови окремих ділянок та підготовки об'єктів до глибокого буріння.

Початком геофізичних досліджень Закарпатського прогину можна вважати працю С. Субботіна, який за матеріалами угорських геофізиків склав карту аномалій сили тяжіння Солотвинської частини прогину (масштаб 1:100 000), доповнивши її геологічною інтерпретацією [4].

У цей період (1947–1948) на площах Мукачеве–Іршава та Мукачеве–Залуж проведено магнітометричні та електророзвідувальні роботи. Невдовзі під керівництвом О. Аврамченка почали роботу Мукачівська та Берегівська електророзвідувальні партії. У розрізі неогену О. Аврамченко [5] виділив два високоомні горизонти, а між ними – низькоомну товщу. По покрівлі верхнього горизонту високого опору побудовано структурну карту. За результатами електророзвідувальних робіт, проведених у північно-східній частині Берегівської рівнини та в Солотвинській частині прогину, по покрівлі горизонту з високим опором побудовано структурну схему (масштаб 1:100 000) та підтверджено існування солянодіапірових структур у східних районах області. На початку 50-х років, за результатами електрознімальних робіт на ділянці Берегове–Мукачеве–Ужгород–Чоп виявлено підняття опорного електричного горизонту в районі м. Чопа, с. Велика Добронь, с. Нове Село та на південний схід від м. Ужгород. На південь від Берегового виявлено скид з амплітудою близько 2 км. У 1953-1954 рр. у межах південно-та північно-західної частин Мукачівської западини проведено гравіметричні та частково електророзвідувальні роботи. За результатами цих робіт побудовано карту ізодинам (масштаб 1:25 000). Незважаючи на те, що електророзвідувальні та магніторозвідувальні роботи провадили практично по всій території Закарпатського прогину, вони не дали вагомих уточнень у

напрямі нафтогазорозшукових робіт. Головно, згадані вище методи застосовували для вивчення тектонічних порушень, рудопроявів та вулканічних тіл. Однак згодом були спроби застосування електромагнітного зондування для з'ясування структурних особливостей осадового комплексу під ефузивами Вигорлат-Гутинського пасма (йдеться про район Кібляр, де рекомендують буріння параметричної свердловини). Як результат – закартована високоомна межа, яку розглядають як імовірну поверхню донеогенового фундаменту. Можливо, після підтвердження геофізичних даних бурінням електромагнітне зондування набуде ширшого застосування.

Гравіметричні дослідження в межах Закарпатського прогину вперше проведено 1948 р. на ділянці Тячів–Ужгород. У підсумку побудовано карту ізоаномалій сили тяжіння (масштаб 1:200 000), інтерпретація якої дала змогу отримати деякі уявлення про основні тектонічні елементи цієї області. Дослідження прогину за допомогою гравірозвідки проводили під керівництвом Й. Бородатого, В. Біличенка та Л. Фільштинського [6]. Ці вчені склали гравіметричні карти (масштаб 1:50 000), на яких у Солотвинській частині прогину за розподілом аномальних полів сили тяжіння чітко виділено смуги солянодіапірових структур (Данилівсько-Тереблянська та Солотвинсько-Тячівська), а осьові лінії відносних максимумів сили тяжіння потрактовано як неоднорідності в фундаменті прогину. В центральному та західному напрямі загальна картина стає менш чіткою – спостерігають мозаїчно розкидані додатні та від'ємні аномалії. З від'ємними значеннями сили тяжіння пов'язана велика потужність осадового чохла, а з додатними – вулканічні структури (хоч і це правило не без винятку).

Отже, у Мукачівській частині прогину виділено три системи розривних дислокацій: 1) меридіального простягання; 2) карпатського напрямку; 3) поперечні порушення. Цей факт схилив дослідників у бік блокової будови досліджуваного району. Також за додатними аномаліями сили тяжіння чітко виділений Ужгородський похований блок. Одним з найважливіших досягнень гравірозвідки є виділення під ефузивами Вигорлат-Гутинського пасма палеогену Пенінської зони, що дало змогу по-новому проектувати поширення центральнокарпатського палеогенового флішу.

У 1952–1953 рр. на Закарпатті (площа Залуж) проведено перші сейсмічні дослідження. Вони допомогли з'ясувати сейсмічні умови цього району та підтвердили спроможність застосування сейсмозвідки для вивчення

геологічної будови району. За допомогою сейсміки в 1953 р. на площі Залуж–Дунковиця на глибині приблизно 1 000 м виявлено незгідне залягання верхнього осадового комплексу на нижньому, моноклінальне занурення нижньої товщі в бік хребта Гат і антиклінальний перегин її пластів у районі Нового Села. За результатами сейсмічних робіт, проведених на ділянці Мукачеве–Велика Добронь у 1953-1954 рр., з'ясовано, що до глибини 1,5–2,0 км відбувається згідне залягання порід, також виявлено невелике підняття на північний захід від с. Велика Добронь (глибина 500–700 м), яке приурочене до аномальних зон. Сейсморозвідувальні роботи спрямовані на вивчення геологічної будови, виявлення структур (сприятливих для накопичення вуглеводнів) у центральній та західній частинах прогину. Крім того, проведені дослідно-методичні роботи дали змогу уточнити уявлення про геологічну будову Залужського підняття та оцінити можливості застосування в умовах Закарпаття різних методів. Зазначимо, що за весь цей період сейсморозвідку вели різними методиками від малоефективних (регульований спрямований прийом кореляційний метод заломлених хвиль) і до сучасних (метод відбитих хвиль спільних глибинних точок), що вплинуло на якість та інформативність отриманих даних не лише по окремих площах, а й у регіональному плані.

У монографії “Глубинное строение Советских Карпат” С. Субботін зробив перші спроби узагальнення та інтерпретації всіх геофізичних досліджень, проведених у першій половині ХХ ст., на базі чого запропоновано модель глибинної будови регіону, велику увагу приділено поперечним і поздовжнім розломам та вулканогенним структурам [7].

Подальші сейсморозвідувальні роботи проводили у центральних районах прогину (1961–1962). Вони підтвердили наявність Великодобронської структури. Через рік виконано детальні дослідження в межах Іршавської структури. Невдовзі після того почалося геофізичне вивчення (у комплексі зі структурно-розшуковим бурінням) південно-східної частини прогину. Дослідження розпочали з району Хуста, а згодом продовжили в східному напрямі, аж до Солотвини. Отримані дані дали змогу зафіксувати північно-східний моноклінальний борт прогину, підтвердити існування Сокирницької і Тячівської структур, дати детальнішу інформацію про згадані вище солянодіапірові штоки Данилово-Тереблянської структури, виділити

низку розривних дислокацій, а також виявити незбіжність структурних планів відкладів міоцену та фундаменту.

Сейсморозвідка є найпопулярнішим геофізичним методом, який широко застосовують у нафтогазовій геології. Саме завдяки їй сьогодні на Закарпатті налічують чимало перспективних для розшуку вуглеводнів структур. Дещо компрометаційним є той факт, що з десяти структур, виявлених сейсморозвідкою, на яких проводили розшуково-розвідувальне буріння, практично усі виявились безперспективними (виняток – Дібровська, Кам'янська та Грушівська площі, де зафіксовано газопрояви). Однією з причин невдач могли стати побудови, які проводили по “умовних” сейсмічних горизонтах, що не давало змоги з упевненістю говорити про достовірність тої чи іншої моделі. Тому дуже вагомим внеском сейсмічних досліджень стало виділення в розрізі неогену двох сейсмічних горизонтів: покрівлі доробратівської світи та покрівлі глин нижньотереблянської підсвіти. Відтворені по цих горизонтах побудови заслуговують на першочергову увагу. На жаль, ці горизонти не мають повсюдного розвитку, що унеможлиблює виконання побудов по всіх районах досліджуваної території.

Комплексну оцінку всіх геофізичних досліджень, проведених на Закарпатському прогині, зробив 1971 р. В. Хоменко. Учений навів відмінні від загальноприйнятих на той час погляди на будову регіону, приділив велику увагу розломній тектоніці та запропонував власну схему тектоніки прогину з “елементами нафтогазоносності” [8].

Отже, різнопланові геофізичні дослідження, які проводили на Закарпатті, сприяли відкриттю вуглеводневих родовищ, розширенню мінерально-сировинної бази, уточненню глибинної будови прогину, а також вивченню вулканічних процесів та неогенового чохла. Вони дали нам важливу інформацію, подекуди неоднозначну, тому сьогодні щораз частіше дослідники повертаються до першоджерел для нової інтерпретації та доповнення вже наявних матеріалів що, відповідно, вилитиметься в нові погляди та концепції щодо геологічної будови закарпатського прогину і поширення в ньому корисних копалин.

-
1. Природа Закарпатської області / За ред. К.І. Геренчука. Львів: Вища школа, 1981. 156 с.

2. Отчет по доизучености геологического строения в м-бе 1 : 50 000 территории листов М-34-129-В, Г, М-34-130-В, Г, выполненного Мукачевской ГСП и Закарпатской геофизической партией в 1972-75 гг. № 781. Берегово, 1975.
3. Адаменко О.М., Гродецкая Г.Д. Антропоген Закарпатья. Кишинев: Штиинца, 1987. 147 с.
4. Субботин С.И. Результаты гравиметрических исследований Закарпатской области и их геологическая интерпретации. Тр. Львов. геол. об-ва. Сер. геология нефти. 1948. Вып.1.
5. Авраменко О.А. Отчет о работах Мукачевской №6/49 и Береговской № 7/49 электроразведочных партий в 1949 году. Киев, 1950.
6. Бородатый И.Й., Фильштынский Л.Е. Отчет о работах Карпатской гравиметрической партии 103/63. Львов, 1964.
7. Субботин С.И. Глубинное строение Советских Карпат. Киев: АН УССР, 1955.
8. Хоменко В.І. Глибинна будова Закарпатського прогину. К.: Наук. думка, 1971. 230 с.

SHORT HISTORY OF GEOPHYSICAL INVESTIGATIONS OF TRANSKARPATIAN FOREDEEP

Ya. Misyura

Theses are dedicated to a history of study of the Transcarpathian foredeep by various geophysical methods (electric prospecting, magnetic prospecting, gravitation prospecting and seismic prospecting). Author gives a characteristic of works executed a that or other method, and also basic results of works are transferred in the sphere of study of geological structure and estimation of mineral raw base of this region.

7

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ГЕОФІЗИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

В. Фурман, Ю. Дацюк, М. Хом'як, Л. Хом'як

*Львівський Національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, 79005 м. Львів
E-mail: phis.geo@franko.lviv.ua*

Геофізика – це наука, що вивчає фізичні властивості та явища на Землі. Методи геофізичних досліджень передбачають вивчення й аналіз різних

природних і штучних полів – магнітного, електричного, гравітаційного та ін. Також методи геофізики можна класифікувати за типами знімання – супутникове, повітряне, польове, морське, геофізика свердловин. Геофізичні методи досліджень верхніх шарів Землі використовують у багатьох задачах. Сучасний інструментарій для вивчення навколишнього середовища охоплює різноманітні методи, у яких застосовують електричні, електромагнітні або механічні джерела енергії разом з пасивними методами для вимірювань фізичних параметрів Землі. Традиційні методи експериментальних геофізичних досліджень, які ґрунтуються на пасивному моніторингу природних полів і природних збурень випадкового характеру, таких як землетрус, сонячні спалахи, атмосферні електричні розряди й інші явища, потребують тривалих років спостережень і, як звичайно, виявляють лише ймовірнісні закономірності. Ефективнішим є застосування штучних керованих впливів, що у сукупності зі спеціальними методами опрацювання результатів реєстрації параметрів геофізичних полів дає змогу вивчати взаємодію полів різної природи.

Досягнення методів досліджень останніх років стали можливими завдяки прогресу в апаратній частині і комп'ютерному опрацюванні даних, а також збільшуваним вимогам до геофізичних досліджень забруднених місць Землі [3]. Фізичні параметри, які визначають прямими методами під час геофізичних досліджень, передбачають вимірювання гравітаційних та магнітних полів, електричної провідності, пружних властивостей, проникності й поляризованості електромагнітних хвиль та дослідження природної гамма-радіоактивності. Ці вимірювання потім можна застосовувати для визначення провідності, пористості, хімічного складу, стратиграфії, геологічної структури та багатьох інших властивостей верхньої частини земної кори. Визначення геологічної будови потребує використання сучасного способу наведення й опрацювання даних – за допомогою геоінформаційних систем (ГІС). Геофізичні методи вдосконалюють також на рівні автоматизації: від використання роботів, які рухаються по поверхні, до моделей аеропланів, які перевозять мікросутливі прилади над небезпечними або забрудненими районами, чи встановлення віддалених геофонів у сейсмології.

Нижче наведено огляд сучасних проблем створення й аналізу моделей, які використовують у прикладній геофізиці. З наголошенням на важливості класичних геофізичних методів досліджень описано сучасний напрям у

комп'ютерній осьовій томографії – дослідження тривимірної картини геологічних об'єктів, який ґрунтується на використанні проходження крізь об'єкт сейсмічних хвиль, рентгенівського та гамма-випромінювання.

Гравітаційними методами [6] вимірюють найменші зміни в гравітаційному полі Землі. Мікрогравітаційну розвідку інколи використовують у неглибоких геофізичних дослідженнях, частково там, наприклад, де є високий контраст у густині між корінною породою та наносними утвореннями.

Велика кількість геофізичних методів досліджень є електричними та електромагнітними [5].

Електромагнітні методи стають популярнішими в геофізичних дослідженнях навколишнього середовища. В активних електромагнітних дослідженнях первинне поле виникає під час протікання змінного електричного струму через котушку. Внаслідок явища індукції утворюється різниця фаз між збуджувальним змінним полем і відгуком на збуджувальне поле, величина якого залежить від складу речовини навколо котушок. Ці методи мають перевагу над методами постійного опору, оскільки вони не потребують розміщення електродів у землі. Вимірювання проводять інколи з літака, що летить низько.

Магнітні дослідження [7], які використовують для магнітного градієнтного вимірювання, корисні під час неглибоких досліджень і вивчення металевих об'єктів, таких як металеві циліндри. Гравітаційне вимірювання ґрунтується на знятті показів одночасно двох магнітометрів, які рознесені на відстань від декількох десятків сантиметрів до декількох метрів один від одного. Магнітні дослідження також використовують у разі картування розломів, визначення положення магнітних тіл та оцінювання глибини до магнітних матеріалів у землі.

Методом *електричного опору* виконують прямі дослідження об'ємного електричного опору Землі. Метод чутливий до змін хімічного складу поруватих флюїдів, однак не надає прямої інформації про механічні властивості кори.

Метод індукованої поляризації (ІП) належить до методів вимірювання опору, хоча в ІП методі аналізують відгук на індукційний струм. ІП ґрунтується на ефекті залишкової поляризованості речовини від дії на неї імпульсу електромагнітного сигналу. Швидкість загасання індукованої

напруги залежить від рухливості іонів у зарядженому об'ємі. Іони в глиноземі, наприклад, є високорухливими. Частоти, за яких виконують дослідження, є в діапазоні від 0,05 до 1,0 кГц.

Метод спонтанного потенціалу (СП) – це вимірювання природної напруги в землі внаслідок електрохімічної активності. Здебільшого методи СП використовують для моніторингу поверхневих водних течій (спостереження за рухомим провідником у магнітному полі), а також для вивчення геотермальних явищ.

Методом ядерного магнітного резонансу (ЯМР) досліджують склад речовини шляхом вивчення енергетичних станів ядер молекул. Імпульс високочастотного електромагнітного випромінювання збуджує ядра, які переходять у стан з вищою енергією. Потім фіксують їхній перехід у початковий стан, змодельований сумою експоненційних загасань, записаних як два характерні значення часу загасання. Час релаксації T1 пов'язаний з поздовжньою компонентою намагніченості, а компоненту T2 беруть із поперечної компоненти. Метод ЯМР можна використати для вивчення ядер, які мають внутрішній магнітний момент, таких як водень або вуглець-13. Багато інженерних геофізичних технологій ґрунтується на *свердловинних дослідженнях* [2], оскільки вони дають змогу отримати результати за ліпшої роздільної здатності та зменшують вплив неоднорідностей і шумів.

Радіометричні дослідження. Методами радіометрії вимірюють рівень випромінювання радіоактивних ізотопів. Ці методи можна використати для вивчення радіоактивних руд та виявлення радіоактивних забруднень. Спектральні гамма-методи корисні в разі ідентифікації специфічних ізотопів, які є на глибині одного або двох метрів, а також визначення місця природних радіоактивних небезпек, таких як джерела радону. Серед новітніх геофізичних методів виділимо метод земної радіолокації та ядерний магнітний резонанс.

Земна радіолокація (ЗР) [8]. Здебільшого ЗР розглядають як метод дослідження верхніх шарів поверхні Землі. Для того, щоб виконати дослідження, мікрохвильовий промінь у певний момент скеровують у товщу Землі. Час, затрачений на повернення відгуку від відбитого шару назад, використовують для розрахунку глибини. В багатьох випадках ЗР близький до сейсмічного відбиття. Дані виводять у форматі, що є (або може бути) ідентичним до сейсмічного перерізу. ЗР найліпше працює в умовах сухих

грунтів і без глини або інших електрично активних матеріалів, оскільки електромагнітне випромінювання не проходить через провідник. Наприклад, кварцовий пісок – добре середовище для проходження радіолокаційних хвиль під земною поверхнею, тоді як сейсмічні хвилі можуть добре проходити через електропровідні глини, осаджені з водою, але швидко загасають у сухому піску.

Сейсмічні методи застосовують в інженерних та геотехнічних дослідженнях упродовж декількох десятиліть. Останнім часом набула поширення сейсмічна комп'ютерна томографія [8]. Метод ґрунтується на залежності часу проходження сейсмічних променів-хвиль крізь товщу земної речовини. Томографію використали для вивчення внутрішньої будови Землі в масштабі від тисяч кілометрів до десятків метрів.

Комп'ютерна осьова томографія (КОТ) – порівняно новий метод дослідження, розроблений на початку 70-х років [4]. Він дає змогу виконувати тривимірну візуалізацію властивостей геологічних об'єктів і є одним з найперспективніших методів дослідження; ґрунтується на ефекті послаблення x -променів, гамма-випромінювання та променів нейтронів у середовищі. Взаємодія x - чи гамма-променів з речовиною полягає у виявленні чотирьох ефектів: релеївського розсіювання, фотоелектронного ефекту, комптон-ефекту, і генеруванні пар античастинок. Усі ці взаємодії залежать від енергії фотона, а також від атомного номера речовини. Між 30 і 200 кеВ, тобто в діапазоні енергій рентгенівського випромінювання, яке використовують у комп'ютерній томографії, є лише ефекти когерентного розсіювання та ефект Комптона. Для цього діапазону енергій коефіцієнт лінійного загасання залежить від атомного номера Z_{ef} і густини ρ досліджуваного зразка.

Комп'ютерна осьова томографія є неруйнівним методом, який застосовують для дослідження внутрішньої структури великої розмірності. Цей метод генерує цифрові зображення, що відображають числові значення лінійного коефіцієнта загасання в перерізі дослідженого зразка. Залежно від енергії використовуваного випромінювання і від ефективного атомного числа зразка КОТ забезпечує роздільну здатність 0,1–0,5 мм, а також кількісну інформацію щодо локальної щільності хімічного складу зразка. У геологічних науках КОТ успішно використовують для дослідження об'ємної щільності чи вологості ґрунту, нафтоносного піску, дрібномасштабних

неоднорідностей в алевроліті, вмісту алмазів у кімберліті, рівня мінералізації, локальної структури вугленосних морських відкладів. Метод використовували для дослідження механічних властивостей, проникності гірських порід, мережі тріщин і, крім того, у седиментології, вугільній геології, у механіці гірських порід.

У геотехнічній розробці дуже важливе визначення ступеня локальної неоднорідності. Водночас є багато випадків, коли важливе значення має кількість неоднорідностей у породах, які впливають на розрив. Такі дефекти бувають з розмірами від декількох мікронів до декількох метрів і більше. Локальні неоднорідності часто впливають на механічні властивості гірської породи, тому потребують точного дослідження. У разі кількісної інтерпретації КОТ дуже корисна для визначення мінерального складу різних наповнювачів чи включень. Такі математичні процедури, як топологічний чи рекурсивний аналіз, різноманітний статистичний чи тривимірний аналіз автокореляції, є якісно новими в інтерпретації цих даних. Головна перевага КОТ над іншими неруйнівними методами дослідження – це змога будувати великі дво- і тривимірні цифрові зображення коефіцієнта загасання з роздільною здатністю від 10 мкм до 0,5 мм. Щораз більша кількість КОТ-сканерів і розробка нового покоління обчислювальних машин однозначно приведуть до частішого застосування КОТ у науках про Землю.

Методи сейсмічної томографії. До таких методів належать інтерпретаційна томографія, частотна селекція, кореляційне зондування, компенсувальна фільтрація, методи, які ґрунтуються на аналітичному продовженні полів, спосіб пошарового визначення густини та ін. Реалізуючи можливості інтерпретації потенціальних полів з використанням апріорної геологічної інформації, можна успішно вирішувати складні геологічні завдання, визначати глибини залягання джерел аномалій та ідентифікувати їх з визначеними геологічними об'єктами. Спільне застосування системи векторного сканування, гравітаційного моделювання і кореляційного аналізу дає змогу побудувати геологічну модель, адекватну апріорній геологічній інформації і спостережуваному полю. Підвищення інформативності геофізичних методів, що використовують потенціальні поля (насамперед гравітаційне і магнітне) у разі вивчення надр Землі, пов'язане зі спробами одержати пошаровий розподіл фізичних властивостей порід, тобто розділити джерела полів по вертикалі. Очевидно, що в загальному випадку вирішити

завдання розчленовування геологічного розрізу по вертикалі за даними гравіметрії і магнітометрії принципово неможливо. Проте необхідність одержання тривимірних розподілів густини і намагніченості порід продиктоване практикою геофізичних робіт, ускладненням геологічних завдань, високим ступенем освоєння ресурсів тощо. Тому, з огляду на відомі теоретичні обмеження, завдяки використанню деяких властивостей потенціальних полів і апріорної геологічної інформації останніми роками інтенсивно створюють принципово нові методи інтерпретації полів, що мають на меті побудову тривимірної моделі будови геологічного середовища, адекватної спостережуваному полю і наявній апріорній інформації.

Однією з переваг томографічних систем, що визначило велику її потребу в практиці геофізичних робіт, є можливість одержати тривимірну картину розподілу фізичних властивостей порід і локалізувати джерела аномалій у просторі. Останнім часом з'явилася можливість побудувати тривимірну сферичну модель сучасної реальної Землі [3] і процесів у її надрах [6] безпосередньо на підставі даних спостережень. Рівняння теплової конвекції з плаваючими континентами – це чотири класичні рівняння перенесення: енергії, маси, імпульсу й моменту імпульсу стосовно мантиї і континентів. Вони дають змогу розраховувати еволюцію температури в надрах, швидкості всіх плинів у мантиї і на поверхні, а також швидкості дрейфу континентів. Знаючи розв'язки таких рівнянь, можна розрахувати також пластичні напруження в мантиї, рельєф дна океанів, тепловий потік і гравітаційне поле. Порівняння такої великої кількості розраховуваних і вимірюваних даних дасть змогу переконливо судити про достовірність моделі. Оскільки швидкість і напрям руху континентів дуже чутливі до властивостей літосфери й астеносфери, то цей новий напрям буде важливим інструментом їхнього вивчення. Проте для розв'язування такого класу задач необхідно знати початкові дані щодо розподілу температури, форми й розташування континентів, а також залежність в'язкості речовини мантиї від тиску і температури [7].

Дані сейсмічної томографії дають тривимірні розподіли швидкостей сейсмічних хвиль у мантиї. Оскільки швидкості цих хвиль залежать від температури, то за ними можна визначити розподіл температури. Це також можна зробити лише для латерального розподілу, що має малі варіації, а тому правильним буде тільки лінійне наближення. Початковий розподіл

температури за глибиною вибирають за непрямыми даними про стан речовини в надрах. Цей розподіл потім уточнюють у процесі самоузгодженого комп'ютерного розрахунку за умови виходу на квазістаціонарний розв'язок. Тривимірні сферичні моделі Землі, у якій використано дані сейсмічної томографії, пояснює глобальні геологічні процеси, що сформували вигляд сучасної Землі, генетичний зв'язок між геофізичними полями та на підставі розрахованих мантійних плинів допомагає зрозуміти процеси глобального перерозподілу хімічних елементів.

Найбільш достовірними глобальними томографічними моделями є *s20a* [10] і *s20rts* [9], які добре узгоджуються з детальними регіональними моделями [11]. Окрім того, модель *s20a* – єдина модель, у якій розділено ізотропну й анізотропну складові. Узагальнення останніх результатів сейсмічних, гравітаційних і теплових досліджень континентальних коренів дає змогу стверджувати, що сейсмічна томографія дотепер є єдиним методом, що дає просторову картину верхньої мантії. Ці моделі узгоджуються з детальною регіональною моделлю для Північної Америки. Співвідношення паразитних шумів і виявлених деталей швидкісної будови є оптимальне. Модель *s20a* – це єдина глобальна модель з розвиненням до двадцятої гармоніки, у якій розділені ізотропна й анізотропна складові. Тому модель *s20a* можна рекомендувати як основну для геодинамічних побудов глибинних структур Землі.

Археологічна геофізика. З кожним роком розширюється коло задач, які розв'язують геофізичними методами. Останнім десятиліттям геофізика досягла значних успіхів у розв'язуванні широкого спектра археологічних задач, фактично сформувавши новий науковий напрям – археологічну геофізику. У міру розвитку цього напрямку, а також у разі розв'язування деяких інженерних задач багато дослідників – з проблемою виділення полів від цільових об'єктів у ґрунтовому шарі. У рамках задач археологічної й інженерної геофізики з'ясовано, що зневажання впливом ґрунтового шару на вимірювані параметри фізичних полів призводить до серйозних помилок на етапі інтерпретації геофізичних аномалій.

-
1. Baker G.S., Schmeissner C., Steeples D.W. Seismic reflections from depths of less than two meters // *Geophys. Res. Lett.* 1999. Vol. 26. P. 279–282.

2. *Daniels J.J., Keys W.S.* Geophysical well logging for evaluating hazardous waste sites // Geotechnical and environmental geophysics. 1990. Vol. 1. P. 263–286.
3. *Dobecki T.L., Romig P.R.* Geotechnical and groundwater geophysics // Geophysics. 1985. Vol. 50. P. 2621–2636.
4. *Duliu O.G.* Computer axial tomography in geosciences: an overview // Earth-Science Reviews. 1999. Vol. 48. P. 265–281.
5. *McNeill J.D.* Use of electromagnetic methods for groundwater studies // Geotechnical and environmental geophysics. 1990. Vol. 1 P. 191–218.
6. *Roberts R. L., Hinze W.J., Leap D.I.* Application of the gravity method to the investigation of a landfill in glaciated midcontinent, U.S.A. // Geotechnical and environmental geophysics. 1990. Vol. 2. P. 253–260.
7. *Roberts R.L., Hinze W.J., Leap D.I.* Data enhancement procedures on magnetic data from landfill investigations // Geotechnical and environmental geophysics. 1990. Vol. 2. P. 261–266.
8. *Stokoe K.H., Wright S.G., Barg S.A., Roesact J.M.* Characterization of geotechnical sites by SASW method // Geophysical characterization of sites. New Delhi, 1994.
9. *Ritsema, J., van Heijst, H.* New seismic model of the upper mantle beneath Africa // Geology. 2000. Vol. 28. P. 63–66.
10. *Ekstrum, G., Dziewonski, A.M.* The unique anisotropy of the Pacific upper mantle // Nature. 1998. Vol. 394. P. 168–172.
11. *Mooney, W.D., Laske, G., Masters, T.G.* CRUST 5.1: A global crustal model at 5°x5° // J. Geophys. Res. 1998. Vol. 103, B. P. 727-747.
12. *Duliu O.G.* Computer axial tomography in geosciences: an overview // Earth-Science Reviews, 1999. Vol. 48. P. 265–281.
13. *Husen S., Kisslin E.* Local earthquake tomography between rays and waves: fat ray tomography // Physics of the Earth and Planetary Interiors. 2001. Vol. 123. P. 127–147.

ANALYSIS OF DEVELOPMENT OF MODERN METHODS OF GEOPHYSICS

V. Fourman, Yu. Datsyuk, M. Khomyak, L. Khomyak

Review of modern geophysical methods of investigation are presented. The special attention is devoted to methods of investigation of parameters of earth's crust as well as electric, electromagnetic, seismic and radiological parameters of environment. The productivity of combination of geophysical and modern informational technologies is emphasized.

HENRYK ARCTOWSKI

A. Solecki

Wroclaw Uniwersytet, Poland

E-mail: Andrej.solecki@inq.uni.wroc.pl

Henryk Arctowski was born 15.VIII 1871, as a descendent of German immigrants, who settled down in Polish–Lithuanian Commonwealth already in XVII century. His father Karol Artz worked as a railway man. In those years Poland did not exist on political map of Europe and its territory was divided among Russia, Prussia and Austria. Artz family lived in the German part of Poland in environs of Inowrocław, where he started his education, which because of German persecutions, was continued in Liege (Belgium). It was there, where he completed Athenee liceum and studied mathematics and physics at the university. Later on he moved to Paris to study geology and chemistry in Muséum National d'Histoire naturelle, Sorbonne, Collège de France and Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris. He maintained a good contact with Maria Skłodowska-Curie, Polish chemist, double Noble prize winner. In 1893 Henryk returned to Liege to start his scientific work at the Institute of Chemistry. In this time, to stress his Polish nationality he changed his original name Artz to Arctowski. In 1895 after contacting Adriene de Gerlache de Gomery, Henryk decided to take part in his Antarctic expedition and studied geology, oceanography, meteorology and glaciology in England, Belgium and Switzerland. Being appointed as the scientific deputy director of the expedition he proposed Antoni Dobrowolski candidature as a member of scientific staff. List of expedition members included such famous names as young first mate, Roald Amundsen, later on known as discoverer of the South Pole. The other member of the staff, experienced polar surgeon Frederick A. Cook, later on became famous for his claim of having reached the North Pole a year before Robert Peary.

De Gerlache expedition on the ship Belgica started on 17.08.1897 and on 28.02.1898 she became stuck in the ice for 13 months and returned to Belgium on 5.11.1899, being the first ship which spent winter on the Antarctic.

After return to Belgium Arctowski, as assistant in the Observatoire Royal de Belgique" in Uccle worked on materials he collected during the expedition, preparing numerous publications and lectures. It was he who formulated the "Antarktand" hypothesis about continuation of Andean structures into Antarctic

Penninsula (Graham Land). In 1899 he took part in the Meeting of the British Association for the Advancement of Science in Dover, where he presented the idea of the international research on Antarctica. It is in Britain where he married Arian Jane Addy, an artist singer of the US wealthy family. In 1912 he obtained the honoris causa doctor degree of the Lviv university. Before World War I, he stayed in US working in Weather Bureau, and organizing Natural Science Section of the New York Public Library.

During WWI Arctowski joined the House Commission, a team of academic experts called Inquiry or American Commission to Negotiate Peace to prepare the report on Poland. Report prepared under his supervision was a volume of 2464 pages with 127 figures and played an important role during peace negotiations. He also was sent by the Commission to Poland as an expert on the salt deposits of the Inowrocław area, it was there where he brought attention to gravimetric method of salt prospecting.

In 1920 he took part in Arctic expedition to Svalbard and Lofoten. In the same year he moved to Poland, where Prime minister Paderewski offered him the post of the Minister of Education. Simultaneously two universities (Warsaw and Lviv) offered him the scientific positions. He accepted the invitation of the Lviv University and became the Head of Geophysics and Meteorology Chair which soon was transformed into Institute.

Research of the Institute under Arctowski supervision covered:

- geothermal studies in 150 Carpathian oil wells,
- oil parameters analysis of 70 wells
- geomagnetic studies in newly established stations in Daszawa and Janów,
- climate change correlation with solar activity,
- atmospheric dynamics studies,

and were published in the years 1921–1939 in 10 Volumes of Communicates edited by the Institute.

Until the September of 1939 he was one of the most prominent scientists of the Jan Kazimierz University, being still active in international geographical, climatic and geophysical organizations and congresses. In 1934 he became the president of the Commission on Climate Changes, of the International Geographical Union.

In August 1939, as a president of the Commission on Climate Changes he participated in the International Union of Geodesy and Geophysics Congress in Washington. Because of the World War II he stayed in USA working at the

Smithsonian Institution. His research there concentrated on influence of sunspot area upon solar constant. He died on 21.06.1958, his wife Jane died 3 months later. Two years later in 1958 their ashes were brought to Poland and buried at the Powązki Cemetery.

He was honored by following geographical names: Arctowski Peninsula, Arctowski Nunataks, Arctowski Peak, Arctowskifjellet (Mt. Arctowski), Arctowskibreen (Arctowski glacier).

His name was given to specific halo originating in atmosphere due to refraction on ice crystals.

National Academy of Sciences (NAS) Arctowski Medal, established through the Henryk Arctowski Fund by the bequest of his wife, is awarded for studies in solar physics and solar-terrestrial relationships. In addition, a further sum is provided to an institution of the recipient's choice.

-
1. *Król E.* Wkład Profesora Henryka Arctowskiego w stosowanie nowych metod geofizycznych w badaniach geologicznych // Z. Czechowski K. Teisseyre (eds) Profesor Henryk Bronisław Arctowski (1871–1958) jako geofizyk; Materiały konferencyjne Oddział Fizyki Wnętrza Ziemi I Przestrzeni Okołoziemskiej Polskiego Towarzystwa Geofizycznego 16 grudnia 2008 r. Instytut Geofizyki PAN. Warszawa, 2008.
 2. *Kulak A.* Henryk Arctowski - pionier badań wpływu aktywności Słońca na zmiany pogody i klimatu. działalność // Z.. Czechowski K. Teisseyre (eds) Profesor Henryk Bronisław Arctowski (1871–1958) jako geofizyk; Materiały konferencyjne Oddział Fizyki Wnętrza Ziemi I Przestrzeni Okołoziemskiej Polskiego Towarzystwa Geofizycznego 16 grudnia 2008 r. Instytut Geofizyki PAN. Warszawa, 2008.
 3. *Maj S.* Profesor Henryk Arctowski – życie i działalność // Z. Czechowski K. Teisseyre (eds) Profesor Henryk Bronisław Arctowski (1871–1958) jako geofizyk; Materiały konferencyjne Oddział Fizyki Wnętrza Ziemi I Przestrzeni Okołoziemskiej Polskiego Towarzystwa Geofizycznego 16 grudnia 2008 r. Instytut Geofizyki PAN. Warszawa, 2008.
 4. Report of the Treasurer of the National Academy of Sciences: For the Year Ended December 31, 2009