

## 20-РІЧЧЯ КАРПАТСЬКОГО ВІДДІЛЕННЯ ІНСТИТУТУ ГЕОФІЗИКИ ІМ. С.І. СУББОТІНА НАН УКРАЇНИ

Висвітлено найважливіші результати фундаментальних та прикладних досліджень в галузі геофізики, отримані науковцями Карпатського відділення ІГФ впродовж 1991-2011 рр.

**Ключові слова:** геомагнетизм; сейсмологія; електрометрія; фізичне і математичне моделювання.

Карпатське відділення Інституту геофізики ім.С.І.Субботіна НАН України (КВ ІГФ) було засновано у 1991 р. згідно із Постановою Президії АН України № 212 від 10 липня 1991 р. на базі геофізичних підрозділів Інституту прикладних проблем механіки і математики (ІППММ) ім. Я.С. Підстригача НАН України. Основним науковим напрямком діяльності Відділення була розробка комплексу геофізичних методів вивчення будови та динаміки літосфери Карпатського регіону стосовно до проблем прогнозування геодинамічних явищ та пошуків покладів корисних копалин.

Першим керівником Відділення був відомий український геофізик, доктор геолого-мінералогічних наук, професор Ярослав Станіславович Сапужак, який очолював Відділення до 2003 року. Вченим секретарем був призначений ст.н.с. к.ф.-м.н. Р.С.Починайко.

На момент створення у Відділенні працювало 66 чол. в т.ч. 18 наукових співробітників, з них 1 доктор і 12 кандидатів наук.

Однак, історія КВ ІГФ не обмежується лише 20-річним часовим відрізком. Вона бере початок ще від Львівського філіалу Інституту геофізики АН УРСР, створеного у 1962 р. і реорганізованого у 1972 році у Львівський філіал математичної фізики інституту математики АН УРСР, на базі якого у 1978 р. був організований Інститут прикладних проблем механіки і математики (тепер імені Я.С.Підстригача) НАН України. В організації та становленні Відділення велику роль відіграли д.ф.-м.н. Я.С.Сапужак, к.г.-м.н. Т.З.Вербийський, к.ф.-м.н. Р.С.Починайко, к.т.н. В.Г.Кузнєцова, к.ф.-м.н. А.І.Білінський. Значну підтримку при створенні Відділення надав директор Інституту геофізики ім.С.І.Субботіна, акад. В.І.Старостенко.

Становлення та перші кроки Відділення співпали з періодом відродження української держави. Відділення пережило всі труднощі та проблеми, які довелося пережити в той час українським академічним установам: економічну кризу, хронічне недофінансування наукових досліджень, плінність кадрів і т.п.

Станом на 01.01.2011 р у Відділенні працює 62 працівників, з них 3 доктори наук і 13 кандидатів наук. При Відділенні діє аспірантура за спеціальністю "Геофізика". За період існування Відділення співробітниками захищено 4 докторських (В.Ю.Максимчук, Ю.П.Стародуб,

Л.М.Журавчак, Д.В.Малицький) і 13 кандидатських дисертацій.

Наукові дослідження у Відділенні виконуються у таких відділах:

- динаміки магнітного поля Землі (зав. від. д.ф.-м.н. В.Ю. Максимчук);
- геоелектромагнітних методів (зав. від. к.г.-м.н. С.А. Дешиця).
- методів сеймотектонічних досліджень (зав. від. д.ф.-м.н. Д.В. Малицький);

Основні напрямки наукових досліджень КВ ІГФ:

- дослідження зв'язків геофізичних полів з неоднорідностями і деформаціями земної кори та сеймотектонічними процесами і сейсмічністю у Карпатському регіоні;

- розробка фізико-геологічних основ і нових технологій комплексного геофізичного прогнозування покладів вуглеводнів;

- розвиток теоретичних основ і технічних засобів сейсмічного, геомагнітного, електромагнітного моніторингу екологічно небезпечних природних і техногенних геологічних процесів у земній корі (землетруси, зсуви, обвали, карст та ін.).

КВ ІГФ відіграло суттєву роль у розвитку сейсмологічних, магнітотелуричних та геомагнітних досліджень у Карпатському регіоні.

Значним досягненням КВ ІГФ є заснування у 1965 р. та розвиток Карпатського геодинамічного полігону в північно-західній частині Українських Карпат з метою вивчення за даними комплексу геодезичних, геофізичних та геолого-геоморфологічних методів загальних закономірностей сучасних рухів земної кори, дослідження їх зв'язків з глибинною будовою, сейсмічністю, варіаціями геофізичних полів для пізнання причин та механізмів сучасних геодинамічних процесів і рішення глобальних проблем тектоногенезу.

В середині 80-х років на Карпатському геодинамічному полігоні було створено чотири стаціонарні і дві тимчасові режимні геофізичні станції (РГС), що дозволило приступити до виконання робіт із забезпечення комплексного геофізичного моніторингу геодинамічних і сеймотектонічних процесів на території Закарпаття для вивчення сучасної геодинаміки земної кори, виявлення провісників землетрусів, уточнення сейсмічної небезпеки.

Дослідження в області геомагнетизму виконувались спочатку в лабораторії тектоно-

магнетизму, а з 1999 року – у відділі динаміки магнітного поля Землі, який був створений на її базі.

В області вікових варіацій геомагнітного поля на основі даних мережі магнітних обсерваторій досліджено глобальні і регіональні особливості просторової структури вікового ходу. У віковому ході геомагнітного поля на території Європи були виявлені аномалії регіонального типу та досліджено їх природу. Пріоритетними напрямками в геомагнетизмі були тектономагнітні дослідження, які були започатковані в Україні вперше на Карпатському полігоні В.Г.Кузнєцовою у 1967 р. Майже одночасно подібні дослідження були розпочаті в багатьох сейсмоактивних районах СРСР та інших країн.

За результатами площивних та профільних тектономагнітних спостережень у Карпатському регіоні були досліджені геомагнітні варіації тектонічного походження – тектономагнітні ефекти, їх просторові та часові характеристики, зв'язки з глибинною будовою та сейсмічністю. На основі режимних геомагнітних спостережень на Карпатському геодинамічному полігоні було вивчено складний спектр варіацій аномального геомагнітного поля: довготривалі квазілінійні тренди, квазіперіодичні 5- та 2,5-річні варіації, а також епізодичні варіації тривалістю від декількох тижнів до декількох місяців. Вперше для регіону зі слабкою сейсмічністю було виявлено часові зміни геомагнітного поля – провісники місцевих землетрусів з магнітудою  $M = 3-4$ , встановлено їхні характерні періоди та морфологію, доведено перспективність використання геомагнітного методу для прогнозування землетрусів у Закарпатській сейсмогенній зоні.

На основі тектономагнітного методу розроблено методику виявлення та трасування активних тектонічних розломів, яку успішно було застосовано в Терсько-Каспійському прогині при нафтопошукових роботах, а також для вивчення динаміки земної кори в районах розміщення Рівненської та Хмельницької АЕС.

Поряд із вивченням часових змін аномального магнітного поля на території сейсмоактивного Закарпатського прогину, починаючи з 1989 р. виконуються дослідження часових змін векторів Візе. Встановлено зв'язок між аномальною поведінкою цих векторів і сейсмотектонічними явищами. Природа цих змін пов'язується із варіаціями електропровідності у верхніх шарах земної кори, які спричиняються механічними процесами, що мають місце при підготовці землетрусів.

Розроблено методику та обґрунтовано теоретичні засади використання магніторозвідки для пошуків родовищ вуглеводнів. У 1993-2002 роках були виконані значні обсяги експериментальних польових робіт на багатьох нафтогазових родовищах та перспективних структурах Дніпровсько-Донецької западини, Передкарпаття, Волино-Поділля. За результатами цих досліджень було

переконливо показано, що над родовищами вуглеводню спостерігаються локальні магнітні аномалії, які є результатом взаємодії вуглеводнів з гірськими породами і можуть слугувати пошуковою ознакою під час нафтопошукових робіт. У 2001 році в КВ ІГФ розпочато дослідження магнітної сприйнятливості гірських порід нафтогазоносних структур та перспективних площ, що дало змогу встановити високу ефективність капаметрії для розчленування та кореляції осадових товщ. Дослідження переконливо продемонстрували доцільність залучення високоточної магніторозвідки та капаметрії до комплексу геофізичних методів вивчення нафтогазоносності геологічних структур то побудови їхніх геофізичних моделей.

Особливий інтерес у зв'язку з проблемою пошуків родовищ нафти і газу становлять дослідження динаміки аномального поля в нафтогазоносних басейнах, які дозволили запропонувати новий геомагнітний метод – динамічну магнітометрію.

КВ ІГФ є ініціатором та одним із основних виконавців робіт з відновлення опорної геомагнітної мережі України та здійснення на ній компонентної магнітної зйомки. У 2005-06 роках у співпраці з УкрДГРІ та ІГФ НАНУ було відновлено мережу пунктів вікового ходу геомагнітного поля України, що дає можливість здійснювати моніторинг геомагнітного поля, будувати карти нормального магнітного поля та забезпечити геологічну галузь надійною основою для проведення геомагнітних зйомок. За результатами вже виконаних робіт у 2010 р. вперше створено карту магнітного схилення України. Потребу в таких даних мають геологічні, геофізичні, топогеодезичні, військові, метеорологічні та інші підприємства і організації, які використовують ці дані у навігації та геологічній розвідці.

З 1998 року КВ ІГФ приймає участь у виконанні державної програми досліджень України в Антарктиді. З метою вивчення структури та динаміки земної кори регіону в районі Української антарктичної станції (УАС) "Академік Вернадський" на західному узбережжі антарктичного півострова КВ ІГФ був створений тектономагнітний полігон, на якому періодично виконуються повторні геомагнітні спостереження. Подібні роботи в Антарктиді виконуються вперше. За результатами тектономагнітних досліджень поблизу УАС виявлено тектонічні блоки і розломи в земній корі та виконана оцінка інтенсивності варіацій тектонічних напружень. У 2005-2008 рр. КВ ІГФ в районі УАС виконані магнітотелуричні та магнітоваріаційні спостереження. Це дозволило вперше для регіону побудувати криві позірної опору та магнітоваріаційні параметри в діапазоні періодів 30-1000с та дослідити геоелектричний розріз земної кори – верхньої мантії Антарктичного півострова.

Напрямки наукових досліджень відділу геоелектромагнітних методів були започатковані ще у 60-х роках минулого століття у ЛФ ІГ. Саме тоді у геофізиці широкого розвитку набули електромагнітні (ЕМ) вивчення глибинної будови Землі. Їх застосування вимагало розв'язання прямих задач електродинаміки для складних умов, притаманних геологічному середовищу. Враховуючи, що можливості обчислювальної техніки в той час були дуже обмежені, необхідні результати для тривимірних неоднорідних середовищ можна було отримати лише методом фізичного моделювання. У 1968 р. у ЛФ ІГ була створена спеціальна лабораторна установка для моделювання варіацій природного геоелектромагнітного поля методами магнітотелуричного (МТЗ) та магнітоваріаційного (МВЗ) зондувань, а у 1978 р. – установка для фізичного моделювання ЕМ полів контрольованих джерел методами зондування становлення поля (ЗС) та частотного зондування (ЧЗ). Сучасні дві удосконалені установки КВ ІГФ – це автоматизовані аналогово-обчислювальні комплекси, основними складовими яких є великі електролітичні ванни (порядку 5,0×5,0×0,7 м), різного типу джерела ЕМ поля та вимірювально-реєструюча система з відповідним програмним забезпеченням. Створені засоби фізичного моделювання застосовуються як для підвищення достовірності інтерпретаційних побудов, так і для розробки нових модифікацій електророзвідки, експериментальної перевірки теоретичних розробок.

У 90-х роках створено і в подальшому модернізовано апаратно-програмний швидкодіючий комплекс („Стадія”) індукційних зондувань, призначений для вирішення інженерно-геологічних, екологічних задач щодо оцінки стану середовища приповерхневої частини розрізу, виявлення і вивчення динаміки негативних процесів (карстових, зсувних, забруднення підземних вод). Комплекс успішно застосовано на проблемних об'єктах Карпатського регіону: шахтних полях і дамбах хвостосховищ Стебницького, Калуш-Голинського калійних родовищ (м. Львів, Львівська та Івано-Франківська області, прилеглі території Домбровського калійного кар'єру та Язівського кар'єру самородної сірки). Розроблені технологічні засоби впроваджено у практику спеціалізованих підприємств (ПДП „Спецгеологорозвідка”, м. Івано-Франківськ, Західноукраїнська геофізична розвідувальна експедиція, м. Львів, тощо).

Велику увагу приділено останнім часом чисельним моделюванням ЕМ полів у складних тривимірних середовищах. Створено комплекси прикладних програм для розв'язку прямих тривимірних задач електророзвідки, в тому числі і для середовищ із складним рельєфом денної поверхні, та розроблено методику інтерпретації даних вертикальних електричних зондувань з врахуванням реального рельєфу місцевості.

Розроблено методично-програмний комплекс для геоелектричних досліджень магнітотелуричним та магніто варіаційним методами, що містить алгоритми та програми обробки експериментальних (польових) даних, аналізу та інтерпретації результатів спостережень. Розроблені засоби використано для регіональних геоелектричних досліджень.

У відділі методів сейсмотектонічних досліджень розвиваються в основному два наукових напрямки.

1. Дослідження процесів нагромадження, перерозподілу та релаксації напружень у сейсмогенному середовищі, а також теоретичне моделювання тектонічних процесів у земній корі.

2. Дослідження фізичних і колекторських властивостей гірських порід за сейсмоакустичними даними в зв'язку з прогнозуванням перспектив їх нафтогазоносності.

Відділ забезпечує проведення режимних геоакустичних та деформографічних спостережень на станціях Карпатського геодинамічного полігону. Вперше зареєстровано на території Закарпаття геоакустичні аномалії – провісники місцевих закарпатських землетрусів.

Важливим досягненням є розроблений акустичний метод контролю за напружено-деформованим станом масиву гірських порід. За допомогою цього методу було виявлено вплив припливних деформацій на механічні властивості гірських порід у масиві.

Також розроблено параметричний сейсмоакустичний метод – метод прийому та реєстрації пружних хвиль у гірських породах та сейсмогеоакустичну апаратуру – дослідні зразки цифрових вимірювально-реєструючих комплексів АЦГК-1, АЦГК-1/01, АЦГК-2.

У відділі проводились лабораторні дослідження нелінійних властивостей гірських порід. Розроблено метод реєстрації вторинних пружних хвиль у зразках гірських порід. Показано, що в пористих гірських породах сильно виражені нелінійні пружні властивості.

В напрямку теоретичного моделювання тектонічних процесів у земній корі розроблено методику розв'язання прямої та оберненої динамічних задач сейсміки в шаруватому середовищі для джерела сейсмічних хвиль, що моделюється тензором сейсмічного моменту. Розроблено методику кореляції форм записів місцевих землетрусів з використанням одноланкових кластерів з метою виділення елементів геотектонічних структур та вивчення структури і динаміки поля напружень-деформацій у сейсмогенному середовищі Закарпаття.

Для розв'язання нафтопошукових задач розроблено математичну модель багатофазного тріщинувато-пористого середовища на базі сучасних статистичних методів усереднення. На основі отриманих формул розрахунку фізико-

механічних властивостей порід з врахуванням форми пор, їх розмірів та розподілу по параметру форми, розроблено метод оцінки пористості та тріщинуватості гірських порід за даними акустичного та сейсмокаротажу. Розроблена методика була опробована в Західно-Українській геофізичній розвідувальній експедиції.

Наукові дослідження Відділення проводить в тісній співпраці з іншими науковими установами НАН України, з вищими навчальними закладами та виробничими організаціями: Інститутом геофізики ім.С.І.Субботіна НАН України, Інститутом геодезії Національного університету "Львівська Політехніка", Львівським Центром Інституту космічних досліджень НАНУ та НКАУ, кафедрою польової нафтогазової геофізики Івано-Франківського Національного університету нафти і газу, Українським державним геолого-розвідувальним інститутом, Інститутом геології і геохімії горючих копалин НАН України та ін.

Відділення є колективним членом Української нафтогазової академії та Західного геодезичного товариства Українського товариства геодезії та картографії, надає науково-методичну та технічну допомогу виробничим організаціям Міністерства екології та природних ресурсів у проведенні нафтогазопошукових робіт, запобіганні техногенних та природних катастрофічних явищ.

Значне місце в діяльності Відділення знайшло і міжнародне науково-технічне співробітництво, яке здійснювалось на основі прямих контактів, договорів про співпрацю та виконання досліджень у рамках міжнародних проектів. Багатолітні плідні наукові з'язки стосовно вивчення особливостей

будови і геодинаміки літосфери Карпато-Альпійського орогену, розвитку методів тектономагнетизму, сейсмології та електромагнітних зондувань Землі встановилися з науковими установами Росії, Італії, Австрії, Польщі, Чехії, Словаччини, Румунії.

Активно ведеться співпраця з Інститутом геофізики Польської Академії наук з проблеми вивчення транс-європейської шовної зони на території Польщі і України методом глибинних електромагнітних зондувань.

Протягом багатьох років проводяться спільні роботи з фізичного моделювання електромагнітних процесів із Всеросійським науководослідним інститутом геофізичних методів розвідки (м.Нарофомінськ, Росія), підтримуються прямі контакти з вченими Польщі (Інститут геофізики Польської Академії Наук, Варшава), США (Університет Юти, Солт-Лейк-Сіті), Фінляндії (Університет Оулу), Німеччини (Інститут наук про Землю Єнського університету ім.Фрідріха Шіллера).

Найважливіші результати досліджень Карпатського відділення ІГФ висвітлено у 8-ми монографіях (а з врахуванням роботи працівників у Львівському філіалі ІГФ та ІППММ більше, ніж у 20). У 2004 р. В.Ю.Максимчук, Ю.М.Городиському, В.Г.Кузнецовій за роботу "Динаміка аномального магнітного поля Землі" була присуджена премія НАН України ім.С.І.Субботіна.

Колектив Відділення зустрічає свій 20-річний ювілей з оптимізмом і вірою в хороше майбутнє української науки.

## 20-ЛЕТИЕ КАРПАТСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ ИНСТИТУТА ГЕОФИЗИКИ ИМ.С.И.СУББОТИНА НАН УКРАИНЫ

**В.Е. Максимчук, О.Я. Сапужак**

Освещено основные результаты фундаментальных и прикладных исследований в области геофизики, полученные в Карпатском отделении ИГФ в 1991-2011 гг.

**Ключевые слова:** геомагнетизм; сейсмология; электрометрия; физическое и математическое моделирование.

## 20<sup>th</sup> ANNIVERSARY OF THE CARPATHIAN BRANCH S.I.SUBBOTIN'S INSTITUTE OF GEOPHYSICS, UKRAINIAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES

**V.Yu. Maksymchuk, O.Ya. Sapuzhak**

The main results of fundamental and applied investigations in the field of geophysical studies, which were drawn in the Carpathian Branch of IGPH during 1991 – 2011 yrs. are reported.

**Key words:** geomagnetism; seismology; electric-metering; physical and mathematical modeling.

---

*Карпатське відділення Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, м. Львів*