

**Національна академія наук України
Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна**



X Міжнародна наукова конференція

**ГЕОФІЗИКА І ГЕОДИНАМІКА:
ПРОГНОЗУВАННЯ ТА МОНІТОРИНГ
ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА**

Львів, 30 вересня – 2 жовтня 2025 р.

Збірник тез доповідей



Львів – 2025

Resident Development

Будівельна компанія, що формує нове обличчя Львова.
Зберігаючи фокус на якості, безпеці та довгостроковій
цінності нерухомості.



Стати резидентом компанії – це отримати не лише комфортне
житло, а й вигідну інвестиційну можливість, що забезпечить вам
стабільний дохід у майбутньому.



+380 67 212 52 51

resident-development.com

м. Львів, Центральний відділ продажу вул. Садова 2а



КОМПАНІЯ, ЯКА ВІДКРИВАЄ РОДОВИЩА

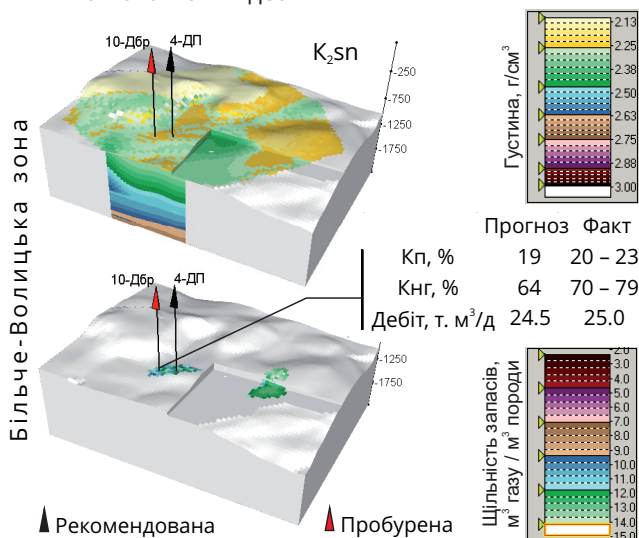
МИ ЗНАЄМО ЯК:

- Збільшити ймовірність комерційного успіху буріння до 86%
- Визначити величину комерційного припливу із успіхом понад 90%
- Отримати додатковий прибуток на кожну свердловину понад 48%
- Збільшити кількість комерційних свердловин на 20%

ЩО ПОТРІБНО ЗРОБИТИ, ЩОБ ПРОБУРИТИ КОМЕРЦІЙНУ СВЕРДЛОВИНУ:

- Закартувати положення комерційних покладів вуглеводнів
- Не бурити свердловини за межами закартованих комерційних покладів
- Не бурити свердловини глибше найглибшого закартованого покладу
- Розташувати нові свердловини так, щоб отримати максимальні дренавані запаси та початковий дебіт

- 1 — 2004 / 2005 - 2011
Микуличинське
- 2 — 2005 / 2012
Солотвинське
- 3 — 2004 / 2005 - 2011
Дібровське
- 4 — 2000 / 2008
Чкалівське
- 5 — 2012 / 2013
Академіка Шпака
- 6 — 2012 / 2013
Рунівщинське
- 7 — 2017 / 2017 - 2020
Комишнянське
- 8 — 2017 / 2019
Скиданівське
- 9 — 2017 / 2020
Жемчужне
- 10 — 2022 / 2022-2024
Саджавське

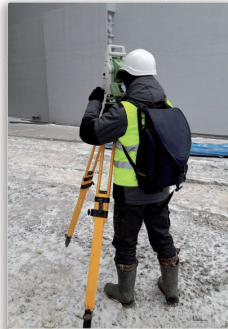




МІРНИЧИЙ
геодезично-геологічна група

Інженерна геологія. Геодезія. Лазерне 3D сканування. LiDAR.

Сертифіковані фахівці та інноваційні технології
для точних інженерних рішень



♀ вул. Садова, 2а/1, офіс 10

Україна, Львів, 79021

☎ +380 68 106 01 01

✉ mirnychyj@gmail.com

🌐 mirnychyj.com.ua



РОБИМО СКЛАДНЕ ПРОСТИМ!

**Національна академія наук України
Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна**



**X Міжнародна наукова конференція
ГЕОФІЗИКА І ГЕОДИНАМІКА:
ПРОГНОЗУВАННЯ ТА МОНІТОРИНГ
ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА**

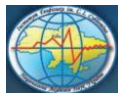
Львів, 30 вересня – 2 жовтня 2025 р.

Збірник тез доповідей

ЗА ПІДТРИМКИ



Науково-технічна компанія «НТК ДЕПРОІЛ ЛТД»



**Відділ сейсмічності Карпатського регіону Інституту
геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України**



Будівельна компанія RESIDENT DEVELOPMENT



Геодезично-геологічна група «МІРНИЧИЙ»



**Науково-виробниче технічне підприємство
«Геологічні Технології»**

Львів – 2025

УДК 550.3 + 550.83 + 551.24

Збірник тез доповідей X Міжнародної наукової конференції «ГЕОФІЗИКА І ГЕОДИНАМІКА: ПРОГНОЗУВАННЯ ТА МОНІТОРИНГ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА» (Львів, 30 вересня – 2 жовтня 2025 р.) / Під заг. ред. В.Ю. Максимчука. – Львів: Растр-7, 2025. – 92 с.

ISBN 978-617-8590-72-7

Збірник містить тези доповідей X Міжнародної наукової конференції «Геофізика і геодинаміка: прогнозування та моніторинг геологічного середовища» (Львів, 30 вересня – 2 жовтня 2025 р.), присвячені проблемам геофізичних, геологічних, геодезичних та геоморфологічних досліджень: вивченню глибинної будови, тектоніки та геодинаміки земної кори; тектонічної будови різноглибинних геологічних структур та петрофізичних характеристик гірських порід; сейсмології та геофізичних досліджень сейсмоактивних регіонів; технологій геолого-геофізичного прогнозування геологічного середовища для пошуків родовищ нафти і газу та інших корисних копалин; геофізичного моніторингу еконебезпечних природних і техногенних геологічних процесів; археогеофізичним дослідженням; методам математичного і фізичного моделювання та геоінформаційним технологіям для обробки та інтерпретації геолого-геофізичних даних.

Для фахівців у галузі наук Е4 «Науки про Землю» та суміжних наук

Редакційна колегія:

чл.-кор. НАН України, доктор фіз.-мат. наук, проф. В.Ю. Максимчук
канд. фіз.-мат. наук, ст. досл. О.Я. Сапужак
доктор фіз.-мат. наук, проф. Д.В. Малицький
канд. фіз.-мат. наук, с.н.с. А.В. Назаревич
канд. фіз.-мат. наук А.Р. Гнип

Автори матеріалів несуть повну відповідальність за підбір, точність наведених фактів, цитат, експериментальних та економіко-статистичних даних, відповідної галузевої термінології, власних імен та інших відомостей.

Ухвалено до друку

Вченою радою Карпатського відділення Інституту геофізики
ім. С.І. Субботіна НАН України

ISBN 978-617-8590-72-7

© Карпатське відділення Інституту геофізики
ім. С.І. Субботіна НАН України, 2025
© Видавництво «Растр-7», 2025

ВСТУПНЕ СЛОВО

Збірник містить тези X Міжнародної наукової конференції «Геофізика і геодинаміка: прогнозування та моніторинг геологічного середовища» (30 вересня – 2 жовтня 2025 р.), яку у Львові проводить Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України (КВ ІГФ НАН України). Конференція вже стала традиційною для широкого кола науковців та фахівців з геофізики, геології та інших суміжних галузей.

Міжнародні наукові конференції «Геофізика і геодинаміка: прогнозування та моніторинг геологічного середовища» започатковано у КВ ІГФ НАН України у 2005 році з присвятою відомому українському вченому-геофізику, першому керівнику Карпатського відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, доктору геолого-мінералогічних наук, **професору Ярославу Станіславовичу Сапужаку**. Останнім часом конференції проводяться що 2 роки. Їх метою є обмін досвідом та результатами геофізичних, геологічних, геодезичних, геоморфологічних досліджень, налагодження співпраці між різними установами, організаціями і конкретними дослідниками у проведенні фундаментальних і прикладних досліджень.

Тематика конференції протягом тривалого часу залишалась майже незмінною і на сьогодні об'єднує такі напрямки.

1. Вивчення глибинної будови, тектоніки та геодинаміки земної кори (геофізичні, геологічні, геодезичні та інші дослідження).
2. Сейсмологічні та геофізичні дослідження сейсмоактивних регіонів.
3. Сучасні технології геолого-геофізичного прогнозування геологічного середовища для пошуків родовищ нафти і газу та інших корисних копалин.
4. Моніторинг екобезпечних природних та техногенних геологічних процесів та інженерна геофізика.
5. Геофізичні методи в археології.
6. Методи математичного та фізичного моделювання і геоінформаційні технології для обробки та інтерпретації геофізичних даних.



Учасники IX Міжнародної наукової конференції «Геофізика і геодинаміка: прогнозування та моніторинг геологічного середовища» (10-12 жовтня 2023 р., м. Львів)

За попередні 20 років проведено 9 конференцій, у роботі яких брали участь учені та фахівці з наукових інститутів НАН України, закладів вищої освіти, виробничих підприємств і організацій практично з усієї України, країн СНД, Польщі, Словаччини, Болгарії, Угорщини, Румунії, Латвії, Німеччини, Австрії, Ізраїлю. На кожній з конференцій представлялось 60-70, а то й більше доповідей. В останні роки, у зв'язку з епідемією Ковіду і війною в Україні значна частина доповідей, перш за все закордонних учасників, відбувалась у режимі он-лайн. Проте, незважаючи на форс-мажорні обставини, колектив КВ ІГФ НАН України докладає всіх зусиль для регулярного проведення конференцій на належному рівні, у тому числі і завдяки спонсорам.

Сподіваємось, що і чергова ювілейна X Конференція пройде успішно за активної участі доповідачів, сприятиме розширенню співпраці між фахівцями наукових, освітніх і виробничих установ, внесе вагомий вклад у розвиток геофізики, геології, геодезії та науки загалом в Україні та світі.

КАРПАТСЬКЕ ВІДДІЛЕННЯ ІНСТИТУТУ ГЕОФІЗИКИ ІМ. С.І.СУББОТІНА НАН УКРАЇНИ: ІСТОРІЯ, ЗДОБУТКИ, ПЕРСПЕКТИВИ

Олег Сапужак, Валентин Максимчук, Андрій Назаревич

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

CARPATHIAN BRANCH OF SUBBOTIN INSTITUTE OF GEOPHYSICS OF THE NAS OF UKRAINE: HISTORY, ACHIEVEMENTS, PROSPECTS

Oleh Sapuzhak, Valentyn Maksymchuk, Andriy Nazarevych

Carpathian Branch of Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv,

Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України (КВ ІГФ НАН України або Відділення) є академічною науковою установою, яка займається фундаментальними і прикладними геофізичними дослідженнями, перш за все, на Заході України. Однак, наукові інтереси його фахівців сягають не тільки різних регіонів нашої країни, Європи, а навіть Антарктиди та Марсу.

Офіційною датою створення КВ ІГФ НАН України є 1 липня 1991 р. Проте його історія бере початок ще від Львівського філіалу Інституту геофізики АН УРСР (Філіал), який був заснований у 1961 році і став потужною науковою геофізичною установою на теренах Західної України. У складі Філіалу було 6 наукових відділів, працювало майже 150 працівників, 2 доктори наук, 35 наукових співробітників. Філіал володів значною експериментальною базою – сейсмічні станції „Львів”, „Рахів”, „Косів”, „Міжгір'я”, геоелектромагнітні станції „Ужгород”, „Моршин”, „Корець”, магнітні обсерваторії – „Львів” та Одеська, лабораторії фізичного моделювання та палеомагнітних досліджень у смт Івано-Франкове (Львівська обл.) тощо.

На жаль, згодом Філіал було реорганізовано (з 01.12.1972) у Львівський філіал математичної фізики Інституту математики АН УРСР, на основі якого у 1978 р. було створено Інститут прикладних проблем механіки і математики (ІППММ) АН УРСР. У складі цього Інституту частина геофізичних підрозділів продовжували свою наукову діяльність та надалі стали складовими КВ ІГФ НАН України.

Від часу заснування і до 2003 р. керівником Відділення був відомий український вчений-геофізик, доктор геолого-мінералогічних наук, професор Ярослав Станіславович Сапужак, з 2003 р. – директором КВ ІГФ НАН України став доктор фізико-математичних наук, член-кореспондент НАН України Валентин Юхимович Максимчук, а з 2021 р. – кандидат фізико-математичних наук, старший дослідник Олег Ярославович Сапужак.

Основними напрямками наукових досліджень КВ ІГФ НАН України на сьогодні є:

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

Крім того, фахівці КВ ІГФ НАН України також здійснюють вагомий вклад у наукових дослідженнях на Українській антарктичній станції «Академік Вернадський» (під час зимівель та сезонних експедицій).

У КВ ІГФ НАН України на сьогодні за штатним розписом працює понад 50 працівників, з яких 2 доктори (у т.ч. член-кореспондент НАН України), 14 кандидатів наук. Дослідження виконуються у трьох наукових відділах: динаміки магнітного поля Землі, методів сеймотектонічних досліджень і геоелектромагнітних методів. КВ ІГФ НАН України має 4 режимні геофізичні станції (РГС) у Закарпатській області – «Мукачєво», «Берегове», «Тросник», «Нижнє Селище» та пункт спостережень „Колодуби”, на яких проводяться комплексні геофізичні дослідження і моніторинг сеймотектонічних процесів, а також

Лабораторію фізичного моделювання у смт Івано-Франкове (Львівська обл.), де проводиться налагодження, апробація та тестування геофізичної апаратури.

Основні напрями діяльності відділу динаміки магнітного поля Землі – дослідження просторово-часової структури вікових геомагнітних варіацій за даними експериментальних та теоретичних досліджень, геомагнітний моніторинг сейсмотектонічних процесів, розробка методики та теоретичних засад використання магніторозвідки для пошуків родовищ нафти і газу. Фахівцями відділу розроблено методику геомагнітоваріаційного моніторингу геодинамічних процесів та проведено її апробацію на Карпатському сеймопрогностичному полігоні. За результатами робіт у Закарпатській сейсмоактивній зоні досліджено спектр часових змін передавальних функцій, часові зміни параметрів вектора Візе, у них виявлено річні, сезонні і добові коливання, а також неперіодичні ефекти, пов'язані з місцевою сейсмічністю. За даними геомагнітних спостережень на регіональній мережі пунктів вікового ходу (ПВХ) побудовано карти вікового ходу компонент геомагнітного поля за 2010–2013 рр. За даними магнітних обсерваторій та спостережень на ПВХ виявлено аномалії вікового ходу та досліджено їх зв'язок з особливостями глибинної будови літосфери. Вивчено локальні особливості аномального магнітного поля на низці вуглеводневих родовищ та перспективних структур у Волино-Подільській, Передкарпатській та Закарпатській нафтогазоносних областях Західного нафтогазоносного регіону України, виявлено локальні магнітні аномалії – індикатори нафтогазоносності. Досліджено просторово-часову структуру тектономагнітних аномалій на створеному тектономагнітному полігоні в районі Української антарктичної станції «Академік Вернадський», виявлено особливості відображення ними геологічної будови і геодинаміки цього району.

Відділ методів сейсмотектонічних досліджень займається розробкою теоретичних основ нових методів дослідження сучасної геодинаміки і сейсмотектоніки земної кори за сейсмічними, деформографічними і геоакустичними даними. Розроблено методику моделювання сейсмограм землетрусів з довільним механізмом джерела, теоретичні методи і комп'ютерні програмні комплекси для визначення параметрів вогнищ землетрусів, з їх використанням визначено параметри вогнищ відчутних землетрусів Карпатського регіону України та прилеглих країн, інших сейсмоактивних регіонів світу (США, Японія), параметри вогнищ сейсмічних подій на Марсі. Також у відділі проводяться розробки дослідних зразків геоакустичної, деформографічної, геотермічної апаратури і польові дослідження геодинамічних та сейсмотектонічних процесів з її використанням, зокрема, на РГС у Закарпатті. За час досліджень зафіксовано низку геофізичних аномалій, пов'язаних з процесами підготовки місцевих закарпатських землетрусів.

Основний напрямок відділу геоелектромагнітних методів – розвиток електромагнітних методів досліджень геосередовища. Створено унікальні у світовій практиці автоматизовані лабораторні установки фізичного моделювання для дослідження гармонічних, імпульсних і стаціонарних електромагнітних полів у складних геоелектричних середовищах. Розроблено технології і апаратуру електромагнітних досліджень для розв'язання різних геологічних задач: вивчення глибинної будови і динаміки земної кори Карпатського регіону, пошуків родовищ корисних копалин (у т.ч. нафти, газу, водних і гідротермальних ресурсів), розв'язання екологічних та інженерно-геологічних задач, а також для контролю і прогнозування небезпечних геодинамічних явищ. Апробацію цих методів і апаратури проведено на еконебезпечних об'єктах Калуша, Стебника, Солотвина у Закарпатті, у небезпечних зонах автомобільних і залізничних шляхів регіону, на греблях водо- і хвостосховищ, у зонах карстів і зсувів. Останнім часом успішно розвивається математичне моделювання електромагнітних полів у дво- і тривимірних неоднорідних геосередовищах.

До найважливіших результатів наукової діяльності КВ ІГФ НАН України можна віднести: створений Карпатський геодинамічний і сеймопрогностичний полігон з мережею геофізичних станцій; комплекс програм для математичного моделювання дво- і тривимірних задач геоелектрометрії; універсальний комплекс фізичного моделювання електромагнітних полів у тривимірних геосередовищах; диференціальні і компенсаційні методи для площинних і режимних електромагнітних досліджень; апаратурно-методичний комплекс електромагнітного контролю та прогнозу техногенних та природних геодинамічних процесів; розроб-

лений метод динамічної магнітометрії; методику прогнозування нафтогазоносності геологічних структур на основі комплексних геомагнітних досліджень; побудовані геогустинні моделі земної кори на низці регіональних профілів території Західного регіону України; геоакустичний метод контролю природних та техногенних геодинамічних процесів; комп'ютерні методи і програмні комплекси для визначення параметрів вогнищ землетрусів; цифрова сейсмологічна станція і цифровий сейсмограф, моніторингову цифрову геоакустичну, деформографічну, геотермічну (у т.ч. свердловинну), геоелектромагнітноемісійну апаратуру; теоретико-емпіричну методику прогнозування нафтогазоносності розрізів свердловин.

За час існування КВ ІГФ НАН України його працівники захистили 4 докторських та 23 кандидатські дисертації. Результати досліджень та впроваджень установи висвітлено у 10 монографіях, 12 збірниках наукових праць, більш ніж у 500 наукових статтях, захищено понад 20 авторськими свідоцтвами і патентами.

Детальніше найновіші результати наукових досліджень колективу КВ ІГФ НАН України представлено нижче у тезах доповідей ювілейної X Міжнародної наукової конференції «Геофізика і геодинаміка: прогнозування та моніторинг геологічного середовища».

GEOELECTRIC MODEL OF THE ASTHENOSPHERE OF UKRAINE

Tetyana Burakhovych, Anton Kushnir, Volodymyr Iliencko, Andrii Stolpakov

S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv

Electromagnetic (EM) surveys can be used to measure specific electrical resistivity (ρ), which can then be mapped in space to obtain a complete lithospheric section. Electrical resistance has a great depth of penetration close to the Earth's mantle, which makes it one of the most important sources of information for understanding the structure, composition, and evolution of the lithosphere as a whole, and the asthenosphere in particular. According to geoelectric data, the asthenosphere itself is an intermediate electrically conductive layer in the upper part of the mantle, at a depth with the upper edge approximately 50 to 200 km with ρ not more than 100 Ohm·m and a total longitudinal conductivity of at least 400 S, which is most likely determined by partial or complete melting of the material [1].

We were the first to systematize all existing geoelectric studies. As a result, a model scheme of the geoelectric asthenosphere was created. The parameters of three “normal” ρ_n sections for different geological regions of Ukraine were confirmed. Thus, the Precambrian and Hercynian regions are characterized by the absence of an asthenosphere (at depths (H) of 0-160 km, $\rho_n=1000$ -2000 Ohm·m), while the Cimmerian (H=110-140 km, $\rho_n=40$ Ohm·m) and Alpine (H=70-170 km, $\rho_n=25$ Ohm·m) regions are distinguished by increased electrical conductivity (σ) at mantle depths [2].

Based on this model scheme, it was established that high electrical conductivity anomalies at upper mantle depths have a complex configuration, varying intensity and depth, and do not always correspond to the geology of the Earth's crust. Thus, the asthenosphere under the southwestern megablock and in local areas of the Ingul megablock of the Ukrainian Shield, as well as in the southern part of the Volyn-Podillia Plate, it is fragmented start at depths ranging from 50 to 70 km and extends to depths of 120 to 160 km with a specific resistance of 20 to 50 Ohm·m. Local objects in the Pripyat-Dnieper-Donets Basin have similar parameters. In the Scythian Plate, there are anomalous areas: the crust-mantle (at depths of 30-40 km to 60 km with a specific resistance of 10 Ohm·m) and the upper mantle (at depths of 60-90 km with a specific resistance of 100 Ohm·m). In the Carpathian region, the asthenosphere is heterogeneous, probably consisting of areas that differ in resistivity and may branch out with depth. The general deepening of its upper boundary to the northeast from 40 km to 90-100 km has been confirmed [3].

The Kirovograd AE area under the DDS (Lokhvitsky segment) is characterized by probably spatially isolated heterogeneities in the upper mantle, which have different parameters: H=50÷160 km with $\rho=20$ Ohm·m. This anomaly has an isometric shape and covers the edge of the USH [3].

As a result of creating this model of the asthenosphere, its depth of occurrence throughout Ukraine was established. Unfortunately, it was not detected everywhere for various reasons, both structural and due to a lack of data.

1. Burakhovich, T. & Kushnir, A. (2023). History, current state and future prospects of geoelectromagnetic research in Ukraine. *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*, 1(100), 58–66. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.100.07> (in Ukrainian).
2. Kushnir, A., Burakhovych T., Iliencko V. & Shyrkov B. (2021). Geoelectrical properties of earth's crust and upper mantle rocks according to the 1D inversion results of DMTS curves. *European Association of Geoscientists & Engineers. Geoinformatics*, Vol. 2021, p.1–6. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521116>.
3. Burakhovych, T. K., Iliencko, V. A., Kushnir, A. M., Stolpakov, A. Y., Tonkovyd, E. M., & Bondar, A. M. (2025). The asthenosphere of Ukraine according to geoelectric studies. *Geofizicheskiy zhurnal*, 47(2). <https://doi.org/10.24028/gj.v47i2.322502>.

GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE EARTH'S CRUST IN THE AREA OF SAATLY DW-1 (AZERBAIJAN)

Vagif Gadirov

Baku State University, Baku, Azerbaijan

Since 1970, drilling of superdeep wells has been considered a priority in various countries around the world. In Azerbaijan, such an ultra-deep well (DW-1) was drilled in the Saatly region in June 1977. The choice of the location of this well was based on the results of interpretation of deep seismic sounding (DSS) and the correlation method of refracted waves (CMRW), which indicated that in this area the pre-Mesozoic basement was located at a shallower depth.

The first model of the geological structure of the earth's crust in the DW-1 region was constructed on the basis of seismic (DSS and CMRW) and gravimetric data (M.M. Rajabov et al., 1977, 1979), and it was shown that the earth's crust in this region has a layered-block structure. According to the developed model, in the area of the DW-1, in the section corresponding to the maximum of the gravity field, an uplifted block is noted, characterized by a high boundary velocity ($V_b=6.7$ km/sec). The depth of this block in the DW-1 is $\approx 8,000$ m and, as is assumed, reflects the state of the crystalline basement. However, although the DW-1 well was drilled to 8,324 m by 1982, it did not reveal the Mesozoic crystalline basement identified by seismic data.

In 1984, a new model was developed to determine the spatial form of magnetoactive masses in this area (Khesin B.E., Alekseev V.V., Rajabov M.M., Salehli T.M. et al.). It was concluded that the model was constructed correctly, since the calculated geomagnetic field of the constructed model coincided with the observed field. The constructed model shows that the volcanic rocks opened by the DW-1 borehole in the interval of 3,540-8,324 m entered this area as a result of the flow of igneous materials from the Muradkhanly-Zardab area. However, the presence of the central-type volcano described in the Muradkhanly-Zardab area is surprising in its scale (the width of the magma-erupting channel is 20-36 km). Considering that the distance from the Muradkhanly-Zardab area to the Saatly DW-1 is ≈ 30 km, the outflow of magma at such a distance does not seem plausible. On the other hand, the DW-1 borehole penetrated sedimentary rocks and entered volcanic rocks at a depth of 3,540 m, and passed through these rocks to a depth of 8,324 m, and did not penetrate either the crystalline basement or the basalt layer.

The failure to penetrate the crystalline basement at the expected depth made it necessary to create a new geological and geophysical model of the DW-1 borehole area. For this purpose, a new depth model was constructed using gravity-magnetic data and a new approach along the profile passing through the DW-1 borehole in the specified area (V.G. Gadirov, 1991, 2024). This model determined the spatial position of volcanic formations in the geological section.

It was determined that the Saatly DW-1 is located near the magmatic channel of the volcano that existed here. According to the model, at a depth of 15 km, the well may deviate by 500 m from the magmatic channel. However, if we take into account that in such a model this distance is within the accuracy limits, we can say that this well will not go beyond the volcanic rocks even at a depth of 15 km. From the analysis of the obtained model data it follows that even continuing the DW-1 well to a depth will not allow opening the consolidated crust (crystalline basement) and the basalt layer. Since, although these layers are closest to the earth's surface in the area of the DW-1 well, the volcano active here destroyed these boundaries. According to the developed model, if the DW-1 well were located 4-5 km to the southeast of its current location, the probability of opening the crystalline basement and deep layers would be higher. As can be seen, the study of the distribution zones and spatial position of volcanic formations can provide very important information for clarifying the deep geological structure of the Middle Kura Depression of Azerbaijan.

RECOVERING LOCATIONS AND TAKEOFF ANGLES OF EARTHQUAKES IN CLUSTERS BASED ON THE DIFFERENCE BETWEEN THEIR S-P INTERVALS

Andriy Gnyp, Dmytro Malytskyy

Carpathian Branch of Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv

The similarity of earthquakes occurring in clusters is now widely used to measure their relative (differential) phases and thereby significantly improve their location accuracy, both relative and absolute [1]. As a result, a large number of small earthquakes can be included in the analysis, which is important in many problems of seismological research, especially in regions with low local seismicity, such as the East Carpathians [2].

In our previous study [3], we propose an algorithm for relocating earthquakes that occur in clusters based on the simultaneous comparison of a large number of intervals between their first S- and P-waves. One advantage of using only the difference is that, since it is measured by cross-correlation within a *window* around the corresponding phases, there is no need to know their exact times. Another advantage is that relative locations can be recovered regardless of source times and hence, often inaccurate phases or velocity models. We assume in [3] that since the cluster size is much smaller than the distance to the stations, (i) the ray paths are almost identical outside the cluster, and the difference in travel times arises only inside the cluster; (ii) the change in the station azimuths and the takeoff angles due to the change in location is very small and can be neglected. It is also assumed that (iii) the rays lie in a vertical plane containing the earthquake and the station; (iv) the P- and S-wave velocities are known and uniform inside the cluster; (v) the azimuths of the stations also are known for at least one, reference earthquake, as well as the takeoff angles of the first P- and S-waves. Under these assumptions, the relationship between the differences in intervals and the coordinates of earthquakes within a local Cartesian system centered on the reference earthquake becomes purely geometric, enabling the corresponding system of linear equations to be solved easily.

Although the assumptions are very realistic and common in seismological practice, their large number nevertheless narrows the potential applicability of the algorithm. However, the system for recovering locations simultaneously with takeoff angles and azimuths becomes not only nonlinear, but also singular, which makes its solution practically impossible. In the current version of our algorithm, we propose to circumvent the singularity by optimizing the locations and takeoff angles separately: first, by determining the locations for some initial angles, followed by adjusting the angles, by re-evaluating the locations again, and so on.

To evaluate the effectiveness of this approach, a series of synthetic experiments are conducted, focusing mainly on the ability to achieve full recovery of locations and takeoff angles using a damped least-squares solution, depending on the accuracy of the initial angles, the number and configuration of stations, and the damping of the solution. Since least squares inversions are susceptible to local minima, we propose estimating the median of the solutions from an ensemble of randomly perturbed initial angles. The tests prove the effectiveness of the approach and the potential applicability of the algorithm to real data.

1. Robinson, D.J, Sambridge, M., Sneider, R., & Hauser, J. (2013) Relocating a Cluster of Earthquakes Using a Single Seismic Station. *Bull. Seism. Soc. Am.* 108(6), 3057–3072. <https://doi.org/10.17850120130004>.
2. Gnyp, A., & Malytskyy, D., (2021) Differential and source terms locations of the 2015 Teresva (East Carpathians) series and their tectonic implications. *Acta Geophysica* 69 (6), 2099–2112. <https://doi.org/10.1007/s11600-021-00655-w>, <https://rdcu.be/cyPNh>.
3. Gnyp A., Malytskyy D. (2023) Relocating earthquakes in clusters based on variations in the intervals between their first P- and S-waves, *Geodynamics* 2(35), 19–32. <https://doi.org/10.23939/jgd2023.02.019>.

THE SEISMIC NETWORKS IN EASTERN AND WESTERN BOHEMIA, ITS DENSIFICATION AND THE USE OF THE DATA OBTAINED THEREBY

Dana Křížová, Josef Vlček, Jan Valenta

Institute of Rock Structure and Mechanics Academy of Sciences of the Czech Republic

There are two eminent seismically active areas, worthy of our attention, in the Czech Republic, West Bohemia (Cheb and Sokolov regions) and East Bohemia (Hronov-Poříčí fault zone and Broumov region). In both regions, which were formed during the Variscan orogeny, earthquakes with a magnitude higher than 4.5 were observed in the last century.

The West Bohemia/Vogtland region (most seismically active area of Central Europe) is a large stable block consisting of Pre-Permian rocks, and provides one of the most extraordinary opportunities worldwide to study earthquake swarms and their coupling with deep fluid transport in a continental intraplate setting. The area exceeding 900 km² is monitored by the West Bohemia Seismic Network (WEBNET). It is spatially dense and instrumentally homogeneous, and it was established following the major earthquake swarm of 1985/1986 [1]. The region is characterized by earthquake swarms with magnitudes mostly below 3.0. The uniqueness of this area is one of the reasons for the largest seismological mission of the decade ELISE (Eger Large International Seismic Experiment) – which starts in 2025 and ends in 2027. Approximately 300 seismic stations will be deployed over an area of around 3000 km² [2].

Hronov Poříčí Fault zone is located on the southern border of the Broumovsko protected landscape area. This approximately 1 km wide and 50 km long system of parallel faults is a seismically active site with the presence of mineral waters. It is also remarkable from the geological and tectonic point of view [3]. Current seismic events are helping to map these fault structures.

We want to introduce you to these areas along with the activities we carry out there. The results were obtained as part of the project Strategy AV 21 – Dynamic Planet Earth (2023 – 2027).

1. Horálek, J., Fischer T., Boušková A., and P. Jedlička (2000). The Western Bohemia/Vogtland region in the light of the WEBNET network. *Stud. Geophys. Geod.* 44:107–125.
2. <https://www.avcr.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/Na-Chebsku-zacina-rozsahly-seismicky-experiment-s-nazvem-ELISE/>
3. Valenta J., Stejskal V. and P. Štěpančíková (2008). Tectonic Pattern of the Hronov-Poříčí Trough as Seen From Pole-Dipole Geoelectrical Measurements. *Acta Geodyn. Geomater.*, Vol. 5, No. 2 (150), 185–195.

CONTROLLED CONSTANT CURRENT SOURCE FOR MATRIX IMPEDANCE TOMOGRAPHY SYSTEM (ERT)

Janusz Łukowski¹, Oleh Pidvirnyy²

¹Kazimierz Wielki University, Bydgoszcz, Poland

²Carpathian Branch of S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv

During the laboratory and field tests of the matrix impedance tomography system, created jointly by the researchers of the Carpathian Branch of the S.I. Subbotin Institute of Geophysics of the NAS of Ukraine and the University of Casimir the Great (UKW) in Bydgoszcz (Poland) [1], a number of drawbacks were discovered that complicate the operation of the system and worsen its metrological parameters.

Among the identified shortcomings:

- 1) criticality to typical situations in field work practice, such as short circuits and breakage of current conductors;
- 2) instability of the node current through the supply electrodes (A, B) when changing the modes of operation :from single pulses mode to different polarity pulses, as well as when generating a bipolar pulse train.

The purpose of the work is to eliminate the drawbacks identified.

The controlled DC source of the matrix impedance tomography system is powered by rechargeable battery with the voltage of 12 V and boosts it to varying voltage up to 350 V depending on the current established. It's structurally designed as a module on two PCBs – the first contains the control circuits, other – the power part. The basis of the control circuit is a microcontroller, which receives commands from the host and executes them, according to the algorithm that has been programmed. There are 22 commands in total.

The algorithm of the converter module operation consists in evaluating signals, such as output voltage, output current, temperature of power elements, which are carried out on the basis of the codes of samples from the ADC, their analysis, transmission to the host and generation of the output analog signal – replica at the output of the digital-to-analog converter. Hence, the output response will be delayed relative to the input disturbance. Besides this, it should be borne in mind, averaging of the measured signals is used, to improve the accuracy of analog-to-digital conversion. At the same time the obtained intermediate reading is analyzed to avoid emergency situations such as overvoltage or overcurrent. The time of a single conversion was 20 μ S, and the full measurement took from 1 mS to 3 mS, depending on the measured value. This turned out to be insufficient, especially since it is necessary to analyze two parameters at once – the output voltage and the output current. And this takes up to 3 mS. Therefore, it was decided to introduce a two-channel independent protection for both current and voltage, using the interrupt mechanism. The solution turned out to be elegant, because a microcontroller used (ATXmega32E5) already contains two analog comparators with the ability to set trigger levels and hysteresis voltages, as well as two positions in the vector table corresponding to their triggers, i.e. it all came down to adding the program code that configures the analog comparators.

To improve the stability of the excitation current, it was necessary to change the algorithm for determining the maximum permissible current through electrodes **A, B** for a specific geomedium (and therefore a specific load resistance) as well as changes in host software. Additionally, based on the analysis of the characteristics, a conclusion was made about the feasibility of migrating from a flyback converter configuration to a forward-push-pull one.

Results of the work – the mentioned shortcomings were largely eliminated.

1. Łukowski J., Pidvirnyy O. Matrix impedance tomography system // Prediction and Monitoring of Geological Medium. Lviv: Rastr-7, 2021, p. 31-34.

COMPREHENSIVE TECTONOMAGNETIC AND MAGNETO-VARIATIONAL MONITORING IN THE AREA OF UAS "AKADEMIK VERNADSKY": MAIN RESULTS, STATUS AND PROSPECTS

Maksymchuk Valentyn, Chobotok Ihor, Kuderavets Roman, Nakalov Yevgeniy
Carpathian Branch of the S.I. Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv,

The study of modern geodynamics of the Antarctic Peninsula is a relevant task within geological and geophysical research conducted under the State Scientific and Technical Research Program in Antarctica for 2011–2025. To address this task under the geological and geophysical conditions of the Antarctic Peninsula, the Carpathian Branch of the Institute of Geophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine (IGF NASU) initiated tectonomagnetic and magnetovariational studies to investigate seismotectonic processes in the Earth's crust.

To carry out tectonomagnetic monitoring in the area of the Ukrainian Antarctic Station (UAS) “Akademik Vernadsky,” the Carpathian Branch of IGF developed an observation methodology and established a tectonomagnetic polygon —a fixed network of 26 observation points. Geomagnetic observations are conducted periodically (every 1–2 years) at this site. Between 1998 and 2020, 13 observation cycles were carried out at intervals of 1–3 years, leading to the construction of time series tracking changes in the local magnetic field for each observation point, as well as maps of tectonomagnetic anomalies. The observations revealed intensive tectonomagnetic anomalies of up to 2–3 nT/year, whose spatial structure corresponds to elements of the tectonic structure of the Earth's crust. The nature of these anomalies is associated with the response of the tectonomagnetic environment to changes in tectonic stresses. Theoretical calculations within the framework of the piezomagnetic mechanism estimated the intensity of extensional tectonic stress variations at approximately 1 bar/year and determined their direction as sublatitudinal. The most intense tectonomagnetic anomalies (up to 3 nT/year) were detected in the area of Three Little Pigs Island and the Penola Fault, indicating that these areas are geodynamically active [1].

The magnetovariational method enables the determination of the depth distribution of electrical conductivity and, in monitoring mode, tracks temporal changes in the electrical properties of rocks under the influence of geodynamic processes. Magnetovariational monitoring is carried out through continuous magnetovariational observations at the AIA magnetic observatory at the Ukrainian Antarctic Station “Akademik Vernadsky.” These continuous observations have been conducted for more than 10 years. A developed software suite allows processing of the obtained magnetovariational data and determination of the Wiese-Parkinson vector components and their temporal variations over a wide range of geomagnetic variations. In the Wiese time series, anomalous changes of both periodic and episodic nature have been observed, associated with external sources and seismotectonic processes in the lithosphere, respectively. The most intense anomalous changes in the Wiese-Parkinson vector correlate with regional seismic activity and coincide in time with strong earthquakes ($M > 8$) in the subduction zones of the Scotia, Antarctic, and South American plates. A correlation was also found between tectonomagnetic effects at the Antarctic geodynamic test site and anomalous effects in the Wiese-Parkinson vector time series.

The integration of tectonomagnetic and magnetovariational monitoring clearly forms an organic system that, when combined with seismic and other geophysical methods, as well as studies of contemporary crustal movements, provides reliable information on the geodynamics of the Antarctic Peninsula region.

The tectonomagnetic polygon and its observation series represent a unique scientific object with no analogs in Antarctica. Therefore, the continuation of regular monitoring observations at the site is an important scientific objective.

1. Maksymchuk, V., Chobotok, I., Kuderavets, R., Nakalov, Ye., Pyrizhok, N., Pavlyuk, O., & Yanush, L. Results of long-term tectonomagnetic research in the Akademik Vernadsky station region, the West Coast of the Antarctic Peninsula // Ukrainian Antarctic Journal, 2022, 20 (1), 3-17, <https://doi.org/10.33275/1727-7485.1.2022.685>.

SOME ASPECTS OF SEISMOLOGICAL RESEARCH ON MARS

Dmytro Malytskyy^{1,2}, Ross Maguire³, Christyna Moore³, Oleksandra Astashkina¹, Lucia Fojtikova², Andriy Gnyp¹, Markiyan Dobushovskyy¹, Ruslan Pak¹, Valerijs Nikulins⁴

¹ Carpathian Branch of Subbotin Institute of Geophysics, Natl. Acad. Sci. of Ukraine, Lviv

²The Institute of Rock Structure and Mechanics of the Czech Academy of Sciences, Prague, Czech Republic

³University of Illinois Urbana-Champaign, Champaign, IL, USA

⁴SIA GeoConsultant, Riga, Latvia

Determining the seismic moment tensor and the focal mechanism of a seismic event is among the most challenging problems in seismological research. The task becomes particularly difficult when only a limited number of seismic stations have recorded the event. In this study, we propose a method to determine focal mechanisms by inverting waveforms from seismic events that occurred on Mars and were recorded by the ELYSE station [1]. We used the point source approximation. Over four years (2018-2022), the ELYSE station registered more than 1,300 seismic events [2]. Since only one seismic station was operational on Mars, determining the mechanisms of local events was highly problematic, if not impossible. To overcome this challenge, it was proposed to use only the direct P- and S-waves [1]. Selecting only the direct P- and S-waves, calculated using the matrix method instead of the full wave field, reduces the influence of inaccuracies in the velocity model. Another complicating factor is that the vast majority of events had small magnitudes ($M_w = 0.7-2.5$) and occurred at significant distances from the station. Additionally, the choice of velocity model is critical in such studies. The authors investigate the influence of velocity model, as well as the depth of the earthquake source, on the determination of focal mechanisms.

1. Malytskyy D., Křížová D., Lognonné P., Kawamura T., Perrin C., Plasman M., Xu Z., Maguire R. (2024). High and Low Frequency Waveform Analysis the Marsquake of Sol 1222: Focal Mechanism, Centroid Moment Tensor Inversion and Source Time Function, *Earth and Space Science*, 11, e2023EA003272, <https://doi.org/10.1029/2023EA003272>
2. Kawamura, T., Clinton, J.F., Zenhausern, G., Ceylan, S., Horleston, A.C., Dahmen, N.L. (2022). S1222a – the largest Marsquake detected by InSight. *Geophysical Research Letters*.[https://doi: 10.1029/2022GL101543](https://doi.org/10.1029/2022GL101543).

The study presented in this abstract was partially supported by the Institutional Research Plan RVO67985891 of the Institute of Rock Structure and Mechanics of the Czech Academy of Sciences, and the program CAS Researchers at Risk Fellowship 1598/2024 OMS.

STRUCTURE AND WAYS TO REALISATION OF MODERN GRAVITY FRAME IN GEOPHYSICS GRAVIMETRIC BASES FOR POLISH DATASETS

Tomasz Olszak, Olga Rosowiecka

Economic Geology Department, Polish Geological Institute– National Research Institute,
Rakowiecka Street 4, 00-975 Warsaw, Poland

The paper presents the structure of the gravimetric database maintained by the Polish Geological Institute in Warsaw and the work related to the conversion of geophysical resources to a new gravimetric system. Polish geophysical data in the field of gravimetric data include over 1 million points collected since the early 1960s. The PGI is currently working on converting these resources from field logs to gravimetric anomalies. This process uses calculation methods compliant with gravimetric data processing standards, as defined by the modern gravimetric system and the latest calculation methods. In addition to presenting this methodology and sample results, the presentation will also include examples of the application of re-calculated data in both geophysics and geodesy.

THERMOGEOPROBE, DEFORMATIONS IN SANDSTONE SiO₂, NANOCOMPOSITES

Anatoliy Onanko¹, Lyudmyla Kuzmych², Yurii Onanko², Mykhailo Yatsiuk², Galina Voropai²,
Stepan Kuzmych², Oksana Dmytrenko¹, Mukola Kulish¹, Antonina Naumenko¹, Tatiana
Pinchuk-Rugal¹, Alexander Rugal¹, Olena Pavlenko¹, Anton Gaponov¹, Lilia Kurochka¹,
Petro Il'in¹

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv,

²Institute of Water Problems and Land Reclamation NAASU, Kyiv

Introduction

Thermogeoprobe is offered, that has a streamline form with a spherical diameter with the nuclear reactor located in him fast-neutron with thermo heating elements which go away from a center with the purpose of temperature conditions adjusting inwardly and on the thermogeoprobe surface, with the purpose of possibility of thermogeoprobe traffic control.

Experimental results

Were obtained: 1) they are represented by fine grains with grain sizes $d < 100$ mkm; 2) the same range of values of quasilongitudinal ultrasonic (US) velocity $V_{\parallel P[001]} = 3610 \div 4500$ m/s [1], elastic modulus $E_{001} = \rho(V_{\parallel P[001]})^2 = 32,71 \div 51,03$ GPa after solution saturation $\rho_{NaCl} = 180$ kg/m³; "fast" quasi-transverse US velocity $V_{S1[001]} = 2630 \div 2990$ m/s, shear modulus $C_{44} = \rho(V_{\perp S1[001]})^2 = 17,36 \div 22,53$ GPa, Poisson coefficient $\mu^S = 0,3145 \div 0,2204$, Debye temperature $\theta_D = 247,6 \div 285,6$ K; 3) open porosity coefficient is high $K_{PO} = V_{PO}/V = 4,5$.

Conclusions

1. For the capture of external geological data thermogeoprobe contains devices for the selection of geological rocks and their express-analysis. Thermogeoprobe can be used for getting of deep minerals, underground penetration, deep geophysical secret service, gasket the tunnel, which can penetrate on no-bottoms in the Earth rocks, by mealting of rocks by means of heat, which is generated.
2. The work of such analyzers must be built on use of chemical reagents, on characteristic property of mountain rock, which mealting. In case of secret service of deep sensors must be adjusted on concrete descriptions of oil, gas CH₄, coal and also on concomitant them elements.

Acknowledgements

This work has been supported by Ministry of Education and Science of Ukraine: Grant of the Ministry of Education and Science of Ukraine for perspective development of a scientific direction "Mathematical sciences and natural sciences" at Taras Shevchenko National University of Kyiv.

1. Onanko A.P., Charnyi D.V., Onanko Y.A. et al. (2020). Conference Proceedings of Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects, 2020, 1-5, <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2020geo040>

DATABASE FOR DEVELOPMENT OF DIGITAL MAPS OF FORCE AND ANGULAR COMPONENTS OF THE GEOMAGNETIC FIELD FOR THE UKRAINIAN TERRITORY

Mykhailo Orlyuk, Andriy Marchenko, Andriy Romenets,
Mariya Bakarzhieva, Ivan Orliuk
S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv,

At present, the geomagnetic field is not limited to its application in solving fundamental and applied problems of geophysics, but is also widely used in interdisciplinary, environmental research. In particular, especially relevant for today's land orientation, navigation, military operations and humanitarian demining. All these tasks require high-precision maps of the geomagnetic field induction module and its components. The Earth's internal magnetic field is the vector sum of the main magnetic field BGRF (the Earth's core field) and the anomalous magnetic field ΔB (the Earth's lithosphere field). To develop maps of the geomagnetic field induction module B , its force B_x , B_y , B_z , B_H and angular D and I components, the currently available multi-scale geomagnetic field models for the territory of Ukraine were analyzed, namely [1-3]: IGRF-14 (International Geomagnetic Reference Field, epoch 2025) of the Main (normal) geomagnetic field to degree $n=13$ (~3000 km); CHAOS (based on satellite data CHAMP, Ørsted, Swarm) to $n=20-100+$; WMM (World Magnetic Model) world magnetic model, $n=12$ (~3300 km); WDMAM, EMAG2 – digital maps of the anomalous magnetic field with wavelengths of anomalies (5.0÷10.0) km; EMM (Enhanced Magnetic Model) – a consistent model of the total field with $n=790$, reflecting the magnetic anomalies of the lithosphere with a minimum wavelength of about 50 km).

The considered models represent the field in sufficient detail at altitudes of 4-400 km and in less detail at surface altitudes due to the influence of lithospheric magnetic anomalies of various types.

We developed a map of the geomagnetic field induction module and its anomalies for the epoch 1969.5 and a methodology for constructing such maps for an any epoch [2] and a technology for calculating the force and angular components of the geomagnetic field [3].

For the territory of Ukraine, a map of the geomagnetic field induction module B and the anomalous magnetic field ΔB and its regional and local components for the era of 2025 has been developed. The developed digital database allowed, using the technologies proposed by us, to calculate the entire spectrum of components of the geomagnetic field induction module and to construct the corresponding multi-scale maps, in particular magnetic declination.

1. Magnetic Field Calculators. (2025). Retrieved from <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/calculators/magcalc.shtml?useFullSite=true#igrf> grid.
2. Orlyuk Mykhailo, Marchenko Andriy, Romenets Andriy, Bakarzhieva Mariya, Orliuk Ivan. Development of geomagnetic field induction module maps for the territory of Ukraine//Geodynamics 1(36)/2024.PP.74-84. <https://doi.org/10.23939/jgd2024.01.074>.
3. Orlyuk, M.I., Marchenko, A.V., Romenets, A.O., Bakarzhieva, M.I., & Orliuk I.M. (2025). Calculation of the power and angular components of the geomagnetic field induction vector in the territory of Ukraine. *Geofizychnyi Zhurnal*, 47(2), 120-124. <https://doi.org/10.24028/gj.v47i2.322472>.

ON THE RELATIONSHIP OF THE EARTH'S MAGNETIC FIELD WITH ITS ROTATION

Mykhailo Orlyuk¹, Andrii Romenets¹

¹S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv,

The report analyses the dynamics of the average value of the induction modulus of the main magnetic field B_{IGRF} on the Earth's surface [1] and the average length of day LOD [2] for the time interval 1900÷2020. The analysis used annual values of the induction modulus of the geomagnetic field and the corresponding values of the length of day.

In general, for the specified time interval, a significant decrease in the modulus of the geomagnetic field B is observed on the planet from 48800 nT (1900) to 45500 nT (2020), i.e. by 3300 nT. Of course, the decrease in the geomagnetic field was uneven and for its characterization, a time gradient ($\text{grad } B = dB/dt$) was calculated, which varied within $(-20 \div -90)$ nT/year. According to the calculation for the time interval 1900-2020, 3 regional extremes can be distinguished regarding changes in the geomagnetic field and the length of the day [3]. The extremes of changes in the B_{IGRF} geomagnetic field fall on the following years: 1917.5 ± 2.5 (-90 nT/year); 1945.5 ± 2.5 (-25 nT/year); 1982.5 ± 2.5 (-70 nT/year).

For the Earth, an increase in the length of the day was found, which is approximated by a trend line from -0.8s in 1800 to 1.6s in 1980. From 1980 to the present, the trend line has a reverse slope with a decrease in the length of the day [3]. The regional curve of the length of the day for the studied interval varied within $(3.8 \div -0.25)$ s relative to the conventional norm. At the same time, its regional extremes fall on 1905.0 ± 2.5 (3.6 ms/year; 1936 ± 2.5 (0.3 ms/year); 1972.5 ± 2.5 (3 ms/year). The extremes of the change in the length of the day precede the extremes of the change in the geomagnetic field by approximately: 12.5 years (1917.5-1905) for the first extreme; 9.5 years. (1945.5-1936) – for the second; 10.0 years (1982.5-1972.5) – for the third. Taking into account the accuracy of determining the peaks of the corresponding extremes, we can assume an 11-year cycle of their alternation (correlation coefficient $r = -0.93$ when shifting the curve of the length of the day 11 years forward). Note that the Earth's rotation speed is a quantity inverse to the length of the day, therefore, from with an increase in the latter, the speed of its rotation will decrease, and with a decrease - increase. Comparison of the calculated time gradient of the length of the day ($\text{grad } LOD = dLOD/dt$) with the time gradient of the geomagnetic field indicates a direct significant dependence of these quantities, namely: the acceleration of the Earth's rotation speed leads to an increase in the magnitude of the geomagnetic field increase, and the decrease - to its decrease.

Considering that the main magnetic field of the Earth is due to the hydrodynamic process in the outer core and different speeds of rotation of the inner core and mantle, it can be assumed that the root cause of the change in the geomagnetic field is, first of all, the influence of the gravitational forces of the Moon and the Sun. It is certain that other terrestrial processes, in particular tectono-magmatic, volcanic and seismic, will fundamentally depend on the Earth's rotational regime.

1. <https://geomag.bgs.ac.uk/research/modelling/IGRF.html>.
2. Matsakis D., McCarthy D. Will We Have a Negative Leap Second? // Inside GNSS, March 19, 2023/
3. Orlyuk M.I., Romenets A.A.. The Earth's magnetic field and the large-scale magnetic field of the Sun: the solar-terrestrial connection// Odessa Astronomical Publications, vol. 36 (2023). DOI: [10.18524/1810-4215.2023.36.290538](https://doi.org/10.18524/1810-4215.2023.36.290538).

METHODS OF FIELD GEOTHERMIC SURVEYING FOR SOLVING GEOLOGICAL-GEOPHYSICAL TASKS

Oleksandr Prykhodko, Ihor Hrytsyk, Ihor Kurovets, Pavlo Chepusenko, Stepan Mykhalchuk, Svitlana Melnychuk, Liudmyla Petelko

Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals, NAS of Ukraine, Lviv

In 70s of the XX century, at the Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of the National Academy of Sciences of Ukraine E.B. Chekalyuk [1] made a physical-mathematical substantiation of the method of geothermic surveying at a depth of 1.5 m with giving evidence of that in spite of the strong influence of external sources of heat upon the temperature of near-surface layer there are real possibilities to distinguish the elements of the stationary temperature field of the Earth that contains information. Owing to adhering to the law of superposition for temperature disturbances, the temperature field of near-surface layer contains information both on the temperature regime of day surface and on the inner thermic field of the Earth. I.M. Fedortsov, V.G. Osadchiy, F.M. Annyuk, R.I. Filyus, G.O. Kuksov, O.A. Prykhodko, I.I. Hrytsyk and other specialists and experts were engaged in the development and improvement of the methods and the equipment for carrying out of the field geothermic surveying at different times.

The temperature field of the Earth's surface depends upon large number of both internal and external factors. To internal factors belong depth heat sources of the Earth, rock location and form, underground transfer of a substance (heat-mass transfer) and so on. To external ones belong solar radiation, absorbing properties of the earth's cover, relief of the locality, humidity of atmospheric air, atmospheric precipitation and others. Capacity of external sources of heat at near-surface layer to a great extent exceeds capacity of underground heat flows and that is why the temperature field at the Earth's surface reflects the influence of external sources of heat.

The creation of such interpretation method of the field measuring, under which the relief of isotherms of geothermic maps at near-surface layer of the earth's crust should not depend upon the time of the work execution, vegetable cover, relief of the Earth's surface and other factors of influence, was the target of developed methods of near-surface geothermic surveying. In that case, the influence of external sources of heat upon configuration of the temperature relief of the Earth's surface shouldn't be observed, and stable in time temperature maps obtained in such a way should reflect just the peculiarities of the depth heat flow of the Earth.

According to the methods of geothermic mapping, two independent stages of the fulfilment of geothermic surveying were distinguished: regional and detailed geothermic surveying.

While conducting regional geothermic surveying, the profiles are set in the regions that weren't studied in geothermic relation. Interpretation of obtained data allows us to establish the regional temperatural "background" and to single out both positive and negative anomalies. The latters are just the objects of detailed geothermic prospecting.

The method of geothermic surveying allows us: to conduct geothermic mapping, to verify the geological structure of the territories, to single out zones of tectonic dislocations and to distinguish their conductivity; to contour the local structures and to value the prospects of explored minerals; to fulfil ecologic investigation; to solve a number of composite geotechnological tasks with thermal methods of extracting of high-viscous oil; developing the fields of bitumens and underground gasification of unconventional layers of coal; according to results of temperature measurings at near-surface layers to determine the thermal state of the depth horizons and others.

1. E.B. Chekalyuk, I.M. Fedortsov, V.G. Osadchiy, Field geothermic surveying. Kyiv: Naukova dumka, 1974 – 104 p. (in Russian).

ASPECTS OF BALTIC – BLACK SEA WATERWAY ON THE VISTULA – SAN – DNIESTER – PRUT WATERLINE

Yuriy Starodub¹, Henryk Polcik²,

Bohdan Kuplovskyi³, Roman Hushchak¹, Vladyslav Vorobets¹

¹Lviv State University of Life Safety, Ukraine,

²Foundry Research Institute, Krakow, Poland

³S.I.Subbotin Institute of Geophysics, DSCR, NAS of Ukraine, Lviv

The Baltic – Black Sea waterway was proposed on the line Vistula – San – Dniester – Prut in 1927 by Professor Matakiewicz of Lviv Polytechnic established the project for the Baltic – Black Sea waterway [1]. In an article published in *Przegląd Techniczny* in 1927, Professor Matakiewicz indicated that this water connection would be the shortest in Europe, built in relatively favourable conditions, because of the crossings of watersheds between the Vistula and the Dniester. It could be used by vessels up to 1,200 tons with a draft of 1.8–2.0 m. The length of the entire route covered approximately 1900 km, within adjacent countries Poland, Ukraine and Romania. In this paper the information was used to establish the possible route from the Baltic Sea along rivers Vistula – San – Dniester to Black Sea. The sections of the waterway are as follows: the distance from the estuary of the Vistula between Gdansk and the mouth of the San is approximately 650 km, San canalization to the mouth of Vistula is proposed 140 km and also San – Dniester canal – 111 km, canalized Dniester from Rozvadiv to Zaliszczyki – 270 km, Dniester – to the estuary of the Black Sea – 548 km (elevation 264 m).

As can be seen from the map on the Ukraine – Poland border the investigation of the water route from Black sea to Baltic sea will be especially on the way transfer from Lviv (Ukraine) to Cracow (Poland): necessity reach waterway possibility through San to Vistula in Poland and then to the North through Poland area to Baltic sea. The internal facilities on the waterway basin must be kept safe for river fleet. Important aspect of the investigation is to find places where the water underground reservoirs in the basin could be found to find fulfillment of the appropriate waterways.

Analyzing and comparing data on territories, especially on earthquake-prone areas of Ukraine, where there are dangerous construction sites associated with natural and man-made hazards, as well as forest plantations that can lead to corresponding fire situations, the idea presents the results of a typical approach to analysing the results of satellite image processing for territories where emergency services must carry out preventive work to eliminate fire risks.

Hazards to the state of the geological environment, including both vegetation and forest cover, must be analyzed through the utilization of mathematical modelling techniques to simulate thermal processes in geophysical survey along the Vistula – Dniester line. These analyses must be conducted for the purpose of environmental engineering and civil safety on the Black – Baltic sea waterway. The acquisition of low- and medium-resolution aerial and satellite imagery is instrumental in this regard. The practical value of the proposed project for the economy and society is predicated on the increased level of population safety related to civil protection and fire safety on investigated waterline. This will be achieved by using a geophysical information system to solve existing problems, taking into account controlled seismicity, and thermal situation state of the region. The increased in formativeness, efficiency, reliability, and real decision-making that will result from this will allow for the reliable preservation of civil facilities and buildings in the conditions of modern natural and man-made threats on the Black – Baltic Sea waterway along the Vistula – Dniester line.

1. Ziolo Z., Starodub G., Polcik H. *Drogi wodne Europy srodkowo-wschodniej*. 2013, Dzierżówka, Kraków, 200 p.
2. Starodub Y., Mykhalichko B., Lavrenyuk H., Polcik H., Havrys A., Kuplovskyi B., Kozionova O. Monitoring of the environmental and geophysical situation in the Ukrainian-Polish border area using satellite data. – EAGE, XVIII International Scientific Conference “Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment”. 2025.

GEOELECTRIC STUDIES OF THE PRECARPATHIAN THROUGH

Andrii Stolpakov, Anton Kushnir, Volodymyr Iliencko
S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv

The Precarpathian through is one of the most promising regions for exploring new oil and gas deposits in Ukraine. Despite many years of development, the resource potential of these fields is far from being fully exhausted. There are dozens of known oil, gas, and gas condensate fields here, but a significant number of promising structures have not yet been explored by drilling. Both traditional and unconventional sources of hydrocarbons, in particular tight gas, are attracting growing interest. That is why it is important to conduct new geophysical studies to clarify the structure of the subsurface and identify deep electrical conductivity anomalies that may be indicators of fluid migration and trap formation. To this end, in 2024, geoelectric studies were conducted along the Bylychi-Hlyboka profile, which crosses the Sambir, Boryslav-Pokutsky covers, and the Bilche-Volytska zone.

Magnetotelluric sounding (MTS) made it possible to obtain parameters of apparent resistivity and impedance phase over a wide range of periods. It was found that there is a significant differentiation in electrical conductivity in different sections of the profile, in particular at depths of 2–10 km and 20–70 km. Similar results regarding the structure of the Carpathian lithosphere and the influence of deep conductors on the formation of oil and gas traps have previously been reported in the works of Burakhovych, Kushnir & Iliencko [1]. The identified conductors may be associated with asthenospheric anomalies and reservoir recharge channels. In the northern part of the profile, the maximum influence of conductive objects was recorded, which coincides with the zones of concentration of oil and gas deposits in the Boryslav-Pokutsky region, while in the south, conductors corresponding to the western part of the Chernivtsi anomaly appeared.

The magnetovariation profiling (MVP) method showed the complex nature of the distribution of induction parameters. Differences between the real and imaginary components of the type were recorded in different segments of the profile, which made it possible to determine the two-dimensional or three-dimensional nature of the environment. The northern part is characterized by the presence of near-surface conductors and the influence of man-made obstacles, while the central part shows signs of three-dimensional heterogeneity. In the southern segment, the integral influence of asthenospheric conductors and the Carpathian magnetovariation anomaly is clearly visible, which is consistent with current data from geoelectric studies in adjacent regions [2]. This confirms the multi-level structure of the lithosphere and the presence of zones favorable for the formation of hydrocarbon traps.

The results obtained confirm that the Precarpathian depression retains high potential for the search for new oil and gas deposits, especially at great depths of more than 4–5 km. The detected deep heterogeneities can be fluid supply channels and create conditions for the formation of productive traps. The combination of MTS and MVP data allows for a significant refinement of the regional geoelectric model, clarification of the boundaries of the Chernivtsi anomaly, and prediction of promising areas for drilling. This opens up opportunities for a more targeted search for hydrocarbons in the Precarpathian Basin and increases the efficiency of future geological exploration work [3].

1. Kushnir, A., Burakhovych T., Iliencko V. & Shyrkov B. (2021). Geoelectrical properties of earth's crust and upper mantle rocks according to the 1D inversion results of DMTS curves. *European Association of Geoscientists & Engineers. Geoinformatics*, Vol. 2021, p. 1–6. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521116>.
2. Burakhovych, T. K., Iliencko, V. A., Kushnir, A. M., Stolpakov, A. Y., Tonkovyd, E. M., & Bondar, A. M. (2025). The asthenosphere of Ukraine according to geoelectric studies. *Geofizicheskiy zhurnal*, 47(2). <https://doi.org/10.24028/gj.v47i2.322502>.
3. Burakhovich, T. & Kushnir, A. (2023). History, current state and future prospects of geoelectromagnetic research in Ukraine. *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*, 1(100), 58–66. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.100.07> (in Ukrainian).

INDUCTION VECTORS AT THE NAQ GEOMAGNETIC OBSERVATORY AND GLOBAL WARMING

Artem Tereshyn, Igor Rokityansky

S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

The induction arrow $\mathbf{C}$ is a characteristic of the variable geomagnetic field at given observation point (x, y) for a certain period T of geomagnetic variations $\mathbf{B}$. It visually represents the magnitude and direction of the deviation of the geomagnetic field vector from the horizontal plane. Such deviations arise where a horizontal gradient of electrical conductivity exists beneath the Earth's surface. One of the strongest deviations and induction arrow is observed near deep seas. The vertical component of the primary field of the ionospheric-magnetospheric source is compensated by the secondary field induced in the horizontally layered Earth. The degree of this compensation systematically changes during the day, year, solar cycle, leading to temporal variations of the induction arrow (the source effect). The study [1] presents the results of processing geomagnetic field recorded in 1991-2014 years at 137 observatories of the global INTERMAGNET network and describes the temporal variations of the induction arrows. Besides periodic variations a strong drift was recorded in southern Greenland at the NAQ observatory. In the present work, we processed NAQ data using a different program over an extended interval, from 1991 to 2024, with slightly wider range of periods.

NAQ (69.46°N 38.48°E) is located near the southern extremity of Greenland within the auroral zone. Marine currents' concentration in the deep ocean surrounding the south of Greenland creates a significant real induction arrow directed northward, reaching values 0.8-0.9 at periods of 1800-4500 s. The 34-year average of the imaginary component C_v at 1800 s is close to zero; at shorter periods of 900 and 450 s, it equals to +0.23 and +0.3, respectively, and at the longest period of 3000 s, $C_v = -0.23$ which is in full agreement with the results of 2D calculations [2].

Consider in more details frequency characteristics of the NAQ observatory for the components A_u and A_v at the periods 225, 450, 900, 1800, 3000, 4500 s. Maximum A_u and the sign change of A_v yields $T_0 \approx 1800$ s. The 2D regularities presented in [2] describe well the behavior of induction arrows at the NAQ, even though the observatory is surrounded by the sea on three sides.

The B_u and B_v components are close to zero on average, but the most intense annual variations (AV) are observed in B_v : at the longest periods they reach up to 0.8, decreasing to 0.15 at short periods. For B_u , a change of the AV sign is observed with changing period: a positive AV up to 0.45 for the period 3000–4500 s, and a negative value of about 0.1 at shorter periods.

At NAQ, one of the largest 11-year variations worldwide is observed in the induction arrow components across all periods [1]. For the A_v and B_u components, these 11-year variations are discernible despite a strong background of short-period variations. And rather unusual feature is the large trend in the A_u component, with a magnitude of ≈ 0.2 over a 34-year interval. An initial, tempting hypothesis is to link this phenomenon with global warming. Indeed, glaciers in Greenland are melting [3] and, since 1991, have retreated from its southern shores for tens of kilometers. It is therefore plausible that the anomalous trend of the induction arrow at the NAQ may be associated with the consequences of global warming. For example, it can be assumed that a little south of the observatory, practically non-conducting ice and/or frozen rocks have been replaced by seawater, bringing sea currents closer to the observatory and increasing the anomalous field at the NAQ.

1. Rokityansky, I.I., & Tereshyn, A.V. (2024). Induction arrow spatial and temporal variations. *Geofizychnyi Zhurnal*, 46(6), 3-40. <https://doi.org/10.24028/gj.v46i6.307063>.
2. Rokityansky, I.I., & Tereshyn, A.V. (2025). Frequency characteristics of electrical conductivity anomalies and the coastal effect. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, Vol 366, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.pepi.2025.107400>.
3. Slater, T., Lawrence, I. R., Ootosaka, I. N., Shepherd, A., Gourmelen, N., Jakob, L., Tepes, P., Gilbert, L., and Nienow, P.(2021) Review article: Earth's ice imbalance. *The Cryosphere*, 15, 233–246, <https://doi.org/10.5194/tc-15-233-2021>.

PROJECT FOR THE IMPLEMENTATION OF AN INTERNATIONAL GRAVIMETRIC REFERENCE SYSTEM IN WESTERN UKRAINE

Janusz Walo¹, Tomasz Olszak¹, Nataliya Kablak^{1,2}, Petro Dvulit³, Ryszard Szpunar¹

¹ Warsaw University of Technology, Faculty of Geodesy and Cartography,
Pl. Politechniki 1, 00-661 Warsaw, Poland

² Uzhhorod National University, Transcarpathian Region, Department of Geodesy,
Land Management and Geoinformatics, St. Universitetska 14, 88000 Uzhhorod, Ukraine

³ Lviv Polytechnic National University, Department of Higher Geodesy and Astronomy,
St. Bandery 12, 79013 Lviv, Ukraine

Since 2015, the geodetic community has been working on the introduction and implementation of the International Gravimetric Reference System ITRF/F. The paper will present the main implementation assumptions of this system. It replaced the previous version of the IGSN-71 system, drawing attention to the availability and precision of absolute gravimetric observations and the emergence of precise sensors for permanent observation of the Earth's gravitational field in the form of superconducting gravimeters. The presentation will discuss how this system is implemented in Poland, including the role of two points implementing this system in Poland. The experience of Polish research groups can be used to modernize a part of the western section of the fundamental gravimetric network for Ukraine. The history of the implementation of the gravimetric system in Ukraine and plans for its modernization in accordance with the new technical standards applicable to the implementation of the new gravimetric system will be presented. The paper will address the aspect of modularity in the creation of a modern gravimetric network based on autonomous observations with an absolute gravimeter, which is so important for the current situation in Ukraine. The authors will also present the issue of changes in the gravitational field in atmospheric and hydrological terms for selected points in Ukraine.

СЕЙСМІЧНЕ МІКРОРАЙОНУВАННЯ: НАЦІОНАЛЬНИЙ ДОСВІД, ВИКЛИКИ ТА ГАРМОНІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ МІЖНАРОДНИХ НОРМАТИВІВ

Олексій Алексенко¹, Ірина Віктосенко², Михайло Довбніч³, Іван Матюшенко⁴

¹ТОВ «Фундаментстроймакс», м. Дніпро

²Карлів університет, м. Прага

³НТУ Дніпровська політехніка, м. Дніпро

⁴НЛТУ, м. Львів

SEISMIC MICROZONATION: NATIONAL EXPERIENCE, CHALLENGES, AND HARMONIZATION OF RESULTS IN ACCORDANCE WITH THE REQUIREMENTS OF INTERNATIONAL STANDARDS

Oleksii Aleksenko¹, Iryna Viktosenko², Mykhailo Dovbnich³, Ivan Matiushenko⁴

¹Fundamentstroimaks LLC, Dnipro

²Charles University, Prague

³Dnipro University of Technology, Dnipro

⁴Ukrainian National Forestry University, Lviv

Більш ніж 15 років фахівці компанії «Фундаментстроймакс» в кооперації з провідними вітчизняними і міжнародними науковими установами виконують комплексні дослідження з питань сейсмічного мікрорайонування (СМР) майданчиків будівництва як цивільних, так і великих промислових об'єктів (АЕС, ТЕС, гідротехнічні споруди, металургійні комбінати і т.і.).

Мета цих досліджень – отримання уточнених даних про сейсмічність території з урахуванням локальних фізико-геологічних умов, оцінки пікових прискорень поверхні ґрунту, розрахунок синтетичних акселерограм і спектрів відгуку з урахуванням резонансних ефектів.

Дослідження виконуються, відповідно до вимог нормативу ДБН В.1.1.12-2014 [1], який передбачає використання наступного комплексу методів СМР: метод інженерно-геологічних аналогій; метод сейсмічних жорсткостей; метод реєстрації землетрусів, вибухів і мікросейсм; розрахункові методи. За комплексом цих методів отримують приріст сейсмічної інтенсивності в балах. В більшості випадків сейсмічність майданчика вишуковують визначається простим додаванням отриманого при СМР приросту інтенсивності до значень фонові (нормативної) сейсмічності згідно карт загального сейсмічного районування [1] і класу відповідальності об'єкта будівництва.

У доповіді розглянуті деякі питання застосування інноваційних підходів у виконанні зазначених методів СМР, які представляють якщо не наукову новизну, то методичний інтерес, а саме:

- створення цифрових моделей геологічних елементів і отримання, за їх допомогою і даними сейсморозвідки, моделей розповсюдження поперечних S-хвиль у верхній товщі розрізу;
- побудова регіональних моделей розповсюдження середньої швидкості поперечних хвиль у верхньої 30 м товщі (V_s^{30}) за топографічними даними Shuttle Radar Topography Mission (SRTM);
- чисельна оцінка впливу рельєфу на посилення сейсмічного ефекту;
- отримання різними методами синтетичних акселерограм з урахуванням резонансних ефектів верхньої частини розрізу.

Головне питання, що виноситься у доповіді до дискусії – відповідність вітчизняного підходу СМР до вимог міжнародних нормативних документів, в першу чергу Eurocode 8 [2]. Перехід України на європейські стандарти потребує усвідомлення і гармонізацію до їх вимог.

1. ДБН України В.1.1.12:2014 Будівництво в сейсмічних районах України. – Київ: Мінбуд України, 2014. – 110 с.
2. CEN (2004). Eurocode 8—design of structures for earthquake resistance. Part 1: general rules, seismic actions and rules for buildings. European standard EN 1998-1, European Committee for Standardization, Brussels.

ТУРКІВСЬКИЙ ПАРААВТОХТОННИЙ КОМПЛЕКС ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ГРАВІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Сергій Анікеєв, Валентин Максимчук

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

THE TURKIVSKYI PARAAUTOCHTHONOUS COMPLEX ACCORDING TO THE RESULTS OF GRAVITY MODELLING

Sergiy Anikeyev, Valentyn Maksymchuk

Carpathian Branch of the S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv

Турківський параавтохтонний комплекс (ТПК), як окрему структурно-тектонічну одиницю, прогнозовано Х. Б. Заяць під покривами Українських Карпат в основі найбільшого заглиблення Складчастих Карпат між Ужоцьким та Шевченківським глибинними розломами. Комплекс виокремлено за результатами переінтерпретації часових розрізів МСГТ у смугах профілів P1, P2 (поряд з простяганням траверсу Pancake), P-V-V (у південно-західному продовженні траверсу СГ-1(66)). ТПК виповнений автохтонними палеоген-крейдовими флішовими відкладами. Верхня частина комплексу виділяється куполоподібними складками чітко вираженими у хвилювому полі відбиттями від їхніх фронтів та підосви. Передбачається, що вона, зірвавшись з місця утворення на південному заході, просунулась над нижньою частиною на північний схід у межі найбільш прогнutoї ділянки Зовнішніх Карпат. Визначальною рисою ТПК є його структурно-тектонічна ізолюваність під Кросненським та Скибовим покривами [1].

Густинні моделі, побудовані нами за сейсмічними траверсами СГ-1(66)+P-V-V та Pancake [2, 3], сейсмогеологічні розрізи по регіональних профілях P1, P2, СГ-1(66) засвідчують високу ймовірність існування ТПК та значне простягання цього комплексу з прикордонної території Польщі уздовж простягання Скиб з поступовим зануренням його склепінної частини з 4-6 км до 7-10 км у південно-східному напрямку, ймовірно, аж до P5, тобто ближче до прикордоння з Румунією, де на сейсмогеологічному розрізі P5 [1] над Ужоцько-Гринявською зоною розломів виділяється характерне заглиблення автохтонної підосви палеоген-крейдових відкладів. Густина відносно ущільнених порід ТПК зі зростанням глибини його залягання зростає з 2,64 до $2,72 \cdot 10^3$ кг/м³. Ширина комплексу сягає 20-40 км, товщина до 3-4 км. Ізолюваність та випуклість його поверхні, а також розташування над зоною Ужоцького розлому, створювали сприятливі умови для міграції та утримання глибинних вуглеводнів у великих об'ємах. Крім того, відомо, що бурінням свердловини 1-Jasien на суміжній території Польщі, практично на продовженні траверсу СГ-1(66), біля тилової частини Скиб, під Карпатськими покривами розкриті продуктивні нафтогазоносні параавтохтонні відклади. З метою підтвердження потужного резервуару вуглеводнів біля м. Турка у фронті зони Кросно Х. Б. Заяць було рекомендовано буріння параметричної свердловини глибиною 6 км до розкриття ТПК [1].

Гравітаційне моделювання, засноване на сейсмогеологічних матеріалах, сприяє підвищенню достовірності вивчення глибинної будови Карпатського регіону та прогнозу нафтогазоперспективності виявлених структур.

1. Заяць Х.Б. Глибинна будова надр Західного регіону України на основі сейсмічних досліджень і напрямки пошукових робіт на нафту і газ. Львів: Центр Європи, 2013. 136 с.
2. Anikeyev, S., Maksymchuk, V. (2025). Density model of the Earth's crust in the joint zone of the Outer Carpathians and the East European Craton along the Cisna – Khyriv – Rava-Ruska – Velyki Mosty line. *Geodynamics*, 1(38), С. 57-70. <https://doi.org/10.23939/jgd2025.01.057>.
3. Anikeyev S., Maksymchuk V., Pyrizhok N. (2022). Density model of the earth crust of the Ukrainian Carpathians along the Pancake profile. *Geodynamics*, 2(33), С. 28-49. <https://doi.org/10.23939/jgd2022.02.028>.

АРХЕОМАГНІТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В УКРАЇНІ: НОВІ ВИКЛИКИ, МОЖЛИВОСТІ, ПЕРСПЕКТИВИ

**Володимир Бахмутов¹, Семен Черкес¹, Євген Поляченко¹, Олексій Комар²,
Олег Петраускас², Дмитро Главацький¹, Віктор Шпира¹, Ілля Ржаницин¹**

¹Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Київ,

²Інститут археології НАН України, м. Київ

ARCHAEOMAGNETIC RESEARCH IN UKRAINE: NEW CHALLENGES, POTENCIAL, PROSPECTS

**Volodymyr Bakhmutov¹, Semen Cherkes¹, Ievgen Poliachenko¹, Oleksii Komar²,
Oleg Petrauskas², Dmytro Hlavatsky¹, Victor Shpyra¹, Illia Rzhanytsyn¹**

¹S.Subbotin Institute of Geophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv,

²Institute of Archaeology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

Археоманітні методи широко використовується при вирішенні фундаментальних і прикладних наукових проблем, зокрема: при дослідженнях просторово-часової структури геомагнітного поля та процесів у зовнішньому ядрі, при магнітному датуванні археологічних артефактів, при дослідженнях змін навколишнього середовища, при магнітних зйомках археологічних поселень та ін. В основі палео- і археоманетизму є визначення магнітних властивостей об'єкту за вмістом мінералів заліза, які можуть зберігати «запис» (величини і напрямку) геомагнітного поля часу їх випалу, а також довготривалі зміни геомагнітного поля в часі (вікова варіація). В результаті для різних регіонів земної кулі визначаються компоненти геомагнітного поля (схилення, нахилення і напруженість) для різних вікових інтервалів, будуються і уточнюються «референтні» криві змін (варіацій) цих компонент, результати доступні у світових базах даних (GEOMAGIA50, ArcheoInt, HISTMAG).

В Україні практичне застосування археоманітного методу активно впроваджувалося у 70-80-х роках минулого сторіччя. Були побудовані криві варіацій компонент геомагнітного поля за останні 5500 років (Г.Загній). У той же час археоманітне знімання широко застосовувалося для розвідки то побудови планів археологічних об'єктів (В.Дудкін, С.Попов, М.Орлюк, К. Бондар та ін.). На сьогодні українськими вченими успішно впроваджується методика магнітного знімання з допомогою БПЛА, що дозволяє суттєво прискорити створення карт геомагнітних аномалій археологічних пам'яток.

Розвиток палеомагнітного методу досліджень, впровадження нової магнітометричної апаратури, підвищена увага до проблеми формування внутрішнього ядра Землі і пов'язаної з цим еволюції магнітного поля у докембрії спонукали нас повернутися до класичної методики дослідження викопного магнетизму археологічних об'єктів. У 2018 році було розпочато дослідження у поєднанні з експериментальною археологією на базі майданчиків Ходосівської археологічної експедиції. На 3-х модельних горнах було виконано повний комплекс досліджень, результати добре узгоджуються з очікуваними (інструментальними) значеннями вектору і модуля геомагнітного поля. Експеримент по визначенню модуля був проведений по класичному протоколу Тельє (з урахуванням усіх сучасних модифікацій цього методу) не тільки на зразках сучасних модельних горнів, а і на зразках докембрійських магматичних порід. Результати показали репрезентативність і високу точність визначень шуканих параметрів геомагнітного поля та окреслили перспективи подальших досліджень, зокрема для докембрію. Результати по іншому модельному горну, що знаходився біля с. Комарів, додатково підтвердили високу інформативність запровадженої методики досліджень.

Висновки. На сьогодні є всі умови (досвід, апаратура, фахівці) для реанімації археоманітних досліджень на території України з метою вирішення широкого кола фундаментальних і прикладних завдань в галузі наук про Землю, що продемонстровано результатами наших досліджень модельних горнів. Впровадження зйомки з використанням БПЛА є ефективним і відносно низьковартісним методом визначення магнітних аномалій від шуканих археологічних об'єктів. Приклади будуть продемонстровані у доповіді.

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ГЕОРІЗНОМАНІТТЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ: ПРИКЛАДИ З ПОДІЛЛЯ

Igor Bubniak¹, Andriy Bubniak¹, Oksana Pavlyuk²

¹ Національний університет «Львівська політехніка», Львів

² Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Львів

METHOD FOR ASSESSING GEODIVERSITY USING MODERN GIS TECHNOLOGIES: CASE STUDIES FROM PODILLIA

Ihor Bubniak¹, Andriy Bubniak¹, Oksana Pavlyuk²

¹ National University "Lviv Polytechnic", Lviv, Ukraine

² Carpathian Branch of the S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv

Мета. Запропонувати відтворювану ГІС-методику побудови карт/індексів георізнманіття для Поділля та показати її застосування на прикладі ключових ландшафтів (Товтровий кряж, Дністровський каньйон, долини Збруча й Смотрича). Георізнманіття розглядається як різноманітність геологічних, геоморфологічних, гідрологічних і ґрунтових елементів та пов'язаних процесів [1].

Вихідні дані. Використано геологічні, ґрунтові та гідрологічні шари, а також цифрові моделі рельєфу (Copernicus GLO-30, SRTM GL1, ALOS AW3D30). З DEM обчислено похідні показники (крутість, експозиція, кривини, індекси TPI/TRI, геоморфони). Польова верифікація здійснювалася за чек-листом спостережень: опис відслонень, форм рельєфу, гідрооб'єктів, фіксація координат та фото-ідентифікаторів. Дані гармонізовано в єдиній СК (WGS84/UTM; для докладних ділянок – УСК-2000).

Методи. Одиницею обліку обрано регулярну сітку 500×500 м (для «гарячих зон» тестовано 250×250 м). У кожній комірці підраховано компонентні показники, нормовані до [0;1]: LithoRich (різнманіття літологій/стратиграфічних одиниць), LandformRich (різнманіття морфотипів за r.geomorphon/TPI), SoilRich (різнманіття ґрунтів), HydroDen (щільність гідромережі/джерел), ReliefVar (дисперсія похилів/кривин). Композитний індекс георізнманіття обчислено як $I_{geo} = \sum w_i \cdot X_i$, де X_i – нормовані компоненти, w_i – ваги: (а) рівні; (б) отримані методом АНР ($CR < 0,1$). Класифікацію здійснено за Jenks/квантилями; результати валідувалися в полі.

Результати. Високі значення I_{geo} формують витягнуті смуги уздовж Товтр/Медоборів і у межах Дністровського каньйону; локальні максимуми збігаються з ділянками активних процесів (карст, яротворення, терасоутворення) та ядрами геоспадщини НПП «Подільські Товтри». Середні значення характерні для розчленованих межиріч, низькі — для вирівняних лесових вододілів. Отримані карти корелюють із якісною інвентаризацією геосайтів і вказують на пріоритетні ділянки для детальних досліджень і охорони.

Обговорення та практичний сенс. Кількісні карти/індекси, створені в ГІС, забезпечують просторово явну, відтворювану основу для планування геоохорони, геотуризму та моніторингу. Водночас «чисті» індекси можуть узагальнювати культурні/естетичні аспекти, тому доцільне поєднання з експертною оцінкою цінностей геооб'єктів та польовою перевіркою. Для Поділля продемонстровано готовність методики до масштабування на рівень ОТГ/району та інтеграції з управлінськими ГІС.

Висновки. Представлено компактну ГІС-методику оцінки георізнманіття, сумісну з відкритими даними DEM і стандартними пакетами QGIS/GRASS/SAGA. Пілотне дослідження на Поділлі показало узгоджені просторові патерни високого I_{geo} з ключовими ландшафтами й процесами. Подальша робота – чутливісний аналіз ваг, тест альтернативних одиниць обліку та включення індикаторів геоспадщини.

1. Tukiainen, H., & Toivanen, M. (2025). What on Earth is geodiversity?. *Nordia Geographical Publications*, 54(2), 79-93.

МОНІТОРИНГ СКЛАДУ ГАЗОВИХ СУМІШЕЙ ВУГЛЕПОРОДНИХ МАСИВІВ

Наталія Вергельська

ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоecології та розвитку інфраструктури НАН
України», м. Київ

MONITORING OF THE COMPOSITION OF GAS MIXTURES IN COAL-ROCK MASSIF

Nataliia Vergelska

SI «Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development of NAS of
Ukraine», Institute of Geology science of NAS of Ukraine, Kyiv

Порушення вуглевидобувними підприємствами верхнього шару літосфери гірничими виробками, у залежності від вугільного басейну в Україні, сягає 250 – 1800 м. Більшість аварій у вугільних шахтах пов'язані із вмістом у вуглепородних масивах та шахтній атмосфері газових сумішей і мають назву – газодинамічні явища (ГДЯ).

Матеріали геологічних досліджень на вугільних шахтах постійно поповнювалися (2001 – 2025 pp.) та дозволили провести узагальнення значного фактичного матеріалу для визначення можливості впливу тектоніки на формування газових сумішей у шахтній атмосфері та, як наслідок, виникнення раптових газодинамічних явищ у Донецькому басейні. Раптові газодинамічні явища у забоях і відпрацьованих виробках, особливо часті у під час проходки ходків, проведенню додаткових заходів техніки безпеки (буріння шпурів, свердловин) та дегазації вуглепородних масивів. Моніторинг газових сумішей у вуглепородних масивах є актуальний для запобігання раптовим газодинамічним ситуаціям.

Газові суміші у вугільних виробках, у більшості випадків, складаються значною мірою із азоту, вуглеводнів (метану та його гомологів CH_4 - C_6H_{14}), CO_2 , водню та кисню [1]. Під час відпрацювання вугільних пластів гірничими виробками склад суміші газів постійно змінюється від початкових показників природної газонасиченості до природно-техногенних сумішей під впливом розробки вуглепородного масиву. Навіть після відпрацювання вугільних пластів, у забутованих виробках, газові суміші змінюються під дією природних чи техногенних процесів. Зміна газових сумішей у вуглепородних масивах є одним із чинників виникнення небезпечних природно-техногенних геологічних процесів у вугільних шахтах.

Наприклад, на основі узагальнень газонасиченості вугільного пласта m_3 (шахти ім. О.Ф. Засядько) досліджено неспівпадання максимумів газонасиченості вугільного пласта і місць проявів раптових викидів, оскільки метан у вуглепородному масиві, у більшості випадків є стабілізуючим газом і, зазвичай, при його вмісті понад 35 % раптові газодинамічні ситуації у вугільних виробках не спостерігаються [1]. Одними із небезпечних у газових сумішах, вважаються, ненасичені вуглеводні. Ненасичені вуглеводні – етилен, пропілен та ацетилен, за умовами їх утворення, можна характеризувати як адвентивні гази, які зайняли своє сучасне положення у газовій складовій вуглепородного масиву шляхом переміщення розривними порушеннями з глибших горизонтів до приповерхневих.

Нерівномірний розподіл газових сумішей у вуглепородних масивах Донбасу, зважаючи на поширення насичених і ненасичених вуглеводнів, контролюються регіональними, зональними і локальними структурами у межах окремих шахтних полів. Проведення моніторингу зміни показників CH_4 , H_2 , CO_2 , та CH_2 , CH_4 , iC_3H_{12} , nC_3H_{12} , C_6H_{14} у газових сумішах дозволить прогнозувати газодинамічні ситуації у вугільних виробках.

1. Vergelska N., Sira N., Vergelska V. Monitoring of the gas state of the mine atmosphere – prediction of gas-dynamic phenomena in coal workings. *XVII International Scientific Conference «Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment»* 7-10 November 2023, Kyiv, Ukraine, <https://eage.in.ua/wp-content/uploads/2023/10/Mon23-133.doc>. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520133>.

ПРИРОДНИЙ ВОДЕНЬ У ҐРУНТОВОМУ ГАЗІ: ОСОБЛИВОСТІ ПОШУКУ НОВОЇ КОРИСНОЇ КОПАЛИНИ

Юрій Віхоть^{1,2}, Леонід Скакун², Соломія Кріль²

¹ Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів,

²УкрНДІгаз, АТ “Укргазвидобування”, м. Львів

NATURAL HYDROGEN IN SOIL GAS: FEATURES OF THE SEARCH FOR A NEW MINERAL RESOURCE

Yuriy Vikhot^{1,2}, Leonid Skakun², Solomiia Kril²

¹ Ivan Franko National University of Lviv, Lviv

²UkrNDIgas, JSC Ukrgasvydobuvannya, Lviv

Природний водень, як нова корисна копалина, став об’єктом зацікавлення багатьох державних та приватних нафтогазовидобувних компаній у світі, дослідників наукових установ та університетів, стартапів із залученням грантових коштів ЄС та бізнесу. У багатьох країнах в останні десятиліття після випадкового виявлення та початку видобутку водню у Малі, після 2012 р. кількість публікацій, актуальність пошуку та розвідки водню різко зросли. Промисловий видобуток водню Буракебугу [1] підтвердив, що молекулярний водень за сприятливих геологічних умов накопичується у вільному газі у пастках, і його можна видобувати або використовувати для виробництва електроенергії, як у Буракебугу.

Цьогоріч (травень 2025 р.) до переліку корисних копалин загальнодержавного значення додано нову корисну копалину – «водень природний». Пошук цієї нової безвуглецевої корисної копалини став актуальним і в Україні. Зважаючи на світові тенденції та значні досягнення, а, найголовніше, сприятливі геологічні та тектонічні особливості нафтогазопромислових та інших регіонів України, природний водень може стати альтернативною недорогою корисною копалиною і частково замінити інші, більш затратні.

Природний водень, або відомий ще як “білий” водень, утворюється внаслідок геохімічних процесів на глибині і залежно від геологічної ситуації механізм його формування може мати певні особливості генерації, міграції та, відповідно, накопичення. Водень (H_2 як найменша молекула) мігрує вертикально через геологічні структури і його можна фіксувати на поверхні у складі ґрунтового газу.

Для оцінки перспектив, картування аномальних зон та виявлення можливих покладів водню відбирають проби ґрунтового газу, використовуючи спеціальні зонди. Сучасне обладнання для відбору і аналізу ґрунтового газу, що є у Лабораторії цифрових технологій в нафтогазовій геології (геологічний факультет, ЛНУ імені Івана Франка), а саме чутливі газоаналізатори Biogas 5000 та пробовідбірник Драгера-Штітца, дозволяє виконати весь комплексний аналіз. Портативний газоаналізатор вимірює концентрацію CH_4 , CO_2 , O_2 (об’ємні %) і H_2 (ppm). Межі вимірювання H_2 : 0 – 1000 ppm. Попередні результати регіональних досліджень у межах нафтогазопромислових областей показали ефективність таких досліджень і дали змогу виявити аномальні ділянки з підвищеним вмістом водню у ґрунтовому газі. Водень, який утворюється на глибині, мігрує до поверхні, проникаючи крізь тріщини та пори в породах, і накопичується у ґрунті у межах зон розломів.

Аналіз ґрунтових газів є економічно ефективним методом для виявлення потенційних ділянок. Він дозволяє ідентифікувати аномальні концентрації водню на великих територіях, що допомагає звужити площу пошуку перед проведенням більш дорогих геофізичних досліджень та буріння. Цей метод є перспективним напрямком та важливим інструментом для експресного виявлення та картування підвищених концентрацій природного водню.

1. Prinzhofer, A., Cissé, C. S., & Diallo, A. B. (2018). Discovery of a large accumulation of natural hydrogen in Bourakébougou (Mali). *International Journal of Hydrogen Energy*, 43(42), 19315–19326.

ГЕОФІЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ДИНАМІКИ ЗМІН ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕХНОГЕННИХ ҐРУНТІВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ЛЬВОВА

Петро Волошин, Валентина Марусяк

Львівський національний університет імені Івана Франка, геологічний факультет,
м. Львів

GEOPHYSICAL MONITORING OF THE DYNAMICS OF CHANGES IN THE PHYSICAL PROPERTIES OF MAN-MADE SOILS IN THE CENTRAL PART OF LVIV

Petro Voloshyn, Valentina Marusiak

Ivan Franko National University of Lviv, Faculty of Geology, Lviv

Висока соціальна значимість проблем збереження пам'яток архітектури, розробка науково – обґрунтованих проектів їхньої реставрації, потребує глибокого аналізу природних і антропогенних чинників, які впливають на їхню стійкість. Найгострішою і найактуальнішою ця проблема є для об'єктів історичної спадщини, розташованих у центральній частині Львова, занесеній до списку всесвітньої спадщини ЮНЕСКО. Цей статус передбачає їхнє збереження й охорону. Однак сконцентрований тут величезний культурно-історичний потенціал має низку проблем, які потребують нагального вирішення. Найгострішою та найактуальнішою є проблема фізичного збереження пам'яток. Для понад 70% розташованих тут будівель, що мають велику історичну цінність, характерний різний ступінь ушкодження, а окремі з них зазнали повного руйнування [1]. Провідну роль у збереженні пам'яток відіграє геологічне середовище, яке виконує функцію літогенної основи і середовища багатьох техногенних об'єктів.

У сфері впливу історико-архітектурних пам'яток залягає строкатий за літологічним складом і властивостями комплекс ґрунтів, який містить сучасні нагромадження (культурний шар), відклади четвертинної системи, неогену та верхньої крейди.

Породи культурного шару суцільним плащем покривають територію історичної частини Львова. Потужність шару змінюється в широких межах – від 2,0-4,0 до 6,0-9,0 м. За пересічної глибини залягання фундаментів 2,0-3,0 м він є підґрунтям багатьох пам'яток архітектури.

Детальні дослідження культурного шару засвідчили, що відклади цього генетичного типу мають яскраво виражені сенсорні властивості, зумовлені наявністю в їхньому складі низки ефемерних елементів, дуже чутливих до антропогенних змін умов їхнього існування [2].

Завдяки щільній периметральній забудові, розгалуженій мережі вулиць у центральній частині міста створено потужний тиск на приповерхневі частини геологічного середовища, перш за все, на техногенні ґрунти. Він виявляється у значному статичному (понад 0,2-0,3 МПа) від будівель та вібродинамічному навантаженні (40-76 дБ) від міського транспорту та зумовлює розвиток у ґрунтовій товщі процесів консолідації, об'ємної повзучості, дегідратаційного та суфозійного ущільнення і деформування земної поверхні [3].

1. Волошин П. Аналіз впливу природних і техногенних чинників на стійкість пам'яток архітектури історичної частини Львова // Вісн. Львів. Ун-ту. Сер.геогр. 2014. Вип. 47. С. 50-57.
2. Woloshyn P. Geologiczno – inżynierska charakterystyka gruntów antropogenicznych historycznej zabuowy // Przegląd Geologiczny. Numer 10/2 Październik 2017. Tom 65.
3. Волошин П. Моніторинг геодинамічних процесів у центральній частині Львова // Вісн. Львів. Ун-ту. Сер.геогр., Вип. 41. С. 83-89.

ПРОБЛЕМА ТЕКТОНІЧНОГО РАЙОНУВАННЯ УКРАЇНСЬКИХ ЗОВНІШНІХ КАРПАТ

Олег Гнилко

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, м. Львів

PROBLEM OF THE TECTONIC SUBDIVISION OF THE UKRAINIAN OUTER CARPATHIANS

Oleh Hnylko

Institute of Geology and Geochemistry of the Combustible Minerals,
NAS of Ukraine, Lviv,

Зовнішні Карпати – це система тектонічних покривів, складених переважно крейдово-міоценовим флішем і моласою. Ці покриви, як правило, відрізняються як особливостями внутрішньої структури, так і речовинним їх наповнення, тому розглядаються як структурно-фаціальні одиниці. Виділення і зображення цих одиниць є головним завданням тектонічного районування. Слід зазначити, що межі і наповнення цих одиниць доволі однозначно трактуються на тектонічних схемах і картах зарубіжної частини Карпат, в той час як в Українських Карпатах існують значні розбіжності в цьому трактуванні, що відображається у великій кількості тектонічних схем регіону, які суттєво відрізняються одна від одної. Зокрема, зовсім різні інтерпретації речовинного наповнення і структури тектонічних одиниць південного схилу Українських Карпат є на схемах, виконаних під керівництвом О.С. Вялова і схемах, розроблених під егідою С.С. Круглова.

Основна причина такого стану речей – це особливість геологічної позиції Українських Карпат, які є поєднувальною ланкою між насувними системами Східних і Західних Карпат. Відповідно до сучасних інтерпретацій, Флішові Карпати – це композитна акреційна призма, яка зростала завдяки субдукції підфлішової основи Зовнішньокарпатського басейну під терейни Алькапа і Тися-Дакія. В результаті, утворилась сучасна структура Карпат, де Флішові Карпати складені трьома об'єднаними акреційними палеопризмами: (1) Перед-Алькапа призма, (2) Перед-Тися-Дакія (Передмармароська) призма і (3) Зовнішня призма, сформована перед обома вже об'єднаними терейнам. Отже проблема поєднання покривів Східних і Західних Карпат тепер перефразовується як проблема характеру зчленування двох палеоприм, таких як Перед-Алькапа і Перед-Тися-Дакія (Передмармароська) призми.

Виконані геокартувальні роботи дозволили запропонувати варіант проведення межі між Східнокарпатською (Передмармароською) призмою і Західнокарпатською (Перед-Алькапа) призмою. Вони поєднуються в басейнах рік Латориця та Пиня в районі Сваляви і Поляни (Закарпатська обл.). Тут Буркутський та Свидовецький покриви Східних Карпат тектонічно перекриваються Дуклянським покривом Західних Карпат. Це перекриття утворилось в кінці олігоцену при колізії (зіткненні) терейнів Алькапи і Тисії-Дакії та при колізії двох різних палеоприм, що зростали перед цими терейнами.

Подальші деформації, накладені на насувну зону зчленування двох прим, ускладнили її структуру, зокрема призвели до зминання покривів в пологі складки та до латерального переміщення порід по розломах зсувного типу. Кінематика зсувних розломів вказує на рух Буркутського та Свидовецького покривів Східних Карпат в північно-західному напрямку (вздовж Карпат), що було зумовлене, вірогідно, нерівномірним стиском Західних і Східних Флішових Карпат перед фронтами різних терейнів.

ЗОНДУВАННЯ ГЕОЛОГІЧНИХ СЕРЕДОВИЩ НЕУСТАЛЕНИМИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМИ ПОЛЯМИ

Степан Дешиця, Олена Сироєжко

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

SOUNDING OF GEOLOGICAL ENVIRONMENTS BY NON-STATIONARY ELECTROMAGNETIC FIELDS

Stepan Deshchytsia, Olena Syroiezhko

Carpathian Branch of Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv

Неусталені електромагнітні поля контрольованих джерел, як відомо, збуджують у геологічному середовищі перепадами струму у заземленій електричній лінії, або у магнітному контурі. За механізмами поширення вторинних струмів виділяють дальню (ЗСД) і ближню (ЗСБ) зони становлення електромагнітного поля, які визначаються за допомогою параметра становлення поля і приведенного часу. При роздільному розгляді полів ЗСБ і ЗСД значно спрощується їх розрахунок, який є коректним лише для вертикальної компоненти неусталеного поля моделі горизонтально однорідного середовища.

Засобами фізичного моделювання [1] зроблено оцінки впливу процесів дальньої зони на поле ЗСБ за наявності протяжних та локальних включень різного питомого опору, а також впливу проміжної зони, де результати трансформацій наведеного неусталеного поля у параметри середовища протилежно розбігаються. За роздільними оцінками взаємного впливу механізмів неусталеного поля уточнюють параметри горизонтально неоднорідних розрізів, їх границь, а також наявність окремих об'єктів.

Розроблено фізичні моделі неоднорідних середовищ з дотриманням електромагнітних критеріїв подібності до натурних умов. На базі даних фізичного моделювання розроблено технологічні засоби і варіанти використання часових характеристик індукції та потоку неусталеного електромагнітного поля при його трансформаціях та інтерпретації результатів спостереження.

Створено апаратуру, методичні засоби вимірювань у ближній і дальній зоні джерела та системи з закріпленим джерелом поля. Виконано спостереження та аналіз отриманих даних, що свідчить про певні перспективи зондування тривимірних геологічних середовищ, зокрема, в плані підвищення точності та достовірності визначення геоелектричних параметрів розрізу, виявлення протяжних структур та локальних включень, проведення моніторингу та вивчення динаміки геоелектричних процесів.

1. Кобзова В.М., Дешиця С.А., Ладанівський Б.Т., Мороз І.П. Фізичне моделювання електромагнітних полів у геологічному середовищі. Київ: Наук. думка, 2008, 168 с.

АРХЕОЛОГІЧНІ ТА ГЕОМАГНІТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ П'ЯТОЇ ЛІНІЇ УКРІПЛЕНЬ ПЛІСНЕСЬКОГО ГОРОДИЩА У 2023, 2025 РР.

Олександр Дідик¹, Роман Кудеравець², Ігор Чоботок²

¹Комунальний заклад Львівської обласної ради «Адміністрація історико-культурного заповідника „Давній Пліснеск“»

²Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України

ARCHAEOLOGICAL AND GEOMAGNETIC RESEARCH OF THE FIFTH LINE OF FORTIFICATIONS OF THE PLISNESK SETTLEMENT IN 2023 AND 2025

Oleksandr Didyk¹, Roman Kuderavets², Ihor Chobotok²,

¹Communal Institution of the Lviv Regional Council “Administration of the Historical and Cultural Reserve “Ancient Plisnesk”

²Carpathian Branch of Subbotin Institute of Geophysics, the National Academy of Sciences of Ukraine

Геофізичні дослідження (геомагнітний та георадарний метод) Пліснеського городища були започатковані у 2018 р. зусиллями працівників КВ ІГФ НАН України, ст.н.с., к.геол.н. Романа Кудеравця, м.н.с. Ігоря Чоботка, м.н.с. Наталії Пиріжок, пр.ін.Василя Коляденка та тодішнього керівника Пліснеської археологічної експедиції Андрія Филипчука і директора КЗ ЛОР АІКЗ «Давній Пліснеск» Володимира Шелепа. Роботи виконувались в різних частинах городища протягом 2018-2020, 2023, 2025 рр.

У 2023 р. для геомагнітних досліджень було обрано ділянку V-ї лінії укріплень на верхньому плато городища (ур. Високе городисько, воно ж Середгороддя) для отримання первинних даних перед початком польових археологічних досліджень. Виміри проводились магнітометром-градієнтометром MagWalk SENSYS. Сукупна площа зйомки становила 1600 м². Відфільтрований результат значень ΔT в межах -30 нТл – +20 нТл дав змогу виокремити цілу низку додатніх аномалій (три пасма шириною 3-6 м), що утворюють певні структури які корелюють з лінійним напрямком валу так і невеликі точкові аномалії (неоднорідності 1-2 м в найбільших величинах). Окремо варто згадати велику додатню аномалію (розміри ~3×6 м), що зафіксована на сучасній польовій дорозі в місці розриву валу.

За результатами геомагнітної зйомки розкоп II 2023 р. було зміщено на північний-захід від раніше запланованих початкових точок розташування розкопу таким чином, щоб захопити лінійні аномалії. В результаті археологічних досліджень (3×20 м, площа 60 м²) зафіксовано 8 різночасових об'єктів IX ст., першої половини X ст., другої половини X ст., XII ст. Вважаємо, що за допомогою геомагнітної зйомки вдалось виявити такі археологічні об'єкти: двоповерхову оборонну стіну (перша пол. X ст.) із пічкою (в межах розкопу відкрито частину 3,00×3,69 м, розміри печі-кам'янки 1,11×0,77×0,55 м); низ господарської споруди (друга пол. X ст.) на схилі рову та згарище біля неї. Від'ємні значення магнітного поля цілком вірогідно можуть вказувати й на інші відкриті археологічні об'єкти, але це вимагає додаткової перевірки. Поточного 2025 р. геомагнітні дослідження проводились в західній частині городища між IV-ю і V лініями укріплень (1 ділянка - 2 фрагменти; загальна площа 1991 м²) та на V-лінії укріплення (1 ділянка 33×40 м, 1320 м²). Отримані результати опрацьовуються й будуть використані для археологічних дослідження поточного року (прирізка до розкопу II 2023 р, вивчення дворівневої оборонної стіни з пічкою-кам'янкою), а також у 2026 р. для розкопок між IV-ю і V лінією укріплень.

Отже, проведені геомагнітні дослідження дали змогу отримати інформацію про напруженість магнітного поля, виокремити вірогідні археологічні об'єкти, оцінити рівень антропогенної діяльності в давнину на місцевості, здійснити кореляцію та практичну перевірку отриманих результатів археологічними дослідженнями. В подальшому роботи будуть продовжені.

МІНЕРАЛЬНІ ВОДИ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Наталія Дубей

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ

MINERAL WATERS OF IVANO-FRANKIVSK REGION

Nataliia Dubei

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk

До лікувальних мінеральних вод відносяться води, які мають мінералізацію більше 1 г/дм³, один або декілька специфічних компонентів (Li, Sr, Ba, Fe, Mn, Br, I, F, H S, H SiO, CO, Rn та ін.), що обумовлює їх лікувальну дію на організм людини і власне цим мінеральні води відрізняються від звичайних питних вод. Мінералізовані води класифікуються за типом мінералізації, біологічно активними компонентами, застосуванням [1]. За даними дослідників в мінеральних водах виявлено понад 50 різних природних елементів.

Івано-Франківська область багата на мінеральні води, тут виявлено близько 300 проявів. Вони різноманітні за складом і властивостями.

За результатами досліджень виділені такі види мінеральних вод: 1) води типу «Нафтуся»; 2) сульфідні води; 3) хлоридно-натрієві і сульфатно-вміщуючі розсоли; 4) води без специфічних компонентів і властивостей; 5) води із специфічними компонентами і властивостями: вуглекислі; залістисті; содові; бальнеологічні йодо-бромні розсоли.

Ресурси мінеральних вод складають 8812 м³/добу.

Практичне використання. Мінеральні води Івано-Франківської області використовуються для лікування захворювань шлунково-кишкового тракту, серцево-судинної системи, опорно-рухового апарату, а також для загального зміцнення організму. Значні запаси глибинних мінеральних вод із вмістом мікроелементів не менш як 200 мг/дм³, дозволяють використовувати їх як сировину для промисловості. Із підземних промислових вод видобувають йод, бром, кухонну сіль та інші речовини.

Використання мінеральних вод в області, особливо з лікувальною метою, знаходиться на дуже низькому рівні. Діють тільки декілька десятків джерел мінеральних вод і декілька спеціалізованих бальнеологічних курортів.

Відомі лікувальні курорти області на базі мінеральних вод:

- Бальнео-грязевий передгірний курорт Черче в с. Черче Рогатинського району. Як лікувальні засоби тут уживають для пиття і ванн сірко-водневу, сульфатно-гідрокарбонатно-кальцієву та сульфатно-кальцієву лікувальні води.

- Санаторій-профілакторій «Джерело Прикарпаття» в с. Новий Мізунь Долинського району. Діє джерело води «Горянка», аналогічної за дією трускавецькій «Нафтусі».

- Оздоровчий комплекс «Синьогора» в с. Гута.

- Гірськолижний курорт «Буковель». Гідрокарбонатно-натрієві мінеральні води «Буковель-1» і «Буковель-2».

Верховина, Буркут, Більшівці, Пістинь, Косів, Шешори — численні природні джерела із незначною мінералізацією, які можна вживати для пиття в необмеженій кількості.

Лише 10 % зі всіх джерел мінеральних вод ґрунтовно досліджено, ще менше — введено в експлуатацію. Води 32-х мінеральних джерел області занесено до Державного кадастру «Води мінеральні питні», із них 12 — лікувально-столових, 20 — природно-столових.

В цілому використання мінеральних вод в області недостатнє, особливо, з лікувальною метою. Значна частина розвіданих родовищ і перспективних площ не експлуатуються.

Потрібно залучати інвесторів для розвитку відпочинкових і лікувальних закладів на території області. А особливо важливо вживати заходів, щоби родовища державного значення і перспективні площі цілющих вод не були забудовані.

1. Дубей Н.В. Гідрогеологія та інженерна геологія: підручник. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2024. 262 с.

ТЕКТОНІКА І ГЕОДИНАМІКА ДНІПРОВСЬКО-ДОНСЬКОГО ПРОГИНУ (ДОНБАСУ ТА ДДЗ)

Микола Жикаляк, Олександр Бондар

Державне регіональне геологічне підприємство «Донецькгеологія», м. Бахмут – м. Київ

TECTONICS AND GEODYNAMICS OF THE DNIPRO-DON TREATENANCE (DONBAS AND DDZ)

Mykola Zhykalyak, Oleksandr Bondar

State Regional Geological Enterprise «Donetsk Geology», Bakhmut - Kyiv

Донбас і Дніпровсько-Донецька западина (ДДЗ) переважною більшістю дослідників розглядаються як невід’ємні складові єдиного Дніпровсько-Донського (Дно-Дніпровського) палеозойського прогину на південному схилі Східно-Європейської платформи. Однак центральним геотектонічним питанням була й залишається проблема визначення механізму тектоногенезу та глибинних геологічних процесів протягом основних етапів формування та розвитку Донбасу і ДДЗ. Початковий рифтовий етап становлення Дніпровсько-Донського прогину пов’язаний з утворенням у пізньому протерозої протяжного вузького грабена і його конседиментаційним розвитком протягом раннього та середнього девону. Герцинський етап розвитку Дніпровсько-Донського прогину протягом карбону та ранньої пермі відбувався в умовах пульсаційних розломно-блокових рухів фундаменту з безперервним накопиченням дрібноциклічних відкладів вугленосної, червонобарвної та хемогенної формацій загальною потужністю до 12-15 км. Завершилося формування Дніпровсько-Донського прогину накопиченням моласоїдних утворень тріасу та типових платформових відкладів юри і крейди з малою амплітудою і малою диференціацією тектонічних рухів субширотного простягання.

Донецький басейн і ДДЗ характеризуються розвитком різноманітних геологічних структур як плікативних, так і розривних - продольних і субширотних насувів та скидів північно-східного простягання. На думку більшості дослідників, насуви утворилися в умовах регіонального і зонального стискання та нерозривно пов’язані зі складчастістю, а скиди – з проявом новокімерійського і альпійського тектоногенезу. При цьому особливості будови домезозойської та докайнозойської поверхні Донбасу і ДДЗ вказують на суттєвий вплив на платформовий розвиток Дніпровсько-Донського прогину геосинклінальних областей Кавказько-Іранського колізійного поясу, які сформувалися в результаті насування на південне обрамлення Східно-Європейської континентальної платформи Аравійської та Індійської океанічних плит. При цьому епохи переважаючого стискання співпадали з фазами тектонічних деформацій та розвитком розломів північно-східного простягання в Донбасі та ДДЗ, які виступали своєрідним міжконтинентальним прогином на окраїні Східно-Європейської платформи. За результатами комплексного аналізу геолого-геофізичних матеріалів з північного заходу на південний схід послідовно виділені:

- Ніжинський та Конотопський скиди, Миргородський та Полтавський підкиди (ДДЗ);
- Петрівський та Самарсько-Оскільський скиди (перехідна зона між Донбасом та ДДЗ);
- Добропільський підкид, Ямський скид, Бахмутський, Дебальцівський та Іловайський підкиди і Яланчицький та Нагольчанський скиди (Донбас).

Виявлені особливості геотектонічної будови Донбасу і ДДЗ з аналізом геодинамічних елементів їх будови вказують на доцільність розгляду формування, розвитку та мінерагенії Дніпровсько-Донського прогину як унікального внутрішньо-континентального прогину згідно неомобілістської гіпотези тектоніки плит.

З урахуванням викладеного доцільно модернізувати стратиграфічну схему і легенду кам’яновугільних відкладів ДДЗ на основі біостратиграфічної та зонально-кореляційної методики і в передік обов’язкових картопобудов Держгеолкарти-200 включити геологічну карту домезозойських відкладів і додаткову – геологічну карту докрейдової поверхні. Крім того, сеймостратиграфічні та гравіметричні дані необхідно використовувати більш повно і комплексно при побудові геологічних карт домезозойських і докайнозойських відкладів масштабу 1:200 000 і геологічних розрізів для обґрунтування геологічної будови Донбасу і ДДЗ, картографування розривних порушень, тектонічних блоків і зон з оцінкою напрямків підкидно-зсувних горизонтальних рухів як чинника проявлення плитотектонічних процесів.

ГЕОДИНАМІЧНИЙ ТА СЕЙСМІЧНИЙ СТАН ЗАКАРПАТТЯ: ГІДРОГЕОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ

Василь Ігнатишин¹, Тібор Іжак², Стефан Молнар Д², Адальберт Рац², Моніка Ігнатишин¹, Адальберт Ігнатишин¹

¹Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Київ,

²Закарпатський угорський інститут імені ференца Ракоці ІІ, м. Берегове

GEODYNAMIC AND SEISMIC CONDITIONS IN TRANSCARPATHIAN REGION: HYDROGEOLOGICAL ASPECT

Vasyl Ihnatyshyn¹, Tibor Izhak², Stefan Molnar D², Adalbert Rats², Monika Ihnatyshyn¹,
Adalbert Ihnatyshyn¹

¹S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv,

²Ferenc Rákóczi II Transcarpathian Hungarian College of Higher Education, Berehove.

Геодинамічний стан в зоні Оашського глибинного розлому за весь період деформетричних спостережень на пункті деформетричних спостережень „Королеве” Відділу сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України характерний загальним розширенням порід величиною: $+10 \times 10^{-7}$. На сейсмотектонічні процеси в регіоні впливають метеорологічні та гідрологічні фактори, що проявляються в гідрогеологічних процесах. У статті [1] проаналізовано сучасні тенденції горизонтальних та вертикальних зміщень території заходу України за ГНСС- даними, побудовано відповідні карти рухів, виділено зони деформацій верхнього шару земної кори. Зони стиску виділяються на Закарпатті, на території Закарпатського глибинного розлому. В [2] показано статистичну модель сейсмічності що дасть можливість зрозуміти, яким чином сейсмічність впливає на зміну параметрів середовища Закарпатського регіону, встановлено зв'язок деформацій із сейсмічністю в регіоні. В роботі [3] показано існування знакозмінних процесів у горизонтальних рухах кори в Закарпатському внутрішньому та встановлено, що місцева сейсмічність корелюється із сейсмічністю потужного сейсмогенеруючого регіону (зона Вранча). Сучасні рухи кори в зоні Оашського глибинного розлому представлені розширеннями порід, величина деформації за 2024 рік становить $+13.85 \times 10^{-7}$; сейсмічна активність Карпатського регіону за цей період становить 115 підземних поштовхів, серед яких 32 землетруси зареєстровано на території Закарпаття, в зоні Вранча відбулося 16 подій. Сучасні рухи кори центральної частини Закарпаття та варіації рівня води в свердловинах на території режимної геофізичної станції „Тросник” корелюють між собою: стиснення порід супроводжується підняттям рівня води в свердловинах. Глибока свердловина реагує на вікові рухи в регіоні, ступінь кореляції рівня води в неглибокій свердловині та рухів кори рівний -0.75 . Геодинамічний стан регіону впливає на його гідрогеологічні характеристики, та супроводжується розрядкою напружено-деформованого стану порід через підвищення сейсмічності регіону.

1. Третяк К., Брусак І. Сучасні деформації земної кори території Заходу України за даними ГНСС мережі «GEOTERRACE». Геодинаміка. 2022, 1(32). С. 16-25. <https://doi.org/10.23939/jgd2022.02.016>.
2. Хом'як М., Малицький Д., Асташкіна О., Махніцький М., Кравець С., Микита А., Грицай О. Регресійний аналіз сейсмічних і геофізичних параметрів та його застосування для дослідження сейсмічності Закарпатського регіону. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія, 2020, 3(90). С. 49-53. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.90.07>.
3. Ігнатишин В., Малицький Д., Купльовський Б., Іжак Т., Молнар С., Рац А., Ігнатишин М., Ігнатишин А. Геофізичні аспекти сучасних горизонтальних рухів у центральній частині Закарпатського внутрішнього прогину. Геофізичний журнал, 2025, 47(2). С. 221-225. <https://doi.org/10.24028/gj.v47i2.320370>.

СЕЙСМОТЕКТОНІЧНІ ПРОЦЕСИ В КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ:ГЕОФІЗИЧНИЙ АСПЕКТ

Василь Ігнатишин^{1,3}, Дмитро Малицький², Богдан Купльовський¹, Василь Прокопишин¹, Олена Олещук¹, Моніка Ігнатишин¹, Адальберт Ігнатишин¹

¹Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Київ,

²Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Львів

³Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці ІІ, м. Берегове

SEISMOTECTONIC PROCESSES IN THE CARPATHIAN REGION: GEOPHYSICAL ASPECT

Vasyl Ihnatyshyn¹, Dmytro Malyskyi², Bohdan Kuplovskiy¹, Vasyl Prokopyshyn¹, Olena Oleshchuk¹, Monika Ihnatyshyn¹, Adalbert Ihnatyshyn¹

¹S.I. Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv,

²Carpathian Branch of the S.I. Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv

³Ferenc Rákóczi II Transcarpathian Hungarian College of Higher Education, Berehove.

Сейсмічність Карпатського регіону зв'язана з його геодинамічним станом, деформаційними процесами у верхніх шарах земної кори. Відомо що на процеси в сейсмогенеруючих регіонах реагують геофізичні поля, зокрема магнітного поля Землі, радіоактивного фону середовища. В [1] показано, що рух гірської системи неоднорідний і різноспрямований. Інформація про стискання і розтягування земної поверхні дає можливість визначити потенційні сейсмічні зони. Аналіз просторово-часового розподілу місцевої сейсмічності та сучасних горизонтальних рухів кори за весь період деформометричних спостережень у зоні Оашського глибинного розлому вказав на підвищення сейсмічності регіону в інтервалах інтенсивних рухів кори [2]. Інтерпретація аномальних гравімагнітних полів у комплексі з геолого-тектонічними матеріалами є важливою методологічною умовою цілісного процесу пізнання геолого-тектонічної будови земної кори Закарпатського регіону [3]. Актуально розширення спектру дослідження варіацій геофізичних полів та сейсмотектонічних процесів в Карпатському регіоні, зокрема варіацій електромагнітної емісії в різних частотних діапазонах. В зоні Оашського глибинного розлому в штольні пункту деформометричних спостережень „Королеве” Відділу сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики імені С.І. Субботіна НАН України проводяться безперервні деформографічні вимірювання сучасних горизонтальних рухів кори в близькоширотному напрямку починаючи з 1999 року. Розраховані рухи кори в зоні Оашського глибинного розлому за 2024 рік становить: $+13.85 \times 10^{-7}$. Сейсмічність регіону розглянуто на фоні деформацій кори в центральній частині Закарпаття. Встановлено: сучасні горизонтальні рухи кори в зоні Оашського глибинного впливають на електромагнітну емісію, що реагує на повільні рухи кори і приймає підвищені значення; інтенсивні рухи кори в центральній частині Закарпаття акумулюють геомеханічні енергію, яка вивільняється через місцеві підземні поштовхи; сейсмічна активність супроводжується електромагнітною емісією земної кори. Отримані результати важливі при вивченні будови земної кори, дослідженні просторово-часового розподілу землетрусів та підготовці моделі геологічних та геофізичних процесів в сейсмогенеруючих регіонах.

1. Савчин І., Білашук А. Сучасні рухи земної поверхні Карпатської гірської системи за даними ГНСС. Геодинаміка, 2024, 2(37). С. 5-15. <https://doi.org/10.23939/jgd2024.02.005>.
2. Ігнатишин В., Малицький Д., Іжак Т., Молнар С., Ігнатишин М., Ігнатишин А. Геодинамічний стан Закарпатського внутрішнього прогину за результатами деформометричних спостережень у регіоні. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія, 2024, 1(104). С. 13-21. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.104.02>.
3. Максимчук В., Анікеєв С., Мончак Л., Кудерявець Р., Риріжок Н. Структурно-тектонічні особливості Закарпатського прогину за даними гравімагнітометрії. Геофізичний журнал, 2023, 45(6). С. 102-126. <https://doi.org/10.24028/gj.v45i6.293310>.

РЕЗУЛЬТАТИ ВИВЧЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ГРУНТІВ СТАРУНСЬКОГО РАЙОНУ

Тетяна Калиній, Валерій Омельченко

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ,

RESULTS OF THE STUDY OF HEAVY METALS POLLUTION IN THE SOILS OF THE STARUNIA AREA

Tetiana Kalynii, Valeriy Omelchenko

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk,

Територія Старунського геодинамічного полігону все більше викликає зацікавленість науковців, працівників природо-охоронної сфери та фахівців туристичної галузі. Унікальне природне явище, грязьовий вулкан, що реагує на прояви землетрусів у різних частинах Земної кулі цікавить вже більше ста років науковців різних напрямків. Особливо це цікавить дослідників забруднення навколишнього середовища важкими металами, які мігрують на денну поверхню із матеріалом, що виділяється із жерл вулканів, зокрема грязьових.

Грязьовий вулкан у Старуні був відкритий професорами ІФНТУНГ Н.Х Білоус і В.М. Кляровським у 1977 році [1]. У глинистих грязьових викидах вулкану зустрічаються кристали сфалериту, піротину, арсенопіриту, стронціобариту, гіпсу, сірки з кальцитом, бариту, флюориту, сульфідів міді, а також важкі метали такі, як кобальт – Co, купрум – Cu, плумбум – Pb, цинк – Zn, кадмій – Cd, меркурій – Hg та інші. Нами були досліджено вміст у ґрунтах Старунського полігону вище вказаних шести хімічних елементів.

На території полігону періодично виникають та згасають джерела прісної та мінералізованої води, що пов'язано з сучасними та неотектонічними рухами. О.Р. Стельмах [2, 3] вважає, що Диво-Старуня досить швидко піднімається (більше ніж на 1м за 7 років – з 1977 р. по 1984 р.), з'являються нові тріщини, провали, пороги і водоспади на р. Лукавець Великий, активне газовиділення та геохімічна динаміка флюїдів. Тому ділянка Диво-Старуня має величезне наукове значення для вивчення динаміки Землі, закономірностей формування корисних копалин, прогнозу землетрусів.

Проби ґрунту були відібрані по території полігону із згущенням поблизу жерл грязьового вулкану. Дослідження проб проводились у лабораторії ІФНТУНГ.

На території Старунського геодинамічного полігону поширені наступні типи ґрунтів: 1) лучні, лучно-болотні та болотні; 2) сірі опідзолені чорноземи; 3) дерново-підзолисті; 4) ембріональні дерново-підзолисті та елювії на техногенних відкладах гірничих відвалів.

Проби відбирались з первинного (не затруненого антропогенною діяльністю) ґрунту, а також і з поверхневого шару техногенних відвалів гірничих робіт, тобто з елювію або ембріональних дерново-підзолистих ґрунтів, які тільки почали утворюватися за останні сто років.

Результати вивчення забруднення ґрунтів важкими металами свідчать про те, що максимальні концентрації важких металів виявлені на ділянках поширення виходу грязьової компоненти жерл грязьового вулкану та на техногенних відвалах гірничих робіт.

1. Адаменко О.М. Старуня: Парк Льодовикового періоду /О.М. Адаменко, О.М. Карпаш, Д.О. Зорін, М.Й. Котарба, І.В. Мосюк, І.І. Ковбанюк, за ред. Є.І. Крижанівського.- Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2017.- 214с.
2. Stelmakh O. R., 2005. Geomorphological and neotectonic features of the Starunia geodynamic test area. - *Polish and Ukrainian geological studies (2004-2005) at Starunia - the area of discoveries of woolly rhinoceroses*. - Warszawa-Krakow: 87- 93.
3. Stelmakh O. R., Goptarova N. V., Palichuk L. V., 2008. Suchasna geodinamika Staruni. - *Przyrodniczo-historyczna spuścizna Staruni*. Materiały II Międzynarodowej Konferencji Naukowej, Starunia – Lviv - Ivano-Frankivsk - Kraków. TBPS "Geosfera", Kraków: 123-126.

РОЗРОБЛЕННЯ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ВЕЛИКИХ ОБСЯГІВ ПРОМИСЛОВО-ГЕОФІЗИЧНИХ ДАНИХ

Віталій Книш¹, Михайло Мальгін¹, Максим Бондаренко²

¹Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, м. Київ,

²Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, м. Київ

DEVELOPMENT OF A PLATFORM FOR MASS DATA MINING OF GEOPHYSICAL WELL LOGGING

Vitaliy Knysh¹, Mykhailo Malhin¹, Maksym Bondarenko²

¹E.O. Paton Electric Welding Institute, NAS of Ukraine, Kyiv,

²S.I. Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv

В Інститут електрозварювання ім. Є.О.Патона НАН України виконується проєкт, *метою* якого є створення програмного комплексу, який забезпечуватиме оцифрування, обробку, інтерпретацію та візуалізацію промислово-геофізичних даних із використанням нейронних мереж, LLM (від англ. Large Language Model) та сучасної модульної архітектури з оркестрацією технологій. *Актуальність* роботи зумовлена потребою модернізації інструментів обробки й інтерпретації геофізичних даних, передусім каротажних матеріалів, які, в значній мірі, визначають результативність розвідувальних робіт та оцінювання запасів вуглеводнів. В умовах стрімкого зростання обсягів архівних і поточних даних та ускладнення геологічних обставин традиційні підходи часто не забезпечують належної оперативності, ефективності та точності обробки інформації. З іншого боку, сучасні технології штучного інтелекту (ШІ), комп'ютерного зору, глибинного навчання та обробки природної мови на базі LLM відкривають можливості для суттєвого оновлення засобів опрацювання промислово-геофізичної інформації.

Для досягнення поставленої мети зібрано команду програмістів і геофізиків, у якості консультантів залучено практикуючих інтерпретаторів. *Базовими ідеями* роботи є поєднання неймережевого аналізу з класичними підходами промислової геофізики і петрофізики, побудова гнучкої програмної архітектури, здатної масштабуватися під специфіку користувачів. В основу дослідження покладено тезу про те, що використання сучасного стеку технологій, включаючи ШІ та гібридні методи навчання моделей, дозволить не лише покращити автоматизацію рутинних процесів в геофізичній практиці, а й забезпечити підвищення точності інтерпретації, прозорість прийняття рішень та адаптивність системи до змін у виробничому середовищі. На даному етапі зібрано та проаналізовано фактичні промислово-геофізичні матеріали; здійснено порівняльне дослідження існуючих програмних рішень; визначено потреби потенційних користувачів; досліджено можливості інструментів штучного інтелекту (LangChain, RAG, локальні LLM, MCP) для автоматизації інтерпретації; оцінено ефективність технологій OCR і сегментації (U-Net) для цифрової обробки каротажних матеріалів і технічних звітів; розроблено архітектуру програмного забезпечення.

В створюваному програмному продукті буде задіяно сучасні підходи до обробки та інтерпретації каротажних даних, розроблені в Інституті геофізики. Зокрема, метод кросплатів для оцінки якості даних, методика визначення параметрів газових колекторів, метод визначення густини пластів за наявності сталевих колон та інше. [1].

Роботи виконуються за державним замовленням на науково-технічні (експериментальні) розробки та науково-технічну продукцію за договором з Міністерством освіти і науки України № ДЗ/179-2025 від 14.02.2025.

1. Bondarenko M.S., Kulyk V.V., Danyliv S.M. (2025). Development and implementation of «logging-while-drilling» technology in Ukraine. *Geophysical Journal*. 47(2). 74-79. <https://doi.org/10.24028/gj.v47i2.322464>.

АНАЛІЗ АКТИВНОСТІ РОЗЛОМНИХ СТРУКТУР КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Едуард Козловський¹, Богдан Купльовський¹, Василь Прокопишин¹
ВСКР ІГФ ім. С.І. Субботіна НАН України, м. Львів.

ANALYSIS OF THE ACTIVITY OF FAULT STRUCTURES IN THE CARPATHIAN REGION

Eduard Kozlovskyi¹, Bogdan Kuplevskyi¹, Vasyl Prokopishyn¹
DSCR Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv,

Сучасна структура української частини Карпатського регіону обумовлена геодинамікою Альпійського періоду, впродовж якого відбулася швидка зміна режимів геологічного розвитку – пасивний рифтогенез (розтяг) в середньому та пізньому тріасі, юрі та ранній крейді змінився на колізію. Зони крашину, глибоководні жолоби з інтенсивною магматичною діяльністю утворювалися на першому етапі цього періоду, а в результаті колізії по магмо-провідних каналах на поверхні проявилися магматичні утворення, які знаходилися на дні глибинних жолобів. Гори Українських Карпат рахуються середньовисотними 1 000 – 1500 м, лише окремі вершини мають більш ніж 2 000 м.

Розривна тектоніка Українських Карпат надзвичайно складна. В морфоструктурі регіону спостерігаються великі глибинні поздовжні (з поміж яких надзвичайно важливе значення мають насуви) та поперечні розломи. Найбільшим поздовжнім глибинним розломом є Закарпатський глибинний розлом, що простягається вздовж лінії стику флішових порід Полонинських Карпат та вулканічних утворень Вулканічного хребта. Також до зони глибинного розлому відноситься міжгірська Тур'їнська поздовжня долина та верхів'я Чорного Черемошу. З Закарпатським і частково Берегівським розломами пов'язують осередки неогенового вулканізму Вігорлат-Гутинського вулканічного пасма. До поздовжніх глибинних розломів відносяться: Середньо-карпатський (Центрально-карпатський) розлом, Зовнішньо-карпатський розлом, Перед-карпатський розлом та красвий розлом Руської платформи. Поперечні розломи зорієнтовані на північний схід та перетинають майже під прямим кутом північно-західне поширення карпатських складчастих структур. З ними пов'язані субмеридіональні частини річкових долин Латориці, Боржави, Теретлі, Чорної Тиси і ін. Відповідна система поздовжніх і поперечних розломів спричинила виникнення ступінчастої структури фундаменту Карпат.

Враховуючи такі особливості геологічної будови Карпатського регіону, а саме: глибинні та поверхневі розломи, вулканічні формації (із центрами вулканізму та проявами магматичних порід на поверхні, а також прихованими магматичними породами на деяких глибинах під поверхнею), комплекси туфів із похованими вулканічними центрами, а також розташування стаціонарних сейсмічних станцій та пунктів сейсмічних спостережень («Львів», «Городок», «Старуня», «Косів», «Кам'янець-Подільський», «Чернівці», «Новодністрівськ» та ін.), виникла потреба в уточненні параметрів сейсмічних подій, оцінки активності розломних структур, вивчення геодинамічної ситуації та комплексний аналіз отриманих результатів для подальшого встановлення закономірностей формування структурних неоднорідностей під дією тектонічних деформацій.

Проведений аналіз землетрусів, зареєстрованих сейсмічними станціями та пунктами спостережень за останні 10 років показав, що переважна їх більшість має магнітуду від 1 до 3 та розташована біля розломних структур, що свідчить про незмінну активність глибинних та переважної більшості поверхневих розломних структур Карпатського регіону.

1. Вербицький С.Т., Пронишин Р.С., Прокопишин В.І., Стецьків О.Т., Ніщіменко І.М., Келеман І.М., Герасименюк Г.А. Сейсмічність Карпат у 2022 році. *Геофіз. журнал.* 2024, №1. С. 52-62.
2. Пронишин Р.С., Купльовський Б.Є., Прокопишин В.І., Стецьків О.Т., Ніщіменко І.М., Келеман І.М., Герасименюк Г.А., Батюк А.Я. Сейсмічність Карпат у 2023 році. *Геофіз. журнал.* 2024, №5. С. 82-92.

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ З ПРИЛАДАМИ «РХІНДС»

Василь Коляденко¹, Олег Романюк²

¹Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Львів,

²ЛТД «ЦЕНТР», м. Львів

FEATURES OF WORK WITH «RWISDS» DEVICES

Vasyl Koliadenko¹, Oleh Romaniuk²

¹Carpathian Branch of the S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv

²LTD "CENTER", Lviv

Вступ. Прилад «РХІНДС-П-03» (радіохвильовий індикатор напружено-деформованого стану порід) був розроблений і виготовлений в Західно-Українській геофізичній розвідувальній експедиції (ЗУГРЕ) в 1984 році. Розробник – Б.Івахів. Виготовлено приблизно 120 приладів. Прилад РХІНДС-П-05 був розроблений і виготовлений в ЗУГРЕ спільно з НВФ «ІНТЕЛЕКТ» в 1999 році. Розробники – В.Коляденко (технічне завдання, конструкція), Б.Коринкевич (електронна частина), В.Бобко (програмне забезпечення). Виготовлено 22 прилади. В самій назві приладу закладено напрямок його використання – це індикатор напружено-деформованого стану порід. За час експлуатації вказаних приладів і виконання ними польових робіт накопичився досвід і виявлено ряд закономірностей. При роботі з приладом «РХІНДС-П-03», а це одноканальний прилад, було зауважено, що через незначну зміну орієнтації антени відбувалась значна зміна показів приладу. Звідси випливає вимога строго орієнтувати антену/прилад. При розробці технічного завдання на проектування приладу «РХІНДС-П-05» було проведено тривале дослідження (більш ніж три місяці) з приладом «РХІНДС-П-03». В результаті цих досліджень було зафіксовано збільшення кількості імпульсів від 1000 до 1500 за 1 секунду в окремі дні, яке пов'язувалось з появою хмар в межах профіля. Звідси випливає вимога до мінімальної відстані розміщення опорного приладу від досліджуваних профілів.

Методика виконання нових досліджень. Нові дослідження було проведено з приладом «РХІНДС-П-05». На дослідній площі було вибрано три пікети (ПК) спостереження. Віддаль між пікетами 20 м. На цих ПК було виконано по два цикли вимірювань, кожен з них по 12 записів. Зондування на кожному з ПК виконувались по колу з кроком 30 градусів. Цих замірів на кожному ПК було декілька і вони проводились в різні години робочого дня і в різні дні. З цих дослідів випливає вимога необхідності однакової орієнтації по сторонах світу опорного приладу і приладу, який працює на профілі («профільного»).

При виробництві нових приладів «РХІНДС» проводились їх польові випробування на тестовому профілі. Тоді було зауважено, що при перетинанні профілем водопровідної труби, закопаної в землі на глибині 80 см, максимально вона виділяється на тому каналі, в якому антена перпендикулярна до труби. Та антена, яка «перетинає» трубу паралельно до неї, її не відбиває. Враховуючи це, з'являється можливість визначати розміщення і напрямки простягання підземних комунікацій.

При проведенні кількодобових безперервних спостережень було відзначено різке підвищення рівня сигналу природного електромагнітного поля у світанкові і вечірні години.

Висновки. Для покращення результативності та якості робіт методом вимірювання імпульсів природної електромагнітної емісії порід (МВПЕЕП/ПЕМПЗ) з використанням приладів «РХІНДС» необхідно враховувати таке:

1. Опорний і «профільний» прилад мають орієнтуватися однаково по сторонах світу.
2. Опорний прилад має розташовуватись не далі 100-150 м від ділянки спостережень із забезпеченням контролю впливу можливих джерел техногенних завад.
3. Роботи методом МВПЕЕП мають проводитись у світлу пору доби.
4. При аналізі польових матеріалів, отриманих методом МВПЕЕП, слід враховувати те, що максимальний сигнал отримується від антени, яка «перетинає» неоднорідність перпендикулярно до її простягання.

ОЦІНКА СТІЙКОСТІ ПРИБЕРЕЖНИХ СХИЛІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я ЗА МОРФОМЕТРИЧНИМИ ТА СПЕКТРАЛЬНИМИ ІНДИКАТОРАМИ

Анна Кузьменко, Сергій Кадурін, Олександра Кузьменко
Одеський національний університет ім. І.І.Мечникова, м. Одеса

ASSESSMENT OF THE STABILITY OF COASTAL SLOPES IN THE NORTHWESTERN BLACK SEA REGION USING MORPHOMETRIC AND SPECTRAL INDICATORS

Anna Kuzmenko, Serhii Kadurin, Oleksandra Kuzmenko
Odesa I. I. Mechnikov National University, Odesa

Північно-західне узбережжя Чорного моря характеризується швидким розвитком негативних геодинамічних процесів, серед яких найнебезпечнішими є зсуви та обвали. Метою даного дослідження є оцінка стійкості прибережних схилів цього регіону на основі аналізу мультиспектральних знімків та цифрової моделі рельєфу, отриманих з супутникових джерел, які у зв'язку з скороченням інструментальних досліджень, є важливим джерелом інформації.

В дослідженні було використано методику підрахунку стійкості до зсувів на основі факторної моделі [1]. Вона передбачає оцінку сукупного впливу семи факторів: морфометричних параметрів рельєфу та індексів NDVI (характеризує рослинний покрив) і NDWI (відображає ступінь вологості поверхні), кожен з яких має певну значущість у формуванні зсувів і врахований з відповідним ваговим коефіцієнтом.

В результаті отримано просторову модель стійкості до зсувів, що дозволяє оцінити ризики виникнення зсувів та обвалів на схилах досліджуваної території, що охоплює північно-західне узбережжя Чорного моря загальною протяжністю близько 220 км в Одеській та Миколаївській областях. Згідно з результатами оцінки, найбільш зсуво- або обвалонебезпечними є схили в межах населених пунктів Курортне, Санжійка та Чорноморське. Потенційно небезпечні ділянки охоплюють значну частину узбережжя від м. Очаків до с. Лебедівка, за винятком піщаних пересипів. Низький ризик розвитку зсувних процесів зафіксовано в районах, де лимани (Сасик, Будацький, Дністровський, Тузлівські) відокремлені від моря акумулятивними формами, а також у межах дельти Дунаю. Отримані результати узгоджуються з загальними уявленнями про просторову диференціацію зсувних та обвальних процесів у регіоні.

З метою перевірки достовірності побудованої моделі здійснено зіставлення коефіцієнтів стійкості схилів, опублікованих в авторитетному джерелі [2], з отриманими в межах цього дослідження результатами, та виявлено сильний кореляційний зв'язок між ними, що свідчить про прийнятний рівень відповідності між результатами моделювання та реальними умовами, враховуючи регіональний масштаб аналізу та обмежену просторову деталізацію супутникових даних.

Запропонована методика базується виключно на відкритих даних дистанційного зондування, що забезпечує її доступність і універсальність. Вона може бути ефективно застосована для оперативної оцінки стану прибережних схилів у межах великих територій.

1. Aslam B., Maqsoom A., Khalil U., Ghorbanzadeh O., Blaschke T., Farooq D., Tufail R. F., Suhail S. A., & Ghamis, P. (2022). Evaluation of different landslide susceptibility models for a local scale in the Chitral District, Northern Pakistan. *Sensors*, 22 (9), 3107. <https://doi.org/10.3390/s22093107>.
2. Зелинский И. П., Корженевский Б. А., Черкез Е. А., Шатохина Л. Н., Ибрагимзаде Д. Д., Цокало Н. С. (1993). Оползни северо-западного побережья Чёрного моря, их изучение и прогноз. Киев: Наукова думка. 227 с.

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА СТАНУ ДАМБ ЗА ГЕОФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ НА ТЕРИТОРІЇ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Едуард Кузьменко¹, Сергій Багрий¹, Микола Приходько¹, Ігор Чепурний¹

¹Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE CONDITION OF DAMS USING GEOPHYSICAL METHODS IN THE TERRITORY OF IVANO-FRANKIVSK REGION

Eduard Kuzmenko¹, Sergiy Bahriy¹, Mykola Prykhodko¹, Ihor Chepurnyi¹

¹Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk

Івано-Франківська область розміщена на заході України, недалеко від географічного центру Європи. Межі Івано-Франківської області проходять дуже звивистою лінією, тому загальна довжина їх – близько 760 км. Загальна амплітуда висот (від 230 до 2061 м над рівнем моря) на відносно невеликій території (13,9 тис. км² або 2,3% території всієї України) є причиною прояву висотної поясності природних умов, у тому числі й атмосферних опадів. Останній фактор приводить до значної кількості річок в області. При цьому загальна кількість огорожуючи дамб становить більше 1500 одиниць. До них відносяться також техногенні дамби, споруджені для захисту промислових об'єктів.

Оцінка стану дамб є важливою складовою забезпечення безпеки навколишнього середовища та соціальної стабільності. Дамби виконують критичну роль у запобіганні затопленням, забезпеченні збереження водних ресурсів і захисту від ерозії. Для їх дослідження (моніторингу) необхідно застосовувати сучасні геодезичні, топографічні, картографічні та GIS-технології, оскільки вони забезпечують високу точність, оперативність й інтеграцію різноманітних даних та дозволяють отримувати якісну інформацію про стан інженерних споруд.

Геодезичні спостереження є вихідними (базовими) і обов'язково супроводжуються комплексом неруйнівних геофізичних методів дослідження дамб.

Фізичною основою використання геофізичних методів при впровадженні моніторингу екзогенних геологічних процесів є наявність зв'язків між геофізичними параметрами геологічного середовища з однієї сторони та її інженерно-геологічними, геокріологічними, гідрогеологічними та екологічними характеристиками – з другої сторони. При цьому під геофізичними параметрами розуміються: фізичні властивості гірських порід, що визначаються за допомогою геофізичних вимірів; особливості розподілу цих властивостей по площі і глибині; особливості просторово-часових змін фізичних властивостей порід та їх розподілу в масиві.

Наш досвід досліджень на дамбах та технічних спорудах свідчить, що насамперед слід зупинитись на використанні комплексу методів електророзвідки. Цей комплекс методів дозволяє оперативно провести дослідження, є забезпеченим апаратурою і програмним підґрунтям та у порівнянні із іншими методами геофізики є недорогим. Запропонований комплекс складається із таких методів: метод вертикальних електричних зондувань (ВЕЗ), метод природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПЕМПЗ), метод природного електричного поля (ПЕП) та метод георадарного зондування (ГРЗ).

Зазначимо, що вказані чотири з основних вживаних приповерхневих сучасних методів електророзвідки не вичерпують переліку можливості геофізичних досліджень – кількість їх значно більша, проте на першочерговому етапі досліджень їх достатньо для вирішення поставлених задач.

У відповідності із зазначеними методами досліджень далі наводяться приклади як для річкових дамб так і для дамб штучних споруд у відповідності з рекомендаціями щодо застосування комплексних параметрів при розрахунку стійкості та оцінки стану дамби. Кінцевим результатом досліджень є надання рекомендацій та технічних рішень щодо укріплення дамб та гребель.

ГЕОТЕРМІЧНІ І ГЕОДИНАМІЧНІ УМОВИ ЛІТОСФЕРИ КАРПАТО-ПАНОНСЬКОГО РЕГІОНУ

Роман Кутас

Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Київ

GEOHERMAL AND GEODYNAMIC CONITIONS OF THE LITHOSPHERE OF THE KARPATHO-PANNONIAN REGION

Roman Kutas

S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv

Карпатський регіон характеризується значною геотермічною неоднорідністю. Густина глибинного теплового потоку в приповерхневому шарі земної кори змінюється від 35-50 до 100-130 мВт/м², тобто від мінімальних до максимальних значень, характерних для різновікових тектонічних елементів в межах континентів. В розподілі геотермічних параметрів зберігаються певні закономірності, які узгоджуються з тектонічним районуванням, особливостями будови та геотермічного розвитку літосфери. Низькі (35-45 мВт/м²) теплові потоки характерні для континентальних структур, які сформувалися в допалеозойський час. Підвищеними (45-60 мВт/м²) значеннями виділяються структури палеозойської консолідації, а високими (>70 мВт/м²) — зони мезо-кайнозойської активності. Геотермічна аномалія перетинає центральну частину Панонського басейну з південного заходу на північний схід від Динарид до Східних Карпат і співпадає з Середньоугорською тектонічною лінією, яка розмежовує тектонічні мікроплити Алькапа і Тісія – Дакія. Друга аномальна геотермічна зона виділяється в Закарпатському прогині. Вона простягається з південного сходу на північний захід вздовж границі альпійського активного поясу із Східноєвропейською плитою. Геотермічно активні зони характеризуються також високою неогеновою вулканічною активністю.

Високу теплову активність внутрікарпатського регіону неможливо пояснити підвищеною радіогенною генерацією або умовами теплоперенесення в земній корі. Додатковий потік тепла надходить із мантиї. Він зумовлений деструкцією літосфери і підняттям астеносфери в процесі субдукції земної кори на етапі закриття океанічних басейнів [1]. Субдукція океанічної літосфери в Закарпатському регіоні продовжувалася з кінці юри до палеогену. Вона супроводжувалась деструкцією літосфери і зменшенням товщини земної кори. Поверхня астеносфери в межах геотермічних аномалій на сучасному етапі знаходиться на глибинах 60-80 км. Товщина земної кори складає 22-25 км.

1. Кутас Р.І. Геотермічні умови і мезо-кайнозойська еволюція Карпато-Панонського регіону. *Геофізичний журнал*. Т. 38, № 5. 2016. С. 75-107.

НАМАГНІЧЕНІСТЬ ОСАДОВОЇ ТОВЩІ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОГО АВЛАКОГЕНУ

Тетяна Лебідь¹, Вікторія Друкаренко²

¹Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, м. Київ

²АТ Укрнафта, м. Київ

MAGNETIZATION OF SEDIMENTARY COVER OF THE DNIPRO-DONETSK AULACOGENE

Tetyana Lebed¹, Viktoriia Drukarenko²

¹S.I. Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv

²JSC Ukrnafta, Kyiv

Дніпровсько-Донецький авлакоген характеризується принципово різною структурою осадового чохла в межах Дніпровсько-Донецької западини та складчастого Донбасу. З метою порівняння намагніченості осадового чохла цих різних структурних елементів було узагальнено та проаналізовано всю наявну на теперішній час інформацію стосовно магнітної сприйнятливості порід північно-західної (Чернігівський сегмент), центральної (Лохвицький сегмент) та південно-східної частини (Полтавський сегмент) Дніпровсько-Донецької западини та Донецького антиклінорію (Ізюмський сегмент) [1-3]. Вивчення магнітної сприйнятливості порід регіону виконано, окрім авторів, багатьма дослідниками (В.Максимчуком, Р.Кудеравцем, І.Кривою, Д.Костенком та ін.), посилки на роботи яких є в наведених публікаціях. Магнітна сприйнятливість порід була визначена на зразках керну продуктивних та непродуктивних свердловин, як лабораторними дослідженнями, так і методом експрес-аналізу безпосередньо в керносковищах. Найбільш магнітними породами осадового чохла є магматичні та ефузивно-пірокластичні утворення та “магнітні” піски ($\chi = (700.0 \div 10000.0) \cdot 10^{-5}$ од. СІ) Чернігівського та Лохвицького сегментів ДДЗ. Інші осадові породи (аргіліти, алевроліти, алевритисті пісковики, пісковики, вапняки) характеризуються магнітною сприйнятливістю в межах $\chi = (10 \div 400) \cdot 10^{-5}$ од. СІ. Середні величини магнітної сприйнятливості порід чохла знаходяться в межах $\chi = (5.0 \div 40.0) \cdot 10^{-5}$ од. СІ. За цього спостерігається зменшення магнітної сприйнятливості порід в ряду: аргіліти > алевроліти > алевритисті пісковики > пісковики > вапняки. Загалом можна відзначити трохи більші значення магнітної сприйнятливості ДДЗ, особливо її прибортової північно-західної частини, по відношенню до складчастого Донбасу.

Виконано аналіз отриманих величин магнітної сприйнятливості порід осадового чохла з регіональною і локальною компонентами геомагнітного поля та розломно-блоковою тектонікою регіону. Показано, що породи з аномальними величинами магнітної сприйнятливості можуть бути маркерами проходження чи скупчення вуглеводнів, оскільки часто супроводжуються локальними магнітними аномаліями і розташовані на перетинах поздовжніх розломів авлакогену (Північного крайового, Центрального та Південного крайового) з розломами та розломними зонами ортогональної та діагональної систем.

1. Орлюк М.І., Друкаренко В.В. (2018). Прогноз шляхів проходження і місць накопичення вуглеводнів Чернігівського сегменту Дніпровсько-Донецької авлакогену за геомагнітними даними. Геофізичний журнал, 40 (2), 123-140. DOI: 10.24028/gzh.0203-3100.v40i2.2018.128935.
2. Orlyuk M.I., Drukarenko V.V., Onyshchuk I.I., Solodkyi I.V. (2018). The association of physical properties of deep reservoirs with geomagnetic field and fault-block tectonics in the Glyns'ko-Solokhivs'kiy oil-and-gas region. Geodynamics, 2 (25), 71-88. DOI: <https://doi.org/10.23939/jgd2018.02.071>.
3. Крива І. (2011). Літомагнітні комплекси нафтогазоносних відкладів палеозою північно-західної частини Дніпровсько-Донецької западини: автореф. дис.... к.г.н., Львів, 14 с.

ГЕОДИНАМІКА ЗОНИ ЗЧЛЕНУВАННЯ СХІДНОЄВРОПЕЙСЬКОЇ ПЛАТФОРМИ І ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ

Володимир Лосів¹, Михайло Яремович¹, Антоніна Іваніна²

¹ТОВ «Науково-виробниче технічне підприємство «Геологічні технології», Львів

²Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів

1. Основою ефективного прогнозування всіх видів корисних копалин є якісні геологічні карти регіону і максимально наближена до реальності геодинамічна модель його розвитку. Саме геодинамічними умовами визначається їх наявність.

2. І «фіксист», і практично всі «мобілісти» структури між Східноєвропейською платформою (СЄП) і Передкарпатським прогином (ПКП) розглядають як Західноєвропейську платформу (ЗЄП).

3. У ЗЄП виділяються структурно-фаціальні зони (СФЗ) – Розтоцька, Рава-Руська, Коханівська, Лежайська, які відрізняються віком консолідації.

4. Як межа між СЄП і ЗЄП розглядається зона Тейсейре-Торнквіста (ТТ) – зона зсувного типу, як вважали її «творці».

5. За Глушко В.В та ін. (1991) зона ТТ – континентальна рифтогенна структура шириною 60-100 км, за даними глибинного сейсмічного зондування.

6. З їх описів розвитку вищевказаних СФЗ місця для ЗЄП не залишається.

8. На відсутність підстав виділення ЗЄП вказував Ступка О.С. (2018).

9. З аналізу розрізів окраїни СЄП і Розтоцької СФЗ – фундаменту та палеозойських відкладів, остання була постійно «припаяною» до краю СЄП і є її частиною.

10. Рава-Руського блоку та блоків, суміжних і з ним з заходу, які, нашу думку, є колажем трансляційних терейнів, у місці їх сучасного розташування не було майже до кінця ранньої юри. Їх «корені», імовірно, треба шукати значно північніше.

11. Трансляція колажу терейнів відбувалася по Рава-Руській шовній зоні.

12. Після цього почалося формування постакеційного чохла зони зчленування – юрсько-ранньокредовий Стрийський прогин охоплював всю територію від окраїни СЄП до, імовірно, Лежайського терейну включно, а Львівська крейдова западина лише частково заходила в поле Коханівського терейну.

13. В подальшому зсувні рухи продовжувалися по зоні Рава-Руського та Городоцькому розломах. Це і є, підтверджена сейсмондуванням, сучасна зона ТТ.

14. У ранньому неогені ці рухи по розломах Розтоцької рухомої зони* (РРЗ) спричинили формування синзсувного, рифтогенного грабену – Городоцько-Артасівського, прогину*, поширеного від Розтоцької СФЗ до краю ПКП прогину і частково перекритого останнім.

15. Розтоцька рухома зона є поверхневим проявом активності Рава-Руської шовної зони. Саме до неї приурочене різке зростання теплового потоку до 60-80 МВт/м².

16. Інверсія грабену, яка відбулася до сармату, призвела до формування ступінчастого Розтоцького горсту – сучасні морфоструктури Розточчя.

17. Лівозсувні рухи по РРЗ з тертям колажу терейнів об край СЄП призвели до виникнення серії субширотних зон тріщинуватості, з якими пов'язане формування морфоструктур Пасмового Побужжя.

18. Фрагменти цих розломів були зміщені розломами РРЗ. До їх перетинів приурочені поклади термальних вод району Львова і околиць, які містять глибинні йод і бром.

19. Частина Розтоцького горсту по Жовківському розлому до сармату була зміщена на захід і перекрита відкладами ПКП.

20. Запропонована модель розвитку регіону дає підстави для перегляду його перспектив на пошуки корисних копалин – РРЗ і Городоцький розлом є каналами теплових потоків та можуть бути зонами дилатансного нагнітання вуглеводнів.

* Виділено нами.

ДЕЯКІ ЗАПИТАННЯ ДО ГЕОДИНАМІКИ КАРПАТ ТА ПЕРЕДКАРПАТТЯ

Володимир Лосів¹, Михайло Яремович¹, Антоніна Іваніна²

¹ТОВ «Науково-виробниче технічне підприємство «Геологічні технології», Львів

²Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів

1. При розгляді геологічних карт та розрізів регіону, який охоплює Карпатську складчасту систему (КСС) та Передкарпатський прогин (ПКП), одразу впадає в очі суцільна «лапша» насувів і практично повна відсутність поперечних розломів, які мали б якийсь суттєвий вплив на його структурний малюнок. Навіть зсувні розломи закономірної пари насув-зсув є рідкістю. На карпатській частині карти аркушу 34-XXIV (Дрогобич) їх ще є деяка кількість, а на карті аркушу М-35-XXV (Івано-Франківськ) є лише один такий розлом. В то й же час в рамках роботи нашої компанії ми фіксували численні такі розломи з зонами шириною у десятки і навіть сотні метрів.

2. З пояснювальних записок виходить, що історія геологічного розвитку регіону, як така, закінчилася у ранньому неогені формуванням Карпатського мегапокриву [1].

3. З пліоцену починається формування сучасного рельєфу [2], згадуються зледеніння та прояви неотектонічних процесів, які зафіксовані перевищеннями 16-и річкових терас, та чіткими лінеаментами в цьому рельєфі [1]. Правда, ці лінеamenti дуже бідно показані на карті івано-франківського аркушу і відсутні на дрогобицькому.

4. На картах зовсім немає розломів, які б розсікали складчасті структури наскрізь, як це роблять «глупі річки», долини яких безумовно приурочені до зон розломів, чи зон тріщинуватості – по іншому такий лінійний розмив поперек хребтів скельного масиву КСС не можливий.

5. Частина поперечних розломів повинна була зародитися ще на стадії розвитку КСС, як складчастої системи, оскільки вона в цілому була своєрідним аллохтоном перед терейнами Алькапа та Тися-Дакія [1].

6. Ці розломи повинні були мати зсувну кінематику, тобто виступати в ролі структур дилатансного нагнітання.

7. Також, значна кількість таких розломів, поза сумнівом, повинна була виникнути у процесі «ізостатичного спливання» складчасто-насувної структури скупчування Карпат після її формування з зануренням при цьому «коренів» на значні глибини разом з імовірно підсунутим під неї континентальним блоком типу Лежайського.

7. Занурення «коренів» КСС на значні глибини безумовно супроводжувалося їх прогрівом і появою термогазових потоків.

8. Під впливом термогазових потоків посилювалося термічне дозрівання нафтогазоматеринських порід, появлялися джерела термальних та мінеральних вод.

9. Одночасно відбувалися зміни фізико-механічних властивостей порід, вивченням яких, наскільки відомо, теж ніхто не займався, стосовно їх компетентності до розмиву. Саме цим зумовлена поява значної кількості морфоструктур, в першу чергу купольно-кільцевого типу, які добре проявлені у рельєфі КСС та ПКП.

10. В цих морфоструктурах також добре помітні і розломи радіального типу.

11. Зміни порід під впливом термогазових потоків безумовно повинні мати відображення у їх сейсмо-акустичних характеристиках, що необхідно враховувати при використанні різних методів сейсморозвідки. Це у КСС і ПКП теж ніхто не вивчав.

1. Ващенко В.О. та ін. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Аркуш М-35-XXV (Івано-Франківськ). К., 2007.
2. Герасімов Л.С. та ін. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Аркуш М-34-XXIII (Пшемисль), М-34-XXIV (Дрогобич). К., 2005.
3. Гнилко О.М. Тектонічне районування Карпат у світлі терейнової тектоніки. // Геодинаміка. 2011. № 1(10). С. 46-57.

МОДЕЛЮВАННЯ ВИДОБУТКУ НАФТИ В ГЕОСОЛІТОНОВОМУ РОДОВИЩІ

Михайло Лубков

Полтавська гравіметрична обсерваторія Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України,
м. Полтава

В наш час актуальними залишаються проблеми збільшення нафтовіддачі пластів та ефективної підтримки стабільного рівня видобутку нафти. Це стосується й різних геолого-геофізичних моделей нафто-газових родовищ. При утворенні, переносі та накопиченні вуглеводнів важливу роль грає механізм їх вертикальної міграції. Серед моделей, в яких представлені такі механізми, достатньо популярною є геосолітонова концепція [1]. Центральна вертикальна розломна геосолітонова труба є основним елементом енергомасопереносу. Вона формує позитивну геоструктуру для нагнітання нафтогазової компоненти в її осьову частину. Аномально високий тиск накопичених газів у центральній осьовій частині геоструктури призводить до їх проникнення в пласти колектора, де формується система покладів, яка складається з газової шапки, нафтових оторочок й витоку на периферію пластової води.

З метою ефективного видобутку нафти у геосолітоновому родовищі на основі комбінованого скінчено-елементно-різницевого методу для нестационарної задачі п'єзопровідності [2] проведено чисельне моделювання розподілу падіння пластового тиску в нафтових оторочках геосолітону. Розроблений скінчено-елементно-різницевий метод розв'язання нестационарної задачі п'єзопровідності у деформованих нафтоносних пластах дозволяє адекватно на кількісному рівні описувати розподілення пластового тиску в нафтоносних оторочках геосолітону в реальних умовах експлуатації. Результати моделювання показують, що процес виснаження у гілках (оторочках) геосолітону відбувається рівномірно. Проте він залежить від геометрії геосолітону, фільтраційних властивостей пластів та коефіцієнтів інфільтрації нафти на межах геосолітону. Процес встановлення тиску в системі нафтовидобувних пластів геосолітону при заданому навантаженні потребує значного проміжку часу, він становить приблизно 10 діб. На початковому етапі видобутку, збільшення коефіцієнтів інфільтрації нафти на межах геосолітону помітно впливає на фільтраційний процес, однак по мірі встановлення цей вплив зменшується. В той же час розрахунки показують, що коефіцієнти інфільтрації нафти менші за 0,001 м швидко призводять до виснаження пластів. Аналіз результатів підтверджує домінуючий вплив коефіцієнтів проникності нафтової фази в системі геосолітону на інтенсивність фільтрації й відповідно нафтовіддачу, при цьому коефіцієнт проникності менший за 0,02 Дарсі призводить до швидкого виснаження нафтоносних пластів геосолітону. Розташування видобувних свердловин відносно довжини гілок геосолітону при інших задовільних умовах видобутку практично не впливає на інтенсивність нафтовіддачі. В той же час, оптимальне розміщення видобувних свердловин набуває значення при обмежених коефіцієнтах проникності нафти в гілках геосолітону та знижених коефіцієнтах інфільтрації нафти на його межах. Очевидно найкращі умови збільшення нафтовіддачі та видобутку нафти в системі геосолітону у кожному практичному випадку досягаються внаслідок оптимального підбору усіх впливових факторів фільтрації. З іншого боку ці фактори можуть бути оцінені за допомогою моделювання на основі представленого методу.

1. Мегеря В. М., Филатов В. Г., Старостенко В. И. Геосолитонная концепция образования углеводородов и возможности и перспективы применения несейсмических методов для поисков их скоплений. Геофиз. журн. – 2012. - N 3(36). – С. 4 – 21.
2. Лубков М. В. Моделювання продуктивного тиску в неоднорідних нафтоносних пластах. Геоінформатика. 2017. Т. 63, N 3. С. 23 – 29.

ЧОРНОСЛАНЦЕВІ ФОРМАЦІЇ ЕВКСИНСЬКОГО ТИПУ ПІВНІЧНОЇ АМЕРИКИ ТА УКРАЇНИ

Олександр Лукін¹, Володимир Коболев²

¹Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ,

²Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, м. Київ

BLACK SHALE FORMATION EVKSINSKI TYPE OF NORTH AMERICA AND UKRAINE

Oleksandr Lukin¹, Volodymyr Kobolev²

¹Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine, Kyiv,

²S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv

Чорносланцеві формації (ЧСФ) евксинського типу становлять особливий інтерес з точки зору літогеодинамічних та флюїдодинамічних аспектів, а головне – внаслідок їх генетичних особливостей у взаємодії екзогенних та ендегенних (глибинних) факторів седиментації. Виходячи з закономірностей сланцевої газонасності, родовища вуглеводнів на Північно-Американському континенті пов'язані переважно з евксинським типом ЧСФ, які утворюються у відносно глибоководних задугових басейнах. Серед різновікових басейнів евксинського типу на Україні своєю схожістю з Чорним морем виділяється ранньовізейський басейн, фрагменти якого приурочені до Дніпровсько-Донецькій западині, а також Придобруджинського прогину [1]. Це типові ЧСФ, які накопичуються в умовах інтенсивної газовіддачі ($\text{CH}_4\text{--H}_2\text{S--CO}_2$) дна морського басейну з обмеженою циркуляцією і анаеробними мікробіогенними факторами седиментації. Завдяки цьому, північно-американські родовища СГ являють собою крупні формаційні тіла (свити) характерної конфігурації, які характеризуються визначеною тектонічною позицією. При зануренні осадової товщі (наприклад в процесі руйнування газогідратів внаслідок підвищення температури) виникає складна каверзна-порова порожнеча, яка заповнюється глибинними генераціями вуглеводнів. Саме зазначеними факторами та механізмами можна пояснити морфологічні особливості кавернозної вторинно-порової порожнечі нетрадиційних колекторів вуглеводневої сировини.

Евксинітам ЧСФ притаманні інтенсивна газовіддача, утворення газогідратів, нерівномірне (в просторі і часі) вуглекисле-сірководневе зараження придонних шарів води, значна роль мікробіогенної органіки. Вони входять до основних індикаторів розсіяних за площею газових проявів на дні Чорного моря у вигляді сипів, факелів, та фонтанів грязьових вулканів, які приурочені до розломних зон, як шляхів міграції і розвантаження глибинних флюїдів [2].

Вищезазначені явища поряд з газосланцевими родовищами Північної Америки також широко поширені у різновікових гідрокарбонатних ЧСФ Придобруджинському-Дніпровсько-Донецького палеобасейні. У світлі гіпотези планетарних гарячих поясів Землі розглянуті деякі аспекти еволюції та глибинної будови вказаних регіонів. Просторовий аналіз розташування палеомагнітних екваторів, на максимумах яких формувалися проникливі трансмантійні зони у вигляді радіально направлених шляхів міграції глибинних флюїдів і зон розвантаження глибинної енергії, починаючи з протерозою, виявився надзвичайно результативним з точки зору відповідальності за ендегенний процес формування родовищ вуглеводневої сировини [3].

1. Лукін А.Е. Черносланцевые формации эвксинского типа – мегаловушки природного газа. Геология и полезн. ископ. Мирового океана. 2013. № 4. С. 5–28.
2. Shnyukov, E., Kobolev, V., Yanko, V. 2025. Anomalous gas volcanism of the Black sea. Switzerland: Springer. 363 p.
3. Коболев В.П. Эндегенные углеводороды палеоэкваториальных рифтогенных узлов Земли // Нафтогазова інженерія. Науково-технічний збірник. № 2. 2017. - С. 1-18.

МЕРЕЖА ІНФРАЗВУКОВОГО МОНІТОРИНГУ В УКРАЇНІ – МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ

Олександр Лящук, Юрій Андрущенко, Наталія Осадча, Ярослав Борей, Сергій Довбиш
Головний центр спеціального контролю НЦУВКЗ ДКА України, с.м.т. Городок

INFRASOUND MONITORING NETWORK IN UKRAINE – METHODOLOGICAL AND TECHNICAL ASPECTS

**Olexandr Liashchuk, Yuriy Andrushchenko, Nataliya Osadcha, Yaroslav Borei,
Serhiy Dovbysh**

Main Center of Special Monitoring, NCUVKZ, State Space Agency of Ukraine, Horodok

Інфразвукові хвилі (<20 Гц) поширюються в атмосфері з низьким загасанням, що дозволяє реєструвати події на відстанях до кількох тисяч кілометрів. Це робить інфразвукові спостереження важливим компонентом сучасного геофізичного моніторингу, здатним фіксувати природні, техногенні та воєнні події на великих відстанях. В умовах воєнного стану в Україні інфразвукові технології набувають особливої актуальності для верифікації подій, оцінки ризиків та формування доказової бази.

Українська мережа включає п'ять активних станцій на півночі та заході, які забезпечують реєстрацію широкого спектра подій. Дані обробляються через Національний центр даних, що дозволяє інтегрувати інфразвукові сигнали з іншими геофізичними джерелами, в першу чергу сейсмічними. Станції обладнані масивами цифрових мікробарографів українського виробництва. Дані в форматі miniseed обробляються з використанням методу PMCC (Progressive Multi-Channel Correlation), який дозволяє виявляти когерентні хвилі, визначати їх азимут, швидкість поширення та джерело генерації. Для здійснення регіонального моніторингу до обробки також залучаються інфразвукові станції МСМ ОДВЗЯВ та Центрально Східно-Європейської інфразвукової мережі (CEEIN).

Реєстрація актуальних малопотужних подій вимагає встановлення додаткового обладнання на сході і півдні країни. На сьогодні створена сейсмоакустична станція на основі uestиканального АЦП Centaur компанії Nanometrics, реєструються три сейсмічні компоненти та три інфразвукові. Мікробарографи розносяться у просторі на 100 метрів від бази. Живлення автономне від АКБ та сонячних панелей, передача даних через 4G модем або термінал Старлінк.

Розгортання таких станцій у стратегічно важливих регіонах дозволить суттєво підвищити просторову роздільну здатність інфразвукового моніторингу та оперативність реагування на події. У перспективі планується створення інтегрованої мережі сейсмоакустичних станцій, що охоплюватиме всю територію України, з можливістю обміну даними з міжнародними партнерами. Це сприятиме не лише підвищенню рівня національної безпеки, а й розвитку наукових досліджень у галузі геофізики, атмосферної акустики та моніторингу навколишнього середовища.

ІНФРАЗВУКОВІ МЕТОДИ РАННЬОГО ВИЯВЛЕННЯ ЦУНАМІ В МОРІ СКОША

Олександр Лящук¹, Юрій Андрущенко¹, Юрій Отруба²

¹Головний центр спеціального контролю НЦУВКЗ ДКА України, смт.Городок

²Національний антарктичний науковий центр МОН України, м.Київ

INFRASOUND METHODS FOR EARLY TSUNAMI DETECTION IN THE SKOTIA SEA

Olexandr Liashchuk¹, Yuriy Andrushchenko¹, Yuriy Otruba²

¹Main Center of Special Monitoring, NCUVKZ, State Space Agency of Ukraine, Horodok

²National Antarctic Scientific Center of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv

Ряд потужних землетрусів регіону моря Скоша викликали хвилі цунамі, що неодноразово реєструвалося мареографами на Українській антарктичній станції (УАС) Академік Вернадський. Хвилі цунамі реєструвалися й після інших сильних землетрусів у світі. Амплітуда хвиль цунамі від зареєстрованих землетрусів не перевищувала значень 50 см. Однак хвилі навіть такої амплітуди здатні спричинити негативні наслідки на значному віддаленні від епіцентру події. Так, наприклад, після землетрусу біля узбережжя Японії в березні 2011 року виникло цунамі, яке дійшло до узбережжя Антарктиди. Хоча амплітуда хвиль не перевищувала 30 см, цього виявилось досить, аби спричинити удар у шельфовий льодовик, внаслідок чого відколовся айсберг Sulzberger, який за площею перевищує розміри Манхеттена. На офіційному сайті BAS повідомляється про те, що руйнування Хатини Ворді на острові Вінтер архіпелагу Аргентинські острови в 40-х роках минулого сторіччя могло спричинити цунамі. Землетруси у травні 2025 року в протоці Дрейка теж спричинили цунамі, однак цього разу інформація про його наближення була отримана завчасно, ще до приходу хвилі на станцію. Це стало можливим завдяки інфразвуку та його властивості поширюватися швидше цунамі.

Цунамі виникають лише після тих землетрусів, що пов'язані зі швидким утворенням на дні океану скидів, обвалів, зсувів. Це зміщення діє за принципом поршня і штовхає воду, викликаючи утворення цунамі. Окрім цього, такий «поршень» штовхає не лише воду, а й атмосферне повітря, що і призводить до генерації інфразвукових хвиль. Тож алгоритм раннього попередження про цунамі починається з реєстрації сейсмічних хвиль від землетрусу та його локалізації. Наступним етапом є реєстрація інфразвукових хвиль та підтвердження локації. У випадку, якщо інфразвукова хвиля не реєструється - цунамі відсутнє, а при реєстрації інфразвукової хвилі подається сигнал тривоги. Кінцевим підтвердженням факту приходу цунамі є реєстрація мареографом.

Донедавна на станції реєструвався інфразвук, однак відсутність направленою моніторингу не давала можливості асоціювати події. Ситуація змінилася, коли в 2021 році на УАС змонтували інфразвуковий масив, що дало можливість визначати азимут на джерело сигналу. Масив складається із чотирьох мікробарографів Chaparral Physics Model 64Vx, розташованих на відстанях біля 100 метрів один від одного. Разом з тим в Ушуаї в рамках розбудови Міжнародної системи моніторингу розгорнутий інфразвуковий масив IS02AR, дані якого доступні для аналізу в режимі реального часу. Тож маючи азимут з двох масивів з'явилася можливість кутомірним способом визначити джерело сигналу і підтвердити, що інфразвук згенерований конкретним землетрусом.

1. Лящук О.І. Можливість попередження про загрозу цунамі внаслідок землетрусів у морі Скоша за допомогою геофізичних методів. *Укр. антаркт. журн.* 2014, №13, с. 61-66.

ЗОНА ТЕЙССЕЙРЕ-ТОРНКВІСТА НА ТЕРИТОРІЇ ЗАХІДНОЇ УКРАЇНИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ГРАВІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПО ЛІНІЇ СЕЙСМІЧНИХ ПРОФІЛІВ

Валентин Максимчук, Сергій Анікеєв

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

THE TEISSEYRE-TORNQUIST ZONE IN THE TERRITORY OF WESTERN UKRAINE ACCORDING TO THE RESULTS OF GRAVITY MODELLING ALONG THE LINE OF SEISMIC PROFILES

Valentyn Maksymchuk, Sergiy Anikeyev

Carpathian Branch of the S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv

Питання простягання зони Тейссейре-Торнквіста (ТТЗ) на заході України та її природи, незважаючи на багаторічну історію її вивчення, залишається актуальним до теперішнього часу. Метою роботи є аналіз структури гравімагнітних полів, побудова густинних моделей по сеймогеологічних профілях, що перетинають зону контакту Східноєвропейської платформи та Зовнішніх Карпат, а також виявлення на цій основі характерних ознак ТТЗ. Результати гравітаційного моделювання [1, 2] по трасерах СГ-1(66) та СГ-1(67) підтверджують глибинні побудови за сеймогеологічними розрізами: геометрію поверхні дорифейського фундаменту та різко неузгоджений характер її занурення відносно поверхні рифейського фундаменту у південно-західному напрямку від Рава-Руського розлому, який є межею Східноєвропейської платформи (СЄП). У гравімагнітних полях яскраво виділяються Самбірська, Більче-Волицька та Рава-Руська тектонічні зони, які нами розглядаються як продовження Трансєвропейської шовної зони (ТЄШЗ). Від Складчастих Карпат ТЄШЗ відділяється Передкарпатським(?) розломом. У смузі між Рава-Руським та Великомоствіським глибинними розломами оконтурено зону мафічних магматичних тіл (ММТ), яка може бути індикатором тектонічних «зламів» окраїни СЄП. Ця смуга прогнозується нами як зона Тейссейре-Торнквіста (ТТЗ) [3]. По регіональних профілях Р2 та Р5 в околі зазначених глибинних розломів у мезо-неопротерозої за динамічними особливостями часового розрізу також виокремлюються характерні зони інтрузій (Х. Заяць, 2013). У сейсмічному розрізі по профілю Равсак (В. Старостенко, 2013) на ділянці перетину з Великомоствіським та Радеківсько-Рогатинським розломами виявлено зону понижених швидкостей, яка ймовірно є зоною розвитку інтрузій. Над цими інтрузіями блоки фундаменту припідняті, що успадковується осадовим покривом у вигляді нахилених на південний захід площин скидо-насувів та локальних структур осадового чохла. Такі ж зони ММТ простежуються на території Польщі на сеймогеологічних розрізах за профілями POLCRUST-01 та PolandSPAN™ L5100 і L5200.

Отже, гравітаційне моделювання, що ґрунтується на сеймогеологічних матеріалах у смузі профілів СГ-1(66) та СГ-1(67), дає підстави прогнозувати зону Тейссейре-Торнквіста поміж Великомоствіським та Рава-Руським глибинними розломами як розломно-тектонічну окраїну СЄП у межах західної України.

1. Anikeyev, S., Maksymchuk, V. (2025). Density model of the Earth's crust in the joint zone of the Outer Carpathians and the East European Craton along the Cisna – Khyriv – Rava-Ruska – Velyki Mosty line. *Geodynamics*, 1(38), С. 57-70. <https://doi.org/10.23939/jgd2025.01.057>.
2. Anikeyev S. G., Maksymchuk V. Yu., Pylyp'yak M. M. (2019). Gravity-magnetic model of the Kolomyia paleovalley for the Nadvirna-Otyniya-Ivano-Frankivsk geotravers. *Geofizicheskyy Zhurnal*, 6(41), 73-92. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i6.2019.190067>.
3. Максимчук В., Анікеєв С., Кудеравець Р. Відображення зони Тейссейре-Торнквіста в гравімагнітних полях на території України. В зб. *Геологічна будова та історія геологічного розвитку Українського щита*. Київ, 2024. 265-269. <https://doi.org/10.30836/gbhgd.2024.55>.

ПІДСУМКИ БАГАТОРІЧНИХ ТЕКТОНОМАГНІТНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ЗАКАРПАТСЬКІЙ СЕЙСМОАКТИВНІЙ ЗОНІ

**Валентин Максимчук¹, Євгеній Накалов¹, Ігор Чоботок¹, Іван Ярема¹, Ольга Бріллінг²,
Василь Ігнатишин², Оксана Павлюк¹.**

¹Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Львів

²Відділ сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН
України, м. Львів

SUMMARY OF MULTI-YEAR TECTONOMAGNETIC RESEARCH IN THE TRANSCARPATHIAN SEISMOACTIVE ZONE

**Valentyn Maksymchuk¹, Yevheniy Nakalov¹, Ihor Chobotok¹, Ivan Yarema¹, Olcha Brillling²,
Vasyl Ignatyshyn², Oksana Pavluk¹.**

¹Carpathian Branch of the S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv

²Department of seismic activity of Carpathian area of the S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS
of Ukraine, Lviv

Тектономагнітні дослідження виконуються на Карпатському геодинамічному полігоні з метою вивчення сучасної геодинаміки та виявлення геомагнітних провісників землетрусів вже понад 40 років. Зазначені питання залишаються актуальними, оскільки Закарпаття відноситься до 7-бальної зони за шкалою MSK-64. На різних етапах розвитку тектономагнітних досліджень на полігоні, в залежності від апаратурно-технічних можливостей, методики робіт, розв'язувались різні геолого-геофізичні задачі.

За результатами площієвних та профільних тектономагнітних досліджень на території Закарпатського прогину та складчастих Карпат було виявлено тектономагнітні аномалії, досліджено їх просторову структуру, встановлено їх зв'язок з особливостями розломно-блокової структури земної кори та сейсмічністю. Етап неперервного тектономагнітного моніторингу розпочався у 90-х роках у зв'язку з розбудовою мережі режимних геофізичних станцій. На РГС «Нижнє Селище», «Тросник», «Брид» були розпочаті неперервні виміри магнітної індукції В з використанням протонних магнітометрів МВ-01 з чутливістю 0,1 нТл. Основна задача досліджень полягала у виявленні варіацій магнітного поля геодинамічного походження – тектономагнітних варіацій, та встановлення їх просторово-часових зв'язків із сейсмічністю. За більш як 30-річний період моніторингових геомагнітних спостережень на РГС накопичено неперервні ряди середньодобових значень модуля вектора магнітної індукції B_T (або T) та різницевого магнітного поля ΔT між РГС.

За результатами аналізу часових рядів різницевого магнітного поля ΔT виявлено часові зміни геомагнітного поля різної тривалості та природи:

- довготривалий квазілінійний тренд поля ΔT на рівні 0,5 нТл/рік, природа якого пов'язується із градієнтом вікового ходу головного магнітного поля Землі
- довгоперіодні коливання (5-7 років) у різницевому полі ΔT між РГС Брид-Тросник та Брид-Н.Селище з амплітудою до 5 нТл, які корелюють із сейсмічним режимом регіону та, ймовірно, зумовлені змінами тектонічних напружень у земній корі на регіональному рівні
- епізодичні короткотривалі зміни поля ΔT (від декількох тижнів до декількох місяців) амплітудою до 3 нТл, які мають просторово-часовий зв'язок з місцевими землетрусами з магнітудою $M \geq 3$ та, ймовірно, спричинені їх підготовкою
- аномальні ефекти у полі ΔT (до 3 нТл), які корелюють з метеофакторами (з рівнем ґрунтових вод)

Зроблено загальний висновок про певну інформативність та перспективи тектономагнітного методу для виявлення геомагнітних провісників місцевих землетрусів з $M \geq 3$ у межах Закарпатського прогину. Подальші перспективи тектономагнітних спостережень пов'язуємо з ущільненням мережі РГС, переоснащенням станцій новітньою магнітометричною апаратурою з чутливістю 0,01 нТл, модернізацією методів збору та передачі даних, комплексуванням геомагнітних спостережень з іншими геофізичними та геодезичними методами.

СВЕРДЛОВИННИЙ СЕЙСМОАКУСТИЧНИЙ І ТЕРМОМЕТРИЧНИЙ ЗОНД

Дмитро Малицький¹, Андрій Микита¹, Андрій Назаревич¹, Ігор Бутитер²

¹Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, м. Львів,

²Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача
НАН України, м. Львів

BOREHOLE SEISMOACOUSTIC AND THERMOMETRIC PROBE

Dmytro Malyskyi¹, Andriy Mykyta¹, Andriy Nazarevych¹, Igor Butyter²

¹Carpathian Branch of the S.I. Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv,

²Pidstryhach Institute for Applied Problems Mechanics and Mathematics, NAS of Ukraine, Lviv

З метою пристосування вимірювальних пристроїв до свердловинних досліджень із забезпеченням їх високих метрологічних характеристик та довготривалої стабільної роботи розроблено ряд свердловинних перетворювачів та зондів.

Відомі різноманітні перетворювачі сейсмоакустичних сигналів та температури, що виникають у геологічному середовищі. Серед них широке застосування знайшли п'єзоелектричні датчики [1], в яких чутливим елементом до сейсмоакустичного сигналу є сенсор з полікристалічного п'єзоелектричного матеріалу. Перевагою таких п'єзоелектричних сенсорів є їх малі габарити, простота конструкції, висока чутливість, безгістерезисність, технологічність, надійність в роботі та ефективне вимірювання швидкозмінних величин. Для застосування п'єзоелектричних сенсорів у геофізичних сейсмоакустичних дослідженнях у свердловинах необхідні такі конструкції зондів, які здатні забезпечувати їх роботоздатність на великих глибинах при високих тисках рідини.

Для вимірювань температури використовуються кварцові монокристалічні сенсори з підвищеною термочутливістю. Одна з перших глибинних конструкцій свердловинного термометричного перетворювача розроблена і запатентована нами у 2016 році (патент UA 111484). Даний винахід належить до техніки термометрії і може бути використаний у геофізичних дослідженнях, а саме для дистанційного виміру температури, зокрема, у свердловинах, з метою моніторингу температурного режиму геосередовища.

В подальшому особливу увагу приділено питанням розвитку методів одночасного визначення сейсмоакустичних та температурних полів у конкретних точках геосередовища, зокрема у свердловинах. Поставлену задачу вирішено тим, що у конструкцію винаходу (патент UA 111484) додатково встановлено низькочастотний п'єзоелектричний акселерометр, який уловлює і сейсмоакустичні сигнали.

Для покращення моніторингу сейсмічності геосередовища необхідно реєструвати сейсмоакустичне поле у трьох взаємно перпендикулярних площинах і одночасно вимірювати температуру. Тому у вдосконалену конструкцію зонда (патент UA 125384) встановлено трьохкомпонентний низькочастотний п'єзоелектричний акселерометр, який реєструє сейсмоакустичне поле у трьох взаємно перпендикулярних площинах. Герметичність його конструкції дозволяє витримувати тиск рідин на достатньо великих глибинах і застосовувати типові низькочастотні п'єзоелектричні сенсори, термодатчики та цифрові інтегральні схеми.

Розроблена конструкція комплексного свердловинного зонда підвищує ефективність моніторингу сейсмічності геосередовища і його температури та зменшує загальну вартість досліджень.

1. Малов В.В. Пьезорезонансные датчики. М.: Энергия, 1978. 248 с.

ГЕОФІЗИЧНІ ВИШУКУВАННЯ МЕТОДОМ ГЕОРАДАРНОГО ЗОНДУВАННЯ НА ПРИКЛАДІ ПРОМИСЛОВОЇ ДІЛЯНКИ

Ігор Мар'яш, Олег Сапужак, Василь Коляденко

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

INDUSTRIAL ENTERPRISE AREA GEOPHYSICAL SURVEYS BY THE GEORADAR RESEARCH METHOD

Ihor Maryash, Oleh Sapuzhak, Vasyl' Koliadenko

Carpathian Branch of Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv

Працівниками Карпатського відділення Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України проведені геофізичні вишукування на ділянці промислового підприємства. Мета роботи – вивчення середовища приповерхневих шарів ґрунтів та порід на виявлення прихованих під поверхнею ділянки досліджень неоднорідностей та встановлення їхніх орієнтовних геометричних параметрів та глибини залягання.

Для виконання геофізичних вишукувань застосований метод георадарного зондування (ГРЗ). Використано георадар “ОКО-2” з робочою частотою 400 МГц та глибинністю до 6 м. Ділянка досліджень складає площу близько 0,2 га (67×30 м²). Всього відпрацьовано методом ГРЗ 68 профілів (2040 погонних метрів) з деталізацією 1 м між ними та поперечним розташуванням щодо довшої сторони ділянки із застосуванням вищезазначеного георадару. Для обробки отриманих даних, побудови профілів та 3D зображення застосоване спеціалізоване програмне забезпечення GeoScan 32.

Результати досліджень представлені 3D зображенням, складеного із трьох проекцій – однієї горизонтальної та двох вертикальних. Аналіз ділянки спостережень показав, що попри візуальну однорідність її поверхні на приповерхневих глибинах перших десятків сантиметрів (10-20 см) і до глибини близько 70 см за даними георадара “ОКО-2” чітко виділяються зони з різними електромагнітними властивостями у вигляді прямокутників змінної довжини у напрямку довгої сторони ділянки границя який виділені на відстанях 9 м, 27 м, 34 м, 46 м, 56 м і 59 м (з незначною зміною інтервалу відстаней з глибиною). Причиною такої неоднорідності властивостей є, ймовірно, різний речовинний та структурний склад середовища під поверхнею ділянки, наприклад: бетон, асфальт, пісок, глина, вапняк, щебінь тощо. Крім того, на радарограмах ділянки досліджень простежуються неоднорідності, що можуть бути локальними об'єктами. Зокрема, у північній частині ділянки на відстані 11 м майже по центру чітко виділяється об'єкт, розміром 1×3 м з неглибоким заляганням від поверхні (менше 10 см) і потужністю від декількох міліметрів до 1 м. За характером відбиттів на радарограмі можна зробити висновок, що цей локальний об'єкт – металеве тіло (або ж містить метал). Відбиття електромагнітного сигналу, простежено в одній з вертикальних проекцій на всю глибину розрізу, швидше за все є повторними, так званими “хибними” відбиттями, які зазвичай характерні для металевих чи металовмісних об'єктів. Наприклад, це може бути неглибока забетонована траншея із металевим люком, залізобетонна плита і навіть лист бляхи. У південній частині ділянки на відстані 45 м метрів і до її завершення (67 м) на радіограмі на глибині від 20 до 60 см є порушення залягання шарів, що, ймовірно, результат планування цієї ділянки та вирівнювання її рельєфу. Також майже на кожній вертикальній проекції та незначній глибині (10-30 см) простежуються від одного до кількох об'єктів з “хибними” відбиттями електромагнітного сигналу на всю глибину розрізу, та іншого характеру, ніж умовне “металеве тіло”. Це можуть бути інженерні мережі (кабелі або труби).

Отже, за результатами проведених геофізичних вишукувань методом георадарного зондування на ділянці досліджень із застосуванням георадару “ОКО-2” побудовано профілі та 3D зображення, проведено їхній аналіз та інтерпретацію. Виявлено зони різних електромагнітних властивостей, що пов'язані із різним речовинним і структурним складом середовища ділянки, а також локальні об'єкти та встановлено їхні геометричні параметри, глибини залягання та наведено припущення щодо їхньої природи.

МЕТОД УЗГОДЖЕННЯ ДАНИХ СКАЛЯРНОГО МАГНІТОМЕТРА ТА ВАРІОМЕТРА ГЕОМАГНІТНОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ АІА НА УКРАЇНСЬКІЙ АНТАРКТИЧНІЙ СТАНЦІЇ «АКАДЕМІК ВЕРНАДСЬКИЙ»

**Андрій Марусенков¹, Віра Проненко¹, Юрій Сумарук^{2,3}, Валерій Корепанов¹,
Михайло Орлюк², Микола Леонов³**

¹Львівський центр Інституту космічних досліджень НАН та ДКА України, м. Львів,

²Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Київ,

³Державна установа Національний антарктичний науковий центр Міністерства освіти та науки України, м. Київ

METHOD FOR MATCHING THE RECORDS OF THE SCALAR MAGNETOMETER AND THE VARIOMETER OF THE AIA GEOMAGNETIC OBSERVATORY AT THE UKRAINIAN ANTARCTIC BASE "AKADEMIK VERNADSKY"

**Andriy Marusenkov¹, Vira Pronenko¹, Yuri Sumaruk^{2,3}, Valerii Korepanov¹,
Mykhailo Orlyuk², Mykola Leonov³**

¹Lviv Centre of Institute for Space research, NAS and SSA of Ukraine, Lviv,

²S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv,

³State Institution National Antarctic Scientific Center Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv

Геомагнітна обсерваторія «Faraday Islands (Argentine Island)» на Українській антарктичній станції «Академік Вернадський» має майже сімдесятирічну історію спостережень в Антарктиді. Після нещодавньої модернізації, у сезонах 2019 та 2024 років, геомагнітні сигнали реєструються за допомогою двох варіометрів LEMI-025, сумісних із 1-секундним стандартом INTERMAGNET, та Овергаузерівського магнітометра GSM-90. Шляхом обробки 1-секундних даних GSM-90 і LEMI-025, отриманих під час сильної магнітної бурі 10-11 травня 2024 року, було виявлено, що відліки GSM-90 випереджали покази LEMI-025 приблизно на 0,4 секунди [1]. Застосування корекції часового зсуву до записів GSM-90 дозволило у декілька разів зменшити різницевий сигнал модуля магнітного поля. Однак, навіть після проведеної корекції різницевий сигнал частково корелює з варіаціями компонент магнітного поля.

У цій роботі зроблена спроба одночасно, в одній процедурі уточнити значення часового зсуву та оцінити такі значення базисних ліній, які найліпшим чином зводять записи LEMI-025 до місця розташування сенсора GSM-90. Для цього використана лінеаризована модель, що пов'язує скалярні вимірювання і вимірювання компонентів, а також ітеративна оцінка методом найменших квадратів п'яти параметрів: часового зсуву між записами обох приладів, трьох значень базисних ліній та вільного параметра. Останній параметр враховує можливі похибки коефіцієнтів перетворення та ортогональності компонент варіометра.

Запропонована процедура була застосована до записів на трьох інтервалах з найбільшим рівнем геомагнітної активності у 2024 році. Сукупне застосування уточненого значення часового зсуву (0,44 ... 0,46 с) та коректних значень базисних ліній дозволяє майже на порядок зменшити різницевий сигнал модуля магнітного поля у порівнянні з нескоригованим сигналом.

1. Marusenkov, A.A., Pronenko, V.O., Sumaruk, Yu.P., Korepanov, V.Ye. and Leonov, M.A., Exploiting the May 2024 geomagnetic storms to test the mutual synchronization of the AIA scalar and variometer instruments, The XXth IAGA Workshop Scientific session program and abstracts, 2024, Vassouras, Brazil, p. S3-1P.

ЕКСКУРСИ ГЕОМАГНІТНОГО ПОЛЯ У МАГНІТОСТРАТИГРАФІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯХ ЗМІН ДОВКІЛЛЯ

Галина Мельник, Володимир Бахмутов, Дмитро Главацький
Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Київ,

GEOMAGNETIC FIELD EXCURSIONS IN MAGNETOSTRATIGRAPHY AND ENVIRONMENTAL CHANGES RESEARCH

Galyna Melnyk, Volodymyr Bakhmutov, Dmytro Hlavatskyi
S.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv,

В останні десятиліття результати палеомагнітних досліджень гірських порід активно використовуються для вирішення завдань геології та стратиграфії. Встановлені завдяки їм різкі та обмежені в часі зміни геомагнітного поля, зокрема такі як інверсії та екскурси, використовуються як часові репери для побудови стратиграфічних схем. У перших роботах, присвячених магнітостратиграфії субаеральних товщ антропогену (1960–1990-ті роки), були встановлені численні екскурси, які спершу виглядали перспективними для побудови регіональних хроностратиграфічних схем. Проте подальший розвиток методу та впровадження сучасної палеомагнітної апаратури показали, що багато з цих результатів були помилковими. Зокрема, хибну ідентифікацію екскурсів у лесових відкладах пов'язують із суттєвим впливом на намагніченість суперпарамагнітних зерен магнетиту [1] та недооцінку впливу біотурбації.

За останнє десятиліття значно розширився обсяг і підвищилася якість палеомагнітних визначень, що дало змогу оновити часову шкалу інверсій та екскурсів геомагнітного поля [2] — основу магнітостратиграфії. Однак ця шкала залишається неповною. У межах хрону Брунес достовірно зафіксовані лише екскурси Laschamp (41 тис. років тому), Blake (114 тис. років тому) та Iceland Basin (188 тис. років тому), тоді як інші потребують підтвердження, особливо за даними з Південної півкулі. Найбільше дискусій викликає визначення екскурсів у межах останніх 30 тис. років, які мають надто обмежений набір спостережень, щоб вважатися підтвердженими.

В українських лесово-грунтових відкладах останніми роками зафіксовані екскурси Unnamed (430 тис. років тому) та Big Lost (540 тис. років тому). Водночас відсутність деяких добре задокументованих глобальних екскурсів, таких як Laschamp і Blake, пояснюється неповнотою вибірки зразків, стратиграфічними перервами, особливостями «магнітного запису» та недостатнім вивченням магнітної мінералогії порід.

Вплив інверсій та екскурсів геомагнітного поля на довкілля залишається предметом дискусій. В першу чергу через проблему пошуку достовірних механізмів такого можливого впливу. Більшість дослідників пов'язують такі механізми з потоками космічних променів, які впливають на характеристики атмосфери Землі. Запропонований нами механізм [3] пояснює зв'язок між варіаціями геомагнітного поля та кліматом також через модуляцію потоків космічних променів головним магнітним полем, наголошуючи на ролі атмосферного озону на наступних етапах процесів в атмосфері.

Проте гіпотеза про зв'язок геомагнітного поля та клімату має як прихильників, так і критиків, і потребує подальших досліджень.

4. Bakhmutov, V., Hlavatskyi, D., & Poliachenko, I. (2023). Magnetostratigraphy of the Pleistocene loess-palaeosol sequences in Ukraine and Moldova: a historical overview and recent developments. *Geological Quarterly*, 67(4), 35. <https://dx.doi.org/10.7306/gq.1705>.
5. Ogg, J.G. (2020). Chapter 5 - Geomagnetic Polarity Time Scale. In Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Schmitz, M.D., Ogg, G.M. (eds) *Geologic Time Scale*. Elsevier, 159-192. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824360-2.00005-X>.
6. Kilifarska, N. A., Bakhmutov, V. G., & Melnyk, G. V. (2020). The hidden link between Earth's magnetic field and climate. Elsevier. 215p.

МАГНІТНІ МЕТОДИ В ОЦІНЮВАННІ ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЙ, ЩО ЗАЗНАЛИ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

Олександр Меньшов¹, Ксенія Бондар², Володимир Бахмутів³, Дмитро Гловацький³,
Євген Поляченко³

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ,

²Інститут геофізики Польської академії наук, м. Варшава,

³Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Київ

MAGNETIC METHODS IN ASSESSING POLLUTION IN AREAS AFFECTED BY MILITARY ACTIONS

Oleksandr Menshov¹, Kseniia Bondar², Volodymyr Bakhmutov³, Dmytro Hlavatskyi³,
Ievgen Poliachenko³

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv,

²Institute of Geophysics, Polish Academy of Sciences, Warsaw,

³S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv

Війна в Україні призводить до величезної кількості небезпечних екологічних та техногенних наслідків. Найбільші ризики та виклики пов'язані з втратою родючих земель [1] в аграрних регіонах, забрудненням ґрунту важкими металами та іншими органічними та неорганічними речовинами, пошуком оптимальних методів розмінування. У воєнний час магнітний метод є цінним інструментом для виявлення забруднення ґрунту важкими металами, перерозподілу генетичних горизонтів та можливої втрати родючого ґрунту, пошуку нерозірваних мін, ракет, тощо [2].

На сьогодні нами сформована значуща база даних щодо впливу військових дій на магнітні властивості ґрунтів та атмосферних пилових фракцій, вмісту важких металів, результатів наземної та аеромагніторозвідки для територій Київської, Миколаївської, Харківської областей, а також міст Київ, Запоріжжя, Херсон, Харків і т. ін. Основна відмінність між досліджуваними ділянками полягає в типах ґрунтів, їх зв'язком з агрокліматичною зоною України, і як наслідок – початкових природних магнітних властивостях. Іншим важливим моментом для інтерпретації є тип вибухової речовини, ракет, військової техніки та дронів. Місця вибухів мін або снарядів калібру до 152 мм не продемонстрували видимого збільшення магнітної сприйнятливості. Водночас магнітомінералогічний аналіз, а також дані XRF, ICP та атомно-адсорбційного хімічного дослідження ідентифікують аномальні зони в межах впливу вибуху. Значне підвищення магнітних властивостей ґрунтів фіксується в місцях безперервних вибухів, капонірів, місць горіння бронетехніки та боекомплектів, розливу нафтопродуктів. Магніторозвідка успішно фіксує металеві частини снарядів, а також бомбтурбацію (перерозподіл ґрунтових генетичних горизонтів).

Подяка та джерела фінансування: Дослідження виконувалися за проектом PAN.BFB.S.BWZ.394.022.2023, що реалізується у рамках програми підтримки українських дослідницьких колективів. Ми вдячні за надану можливість користуватися апаратурою Інституту геофізики Польської академії наук (KLY5, MMPM10), яка була закуплена завдяки проекту EPOS-PL (№ POIR.04.02.00-14-A003/16).

1. Bonchkovskyi, O., Ostapenko, P., Bonchkovskyi, A., & Shvaiko, V. (2025). War-induced soil disturbances in north-eastern Ukraine (Kharkiv region): Physical disturbances, soil contamination and land use change. *Science of The Total Environment*, 964, 178594.
2. Bondar, K. M., Bakhmutov, V., Poliachenko, I., Hlavatskyi, D., & Menshov, O. (2025). Magnetic and chemical signals of post-blast residue in soil: A case study from northern Ukraine. *Science of The Total Environment*, 977, 179342.

**КАРСТОВО-ПРОВАЛЬНИЙ ТЕХНОГЕННИЙ ЗЕМЛЕТРУС
30 (29) ВЕРЕСНЯ 2017 Р. У СТЕБНИКУ
І ПРОБЛЕМА УТОЧНЕННЯ ГІПОЦЕНТРИЙ ЗЕМЛЕТРУСІВ РАЙОНУ
ДРОГОБИЧА – БОРИСЛАВА – СТЕБНИКА – ТРУСКАВЦЯ**

Андрій Назаревич¹, Леся Назаревич²

¹Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Львів,

²Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, ВСКР, м. Львів

**KARST-COLLAPSE TECHNOGENIC EARTHQUAKE
30 (29) SEPTEMBER 2017 IN STEBNYK
AND THE PROBLEM OF HYPOCENTERING OF EARTHQUAKES
IN THE DROHOBYCH – BORYSLAV – STEBNYK – TRUSKAVTS AREA**

Andriy Nazarevych¹, Lesya Nazarevych²

¹Carpathian Branch of the S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv,

²S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, DSCR, Lviv

У матеріалі представлено результати дослідження проблем гіпоцентрії землетрусів району Дрогобича – Борислава – Стебника – Трускавця (Українське Передкарпаття), в якому (раніше асейсмічному за інструментальними і макросейсмічними даними) вже понад 10 років (з 2014 р.) простежується сейсмічна активізація ([1] та ін.). Проблема гіпоцентрії місцевих сейсмічних подій тут чітко проявилась при проведенні гіпоцентрії карстово-провального техногенного землетрусу 30(29) вересня 2017 р. у м. Стебнику. Раніше для гіпоцентрії землетрусів цього району і всього Українського Передкарпаття використовувався, зокрема, сейсмологічний годограф, побудований на основі даних про локалізацію вогнищ місцевих землетрусів і даних про часи вступів сейсмічних хвиль від них на сейсмостанціях регіону. Але при проведенні гіпоцентрії вказаного карстово-провального техногенного землетрусу з його використанням було отримано відхилення інструментально визначеного вогнища від фактичного на 4,9 км по латералі і на 1,8 км за глибиною. Таке відхилення спричинило початково неправильне трактування природи цієї сейсмічної події як природного тектонічного землетрусу. Тільки комплексний аналіз інструментальних даних, макросейсміки та іншої геолого-геофізичної інформації ([2] та ін.) дав можливість виправити цю помилку і ідентифікувати вказану сейсмічну подію як техногенно спровокований карстово-провальний землетрус [1]. Одним з основних при цьому стало уточнення гіпоцентрії даної сейсмічної події, яке дало всі підстави пов'язати її з раптовим карстовим провалом на шахтному полі рудника №2 Стебницького ГХП «Полімінерал» 30 (29) вересня 2017 р. Для уточнення гіпоцентрії землетрусів району Дрогобича – Борислава – Стебника – Трускавця нами серед інших запропоновано і реалізовано підхід з урахуванням реальної швидкісної будови земної кори субрегіону за даними регіональних профілів ([3] та ін.). Результати його застосування проілюстровано на прикладі названого карстово-провального техногенного землетрусу 2017 р. у м. Стебнику, для якого фактична локалізація вогнища (провалу) точно відома. При цьому отримано відхилення інструментально визначеного фокуса сейсмічної події менш як 0,5 км від фактичного, що однозначно підтверджує її техногенну карстово-провальну природу.

1. Nazarevych A., Nazarevych L., Nazarevych R. The use of data on the lithosphere velocity structure and modern computer technologies in the hypocentering of earthquakes of Western Ukraine. *International Conference of Young Professionals "GeoTerrace-2024"* 7-9 October 2024, Lviv, Ukraine. EAGE, 2024, P. 1-5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2024510057>.
2. Рудько Г.І., Гайдін А.М. (2019.) Провали. Деформації земної поверхні над гірничими виробками і карстами. Київ – Чернівці: Букрек. 196 с.
3. Заяць Х.Б. Глибинна будова надр Західного регіону України на основі сейсмічних досліджень і напрямки пошукових робіт на нафту і газ. Львів: ЛВ УкрДГРІ, 2013. 136 с.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ВЕРХНІХ ГОРИЗОНТІВ КОРИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ

Андрій Назаревич¹, Леся Назаревич², Людмила Скакальська¹, Роман Назаревич³

¹Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Львів,

²Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, ВСКР, м. Львів

PECULIARITIES OF THE TEMPERATURE REGIME OF THE UPPER CRUSTAL HORIZONS OF THE CARPATHIAN FOREDEEP

Andriy Nazarevych¹, Lesya Nazarevych², Lyudmyla Skakalska¹, Roman Nazarevych³

¹Carpathian Branch of the S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv,

²S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, DSCR, Lviv

³Ivan Franko National University of Lviv, Faculty of Electronics and Computer Technologies, Lviv

У роботі представлено результати аналізу особливостей температурного режиму верхніх горизонтів кори Передкарпатського прогину, проведених нами на основі літературних, фондових та власних польових термокаротажних даних ([1-3] та ін.). Для порівняння наведено аналогічні результати для Закарпаття. Встановлено, що глибинні температури для Передкарпаття становлять 30 ± 5 , 50 ± 10 , 70 ± 15 , 100 ± 20 °C для глибин 1000, 2000, 3000 і 4000 м відповідно. Температурний градієнт для субрегіону лежить у межах $0,022 \pm 0,01$ °C/м. Для Закарпаття (для глибин 1000, 2000 і 3000 м) температури становлять 55 ± 10 , 100 ± 20 , 145 ± 30 °C відповідно. Середній температурний градієнт для Закарпаття лежить у межах $0,05 \pm 0,015$ °C/м.

Бачимо, що у західному регіоні України тепловий режим верхніх горизонтів кори має значну диференціацію, пов'язану з впливом астенолітної складової регіонального геодинамічного процесу. В Закарпатському прогині спостерігаються підвищені і високі значення теплових потоків ($90-130$ мВт/м²), максимальні значення (до $100-130$ мВт/м²) зареєстровано тут в межах молодих пліоцен-четвертинних зон вулканічної активності.

Щодо Передкарпаття і краю Східноєвропейської платформи, то за даними різних досліджень, глибинний тепловий потік тут набагато менший (здебільшого $50-60$ мВт/м²) і, відповідно, значно менші температури глибинних горизонтів кори.

Результати геотемпературних досліджень використовуються нами у різних напрямках, зокрема, для аналізу особливостей геодинаміки і сейсмотектонічного процесу в регіоні, нафтогазопошукових досліджень, пошуків гідротермальних ресурсів.

У напрямку нафтогазопошукових досліджень наведені тут результати вивчення температурного режиму масивів порід в зонах родовищ Передкарпаття використовуються нами, зокрема, для встановлення і врахування температурних поправок до петрофізичних характеристик порід-колекторів у методиці прогнозування нафтогазоносності розрізів свердловин.

1. Атлас родовищ нафти і газу України. В шести томах. Т. IV-V: Західний нафтогазоносний регіон. Львів : УНГА, 1998. 709 с.
2. Локтев А.А. Геологічні чинники газоносності Закарпатського прогину. Рукопис. Дис... кандидата геол. наук за спеціальністю 04.00.17 "Геологія нафти і газу". ІГН НАН України, Київ, 2019. 155 с.
3. Назаревич А.В. До проблеми підвищення глибинності, чутливості і точності моніторингових та нафтогазопошукових свердловинних геотермічних досліджень // Геодинаміка. 2018. № 1(24). С. 60-79, DOI: 10.23939/jgd2018.01.060.

СУЧАСНИЙ СТАН ГЕОМАГНІТНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ НА РЕЖИМНИХ ГЕОФІЗИЧНИХ СТАНЦІЯХ КАРПАТСЬКОГО ГЕОДИНАМІЧНОГО ПОЛІГОНУ

Євгеній Накалов¹, Василь Ігнатишин², Ольга Бріллінг², Ігор Чоботок¹, Іван Ярема¹

¹Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Львів

²Відділ сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна
НАН України, м. Львів

CURRENT STATUS OF GEOMAGNETIC OBSERVATIONS AT THE REGIME GEOPHYSICAL STATIONS OF THE CARPATHIAN GEODYNAMIC POLYGON

Yevheniy Nakalov¹, Vasyl Ignatyshyn², Olcha Brilling², Ihor Chobotok¹, Ivan Yarema¹

¹Carpathian Branch of the S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv

²Department of seismic activity of Carpathian area of the S.I.Subbotin Institute of Geophysics,
NAS of Ukraine, Lviv

Дослідження змін локального магнітного поля на Карпатському геодинамічному полігоні розпочались у 1967 році [1] у комплексі з іншими геофізичними методами для вивчення тектонічних процесів Українських Карпат.

На мережі режимних геофізичних станціях (РГС) «Нижнє Селище», «Тросник», «Бід», «Берегове» геодинамічного полігону відпрацьовано методики спостережень з використанням магнітометрів з різними частотними діапазонами та чутливістю, здійснено перехід на неперервну реєстрацію геомагнітного поля.

Започатковано періодичні абсолютні виміри компонент геомагнітного поля на мережі пунктів вікового ходу (ПВХ). Мережа РГС у Карпатському регіоні була розширена з відкриттям у 2013 році РГС «Колодуби» (с. Колодуби, Стрийський р-н, Львівської обл.) на якому також щорічно виконуються абсолютні компонентні геомагнітні спостереження в режимі ПВХ. Це дозволило мати, як «базові» виміри для досліджень на Карпатському геодинамічному полігоні так для геомагнітних досліджень у Прикарпатті.

Мережа РГС оснащена сучасними магнітоваріаційними станціями LEMI-017, LEMI-417 (Львівський центр Інституту космічних досліджень, м. Львів), які забезпечують автономну та неперервну реєстрацію вимірів геомагнітного поля і відповідають сучасним технічним вимогам INTERMAGNET [2]. Забезпечено можливість передачі масивів даних спостережень до пункту збору інформації у КВ ІГФ НАН України (м. Львів). Неперервні абсолютні виміри модуля вектора індукції магнітного поля забезпечені магнітометрами MB-01 з адаптованим цифровим модулем [3]. Періодичні абсолютні виміри кутів деклінації та інклінації виконуються однокомпонентними ферозондовими магнітометрами LEMI-203, GEOMAG-02 змонтованими на теодолітах 3Т2КП та THEO-010В відповідно.

1. Кузнєцова В.Г. Історія розвитку тектономагнітних досліджень в Карпатському відділенні Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України / В.Г.Кузнєцова, В.Ю.Максимчук. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2010. 64 с.
2. <https://tech-man.intermagnet.org/stable/>
3. Євгеній Накалов, Іван Ярема, Ольга Бріллінг. Досвід модернізації польових протонних магнітометрів з використанням платформи arduino та адаптацією до задач моніторингу геомагнітного поля./ X Міжнародна наукова конференція „Геофізика і геодинаміка: прогнозування та моніторинг геологічного середовища”. – Львів: Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, 23–25 вересня 2025 р.

ДОСВІД МОДЕРНІЗАЦІЇ ПОЛЬОВИХ ПРОТОННИХ МАГНІТОМЕТРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛАТФОРМИ ARDUINO ТА АДАПТАЦІЄЮ ДО ЗАДАЧ МОНІТОРИНГУ ГЕОМАГНІТНОГО ПОЛЯ

Євгеній Накалов¹, Іван Ярема¹, Ольга Бріллінг²

¹Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Львів

²Відділ сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Львів

EXPERIENCE IN MODERNIZATION OF FIELD PROTON MAGNETOMETERS USING THE ARDUINO PLATFORM AND WITH ADAPTATION TO GEOMAGNETIC FIELD MONITORING TASKS

Yevheniy Nakalov¹, Ivan Yarema¹, Olcha Brilling²

¹Carpathian Branch of the S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv

²Department of seismic activity of Carpathian area of the S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv

Абсолютні виміри складових геомагнітного поля потребують скалярних магнітометрів. У геофізичних установах ще використовуються протонні магнітометри, які побудовані за технологіями «90-х років» (ММП-203, МВ-01, РМР-5 та інші). Прилади мають чутливість виміру 0,1-1нТл, температурну стабільність, технічну документацію і головне – прилади мають методики метрологічної повірки. Це дозволяє використовувати такі магнітометри при сучасних геомагнітних дослідженнях.

Недоліком при використанні цих магнітометрів є ручне керування, відсутність пам'яті для зберігання вимірів, кожен тип приладів має свій протокол зовнішнього інтерфейсу.

Запропоновано, не змінюючи схемотехніки, обладнати магнітометр цифровим модулем на платформі ARDUINO [1]. Використовуючи контролер MEGA-2560 монтується цифровий блок з функціональними модулями (годинник RTC, зчитувач SD-карт, LCD-індикатор, GPS-приймач), об'єднані внутрішнім послідовним інтерфейсом. Ця конфігурація приладу є універсальна до адаптації з магнітометрами. Програмне забезпечення розробляється з двох функціональних частин. Перша – керування процесом вимірювання, налаштування та збереження параметрів, формування файлів запису на SD-карту та передачу результатів вимірів до послідовного каналу. Друга частина є унікальною до кожного типу магнітометра, яка забезпечує реалізацію внутрішнього апаратного інтерфейсу керування приладом, зчитування та перетворення результатів виміру.

Використовуючи таке технічне рішення розроблено цифрові модулі до протонних магнітометрів РМР-5, ММП-203, МВ-01, що дозволило забезпечити нові функції приладів при проведенні магнітних вимірів, таких як пішохідна профільна зйомка, проведення абсолютних вимірів на пунктах вікового ходу та виконання довготривалих вимірів на режимних геофізичних станціях Карпатського геодинамічного полігону.

1. <https://www.arduino.cc>

ТЕРМОБАРОГЕОХІМІЯ І ПЕТРОФІЗИКА: ШЛЯХИ І ПРИНЦИПИ ВЗАЄМОДІЇ

**Ігор Наумко¹, Ігор Куровець¹, Сергій Куровець²,
Ігор Зінчук¹, Галина Занкович¹, Роман-Даниїл Кучер¹**

¹Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, м. Львів

²Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ

THERMOBAROGEOCHEMISTRY AND PETROPHYSICS: PATHS AND PRINCIPLES OF INTERACTION

**Ihor Naumko¹, Ihor Kurovets¹, Serhiy Kurovets²,
Ihor Zinchuk¹, Halyna Zankoych¹, Roman-Danyil Kucher¹**

¹Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of the NAS of Ukraine, Lviv

²Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk

Термобарогеохімія і петрофізика – дві самостійні галузі геолого-геофізичних знань, які, незважаючи на їхнє входження до єдиного комплексу наук про Землю, розвивалися певною мірою достатньо відособлено й розмежовано, однак самодостатньо [1].

Виконаний нами аналіз становлення і формування основних засад термобарогеохімії і петрофізики склав передумови для оцінки можливостей комплексування і взаємодії цих наук, яка визначається, насамперед, тим, що для них характерне речовинне наповнення і спільний підхід до флюїдної складової як динамічної субстанції геосфер Землі, адже флюїди і насичені ними тверді тіла утворюють системи із властивостями, які не вичерпуються ні окремо взятим флюїдом, ні вмісною породою, що поєднує мікро- і макрорівень еволюції мінеральної речовини. При цьому міграційні процеси завершуються при оклюзії флюїдів вакансіями кристалічної структури (включення у мінералах) і закритими порами у породах (закрита пористість), чи при втіленні флюїду у системи відкритої пористості (порожнини, тріщини, каверни тощо), тобто поєднується мікро- і макрорівень еволюції мінеральної речовини. Зауважимо, що, якщо петрофізичні дані фіксують присутність пор для можливого заповнення флюїдом, то наявність у порах флюїду можна ідентифікувати методами термобарогеохімії.

Означені підходи на засадах термобарогеохімії і петрофізики достатньо теоретично, методологічно і метрологічно обґрунтовано на прикладі оригінальних даних по Львівському палеозойському прогину і Сілезькому покрову Українських Карпат, отриманих при вивченні зон, перспективних на поклади вуглеводнів нетрадиційного типу (unconventional type) [2, 3 та ін.]. Зокрема, нами виявлено вірогідну кореляцію складу легких сполук флюїдних включень у кристалах мінералів і закритих пор у породах та значень відносних газо- і водонасиченості з відкритою пористістю порід. Це у комплексі створює передумови для прогнозу аномалій флюїдного середовища (за термобарогеохімічними і петрофізичними показниками).

Такими видаються шляхи і принципи взаємодії та поєднання термобарогеохімії і петрофізики при проведенні досліджень породно-рудних комплексів, насамперед у таких точках дотику як виявлення флюїдонасиченості надр, вивчення порід-колекторів вуглеводнів, зіставлення регіональних термобарогеохімічних і петрофізичних моделей тощо.

1. Матковський О., Наумко І., Павлунь М., Сливко Є. Термобарогеохімія в Україні. Львів: Простір-М, 2021. 282 с. ISBN 978-617-7746-93-4.
2. Kurovets I., Drygant D., Naumko I., Kurovets S., Koltun Yu. Geological and physical-chemical characteristics of Lower Paleozoic deposits of Volhyno-Podillya, Western Ukraine. Geological and hydrogeological studies of the Polish-Ukrainian borderland: *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*. Warszawa: PIG-PIB, 2012. Nr 449, pp. 119–130. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7801462266>.
3. Куровець І. М., Крупський Ю. З., Наумко І. М., Чепіль П. М., Шлапінський В. Є. Перспективи пошуків покладів вуглеводнів у відкладах олігоцену зони Кросно (Українські Карпати). *Геодинаміка*. 2011. № 2 (11). С. 144–146. <https://doi.org/10.23939/jgd2011.02.144>.

РЕЗУЛЬТАТИ ПОРІВНЯЛЬНОГО АНАЛІЗУ ЗАБРУДНЕННЯ НАФТОПРОДУКТАМИ ҐРУНТІВ СТАРУНСЬКОГО РАЙОНУ

Валерій Омельченко¹, Павел Косаковскі², Ян Панчак², Кшиштоф Ян Юрек²

¹Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ,

² AGH Університет науки і технологій в Кракові, м. Краків (Польща)

THE RESULTS OF A COMPARATIVE ANALYSIS OF SOIL CONTAMINATION BY PETROLEUM PRODUCTS OF THE STARUNIA AREA

Valeriy Omelchenko¹, Pawel Kosakowski², Jan Pańczak², Krzysztof Jan Jurek²

¹Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk,

²AGH University of Science and Technology in Krakow, Krakow, Poland

Старунський геодинамічний полігон, виділений О.М. Адаменком [1], це територія у 60 га геологічної пам'ятки Диво-Старуня біля однойменного села Богородчанського району Івано-Франківської області. Унікальність цього об'єкту в тому, що тут, на невеликій площі, сконцентровані родовища та прояви нафти і газу, озокериту, природних солей, єдиний у Карпатах грязьовий вулкан та всесвітньо відоме палеонтологічне місцезнаходження плейстоценової фауни волохатих носорогів та мамонта.

Видобуток нафти в Старуні розпочався ще в 1866 році, коли польські промисловці провели перші нафтогазорозвідувальні роботи. Пізніше тут було проведено нафтогазопишукове буріння, в результаті якого було пробурено 14 пошукових свердловин і лише в одній із них, Надія-1, було підтверджено промислові запаси нафти і газу. Після Другої світової війни, ця свердловина була ліквідована з технічних причин, але виділення нафти і газу із її гирла відбувається до тепер. Окрім цього нафта і газ виділяється і з гирл грязьових вулканчиків та штольн озокеритових шахт, які знаходяться на території Старунського полігону. Все це створює негативний вплив на навколишнє середовище і загрожує знищенню унікального природного явища, названого професором О.М. Адаменком – «Чудо-Старуня».

Дослідження цієї території проводяться вже декілька століть і отримуються завжди якісь нові, не встановлені раніше, результати. Найцікавішим у екологічній оцінці території Старунського геодинамічного полігону є забруднення території нафтопродуктами. У зоні впливу свердловини Надія-1, де разом з розсолами і грязями викидається газ та нафта, а газовий факел горить і сьогодні, спостерігаються найвищі концентрації нафтопродуктів.

У доповіді наводиться аналіз результатів дослідження забруднення території Старунського полігону нафтопродуктами. Нами зроблено порівняння результатів досліджень, що проводились на території Старунського геодинамічного полігону українськими та польськими дослідниками у 2004-2009 роках та у 2025 році.

Значних відхилень від результатів проведених досліджень забруднення ґрунтового шару 2004-2009 роках і у 2025 році не спостерігається, але у окремих пробах виявлено концентрацію нафтопродуктів, яка перевищує допустиму норму у декілька разів. Це стосується проб, які відібрані ближче до свердловини Надія-1 та грязьових вулканів.

Таким чином, забруднення території Старунського геодинамічного полігону відбувається до тепер. Для ліквідації подальшого забруднення нафтопродуктами території, необхідно провести комплекс природоохоронних заходів із забезпечення контролю за виходом нафтопродуктів із свердловин та грязьових вулканів на денну поверхню необхідно передбачити профілактичні заходи з нейтралізації забруднень ґрунтового покриву та елювію техногенних відвалів нафтопродуктами.

1. Adamenko O.M., Kotarba M., Radlowska K.O., Mosiuk M.I., Omelchenko V.G., Bebenek S., Khomyn V.R., Matyszkiewicz J. Starunya: From geological monument to nature unesco GEOPARK. Екологічна безпека та природокористування, № 3 (39), 2021, с. 44-50.

СЕЗОННІ ВЕРТИКАЛЬНІ РУХИ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ ЗА ДАНИМИ ЕКСТЕНЗОМЕТРИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ У ПОЛТАВІ ВПРОВАДЖ 2006 – 2024 РОКІВ

Володимир Павлик, Андрій Кутний, Микола Заливадний, Тетяна Бабич
Полтавська гравіметрична обсерваторія Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна
НАН України, м. Полтава

SEASONAL VERTICAL LAND MOTION BASED ON EXTENZOMETRIC OBSERVATIONS IN POLTAVA FOR THE PERIOD 2006 – 2024

Volodymyr Pavlyk, Andrii Kutniy, Mykola Zalyvadnyy, Tetyana Babych
Poltava Gravimetric Observatory of the S.I. Subbotin Institute of Geophysics,
NAS of Ukraine, Poltava

З метою вивчення впливу зовнішніх чинників гідрометеорологічного походження на вертикальні рухи верхнього шару ґрунту на геодинамічному полігоні (ГП) у Полтаві встановлено свердловинний кварцовий екстензометр [1]. Прилад дозволяє здійснювати моніторинг динаміки шару ґрунту на глибині 0,5 м відносно його постаменту, низ якого розміщений на глибині 5 м від поверхні землі [1]. Реєстрація вертикальної динаміки виконувалась фотоелектричним методом з допомогою аналого-цифрового перетворювача. Екстензометр встановлено на рівнинній ділянці полігону, яка покрита трав'янистою рослинністю; ґрунти – середньо суглинкові за гранулометричним складом.

Впродовж усього періоду спостережень виділяється лише сезонна періодичність у вертикальній динаміці верхнього шару ґрунту в діапазоні низьких частот. Її параметри, які отримані нелінійним методом найменших квадратів такі: амплітуда – 1.73 ± 0.05 мм, момент максимального підняття земної поверхні – 86.76 ± 0.06 день з початку року (27 березня), період 364.42 ± 0.30 днів. В окремі роки спостережень величини сезонної складової вертикальної динаміки земної поверхні можуть відрізнятись між собою у 3-4 рази.

Паралельно з геофізичними визначеннями на полігоні виконувались спостереження за вологістю ґрунту абсолютним гравітаційним методом, коливанням рівня ґрунтових вод та атмосферними опадами. Періодичні коливання земної поверхні на ГП у Полтаві зумовлені гідрометеорологічними чинниками, перш за все варіаціями вологи ґрунту, які здатні викликати об'ємні деформації ґрунту, до складу якого входять глинисті компоненти. Показано, що вплив вологи на вертикальну динаміку земної поверхні має нелінійний характер і залежить від величини вологості ґрунту. Якщо вологість сягає величини максимальної молекулярної вологоємності ґрунту, то її подальше збільшення не викликає його деформацій, а інфільтрація води здійснюється за допомогою гравітаційних сил [2]. Монотонне опускання земної поверхні у весняно-літній період внаслідок дії евапотранспірації можуть порушити значні атмосферні опади. Коливання рівня ґрунтових вод безпосередньо не впливає на величину сезонних вертикальних рухів, оскільки глибина їх залягання така, що унеможливує її капілярне підняття як до рухомого так і нерухомого елементів екстензометра.

Для підвищення надійності інтерпретації результатів високоточних спостережень за вертикальною динамікою земної поверхні потрібно враховувати її ймовірні сезонні коливання під дією екзогенних гідрометеорологічних факторів.

1. Кутний А.М., Булацен В.Г., Бродский Б.И., Состин А.А. Скважинный экстензометр Полтавской гравиметрической обсерватории. В кн. Вращ. и приливн. деформ. Земли. К.: Наук. думка, 1992. – С. 104–109.
2. V. Pavlyk, A. Kutnyi, O. Kalnyk «Features of the influence of seasonal variation of soil moisture on vertical movements of the Earth's surface» // *Geodynamics*. – 2019. – Vol. 27(2). – P.16 – 23.

ПОЛОЖЕННЯ ТА МОНІТОРІНГ РОЗВИТКУ КАРСТОВИХ ТА ШТУЧНИХ ПОРОЖНИН В МЕЖАХ ГІРСЬКОГО МАСИВУ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ПОВТОРНИХ 3D МІКРОГРАВІМЕТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ ТА РОЗВ'ЯЗКУ ДИНАМІЧНОЇ ГЕОЛОГІЧНО ЗМІСТОВОЇ ОБЕРНЕНОЇ ЗАДАЧІ ГРАВІРОЗВІДКИ

Олександр Петровський¹, Михайло Довбніч², Михайло Черняхівч³

¹Науково-технічна компанія «НТК ДЕПРОІЛ ЛТД», м. Івано-Франківськ,

²Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро,

³Філія «ВП «Рівненська АЕС», Енергоатом, м. Вараш

KARST AND ARTIFICIAL CAVES MAPPING AND THEIR CONDITIONS MONITORING USING THE REPEATED 3D MICROGRAVITY MEASUREMENTS AND GEOLOGICALLY CONSTRAIN 4D INVERSE PROBLEM SOLUTION

Oleksandr Petrovskyi¹, Mykhailo Dovbnich², Mykhailo Chernyakhovych³

¹Scientific and Technical company «STC DEPROIL LTD», Ivano-Frankivsk,

²National Technical University «Dnipro Polytechnic», Dnipro

³VP Rivne NPP, SE NNEGC Energoatom, Varash

Розвиток карстових явищ представляє собою значну небезпеку для населення, доріг, будинків та виробничих споруд, які побудовані на ділянках активного карстоутворення. Процес карстоутворення є природним процесом, який розвивається в результаті розчинення та вилугування водою легкорозчинних гірських порід, таких як вапняк, гіпс, доломіт, поверхневими та ґрунтовими водами як природного, так і штучно походження. Основною небезпекою початку карстування є його швидкий розвиток та автопідсилення. Подібна ситуація є найбільш небезпечною для територій житлової забудови та виробничих майданчиків і напевно найнебезпечніше для об'єктів енергетичної інфраструктури.

Для безпечного функціонування житлових та промислових об'єктів необхідно завчасно: - зафіксувати початок розвитку карстових явищ із ймовірністю не менше 86%; - запобігти утворенню поверхневих і провальних карстових воронок та порожнин; - забезпечити безпечне проживання та експлуатація будівель та обладнання; - зменшити витрати на ліквідацію причин виникнення карстових порожнин.

Для цього необхідно: - закартувати поточний стан гірського масиву та наявних карстових порожнин; - контролювати в часі зміни стану відомих та утворення нових карстових порожнин; - зупинити процеси, які впливають на розвиток карстових порожнин та воронок; - визначити параметри стабільності ґрунтової основи території житлових та промислових майданчиків та забезпечити їх відповідність умовам безпечної експлуатації будівель та виробничого обладнання.

Враховуючи світовий досвід вивчення територій, на яких розвиваються процеси карстоутворення [1], одним із найінформативнішим є проведення повторних 3D мікрогравіметричних досліджень із побудовою геологічно змістовної детальної 4D моделі густини породи, як результату розв'язку оберненої динамічної задачі гравірозувідки [2]. Постійно діюча динамічна 4D модель дозволяє в часі відобразити особливості геологічної будови гірського масиву, поточний стан процесів карстоутворення, зміни, які відбуваються в гірському масиві в часі та наслідки проведених заходів по усуненню, як самих карстових порожнин так і процесів, які їх підтримують.

1. Chalikakis K., Plagnes V., Guérin R., Valois R. & Bosch F. (2011). Contribution of geophysical methods to karst-system exploration: An overview. *Hydrogeology Journal*. 19. 1169-1180. DOI:10.1007/s10040-011-0746-x.
2. Петровський А.П. Кобрунов А.И. Итерационная схема решения обратной задачи гравиметрии. *Докл. АН УССР*, 1990, Сер. Б, №2. С. 13-16.

3D ГЕОЛОГІЧНО-ЗМІСТОВНА ГРАВІМЕТРИЧНА ІНВЕРСІЯ ЯК КЛЮЧ ДО КАРТУВАННЯ ФОРМИ СОЛЯНОГО ДІАПІРУ ТА ЗМЕНШЕННЯ РИЗИКІВ БУРІННЯ В ПРИШТОКОВИХ ДІЛЯНКАХ

Олександр Петровський, Тетяна Петровська, Оксана Онішук, Володимир Суятінов
Науково-технічна компанія «НТК ДЕПРОІЛ ЛТД», Івано-Франківськ

3D GEOLOGICAL MEANINGFUL GRAVITY INVERSION AS A KEY TO DEFINING THE SHAPE OF THE SALT DOME AND DECREASING DRILLING RISKS IN PROXIMITY TO SALT WALL

Oleksandr Petrovsky, Tetiana Petrovska, Oksana Onischuk, Volodymyr Suyatinov
Scientific and Technical company «STC DEPROIL LTD», Ivano-Frankivsk, Ukraine

Обмежені можливості сейсморозвідки у картуванні соляних діапирів збільшують ризики пошуково-розвідувального буріння у приштокових зонах. Більш чутливим фізичним параметром до наявності в розрізі соляних мас є гравітаційне поле, яке історично використовувалось для ідентифікації та картування соляних діапирів.

Сучасні методи 3D сумісної інверсії даних гравіметрії, каротажу свердловин і сейсмічних даних [1, 2] дають можливість з високим ступенем достовірності закартувати не тільки весь геологічний розріз, від денної поверхні до утворень фундаменту, але і форму соляного діапіра та скупчення вуглеводнів (комерційних покладів), біля стінок, під козирком та над куполом соляного штоку. Ці поклади локалізуються у 3D моделі у вигляді 9/16/2025 ізольованих у тривимірному просторі ділянок пониження значень густини породи. Це ілюструється результатами вивчення чотирьох соляних діапирів у центральній приосьовій частині Дніпровсько-Донецької западини. У двох випадках спільна інверсія гравіметричного поля підтвердила, що сейсмічні дані забезпечили коректну форму соляних діапирів. В інших двох випадках закартована форма соляних штоків суттєво відрізнялася від форми штоків за сейсмічними даними. В одному випадку розмір соляного штоку, за даними гравірозвідки, був втричі меншим ніж за сейсмічними. Дві зони розушільнення були закартовані там, де за сейсмічними даними була сіль. На іншій площі положення стінок соляних діапирів у поперечному січенні відрізнялось на 15-80 %, причому в основному розмір за сейсмічними даними був більшим ніж за гравіметричними.

Під козирком, поблизу купола, біля стінки соляного штоку, та над соляним куполом були закартовані локалізовані ділянки порід низької густини, пов'язані як з відомими покладами нафти і газу, так і з новими комерційними скупченнями вуглеводнів.

В межах Будищано-Чутівської пошукової площі присутність у розрізі закартованих комерційних покладів вуглеводнів у відкладах верхнього карбону на глибині 3-3.3 км було підтверджено відкриттям нафтогазового родовища імені академіка П.Ф.Шпака, а над соляним куполом площа газонасності відомого Рунівщинського родовища, була збільшена у шість разів [3]. Буріння трьох газопродуктивних і однієї сухої свердловини на 100% підтвердило геологічну змістовність 3D моделі густини, отриманої в результаті спільної інверсії гравіметричних, свердловинних та сейсмічних даних.

1. Петровський О.П., Кобрунов О.І. Ітераційна схема розв'язку оберненої задачі гравіметрії. *Доповіді АН УССР*, 1990, Сер. Б, №2, с. 13-16.
2. Петровський О.П., Кобрунов О.І., Ганженко Н.С., Суятінов В.М. Автоматизована система кількісної комплексної інтерпретації геофізичних даних GCIS як основа технології інтегральної інтерпретації комплексу геолого-геофізичної інформації для пошуків нафти і газу. *Геоінформатика*. 2003. № 2, с. 25-34.
3. Petrovsky O.P., Petrovska T.O., Onischuk O.M., Suyatinov V.M., Chepil P.M. The accurate shape of salt diapir and near-salt commercial hydrocarbon pools: outcome of applying a 3D joint gravity, well-log, seismic inversion, and new paradigm for pool mapping. *Geophys. Journal*. 2025. Vol. 47. № 2. P. 129-136.

**ПЕРЕТВОРЕННЯ РИЗИКУ НА КОМЕРЦІЙНИЙ УСПІХ: НОВИЙ
ПІДХІД ДО ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБІТ НА ОЛЕСЬКІЙ
ДІЛЯНЦІ ЗА ДОПОМОГОЮ 3D ГРАВІМЕТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ,
ГЕОЛОГІЧНО-ЗМІСТОВОГО СПІЛЬНОГО РОЗВ'ЯЗКУ
ОБЕРНЕНОЇ ЗАДАЧІ ТА КАРТУВАННЯ
КОМЕРЦІЙНИХ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНІВ**

**Олександр Петровський¹, Тетяна Петровська¹, Наталя Кухар¹, Ярослав Витвицький¹,
Андрій Закревський²**

¹Науково-технічна компанія «НТК ДЕПРОІЛ ЛТД», м. Івано-Франківськ

²Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава

**TRANSFORMING RISK INTO COMMERCIAL SUCCESS: A NEW
APPROACH TO GEOLOGICAL EXPLORATION IN THE OLESKA AREA
WITH THE HELP OF THE METHOD 3D GRAVITY MEASUREMENTS,
GEOLOGICALLY MEANINGFUL JOINT INVERSE PROBLEM
SOLUTION, AND COMMERCIAL HYDROCARBON POOL MAPPING**

**Oleksandr Petrovskyi¹, Tetyana Petrovska¹, Natalia Kukhar¹, Yaroslav Vytvytskyi¹,
Andrii Zakrevskyi²**

¹Scientific and Technical company «STC DEPROIL LTD», Ivano-Frankivsk

²Yurii Kondratyuk Poltava Polytechnic National University, Poltava

У 2025 році ВАТ «Укрнафта» підписала угоду про розподіл продукції для пошуків та видобутку вуглеводнів на Олеській ділянці. З огляду на суспільну й політичну важливість нарощування видобутку нафти й газу, для компанії першочерговим завданням є оперативний запуск на Олеській ділянці УРП розробки сланцевих і традиційних покладів вуглеводнів. Зважаючи на значну площу, об'єми необхідних інвестицій у геологічну розвідку та буріння, а також те що на протязі останніх 40 років в межах ділянки не було відкрито жодного родовища вуглеводнів, пропонується для пошуків та розвідки газу застосувати розроблену та випробовану технологію «Картування комерційних покладів вуглеводнів» в якості уточнюючого, дешевого і сучасного засобу скорочення витрат на першому етапі розвитку нафтогазовидобувного активу. Технологія дозволяє: - підвищити ймовірність комерційного успіху буріння до 86%; - збільшити частку продуктивних свердловин на 22%; - отримати додатковий прибуток на кожну свердловину не менше 48%.

Можливість досягнення наведених показників підтверджена картуванням у 2022 році на відстані всього 6.3 км від Олеської ділянки та відкриттям у відкладах неогену у 2022-24, трьома комерційними свердловинами, Саджавського газового родовища – верше за 40 років. У геологічному відношенні Саджавська площа має аналогічну до Олеської ділянки будову та перспективні горизонти, де у відкладах мезозою та палеозою були закартовані комерційні поклади газу із загальними запасами 5 млрд. м³, а у відкладах силуру 8.7 млрд. м³ газу.

Для якнайшвидшого і найекономічнішого почату видобутку газу на території Олеської ділянки пропонується створити постійнодіючу 3D модель комерційних покладів вуглеводнів, на основі існуючих історичних геологічних, сейсмічних, свердловинних, і гравіметричних даних, яка буде уточнюватися в результаті проведення геологорозвідувальних робіт та буріння нових свердловин і використовуватися для розташування нових комерційних свердловин. Для цього необхідно провести регіональні геолого-геофізичні дослідження на всій ділянці із використанням історичних даних, а також детальні геологорозвідувальні роботи із проведенням гравіметричних та магнітометричних польових спостережень на двох ділянках – Івано-Франківській, яка примикає до Саджавської ділянки, та Північно-Східній, яка знаходиться біля відкритого Великомоствіського газового родовища в девоні, в межах яких, наявні достатні історичні сейсмічні та свердловинні дані для уточнення 3D моделі.

ПОДВОЄННЯ ВИДОБУТКУ ГАЗУ В УКРАЇНІ: НОВІ НАФТОВІ СИСТЕМИ, НЕСТРУКТУРНІ ПАСТКИ, ГЛИБОКІ ГОРИЗОНТИ, КОМЕРЦІЙНІ ПОКЛАДИ ТА ПЕРЕДОВИЙ МЕТОД ЇХ КАРТУВАННЯ ЗА ДАНИМИ 3D-ВИМІРЮВАНЬ ГРАВІТАЦІЙНОГО ПОЛЯ ТА РОЗВ'ЯЗКУ ОБЕРНЕНОЇ ЗАДАЧІ

Олександр Петровський, Тетяна Петровська, Ірина Штурмак
Науково-технічна компанія «НТК ДЕПРОІЛ ЛТД», м. Івано-Франківськ

DOUBLING UKRAINIAN GAS PRODUCTION: EXPLORING NEW TEST AND EMERGING PETROLEUM SYSTEMS, NON-STRUCTURAL TRAPS, DEEP HORIZONS, COMMERCIAL POOLS, ADVANCED MAPPING TECHNIQUES THROUGH 3D GRAVITY FIELD MEASUREMENTS AND JOINT INVERSE PROBLEM SOLUTION

Oleksandr Petrovskyy, Tetyana Petrovska, Iryna Sturmak
Scientific and Technical company «STC DEPROIL LTD», Ivano-Frankivsk

Забезпечення населення та промисловості України вуглеводневими ресурсами було завжди важливим, а в умовах війни сало нагальною проблемою. На всіх політичних рівнях та у державних та приватних видобувних компаніях декларується одна мета – якнайшвидше подвоєння видобутку вуглеводнів. Нажаль, реальність відрізняється від декларацій. Хоча у 2024 році АТ «Укргазвидобування» та БАТ «Укрнафта» збільшили видобуток на 4,6% та 6,6%, це було забезпечено суттєвим збільшенням об'ємів експлуатаційного буріння, а не відкриттям нових невеликих родовищ із запасами більше 5 або 10 млрд. м³ газу. В той же час вони забезпечили заміщення видобутих запасів всього на 53% та 60%. Виникає законне питання – Чому при значних витратах на геологорозвідувальні роботи компаніям не вдається суттєво наростити запаси і видобуток?. Цьому є пояснення – пошуки нових покладів і родовищ проводяться в межах давно відкритих нафтових систем [1], які знаходяться на останній «Залишковій» стадії освоєння їх запасів [2] – 10% залишкових запасів та середнім приростом на пошукову свердловину 1 млрд. м³ газу.

Для подвоєння видобутку необхідно перейти до пошуків та розробки нафтових систем, які знаходяться на «Пошуковому» та «Розвідувальному» етапах із приростом запасів на свердловину 10-33 млрд. м³ газу. Це нафтові системи, пов'язані із неструктурними об'єктами до 6000 м, та структурними і неструктурними глибше 6000 м. При пошуках нових нафтових систем суттєве значення буде мати успішність буріння, яка [2] не перевищує 15%, та при використанні діючої пошукової парадигми – картування структурних пасток із застосуванням сейсморозвідки 3D та методів прямого прогнозування нафтогазоносності. Враховуючи збільшення вартості буріння глибоких (до 6000 м) свердловин ризик 85% приводить до значних фінансових втрат компаній та зупинки нових проєктів.

Для зменшення ризику пропонується проводити картування «комерційних покладів вуглеводнів» за допомогою 3D гравіметричних вимірювань та розв'язку оберненої задачі гравірозвідки спільно із свердловинними та сейсмічними даними [3].

Результати буріння 84 свердловин та 176 випробувань показали, що ймовірність комерційного успіху буріння в межах покладів буде не менше 86% (за межами 36%), випробування із конкретного покладу 73% (за межами 16%) та передбаченого дебіту 90%.

1. Tissot B.P., Welte D.H. Petroleum Formation and Occurrence: A New Approach to Oil and Gas Exploration Hardcover – January 1, New York, 1978.
2. Kurt R.W. Benchmarking Exploration Predictions and Performance Using 20+ Years of Drilling Results: One Company's Experience. January 2016 AAPG Bulletin IN PRESS(02), <https://doi.org/10.1306/06281616060>.
3. Петровський А.П. Кобрунов А.И. Итерационная схема решения обратной задачи гравиметрии. Докл. АН УССР. 1990, Сер. Б, №2. С. 13-16.

АНАЛІЗ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ СЕЙСМІЧНИХ ПОЛІВ

Назар Рендзеняк, Тарас Брич, Богдан Купльовський

Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, ВСКР, м. Львів.

У статті здійснено ґрунтовний аналіз сучасних програмних комплексів, які реалізують метод скінченних елементів (МСЕ) та використовуються для моделювання сейсмічних полів. Розглянуто можливості найпоширеніших платформ — як комерційних, так і з відкритим кодом. Проведено аналіз їх можливостей моделювання з включенням власних програмних модулів до задач динаміки.

Було розглянуто такі продукти, як ANSYS, COMSOL, ABAQUS, OPENSEES, ELMER FEM, LS-DYNA, MOOSE, FEBIO, CODE_ASTER, SIMSCALE.

ANSYS – комерційне, має потужну екосистему, бібліотеку матеріалів, але досить висока вартість.

COMSOL [1], – комерційне, має можливості мультифізичного моделювання, програмування з використанням MatLab, можливості нелінійного моделювання.

Abaqus [2] – комерційне якісне нелінійне моделювання, потребує великих обчислювальних ресурсів.

OpenSees – відкрите, включає моделювання сейсміки, скрипти, не має зручного GUI.

Elmer FEM – відкрите, призначене для моделювання термогідромеханіки і має певні обмеження при моделюванні динамічних задач.

LS-DYNA [3] – комерційне, призначене для моделювання вибухів, обвалів, складне навчання.

MOOSE – відкрите, модульність, потребує додаткового програмування.

FEBio – відкрите, для біомеханіки.

Code_Aster – відкрите, має широкі можливості, лише французький інтерфейс.

SimScale – хмарне, доступність, простота і мало налаштувань.

В підсумку можна виділити таке:

Для задач, де пріоритетом є висока точність і реалізм, рекомендовано застосовувати Abaqus або LS-DYNA.

Якщо задача є науково-дослідницькою, і вимагає гнучкого керування параметрами – оптимальними є OpenSees або MOOSE.

У випадках обмеженого бюджету доцільним є використання відкритого ПЗ: Elmer FEM, Code_Aster, OpenSees.

Для навчальних цілей або хмарного моделювання – SimScale забезпечує базовий функціонал без складного встановлення.

COMSOL в комплексі з MATLAB забезпечує можливість моделювання складних середовищ, враховуючи ефекти нелінійності та можливості розширювати процес власними розробками.

Як фаворитів нашого дослідження можна виокремити Abaqus і COMSOL які мають низку переваг у задачах, що вимагають врахування:

- складних нелінійних моделей,
- взаємодії температурного та механічного полів,
- динаміки короточасних імпульсів,
- широкої параметризації процесів.

1. <https://www.comsol.com/>
2. <https://www.3ds.com/products/simulia/abaqus>
3. <https://lsdyna.ansys.com/>

ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОЧАСТОТНИХ ГНСС СПОСТЕРЕЖЕНЬ ДЛЯ АНАЛІЗУ СЕЙСМІЧНИХ ПОДІЙ 2023–2025 РР.

Степан Савчук, Софія Доскіч

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів,

APPLICATION OF HIGH-FREQUENCY GNSS OBSERVATIONS FOR ANALYSIS OF SEISMIC EVENTS IN 2023–2025

Stepan Savchuk, Sofia Doskich

Lviv Polytechnic National University, Lviv

Сейсмічні події залишаються однією з головних загроз для інфраструктури та безпеки населення. Традиційні методи сейсмології забезпечують цінну інформацію про параметри землетрусів, однак не завжди дозволяють отримати високоточні дані про деформації земної кори в режимі реального часу. Глобальні навігаційні супутникові системи (ГНСС) створюють нові можливості для моніторингу сейсмічних процесів завдяки високій просторово-часовій роздільності та здатності реєструвати деформації з міліметровою точністю [1]. Це особливо важливо для регіонів зі складними тектонічними умовами та для оцінки антропогенної сейсмічності, спричиненої діяльністю людини.

У роботі розглянуто чотири сейсмічні події, що відбулися впродовж 2023–2025 рр.: землетрус у морі Хюганада (Японія, Mw 7.1), землетрус біля мису Мендосіно (США, Mw 7.0), землетрус у районі м. Строків (Словаччина, Mw 5.0) та техногенний землетрус поблизу м. Полковіце (Польща, Mw 4.7). Для аналізу використано дані високочастотних ГНСС-спостережень з референційних станцій AIRA, QUIN, STFU, USDL та LEGN, розташованих у безпосередній близькості до епіцентрів подій. Опрацювання виконувалося методом Precise Point Positioning (PPP) у програмному середовищі GipsyX (JPL/NASA).

ГНСС-часові ряди з частотою 1 Гц дали змогу зафіксувати квазімиттєві зміщення земної поверхні.

Таблиця 1

Квазімиттєві зміщення земної поверхні за ГНСС даними

Станція	Координатні зміщення часових рядів, м		
	East	North	Up
AIRA	-0.022	0.028	0.085
QUIN	0.000	0.002	0.021
STFU	-0.012	0.046	-0.224
USDL	0.006	-0.022	0.021
LEGN	-0.006	-0.001	-0.011

Станція AIRA (Японія) зареєструвала підняття на +0,085 м під час мегатрастового землетрусу 2024 р., а станція STFU (Каліфорнія) — осідання -0,224 м. Станція QUIN (Каліфорнія) зафіксувала невеликі вертикальні коливання (+0,021 м), тоді як у Словаччині станція USDL засвідчила вектор зміщення з виразною вертикальною складовою (+0,021 м). У Польщі станція LEGN підтвердила локальні вертикальні деформації (+0,011 м), спричинені гірничими роботами. Загалом найбільш вираженими виявилися вертикальні зміщення, що свідчить про домінування підняття чи осідання кори під час досліджених подій.

ГНСС-спостереження демонструють високу ефективність у фіксації як природних тектонічних, так і техногенних сейсмічних подій. Отримані результати підтверджують доцільність використання високочастотних часових ГНСС рядів для аналізу землетрусів різної природи та інтенсивності. Подальший розвиток досліджень передбачає поєднання ГНСС із геофізичними даними, що дозволить створити комплексну систему моніторингу та прогнозування сейсмічної небезпеки.

1. S. Savchuk and S. Doskich, “GNSS-based detection of small-magnitude earthquakes ($M < 5$) in Eastern Europe,” *Space Sci. Technol.*, vol. 31, no. 2, pp. 32–41, 2025, doi: 10.15407/knit2025.02.032.

СЕЙСМІЧНІ І ГЕОТЕКТОНІЧНІ УМОВИ РАЙОНУ РОЗТАШУВАННЯ РІВНЕНСЬКОЇ АЕС

Ігор Сапужак, Роман Пронишин

Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Київ,

SEISMIC AND GEOTECTONIC CONDITIONS OF THE RIVNE NPP LOCATION AREA

Ihor Sapuzhak, Roman Pronyshyn

S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv,

Аналіз публікацій, виконаних раніше досліджень і сейсмологічних умов показав, що основну небезпеку для Рівненської АЕС можуть спричинити землетруси з сейсмоактивної зони Вранча, яка знаходиться на відстані бл. 630 км на території Румунії. Зібрані дані про параметри вогнищ підкорових землетрусів згаданої зони за період з 1091 по 1992 р.р. були проаналізовані, уніфіковані і зведені в каталог [1], з яких до 2010 р. відомо 33 руйнівних землетрусів з $M > 6.5$. Найсильнішими з достовірно зафіксованих землетрусів, були землетруси 26.10.1802 р. і 10.11.1940 р. Останні катастрофічні землетруси із зони Вранча, які відбулися в 1977, 1986 і 1990 роках, проявилися в районі РАЕС значно слабше [2]. Безпосередніх макросейсмічних даних в районі м. Вараш (ран. Кузнецовськ) немає, позаяк відповідні макросейсмічні обстеження не проводилися. Однак, можна припустити, що даний землетрус в районі РАЕС відчувався з інтенсивністю не менше 4-х балів, оскільки цей землетрус на території України, в цілому, виявився сильнішим, ніж наступні землетруси 1986 і 1990 років. Землетрус 31.08.1986 р., згідно даних макросейсмічного обстеження, відчувався в районі РАЕС з інтенсивністю 3-4 бали. В результаті проведених робіт з сеймотектонічного довивчення було встановлено, що на майданчику РАЕС може відбутися ПЗ з інтенсивністю сейсмічних струшувань 5 балів і МРЗ з інтенсивністю 6 балів. Максимальне значення ПЗ з місцевих вогнищевих зон не перевищує 4-х балів.

Район розташування РАЕС знаходиться в межах Волино-Подільської плити, яка характеризується складною будовою земної кори. Плита розчленована на окремі блоки розломами, через які відбувалися виливи базальтів. Вважається, що блокова тектоніка кристалічного фундаменту служила каркасом для закладення фанерозойських регіональних геоструктур. У різні геологічні епохи тут були сформовані: в рифейі Волино-Поліський рифейський прогин і Подільський докембрійський виступ; у венді - ранньому девоні Дністерський перикратонний прогин; у середньому девоні-карбоні Львівський палеозойський прогин, Ковельський виступ і Луківсько-Ратнівський горст; у мезозої Стрийський юрський прогин і Мазовецько-Львівський крейдовий прогин [3]. Розривні порушення, що перетинають район розміщення РАЕС, у кінематичному відношенні представлені скидами, скидо-зсувами і безамплітудними розломами. Неотектонічні активізації вздовж розривних порушень дозволяють констатувати прояв переміщень уздовж розломів у міоцені і четвертинному періоді. Землетруси є одним з основних індикаторів геодинамічних процесів, сучасної тектонічної активності геологічних структур і розривних порушень, що можуть бути небезпечними для РАЕС.

1. Костюк О., Сагалова Є., Пронишин Р., Руденська І., Кендзера О. Каталог землетрусів Карпатського регіону за 1091 – 1990 рр. // Праці НТШ. Львів, 1997р. – С.121-137.
2. Князева В.С., Королев В.А., Костюк О.П., Пронишин Р.С., Пустовитенко А.Н., Пустовитенко Б.Г., Скляр А.М., Сафронов О.Н., Семєва В.И. Макросейсмические данные о проявлении на территории Украины Карпатских землетрясений 30 и 31 мая 1990 г. // Сейсмологический бюллетень западной зоны системы сейсмических наблюдений Украины и Молдовы за 1990 год / Отв. ред. Б.Г. Пустовитенко — К.: Наук. думка, 1994. – С.188–192.
3. Геотектоника Волино-Подолли / Под ред. И. И. Чебаненко. – Киев: Наук. думка, 1990. – 244 с.

ГЕОФІЗИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЛЯНКИ ЙМОВІРНОГО ПОХОВАННЯ ГЕТЬМАНА ВИГОВСЬКОГО. ДРУГИЙ ЕТАП

Олег Сапужак, Олена Сироєжко, Василь Коляденко, Ігор Мар'яш
Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, м. Львів

GEOPHYSICAL STUDY OF THE PROBABLE BURIAL SITE OF HETMAN VYHOVSKY. SECOND STAGE

Oleh Sapuzhak, Olena Syroiezhko, Vasyl' Kolyadenko, Ihor Maryash
Carpathian Branch of Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv

За історичними джерелами поховання гетьмана Виговського може знаходитись у с. Руда Стрийського району Львівської області. Перед проведенням археологічних розкопок на імовірній ділянці його розташування, поблизу існуючої церкви, необхідно було виявити перспективні для цього місця.

На першому етапі досліджень [1] було застосовано комплекс геофізичних досліджень методами магніторозвідки та георадарного зондування з використанням магнітометра-градієнтометра MagWalk, георадарів „MALA” (250 МГц, глибинність до 10–12 м) та „ОКО-2” (400 МГц, до 6–8 м) з простяганням геофізичних профілів вздовж ділянок та кроком між ними 0,5 м.

За результатами досліджень було виділено границі геологічних шарів, локалізовано зони аномальних порушень середовища та прослідковано їх простягання і у площині, і з глибиною. Виявлено локальні неоднорідності, які можуть бути залишками давніх підземних споруд та кам'яними надгробками поховань, а також рекомендовано місце для першочергових археологічних розкопок.

Проте виникло питання про детальніші дослідження території з метою більш чіткого окреслення аномальних зон та виділення додаткових неоднорідностей, що можуть свідчити про об'єкти штучного походження. На другому етапі робіт застосовувались зондування за допомогою георадару „ОКО-2” з розташуванням геофізичних профілів уздовж та уперек розташування території досліджень з кроком між ними 25 см.

Результати георадарних спостережень було представлено у майже 300 профілях загальною довжиною близько 5000 м. Крім того, побудовано тривимірні зображення території досліджень та площинні зрізи георадарних даних у вигляді карт, що дало змогу відслідковувати геологічні горизонти, локальні неоднорідності та структуровані протяжні за горизонталлю та з глибиною об'єкти, імовірно антропогенного походження.

Загалом детальні георадарні зондування другого етапу підтвердили отримані попередні результати. Крім виявлених раніше аномальних неоднорідностей встановлено низку порушень ґрунту, які швидше за все спричинені впливом людини. Вони пов'язуються з глибиною та у просторі та дають у нашій інтерпретації досить чітку структуру імовірних підземних об'єктів і дають підстави припускати, що виявлені на першому етапі локальні неоднорідності можуть бути частиною закономірного структурованого розташування прихованих шаром ґрунту залишків давніх споруд. Крім того, наведено приклади декількох локальних об'єктів, які найбільш імовірно є невеликими металевими предметами розмірами приблизно 20–30 см на 50–60 см.

Рекомендації першого етапу щодо місця початку археологічних розкопок, незважаючи на значну кількість додаткових даних георадарних зондувань, залишилися незмінними – найперспективніша ділянка для першочергових робіт розташована у північно-східній частині території досліджень, оскільки аномальні зміни геологічного середовища там найбільші і виявлені приховані підземні структури також перетинають цю зону.

1. Sapuzhak, O., Syroiezhko, O., Chobotok, I., Kolyadenko, V., Maryash, I., & Yarema, I. (2025). Geophysical study of the probable burial site of Hetman Vyhovsky. *Geofizicheskiy Zhurnal*, 47(2). <https://doi.org/10.24028/gj.v47i2.322569>.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ВЕРТИКАЛЬНОЇ КОМПОНЕНТИ НЕСТАЦІОНАРНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ У СКЛАДНИХ ГЕОСЕРЕДОВИЩАХ

Олена Сироєжко, Степан Дешиця, Олег Сапужак

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

FEATURES OF THE DISTRIBUTION OF THE VERTICAL COMPONENT OF THE NON-STATIONARY ELECTROMAGNETIC FIELD IN COMPLEX GEOENVIRONMENTS

Olena Syroiezhko, Stepan Deshchysia, Oleh Sapuzhak

Carpathian Branch of Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv

Серед геофізичних електророзвідувальних методів особливе місце займає зондування становленням електромагнітного поля у ближній зоні (ЗСБ), що успішно застосовується для розв'язання різноманітних задач: структурно-пошукових, інженерно-геологічних, екологічних тощо. Основою інтерпретації даних електромагнітних зондувань є розв'язання прямої і оберненої задач електророзвідки. Одним із способів вирішення прямої задачі ЗСБ є фізичне масштабне моделювання електромагнітних процесів [1].

Основна мета роботи – за допомогою фізичного моделювання дослідити особливості розподілу вертикальної компоненти E_z нестационарного електромагнітного поля (ВКНЕМ) над низкою моделей із різними геометричними розмірами, питомим електричним опором, взаємним розташуванням, а також різною їх орієнтацією у двошаровому середовищі. Спостереження виконувались установкою ЗСБ типу „контур у контурі” вздовж профілів, розміщених над моделями та поза ними на різних часових затримках.

Високоомні об'єкти проявляються від'ємними значеннями ВКНЕМ. Проте на дуже ранніх часових затримках спостерігалась додатна аномалія. Із збільшенням часової затримки аномальна зона від'ємних значень сигналу розширюється, їх відносна амплітуда зменшується. Центр об'єкта визначається екстремумом аномальної кривої. Розміри аномалії на ранніх часових затримках близькі до реальних, на пізніх – більші за реальні розміри неоднорідності. Низькоомні неоднорідності на ранніх часах проявляються від'ємним значенням ВКНЕМ, проте зі збільшенням часової затримки аномальні зміни величини стають додатними. Ширина аномалії теж збільшується і значно перевищує реальні розміри об'єкта, тобто на великих часових затримках центр об'єкта визначається екстремумом аномальної кривої, але визначити розміри складно. За однакової глибини розташування низькоомних об'єктів краще виявляються тіла меншого питомого електричного опору та більших геометричних розмірів. У разі перекриття високоомного об'єкту зверху низькоомним на початкових часах проявляються додатні аномалії провідної неоднорідності. Зі збільшенням часової затримки аномалія поступово змінює своє значення на від'ємне внаслідок збільшення впливу непровідного об'єкта, який проявляється все контрастніше та більшою зоною аномалії, а вплив провідного тіла перестає виділятися. Глибина аномалії непровідного об'єкта більша, ніж у разі перекриття високоомного об'єкту зверху низькоомним. Також розглянуто взаємовплив різних горизонтально розташованих неоднорідностей. За таких умов простежується зміщення аномалій, внаслідок чого на пізніх часових затримках утворюється екстремум аномалій між неоднорідностями, так званий ефект „оманливого” тіла.

Отримані результати дозволили виявити та пояснити аномальні ефекти від локальних неоднорідностей та їх взаємовплив у нестационарному електромагнітному полі, що дає можливість визначення за параметрами аномалій розташування неоднорідності, його розмірів. Використовуючи встановлені закономірності, можемо оцінити можливості методу ЗСБ, підвищити інформативність та достовірність інтерпретації польових даних.

1. Кобзова В.М., Дешиця С.А., Ладанівський Б.Т., Мороз І.П. Фізичне моделювання електромагнітних полів у геологічному середовищі. К.: Наук. думка. 2008. С. 139–143.

ОЦІНКА ПРИЧИН РУЙНУВАННЯ ГРЕБЛІ КАХОВСЬКОЇ ГЕС НА ОСНОВІ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛІЗУ РЕЗУЛЬТАТІВ СТРУКТУРНОГО МОНІТОРИНГУ, СЕЙСМІЧНИХ ТА ІНФРАЗВУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

**Корнилій Третяк¹, Олександр Заяць¹, Богдан Купльовський², Олександр Ляшук³,
Тетяна Корлятович¹, Світлана Нестеренко⁴, Юрій Бісовецький⁵**

¹Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів,

²Інститут геофізики НАН України, м. Київ,

³Головний центр спеціального контролю НЦУВКЗ ДКА України, с.м.т. Городок

⁴Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава

⁵ПрАТ «Укргідроенерго», м. Вишгород

ASSESSMENT OF THE CAUSES OF THE KAKHOVKA HPP DAM COLLAPSE BASED ON A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF STRUCTURAL MONITORING, SEISMIC, AND INFRASOUND STUDIES

**Kornylii Tretyak¹, Oleksandr Zayats¹, Bohdan Kuplovskiy², Alexander Liashchuk³,
Tetiana Korliatovych¹, Svitlana Nesterenko⁴, Yuriy Bisovetskiy⁵**

¹Lviv Polytechnic National University, Lviv,

²Institute of Geophysics of NAS of Ukraine, Kyiv

³Main Center of Special Monitoring, NCUVKZ, State Space Agency of Ukraine, Horodok

⁴National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava

⁵PJSC "Ukrhydroenergo", Vyshhorod

З метою встановлення причин руйнування греблі Каховської ГЕС виконано комплексний аналіз результатів багаторічних наземних геодезичних вимірів, радіолокаційних INSAR знімків, сейсмічних та інфразвукових досліджень. Геодезичні виміри за вертикальними та горизонтальними зміщеннями гідроспоруд виконувалися систематично протягом 1995-2021 роки методом геометричного нівелювання і оптичними методами. З 2021 р. до моменту руйнування греблі моніторинг вертикальних зміщень гідроспоруд виконано методом радарної інтерферометрії DInSAR. За даними геометричного нівелювання за період 1995-2021 рр. на бетонних спорудах греблі розподіл швидкостей вертикальних зміщень є практично рівномірний. А середньорічна швидкість вертикальних зміщень гідроспоруд не перевищує -2 мм/рік. Середньорічна лінійна швидкість вертикальних зміщень визначена методом DInSAR за період 2020-2023.5 не перевищує -13 мм/рік. На часових серіях вертикальних зміщень визначених методом DInSAR простежується систематичні сезонні коливання, з амплітудою від 15 до 16.4 мм, що практично співпадає з результатами отриманими автоматизованими системами моніторингу на інших греблях.

Максимальні горизонтальні зміщення за період з 1995 по 2021 роки не перевищують ± 12 мм. Отримані результати є у межах сезонних горизонтальних зміщень греблі. Відповідно визначені величини вертикальних та горизонтальних зміщень є практично у межах сезонних деформацій, і не можуть бути причиною руйнування греблі.

За даними вимірів часів вступу Р-хвиль на сейсмічних станціях, розміщених на території України, Молдови та Румунії, визначено параметри зафіксованої локальної події: час у джерелі – 23:34:50.041 UTC; координати епіцентру Lat $46.783^{\circ}\text{N} \pm 8.1$ км. Lon $33.364^{\circ}\text{E} \pm 7.8$ км (район Нової Каховки); глибина – 0 ± 16.9 км, енергетичний клас $K=5,74$ (магнітуда $M=1$).

Результати опрацювання архівних геодезичних вимірів, проведених на території Каховської ГЕС та дистанційних радіолокаційних InSAR вимірів, не виявили критичних деформацій греблі, які могли б привести до її руйнування. Результати сейсмічних та інфразвукових вимірів підтверджують руйнування греблі внаслідок вибуху. Розрахунок потужності вибуху сейсмічним і інфразвуковим методом має достатню степінь збіжності і оцінюється відповідно 767 кг та 914 ± 170 кг TNT.

МОДЕРНІЗАЦІЯ БАЛІСТИЧНОГО ГРАВІМЕТРА ПОЛТАВСЬКОЇ ГРАВІМЕТРИЧНОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ

Халявін Олександр, Халявіна Людмила

Полтавська гравіметрична обсерваторія

Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Полтава

Піонерські роботи зі створення балістичного гравіметра (БГ) були розпочаті в Полтавській гравіметричній обсерваторії (ПГО) на рубежі 1970-х. Ця робота виконувалась провідним спеціалістом Бродським Б.І. впродовж 3-х десятиліть. Значний вклад в реалізацію проєкту при налаштуванні механічних та оптичних вузлів вимірювального комплексу вніс видатний механік ПГО Овчинников В.О. До 2000 року було створено діючий прототип БГ (БГУ-2), оснащений розвинутою на той час системою реєстрації та обробки вимірів, що включала лічильники на дискретних елементах 155 серії, синхронізатор Ч7-37, інтерфейс для передачі даних через LPT-порт комп'ютера. З 2003 року виконувались щотижневі регулярні вимірювання прискорення сили тяжіння – g . За точністю результати ($\sigma=0.5\text{мГал}$) поступались уже діючим на той час аналогічним приладам, що спонукало Бродського Б.І. постійно удосконалювати ключові вузли БГУ. Але замінити лазер так і не вдалось внаслідок недостатнього фінансування. Отриманий за 7 років ряд нормальних точок складає 302 значення. Незважаючи на обмежену точність результатів, аналіз ряду g показав наявність припливних хвиль. Так, наближена оцінка амплітуди півдобової місячної хвилі M_2 складає 0.070 мГал . Цей факт дає підставу застосування БГУ-2 для моніторингу сили тяжіння на пункті Полтава.

З 2023 року розпочато роботи по відновленню функціонування БГУ-2. Механічні та оптичні складові установки залишилися без змін. За час паузи в роботі БГ відбувся значний прогрес засобів управління, реєстрації і обробки інформації. Тому в першу чергу було виконано модернізацію системи реєстрації процесу вимірювань БГУ-2. Для управління системою та реєстрації вимірювань використано програмований мікроконтролер (МК) STM32F407VGT6__ (SYSCLK=168МГц) у складі плати STM32F4-DISCOVERY, а також високостабільний генератор для тактування контролера на базі високоточного генератора OSC5A2B02 10 MHz. З початкового моменту падіння пробного тіла імпульси фотопідсилювача поступають на 32-бітний лічильник МК, вміст якого із програмно заданим інтервалом часу заноситься в масив оперативно запам'ятовуючого пристрою (ОЗП) МК. Після завершення падіння тіла, масив даних вимірів відстаней, накопичений в ОЗП, переноситься через USART-порт контролера в COM-порт (USB) комп'ютера для наступної обробки даних. Технічно реалізована методика контролю інтервалів опитування внутрішнього таймера плати за допомогою GPS сигналів. Похибка часових інтервалів суттєво впливає на визначення g .

Створено програмне забезпечення для обробки вимірів та аналізу отриманих результатів на рівнях: одного кидка, сеансу вимірювань протягом 1 години, що вміщує дані біля 30-ти кидків. Аналіз цих даних дозволяє відстежувати стабільність системи та рівень завад, що виникають в процесі вимірювань. Контроль стабільності вимірювальної системи є однією з головних умов для успішного моніторингу g .

Пробні вимірювання виконувались з дискретністю опитування 1 мс. Робоча відстань реєстрації, де відмічається допустимий рівень завад, складає близько 25 см. Досягти глибокого вакууму, використовуючи насос виробництва 1980 року, не вдалось. Ймовірно, це відобразилось на отриманих значеннях g , які менші майже на 10 мГал від абсолютного значення, отриманого в 1989 році за допомогою сертифікованого балістичного гравіметра. Формальне значення точності g за даними, що осереднені для сеансу вимірювань (30 кидків) – $\sigma \leq 0.5\text{ мГал}$.

Досягнення високоточних абсолютних значень g потребує технічного удосконалення системи: сучасного лазера, рубідієвого стандарту частоти, оновлення вакуумного обладнання для досягнення глибокого вакууму.

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ЛІТОСФЕРИ НА ТОПОГРАФІЮ ГЕОЇДА В ГЕОЛОГІЧНОМУ ЧАСІ

Анатолій Церклевич, Тарас Бадло, Олександр Заяць, Євген Шило, Ольга Шило,
Національний університет «Львівська політехніка»

MODELING THE INFLUENCE OF THE LITHOSPHERE ON THE TOPOGRAPHY OF THE GEODETIC IN GEOLOGICAL TIME

Anatoliy Tserklevych, Taras Badlo, Oleksandr Zayats, Yevhen Shylo, Olga Shylo,
Lviv Polytechnic National University

Геодинамічні процеси, пов'язані з тектонікою плит та мантийною конвекцією, істотно впливають на фігуру Землі та структуру її гравітаційного поля. Топографія геоїда відображає просторовий розподіл мас у надрах планети та їх зміни у геологічному минулому. Дослідження палеогеоїда дає можливість оцінити, як у різні епохи відбувався перерозподіл мас в літосфері та мантиї і як ці процеси впливали на глобальну динаміку Землі.

Метою даної роботи є аналіз взаємозв'язку між рельєфом літосфери та геоїдом і реалізація запропонованого алгоритму побудови палеогеоїда для різних геологічних етапів розвитку планети. Використано сучасні моделі геоїда (EGM2008) [1], глобальної топографії (ETOPO1) [2] та палеореконструкцій літосферних плит [3]. Методика базується на застосуванні сферичних функцій та спектрального аналізу, що дозволяє оцінити вплив тектонічних структур на гравітаційне поле та простежити динаміку масообміну між літосферою і мантиєю.

У ході дослідження було проведено геодинамічне моделювання змін геоїда у геологічному минулому, що дозволило оцінити взаємозв'язок між літосферними процесами та гравітаційним полем Землі. Використання методів спектрального аналізу підтвердило, що палеогеоїд у минулі геологічні епохи мав відмінні параметри у порівнянні з сучасною моделлю. Отримані результати свідчать, що максимальні аномалії геоїда не завжди співпадають із сучасними тектонічними структурами. Переміщення літосферних плит лише частково пояснює еволюцію форми геоїда, що вказує на значну роль процесів у глибинних шарах мантиї. Побудовані палеогеоїди дають змогу реконструювати зміни рівня моря, кліматичні умови, а також виявити ознаки істинного полярного блукання. Особливо важливим є поєднання геодинамічного моделювання з палеогеографічними даними, що забезпечує більш комплексне бачення істинного полярного блукання (True Polar Wander, TPW) як повернення твердої оболонки Землі (літосфери та мантиї) відносно осі обертання, що відбувається навколо рідкого зовнішнього ядра.

Таким чином, дослідження підтверджує чутливість геоїда до глибинних процесів і демонструє можливості його використання як індикатора геодинамічних змін. Цей так званий динамічний рельєф є перехідним, змінюючись як у просторі, так і в часі у відповідь на основні мантийні потоки. Отже, отримані результати підтверджують, що геоїд є чутливим індикатором тектонічних і мантийних процесів, а його зміни у минулому можуть бути використані для реконструкції геодинамічної історії Землі. Запропонована методика може стати основою для подальших робіт, спрямованих на прогнозування змін гравітаційного поля та уточнення реконструкцій геодинамічної історії нашої планети.

1. Pavlis N. K. et al. (2008). An Earth Gravitational Model to Degree 2160:EGM2008. Geophysical Research Abstracts. Vol. 10. EGU2008–A–01891, EGU General Assembly. 2008. P. 2
2. National Centers for Environmental Information, ETOPO1 Global Relief Model. URL: <https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/global.html>
3. Scotese & Wright N.(2018). PALEOMAP Paleodigital Elevation Models (PaleoDEMS) for the Phanerozoic PALEOMAP Project / URL: <https://www.earthbyte.org/paleodemresource-scotese-and-wright-2018/>

РЕЧОВИНО-ФІЗИЧНІ ТРЕНДИ ПРОЦЕСУ МІНЕРАЛЬНОЇ КАРБОНІЗАЦІЇ ВУЛКАНІТІВ

Олександр Шабатура¹, Андрій Якимчик²

¹ННІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка,
м. Київ,

²Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Київ

MATERIAL-PHYSICAL TRENDS OF THE PROCESS OF MINERAL CARBONIZATION OF VULCANITES

Oleksandr Shabatura¹, Andriy Yakymchuk²

¹Institute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv

²S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv,

Проблемі секвестрації CO₂ в геологічних формаціях присвячується все більше і більше досліджень. Окрім фізичного поглинання CO₂ в пористому просторі порід-утримувачів, відбувається і хімічне зв'язування CO₂ через взаємодію водних розчинів збагачених вуглекислих газом із породам. Перспективними формаціями для геологічного сховища CO₂ цього є породи базальтоїдного складу, оскільки вони містять велику кількість катіонів, що здатні активно реагувати із вуглекислотними розчинами.

Зокрема, вулканогенні породи Вигорлат-Гутинського пасма (Закарпатська область України) представлені різними петрографічними групами порід, де переважають породи андезибазальтового складу.

Спільний аналіз поведінки петрохімічних індексів і петрофізичних характеристик у ході зміни розчинності кальцію в базальтах ВГП, вказує на збільшення із часом вмісту кремнію, кальцію, магнію, натрію і зниження алюмінію, заліза тощо. Інформативні петрофізичні мітки цього процесу полягають у зниженні об'ємної густини (до 50%) і різкого зростання пористості і проникності (у десять разів). Реагування вулканітів ВГП на взаємодію з водним розчином насиченого CO₂ очікувано має впливати також і на зміну магнітних характеристик, зважаючи на значний перерозподіл заліза.

Згадані реакційні процеси мінеральної карбонізації мають жорстку дискримінацію щодо кристалічної структури вулканітів (скловидні різновиди володіють вищими швидкостями розчинення Са, ніж їх кристалічні відміни), помірну до петрографічного типу (краще реакційна здатність основних і середніх типів у порівнянні з кислими) і помітну щодо територіальних груп вулканітів (приуроченість до окремих вулканічних центрів).

ЗІРВАНІ КРИЛА – ОДИН ЗІ СКЛАДОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕКТОНІКИ СКЛАДЧАСТИХ КАРПАТ

**Володимир Шлапінський, Мирослав Павлюк, Ярослав Лазарук,
Олеся Савчак, Мирослав Тернавський**

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, м. Львів

BROKEN WINGS – ONE OF THE COMPONENT ELEMENTS OF THE TECTONICS OF THE FOLDED CARPATHIANS

**Volodumyr Shlapinskyi, Myroslav Pavlyuk, Yaroslav Lazaruk,
Olesya Savchak, Ternavskyi Myroslav**

Institute of Geology & Geochemistry of Combustible Minerals of NAS of Ukraine, Lviv

Існує певний стиль тектоніки, притаманний Карпатам. У більшості випадків у фронтальних частинах насувів лусок розміщені древніші породи, а в тильних – молодші. Це пояснюється тим, що антиклінальні складки, в процесі розвитку складчастої споруди і перманентного стиснення, розривалися у найбільш ослаблених ядерних частинах, зокрема у склепіннях складок, де і знаходяться більш древні породи. Розірвані таким чином присклепінні елементи і північні (лежачі) крила, внаслідок переміщення південно-західних частин складок (висячі крила) на північний схід, опинялись під останніми. Вперше такі структури (зірвані крила) у Бориславсько-Покутському покриві і Береговій скибі Карпат виявив М. Я. Вуль та назвав їх насувними зривами [1]. Зірвані крила у Складчастих Карпатах вперше закартував і дав пояснення їхньої природи В. В. Кузовенко під час геологічної зйомки площі Лімна [2]. У вигляді вузьких протяжних лусок вони часто простежуються перед фронтальними частинами ширших лусок. Виявлення таких структур заперечує тезу, нібито “луски формувались виключно як моноклінальні блоки з початку тектонічної еволюції покриву” (у даному випадку йшлося про Скибовий покрив) [3]. Насправді, як бачимо, принаймні у прикладах із зірваними крилами, що спочатку формувались складки, які пізніше перетворювались на луски. За даними авторів зірвані крила закартовані у Складчастих Карпатах переважно у Скибовому покриві (найбільше їх у північно-західному і центральному секторах). У Кросненському покриві вони трапляються зрідка. інших тектонічних одиницях вони не зауважені. Виникає запитання, чому їх там немає? Адже там присутні фрагменти антикліналей включно із ядерними частинами, отже такі структури неодмінно утворювались при насуванні. Варіант, що вони просто не зауважені при геологічній зйомці малоімовірний – на великій за площею території були б відзначені хоча б декілька таких структур типу “зірваних крил”. Другий варіант пояснює це явище тим, що у випадку інших покривів зірвані крила знаходяться набагато південно-західніше ліній насувів алохтону на денну поверхню. Це у свою чергу свідчило б про більшу амплітуду насування лусок і довшу тривалість процесу у цих покривах, порівняно зі Скибовим. Набагато більше поширення мають однокрилі структури — монокліналі, залишки південно-західних крил антикліналей, які повністю позбавлені ядерних частин і північних крил. Широко розповсюджені і луски у складі яких виділяються антикліналі та синкліналі.

1. Вуль М. А. Особенности геологического строения и перспективы нефтегазоносности Предкарпатья в междуречье Свичи и Быстрицы Надворнянской. Автореф. дис...канд. геол.-мин. наук. Львов, 1968. 19с.
2. Кузовенко В. В., Жигунова З. Ф., Петров В. Г., Евтушко Т. Л., Шлапинский В. Е. Отчет о результатах комплексной геологической съёмки масштаба 1:50 000, проведенной на площади Ломна Львовской и Закарпатской областей УССР. Львов, 1973. 170с.
3. Тектоника Украинских Карпат: Объяснительная записка к тектонической карте Украинских Карпат: м-б 1:200000. Отв. ред. С. С.Круглов . К.:УкрНИГРИ, 1986. 152с

СЕЙСМОГЕНЕРУЮЧІ ЗОНИ ПОЛТАВСЬКОГО РЕГІОНУ ТА ЇХ ГЕОДЕФОРМАЦІЙНИЙ РЕЖИМ

Шляховий Володимир¹, Шиян Руслан¹, Сльченко-Лобовська Анжела², Шляховий Роман³

¹Полтавська гравіметрична обсерваторія Інституту геофізики ім. С.І. Суботіна

²Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"

³Пенсійний фонд України

SEISMOGENIC ZONES OF THE POLTAVA REGION AND THEIR GEODEFORMATION REGIME

Shliahovyi Volodymyr¹, Shyian Roman¹, Yelchenko-Lobovska Angela², Shliahovyi Roman³

¹Poltava Gravimetric Observatory. S. I. Subbotin Institute of Geophysics

²National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"

³Pension Fund of Ukraine

В центрі Дніпровсько-Донецької депресії (ДДД, Полтавська область) за останні 15 років сталося 2 десятки землетрусів з $M=2,2-4,8$ та глибиною гіпоцентрів 3-10 км. До цього регіон вважали асейсмічним, бо помітних місцевих сейсмоподій тут не фіксували. Активність розломів є ключовою умовою виникнення сейсмічності із-за змін геодформаційного режиму земної кори, які визиваються природними (рух тектоноплит, блоків) і техногенними (інтенсивне видобування копалин, флюїдів, потужні вибухи та спорудження дамб і водосховищ) факторами. Очевидно, що моніторинг і вивчення геодинаміки регіону є необхідністю.

В Полтавській гравіметричній обсерваторії ІГФ НАНУ (ПГО) проводяться довготривалі дослідження геодформацій сейсмоприпливними технологіями. Їх аналіз виконується сучасними методами. Особливістю технологій є запис сейсміки і геодформацій в широкому діапазоні частот, включно з квазістатичними сигналами. В 1965-1990 при нахиломірних дослідженнях по профілях вздовж і впоперек ДДД вивчено припливи і сучасні рухи земної кори. Показано, що дрейф нахилів по ДДД має співставні величини. При сучасних цифрових спостереженнях вивчаються регіональні деформаційні явища і Полтавські землетруси.

Однією з можливих причин виникнення землетрусів в регіоні Полтави може бути інтенсифікація темпів довготривалого видобутку вуглеводнів з використанням агресивних методів впливу на середовище: гідророзрив пласта, заводнення, зневоднення, солянокислотна обробка та ін. Досвід показує, що це не безслідно. Флюїдне спустошення пластів призводить до змін напружено-деформаційного стану геосередовища не тільки в межах родовищ, а й в регіоні. Це веде до порушень природної рівноваги, бо із-за великого геостатичного тиску «пусті» пласти стискаються, що призводить до геодформацій великих територій [1].

Поблизу вогнищ землетрусів ведеться розробка великих родовищ: Великобубнівське, Глинсько-Розбишівське та інші. Це може ініціювати сейсміку. Останній землетрус, що стався 2025/07/27 поблизу Нових Санжар, виник на глибині 7,1 км і свідчить про недовивчення сейсмотектоніки Полтавщини. В 2025 р. лише за півроку в регіоні записано 3 події з $M=3.0-3.9$ з гіпоцентрами поблизу продуктивних горизонтів. Ця проблема потребує: моніторингу землетрусів, вивчення деформаційного режиму гірських порід при видобуванні вуглеводнів, аналізу інших геопроцесів для встановлення причин землетрусів.

Дніпровсько-Донецька западина є одним із великих нафтогазовидобувних регіонів Сарматсько-Туранського лінеamentу, до якого також відноситься потужне родовище Газлі в Туранській низовині. Тут, в 1965-1984 вели інтенсивний видобуток, що, вірогідно, в 1976-1984 роках призвело до 3 руйнівних землетрусів з $M>7,0$. По аналогії, не слід виключати, що саме інтенсифікація видобутку вуглеводнів є причиною сейсмоактивності в центрі ДДЗ.

1. Shliahovyi V.P., Shyian R.V., Yelchenko-Lobovska A.S., Shliahovyi R.V. (2025). Seismic activity of the Dnieper-Donetsk Basin, geodeformation fields and geotectonics of its seimogenic zones. Geofiz. journ., 47(2), 353-358. <https://doi.org/10.24028/gj.v47i2.322577>.

АППРОКСИМАЦІЯ НЕЛІНІЙНОГО СЕЙСМІЧНОГО ПРОЦЕСУ КРИМСЬКО-ЧЕРНОМОРСЬКОГО РЕГІОНУ ЗА ПЕРІОД 1970-2012 РОКИ

Людмила Шумлянська^{1,2}, Віктор Віларраса²

¹Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Київ,

²Група вивчення глобальних змін (GCRG), IMEDEA, CSIC-UIB, Еспорлес, Іспанія

APPROXIMATION OF THE NONLINEAR SEISMIC PROCESS OF THE CRIMEAN-BLACK SEA REGION FOR THE PERIOD 1970-2012

Liudmyla Shumlianska^{1,2}, Victor Viarrasa²

¹S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv,

²Global Change Research Group (GCRG), IMEDEA, CSIC-UIB, Esporles, Spain

Все більше сейсмологів пишуть про нелінійність сейсмічних процесів, що відповідає синергетичному підходу до розвитку планети Земля як нелінійної, відкритої, самоорганізуючої системи. Синергетический підхід виділяє два визначальних фактори при вивченні нелінійних процесів: при аналізі складніших багатокомпонентних систем важливо оцінити ступінь їх нелінійності на основі набору керуючих параметрів; визначити вибір початкового стану (теорема Колмогорова-Арнольда-Мозера).

Для аналізу нелінійного сейсмічного процесу в якості керуючого параметра в даній роботі вибрані коливальні деформації за часом у блочно-ієрархічній системі в масштабах шарів земної кори. Початковий стан – це момент часу, коли відбувається зміна деформації, а доступним параметром для зміни є напрям вектора деформації. У дослідженні розглядається процес деформації в кожному окремому блоці земної кори Кримсько-Чорноморського регіону між послідовними змінами напрямків вектора деформації, лінійного в межах отриманного осереднення. Проведена апробація методичних підходів до аналізу нелінійного сейсмічного процесу на прикладі Кримсько-Чорноморського регіону.

Опрацьовані землетруси, що містяться в новому каталозі сейсмічних подій за період 1970-2012 рр., перерахованому на основі сейсмологічних бюлетенів ЄСРП та України. Використаний метод Акі для визначення режиму сейсмотектонічних деформацій, що передбачає побудову усереднених механізмів на основі знаків перших вступів Р-хвиль, взятих із бюлетенів. Часові ряди змін сейсмотектонічних деформацій у земній корі та мантії Кримсько-Чорноморського регіону візуалізовано у 4 відеосеріях, для кожного шару окремо.

Отримані блоки земної кори та літосфери з певними об'ємами спочатку ідентифікують блоки на основі геолого-геофізичних параметрів середовища, тектоніки та морфології шарів – осадових, нижньої кори, межі Мохо, літосфери. Поверхні шарів та/або розломів ми розглядаємо як можливі умовні поверхні рухів під час реалізації сейсмотектонічної деформації.

Вперше отримано дані про те, що деформації змінюються в різних шарах земної кори та мантії. Отримані результати щодо просторово-часової мінливості сейсмотектонічних деформацій мають велике значення для розуміння геодинамічних процесів у земній корі та мантії не лише в Кримсько-Чорноморському регіоні, а й як процесу в цілому. Показано, що розподіл напрямків векторів сейсмотектонічної деформації відповідає числовим моделям деформацій верхньої частини земної кори, виконаним Паталахою та ін. (2006). Нові дані щодо мінливості сейсмотектонічних деформацій доповняють існуючі моделі та дозволяють виділити мінливість поля деформацій у межах земної кори та мантії. У контексті отриманих результатів щодо просторово-часових змін у земній корі можна припустити, що основним організаційним фактором геодинаміки регіону є підкоровий шар літосфери. Рухи мантійних мас відбуваються саме в ньому, створюючи напрямки для руху верхніх блоків земної кори.

Однією з цікавих особливостей тектонічного процесу в регіоні виявилася неочікувана змінність режимів та їх тривалість, що становить від 2 до 10 років у різних районах Кримсько-Чорноморського регіону.

1. Паталаха Є.І., Сенченков І.К., Гончар В.В. (2006). Чисельна модель тектоніки плит Чорноморського регіону. Геологія та корисні копалини Світового океану, 37-54.

РЕЗУЛЬТАТИ РЕКОГНОСЦІРУВАЛЬНОГО ОБСТЕЖЕННЯ ПРЯМОПОШУКОВИМИ МЕТОДАМИ ОЛЕСЬКОЇ ПЛОЩІ

Микола Якимчук¹, Ігнат Корчагін², Валерій Соловійов²

¹Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, м. Київ,

²Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Київ

RESULTS OF THE OLESKA AREA RECONNAISSANCE SURVEY WITH DIRECT-PROSPECTING METHODS USING

Mykola Yakymchuk¹, Ignat Korchagin², Valery Soloviev²

¹Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv,

²S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv

В 2025 р. з використанням прямопошукової технології частотно-резонансної обробки супутникових знімків проведені дослідження рекогносцирувального характеру в межах **Олеської площі**, спецдозвіл на видобуток сланцевого газу на якій отримала «Укрнафта» [3].

Для проведення досліджень контури площі нанесені (приблизно) на супутниковий знімок Google Earth. Знімок розбито на три фрагменти. В рекогносцирувальному режимі проведена обробка трьох фрагментів площі.

В процесі частотно-резонансної обробки знімка північної ділянки площі з поверхні зафіксовано спільний сигнал на частотах ВВ, бактерій метаноокислючих, жовтого фосфору і 7-ої групи осадових порід (карбонати, вапняки). Інструментальними вимірами зафіксовані процеси міграції газу і жовтого фосфору в атмосферу.

В межах знімка центральної ділянки площі з поверхні зафіксовано спільний сигнал на частотах ВВ, бактерій метаноокислючих, жовтого фосфору і 7-ої групи осадових порід (карбонати, вапняки). Інструментальними вимірами зафіксовані процеси міграції газу і жовтого фосфору в атмосферу.

В межах центральної ділянки зафіксовано також сигнали ВВ на глибині їх синтезу 57 км в вулканічному комплексі, заповненому карбонатними породами!

На знімку південної ділянки площі з поверхні зафіксовано спільний сигнал на частотах ВВ, бактерій метаноокислючих, жовтого фосфору і карбонатних порід. Інструментальними вимірами зафіксовані факти (процеси) міграції газу і жовтого фосфору в атмосферу.

Короткий коментар. Частотно-резонансна обробка фрагментів знімка Олеської площі проведена з реалізацією обмеженої кількості процедур інструментальних вимірів. В інтегральному режимі сигнали на частотах ВВ в межах всіх трьох ділянок зафіксовані!

На центральній ділянці відгуки на частотах ВВ зафіксовані на межі їх синтезу 57 км в карбонатному вулканічному комплексі, В центральних частинах таких структур продуктивні пласти можуть бути зафіксовані також в глибоких та глибинних інтервалах розрізу.

При проведенні детального обстеження Олеської площі, перспективні для буріння свердловин ділянки можуть бути локалізовані. Зондуванням розрізу глибини залягання та товщини насичених вуглеводнями пластів можуть бути визначені. Процедура вертикального сканування розрізу дозволяє також визначити типи порід в насичених вуглеводнями пластах.

1. Якимчук Н.А., Корчагін І.Н., Бахмутов В.Г., Соловьев В.Д. Геофизические исследования в Украинской морской антарктической экспедиции 2018 г.: мобильная измерительная аппаратура, инновационные прямопоисковые методы, новые результаты. Геоинформатика. 2019. № 1. С. 5-27.
2. Mykola Yakymchuk, Ignat Korchagin, Valery Soloviev. Universal direct search frequency-resonance technologies for solving structural and exploration geological problems. LAP Lambert Academic Publishing. 24 July 2024. P. 184.
3. Укрнафта» видобуватиме сланцевий газ на Львівщині та Івано-Франківщині. <https://delo.ua/news/ukrnafta-vidobuvatime-slancevii-gaz-na-oleskii-dilyanci-shho-na-lvivshhini-444445/>

РЕЗУЛЬТАТИ АПРОБАЦІЇ ЧАСТОТНО-РЕЗОНАНСНИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ДАНИХ ДЗЗ В СЛАНЦЕВИХ БАСЕЙНАХ США

Микола Якимчук¹, Ігнат Корчагін², Валерій Соловйов²

¹Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, м. Київ,

²Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Київ

RESULTS OF TESTING IN US SHALE BASINS THE FREQUENCY- RESONANCE METHODS OF REMOTE SENSING DATA PROCESSING

Mykola Yakymchuk¹, Ignat Korchagin², Valery Soloviev²

¹Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv,

²S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv

В статті [2] наведено огляд особливостей геологічної будови сланцевих басейнів США. Наведені матеріали надали можливість провести в межах басейнів апробацію технології частотно-резонансної обробки супутникових та фото знімків [1] з метою оцінки перспектив виявлення покладів ВВ в глибинних горизонтах розрізу в традиційних (не сланцевих) колекторах. В форматі тез результати обробки знімків зводяться до наступного.

Басейни Utica і Marcellus. В процесі обробки знімка басейнів сигнали на частотах кристалічних сланців зареєстровані в інтервалі глибин 0-6352 м. На межі синтезу ВВ 57 км зафіксовані сигнали на частотах ВВ із другої групи осадових порід (псаміти). Відгуки на частотах газу в інтервалі 0-6352 м зареєстровано із кристалічних сланців.

Басейни Woodford, Midland і Delaware. В басейні Woodford сигнали кристалічних сланців зареєстровані в інтервалі 0-6454 м. На межі 57 км отримані відгуки ВВ із псамітів. Відгуки на частотах газу зареєстровано із другої групи осадових порід (псаміти).

В басейнах *Midland і Delaware* відгуки гнейсів зареєстровані в інтервалі глибин 0-4790 м. На межі 57 км зафіксовані сигнали ВВ із 7-ої групи осадових порід (карбонати).

Басейни Chattanooga (Arkansas) і Forth Worth. В басейні Chattanooga кристалічні сланці зареєстровані в інтервалі 0-5493 м. На 57 км зафіксовані сигнали ВВ із псамітів.

В басейні *Forth Worth* гнейси зареєстровані в інтервалі 0-6395 м. На межі 57 км отримано сигнали із 8-ої групи осадових порід (доломіти) – фіксувались з глибини 6395 м.

Басейн Haynesville–Bossier. В басейні сигнали на частотах кристалічних сланців зареєстровані в інтервалі 0-4895 м. На межі 57 км зафіксовані сигнали ВВ із псамітів.

Басейни в Powder River, Nebraska-Denver, Laramie-North Park. В басейні Powder River кристалічні сланці зареєстровані в інтервалі 0-4448 м, а на межі 57 км – ВВ в псамітах.

В басейні *Nebraska-Denver* відгуки гнейсів зареєстровані в інтервалі 0-5779 м. На межі 57 км зафіксовані сигнали ВВ із 7-ої групи осадових порід (карбонати).

В басейні *Laramie-North Park* сигнали на частотах кристалічних сланців зареєстровані в інтервалі 0-6096 м. На межі 57 км зафіксовані сигнали ВВ із псамітів.

Басейн Eagle Ford. В басейні сигнали гнейсів зареєстровані в інтервалі 0-6368 м, на локальний ділянки – в інтервалі 0-6182 м. На межі 57 км зафіксовані сигнали ВВ із карбонатів.

Короткий коментар. Проведене обстеження в прискореному режимі сланцевих басейнів США свідчить, що в їх межах розміщені вулканічні структури, в яких існують умови для синтезу ВВ на поверхні 57 км і можуть бути виявлені поклади нафти та газу в традиційних (не сланцевих) відкладах.

1. Якимчук Н.А., Корчагін І.Н., Бахмутов В.Г., Соловьев В.Д. Геофизические исследования в Украинской морской антарктической экспедиции 2018 г.: мобильная измерительная аппаратура, инновационные прямопоисковые методы, новые результаты. Геоінформатика. 2019. № 1. С. 5-27.
2. McMahon T. P., Larson T. E., Zhang T., Shuster M. Geologic characteristics, exploration and production progress of shale oil and gas in the United States: An overview. PETROL. EXPLOR. DEVELOP., 2024, 51(4): 925–948. [https://doi.org/10.1016/S1876-3804\(24\)60516-1](https://doi.org/10.1016/S1876-3804(24)60516-1)
1 <http://www.sciencedirect.com/journal/petroleum-exploration-and-development>.

ГЕОФІЗИЧНІ ОЗНАКИ РЕГІОНАЛЬНИХ ГАЗОУПОРІВ У МЕЗОКАЙНОЗОЙСЬКИХ ПОРОДАХ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ШЕЛЬФУ ЧОРНОГО МОРЯ

Валентина Янко¹, Ігор Наумко², Сергій Кадурін¹, Володимир Кадурін¹, Олена Дікол¹

¹Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, м. Одеса

²Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, м. Львів

GEOPHYSICAL SIGNS OF REGIONAL GAS RESISTANTS IN MESOCAENOZOIC ROCKS OF THE NORTHWEST SHELF OF THE BLACK SEA

Valentyna Yanko¹, Ihor Naumko², Serhiy Kadurin¹, Volodymyr Kadurin¹, Olena Dikol¹

¹Odesa I. I. Mechnikov National University, Odesa

²Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of the NAS of Ukraine, Lviv

Застосування до прогнозу вуглеводневого потенціалу надр теорії глобального флюїдогенезу дозволяє розширити перспективи нафтогазоносності шельфу Чорного моря [1]. Прийнявши за робочу гіпотезу формування труб дегазації, як головних шляхів руху висхідного глибинного флюїдного потоку (ГФП), слід зазначити, що для прогнозних і пошукових робіт на нафту й газ актуальним стає питання можливості виявлення перекриття таких труб дегазації в мезокайнозойському розрізі породами, що мають газоупорні властивості.

Власне рух вуглеводневого потоку до поверхні дна Чорного моря свідчатиме про активну флюїдну фазу розвитку території та фіксуватиметься у вигляді труб дегазації. Спосіб виявлення таких труб на основі кількісно-генетичної інтерпретації геолого-геофізичної інформації вже розроблено [2].

Наявна в нашому розпорядженні інформація щодо перспективної площі Придніпровська, отримана під час геофізичних робіт на північно-західному шельфі Чорного моря за останні 30 років, дає змогу з цієї точки зору не стільки виявити труби дегазації, що виходять на поверхню дна, скільки визначити ділянки вірогідного газонакопичення. Побудована у межах цієї площі модель розташування труб дегазації в мезокайнозойській стратифікованій товщі показує, що з високим ступенем ймовірності в розрізі можна виокремити два газопори. Перший – це межа верхньої юри та нижньої крейди, яка добре фіксується на геофізичних розрізах; другий – межа між середнім палеогеном (еоценовим відділом) та нижнім неогеном–верхнім палеогеном (олігоцен-міоценовий відділ, майкопська серія) [3].

Отже, цілеспрямована інтерпретація геолого-геофізичних розрізів, заснована на флюїдогенетичних засадах, дає змогу при проведенні пошукових робіт у межах північно-західного шельфу Чорного моря отримувати нову прогностичну інформацію. Водночас підготовка такої концепції в її повноті, цілісності та несуперечливості ще очікує свого часу.

1. Наумко І.М. Флюїдний режим процесів мінералогенезу породно-рудних комплексів України (за включеннями у мінералах типових парагезисів): автореф. дис. ... д-ра геол. наук. Львів, 2006. 52 с.
2. Янко В.В., Кадурін В.М., Какаранза С.В., Кравчук Г.О., Дікол О.С., Наумко І.М. Спосіб визначення прогнозних критеріїв і пошукових ознак вуглеводневих покладів на шельфі моря // Патент України UA 150716 U. МПК G1N 1/28 (2006.01).
3. Полухтович Б.М. Геологічний звіт за результатами наукової обробки і узагальнення матеріалів Придніпровської параметричної свердловини № 2 (Чорне море). Львів, 1999. 92 с.

ВИКОРИСТАННЯ ГІС ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗЛОМНОЇ ТЕКТОНІКИ ТА СЕЙСМІЧНОСТІ ЗАКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ

Любов Януш¹, Наталя Пиріжок¹

¹Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна України, м. Львів

USING GIS TO STUDY OF FAULT TECTONICS AND SEISMICITY OF THE TRANSCARPATHIAN DEPRESSION

Liubov Yanush¹, Natalia Pyrizhok¹

¹Carpathian Branch of the S.I.Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Lviv

Аналіз значних обсягів тектонічних та сейсмологічних даних в теперішній час важко виконувати без використання комп'ютерних технологій. Особливо актуальним це питання є для Закарпатського прогину, який характеризується складною геологічною будовою та високим рівнем сейсмічності.

У Закарпатському регіоні щорічно відбувається від 2 до 25 землетрусів з енергетичним класом $K=6-10$ (максимальна інтенсивність досягає $K=12-13$). За особливості сейсмічного режиму Закарпатський прогин поділяється на декілька зон, які ототожнюються з тектонічними елементами: Чоп-Мукачівська та Солотвинська западини, границею між якими служить Оашський розлом [1]. Виділені зони відрізняються між собою типами послідовності, графіками повторюваності землетрусів, кількістю виділеної енергії, швидкістю вивільнених умовних деформацій та активізацією їх в часі.

Тектонічна будова Закарпатського прогину характеризується інтенсивною дислокованістю, наявністю розривних порушень поздовжнього та поперечного напрямків, серед яких найбільш амплітудними є Закарпатський та Панонський (Припанонський) глибинні розломи. Значна кількість поперечних тектонічних порушень північно-східної орієнтації розбиває Закарпатський прогин на декілька прямокутних блоків і перетинає майже під прямим кутом північно-західне поширення Карпатських складчастих структур. З такими розломами пов'язані субмеридіальні відрізки річкових долин регіону [1].

Сучасним ефективним методом опрацювання тектоносейсмологічних даних є географічні інформаційні системи (ГІС), що дають можливість аналізу розподілу епіцентрів землетрусів в часі і просторі [2]. Вихідними даними для створення бази землетрусів служать сейсмологічні бюлетені та каталоги землетрусів, зареєстрованих мережею Карпатської регіональної сейсмологічної мережі (КРСМ) відділу сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України.

Сформована авторами електронна база даних [3] дає можливість сортувати, виконувати вибірки для подальшого опрацювання (побудови графіків, порівняльних таблиць тощо) і може бути інтегрована в одну з будь-яких доступних користувачу ГІС (наприклад, MapInfo, ArcGis, QGIS). ГІС визначається здатністю пов'язувати просторову й атрибутивну інформацію та можливістю їх спільного аналізу.

4. Сучасна геодинаміка та геофізичні поля Карпат і суміжних територій За загальною редакцією К.Р.Третьяка, В.Ю.Максимчука, Р.І.Кутаса. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015.420 с.
5. Зацерковний В.І., Бурачек В.Г., Железняк О.О., Терещенко А.О. Геоінформаційні системи і бази даних: монографія. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2014. 492 с.: <https://core.ac.uk/download/pdf/286619051.pdf>
6. Януш Л., Максимчук В. Формування бази даних землетрусів Карпатського регіону для аналізу їх розподілу за допомогою ГІС. // Збірник статей та матеріалів XXXV наукової сесії Наукового товариства імені Шевченка (20 березня 2024 р.). Комісія Фізики Землі. Геологічна комісія / Під заг. ред. В.Ю.Максимчука та І.М.Наумка. – Львів: Раст-7, 2024. – 90 с.

Вступне слово	3
Сапужак Олег, Максимчук Валентин, Назаревич Андрій Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України: історія, здобутки, перспективи	5
Burakhovych Tetyana, Kushnir Anton, Iliencko Volodymyr, Stolpakov Andrii Geoelectric model of the asthenosphere of Ukraine	8
Gadirov Vagif Geological Structure of the Earth's crust in the area of Saatly DW-1 (Azerbaijan)	9
Gnyp Andriy, Malyskyy Dmytro Recovering locations and takeoff angles of earthquakes in clusters based on the difference between their S-P intervals	10
Křížová Dana, Vlček Josef, Valenta Jan The seismic networks in eastern and western Bohemia its densification and the use of the data obtained thereby	11
Lukowski Janusz, Pidvirnyy Oleh Controlled constant current source for matrix impedance tomography system (ERT)	12
Maksymchuk Valentyn, Chobotok Ihor, Kuderavets Roman, Nakalov Yevgeniy Comprehensive tectonomagnetic and magneto-variational monitoring in the area of UAS "Akademik Vernadsky": main results, status and prospects	13
Malyskyy Dmytro, Maguire Ross, Moore Christyna, Astashkina Oleksandra, Fojtikova Lucia, Gnyp Andriy, Dobushovskyy Markiyan, Pak Ruslan, Nikulins Valerijs Some aspects of seismological research on Mars	14
Olszak Tomasz, Rosowiecka Olga Structure and ways to realisation of modern gravity frame in geophysics gravimetric bases for Polish datasets	15
Onanko Anatoliy, Kuzmych Lyudmyla, Onanko Yurii, Yatsiuk Mykhailo, Voropai Galina, Kuzmych Stepan, Dmytrenko Oksana, Kulish Mukola, Naumenko Antonina, Pinchuk-Rugal Tatiana, Rugal Alexander, Pavlenko Olena, Gaponov Anton, Kurochka Lilia, Il'in Petro Tthermogeoprobe, deformations in sandstone SiO_2 , nanocomposites	16
Orlyuk Mykhailo, Marchenko Andriy, Romenets Andriy, Bakarzhieva Mariya, Orliuk Ivan Database for development of digital maps of force and angular components of the geomagnetic field for the Ukrainian territory	17
Orlyuk Mykhailo, Romenets Andrii On the relationship of the earth's magnetic field with its rotation	18
Prykhodko Oleksandr, Hrytsyk Ihor, Kurovets Ihor, Chepusenko Pavlo, Mykhalchuk Stepan, Melnychuk Svitlana, Petelko Liudmyla Methods of field geothermic surveying for solving geological-geophysical tasks	19
Starodub Yuriy, Polcik Henryk, Kuplovskiy Bohdan, Hushchak Roman, Vorobets Vladyslav Aspects of Baltic – Black sea waterway on the Vistula – San – Dniester – Prut waterline ...	20
Stolpakov Andrii, Kushnir Anton, Iliencko Volodymyr Geoelectric studies of the Precarpathian through	21
Tereshyn Artem, Rokityansky Igor Induction vectors at the NAQ geomagnetic observatory and global warming	22

Walo Janusz, Kablak Nataliya, Olszak Tomasz, Dvulit Petro, Szpunar Ryszard Project for the implementation of an international gravimetric reference system in Western Ukraine	23
Алексенко Олексій, Віктосенко Ірина, Довбніч Михайло, Матюшенко Іван Сейсмічне мікрорайонування: національний досвід, виклики та гармонізація результатів відповідно до вимог міжнародних нормативів	24
Анікеєв Сергій, Максимчук Валентин Турківський параавтохтонний комплекс за результатами гравітаційного моделювання	25
Бахмутов Володимир, Черкес Семен, Поляченко Євген, Комар Олексій, Петраускас Олег, Главацький Дмитро, Шпира Віктор, Ржаніцин Ілля Археоманітні дослідження в Україні: нові виклики, можливості, перспективи	26
Бубняк Ігор, Бубняк Андрій, Павлюк Оксана Методика оцінки георізноманіття з використанням сучасних ГІС-технологій: приклад з Поділля	27
Вергельська Наталія Моніторинг складу газових сумішей вуглепородних масивів	28
Віхоть Юрій, Скакун Леонід, Кріль Соломія Природний водень у ґрунтовому газі: особливості пошуку нової корисної копалини	29
Волошин Петро, Марусяк Валентина Геофізичний моніторинг динаміки змін фізичних властивостей техногенних ґрунтів центральної частини Львова	30
Гнилко Олег Проблема тектонічного районування Українських Зовнішніх Карпат	31
Дешиця Степан, Сиросько Олена Зондування геологічних середовищ неусталеними електромагнітними полями	32
Дідик Олександр, Кудеравець Роман, Чоботок Ігор Археологічні та геомагнітні дослідження п'ятої лінії укріплень Пліснеського городища у 2023, 2025 рр.	33
Дубей Наталія Мінеральні води Івано-Франківської області	34
Жикаляк Микола, Бондар Олександр Тектоніка і геодинаміка Дніпровсько-Донського прогину (Донбасу та ДДЗ)	35
Ігнатишин Василь, Іжак Тібор, Молнар Стефан, Рай Адальберт, Ігнатишин Моніка, Ігнатишин Адальберт Геодинамічний та сейсмічний стан Закарпаття: гідрогеологічний аспект	36
Ігнатишин Василь, Малицький Дмитро, Купльовський Богдан, Прокопишин Василь, Олещук Олена, Ігнатишин Моніка, Ігнатишин Адальберт Сейсмотектонічні процеси в Карпатському регіоні: геофізичний аспект	37
Калиній Тетяна, Омельченко Валерій Результати вивчення забруднення важкими металами ґрунтів Старунського району	38
Книш Віталій, Мальгін Михайло, Бондаренко Максим Розроблення платформи для інтелектуального аналізу великих обсягів промислово- геофізичних даних	39
Козловський Едуард, Купльовський Богдан, Прокопишин Василь Аналіз активності розломних структур Карпатського регіону	40
Коляденко Василь, Романюк Олег Особливості роботи з приладами «РХІНДС»	41

Кузьменко Анна, Кадурін Сергій, Кузьменко Олександра Оцінка стійкості прибережних схилів північно-західного Причорномор'я за морфометричними та спектральними індикаторами	42
Кузьменко Едуард, Багрій Сергій, Приходько Микола, Чепурний Ігор Комплексна оцінка стану дамб за геофізичними методами на території Івано- Франківської області	43
Кутас Роман Геотермічні і геодинамічні умови літосфери Карпато-Панонського регіону	44
Лебідь Тетяна, Друкаренко Вікторія Намагніченість осадової товщі Дніпровсько-Донецького авлакогену	45
Лосів Володимир, Яремович Михайло, Іваніна Антоніна Геодинаміка зони зчленування Східноєвропейської платформи і Передкарпатського прогину	46
Лосів Володимир, Яремович Михайло, Іваніна Антоніна Деякі питання геодинаміки Карпат та Передкарпаття	47
Лубков Михайло Моделювання видобутку нафти в геосолітоновому родовищі	48
Лукін Олександр, Коболєв Володимир Чорносланцеві формації евксинського типу Північної Америки та України	49
Лящук Олександр, Андрущенко Юрій Мережа інфразвукового моніторингу в Україні - методологічні та технічні аспекти ..	50
Лящук Олександр, Андрущенко Юрій, Отруба Юрій Інфразвукові методи раннього виявлення цунамі в морі Скоша	51
Максимчук Валентин, Анікеєв Сергій Зона Тейссейре-Торнквіста на території західної України за результатами гравітаційного моделювання по лінії сейсмічних профілів	52
Максимчук Валентин, Накалов Євгеній, Чоботок Ігор, Ярема Іван, Бріллінг Ольга, Ігнатишин Василь, Павлюк Оксана Підсумки багаторічних тектономагнітних досліджень у Закарпатській сейсмоактивній зоні	53
Малицький Дмитро, Микита Андрій, Назаревич Андрій, Бутитер Ігор Свердловинний сейсмоакустичний і термометричний зонд	54
Мар'яш Ігор, Сапужак Олег, Коляденко Василь Геофізичні вишукування методом георадарного зондування на прикладі промислової ділянки	55
Марусенков Андрій, Проненко Віра, Сумарук Юрій, Корепанов Валерій, Орлюк Михайло, Леонов Микола Метод узгодження даних скалярного магнітометра та варіометра геомагнітної обсерваторії АІА на Українській антарктичній станції «Академік Вернадський»	56
Мельник Галина, Бахмутов Володимир, Главацький Дмитро Екскурси геомагнітного поля у магніостратиграфії та дослідженнях змін довкілля ..	57
Меньшов Олександр, Бондар Ксенія, Бахмутов Володимир, Главацький Дмитро, Поляченко Євген Магнітні методи в оцінюванні забруднення територій, що зазнали впливу військових дій	58
Назаревич Андрій, Назаревич Леся Карстово-провальний техногенний землетрус 30 (29) вересня 2017 р. у Стебнику і проблема уточнення гіпоцентрії землетрусів району Дрогобича – Борислава – Стебника – Трускавця	59

Назаревич Андрій, Назаревич Леся, Скакальська Людмила, Назаревич Роман, Ганна Лівенцева Особливості температурного режиму верхніх горизонтів кори Передкарпатського прогину	60
Накалов Євгеній, Ігнатишин Василь, Бріллінг Ольга, Ярема Іван Сучасний стан геомагнітних досліджень на режимних геофізичних станціях Карпатського геодинамічного полігону	61
Накалов Євгеній, Ярема Іван, Бріллінг Ольга Досвід модернізації польових протонних магнітометрів з використанням платформи ARDUINO та адаптацією до задач моніторингу геомагнітного поля	62
Наумко Ігор, Куровець Ігор, Куровець Сергій, Зінчук Ігор, Занкович Галина, Кучер Роман-Даниїл Термобарогеохімія і петрофізика: шляхи і принципи взаємодії	63
Омельченко Валерій, Косаковскі Павел, Панчак Ян, Юрек Кшиштоф Ян Результати порівняльного аналізу забруднення нафтопродуктами ґрунтів Старунського району	64
Павлик Володимир, Кутний Андрій, Заливадний Микола, Бабич Тетяна Сезонні вертикальні рухи земної поверхні за даними екстензометричних спостережень у Полтаві впродовж 2006-2024 років	65
Петровський Олександр, Довбніч Михайло, Черняхівч Михайло Положення та моніторинг розвитку карстових та штучних порожнин в межах гірського масиву за результатами повторних 3D мікрогравіметричних вимірювань та розв'язку динамічної геологічно змістовної оберненої задачі гравірозвідки	66
Петровський Олександр, Петровська Тетяна, Оніщук Оксана, Суятінов Володимир 3D геологічно-змістова гравіметрична інверсія як ключ до картування форми соляного діяпіру та зменшення ризиків буріння в приштокових ділянках	67
Петровський Олександр, Петровська Тетяна, Кухар Наталя, Витвицький Ярослав, Закревський Андрій Перетворення ризику на комерційний успіх: новий підхід до геологорозвідувальних робіт на Олеській ділянці за допомогою 3D гравіметричних вимірювань, геологічно-змістовного спільного розв'язку оберненої задачі та картування комерційних покладів вуглеводнів	68
Петровський Олександр, Петровська Тетяна, Штурмак Ірина Подвоєння видобутку газу в Україні: нові нафтові системи, неструктурні пастки, глибокі горизонти, комерційні поклади та передовий метод їх картування за даними 3D-вимірювань гравітаційного поля та розв'язку оберненої задачі	69
Рендзяняк Назар, Брич Тарас, Купльовський Богдан Аналіз програмних продуктів для моделювання сейсмічних полів	70
Савчук Степан, Доскіч Софія Використання високочастотних ГНСС спостережень для аналізу сейсмічних подій 2023–2025 рр.	71
Сапужак Ігор, Пронишин Роман Сейсмічні і геотектонічні умови району розташування Рівненської АЕС	72
Сапужак Олег, Сиросьжко Олена, Коляденко Василь, Мар'яш Ігор Геофізичні дослідження ділянки ймовірного поховання гетьмана Виговського. Другий етап	73
Сиросьжко Олена, Дешиця Степан, Сапужак Олег Особливості розподілу вертикальної компоненти нестационарного	74

електромагнітного поля у складних геосередовищах	
Третяк Корнелій, Заяць Олександр, Купльовський Богдан, Лящук Олександр, Корлятович Тетяна, Нестеренко Світлана, Бісовецький Юрій	
Оцінка причин руйнування греблі Каховської ГЕС на основі комплексного аналізу результатів структурного моніторингу, сейсмічних та інфразвукових досліджень	75
Халявін Олександр, Халявіна Людмила	
Модернізація балістичного гравіметра Полтавської гравіметричної обсерваторії	76
Церклевич Анатолій, Бадло Тарас, Заяць Олександр, Шило Євген, Шило Ольга	
Моделювання впливу літосфери на топографію геоїда в геологічному часі	77
Шабатура Олександр, Якимчик Андрій	
Речовино-фізичні тренди процесу мінеральної карбонізації вулканітів	78
Шлапінський Володимир, Павлюк Мирослав, Лазарук Ярослав, Савчак Олеся, Тернавський Мирослав	
Зірвані крила – один зі складових елементів тектоніки Складчастих Карпат	79
Шляховий Володимир, Шиян Руслан, Єльченко-Лобовська Анжела, Шляховий Роман	
Сейсмогенеруючі зони Полтавського регіону та їх геодеформаційний режим	80
Шумлянська Людмила, Віларраса Віктор	
Апроксимація нелінійного сейсмічного процесу Кримсько-Чорноморського регіону за період 1970-2012 роки	81
Якимчук Микола, Корчагін Ігнат, Соловійов Валерій	
Результати рекогносцирувального обстеження прямопошуковими методами Олеської площі	82
Якимчук Микола, Корчагін Ігнат, Соловійов Валерій	
Результати апробації частотно-резонансних методів обробки даних ДЗЗ у сланцевих басейнах США	83
Янко Валентина, Наумко Ігор, Кадурін Сергій, Кадурін Володимир, Дікол Олена	
Геофізичні ознаки регіональних газопорів у мезокайнозойських породах північно-західного шельфу Чорного моря	84
Януш Любов, Пиріжок Наталя	
Використання ГІС для дослідження розломної тектоніки та сейсмічності Закарпатського прогину	85
ЗМІСТ	86

ДЛЯ ПОДАТОК

Наукове видання

Збірник тез доповідей
Х Міжнародної наукової конференції
«ГЕОФІЗИКА І ГЕОДИНАМІКА:
ПРОГНОЗУВАННЯ ТА МОНІТОРИНГ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА»
(Львів, 30 вересня – 2 жовтня 2025 р.)

Загальне редагування – В.Ю. Максимчук
Відповідальний за випуск – О.Я. Сапужак
Комп'ютерне верстання – А.В. Назаревич

Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України

вул. Наукова, 3-Б, м. Львів, 79060
тел. +380 32 264 85 63, факс +380 32 264 97 77
e-mail: carp@cb-igph.lviv.ua, <http://www.cb-igph.lviv.ua>

Підписано до друку 17.09.2025 р.
Формат 70×100/16. Папір офсетний. Друк цифровий.
Умовн. друк. арк. 5,35 Обл.-вид. арк. 7,47
Наклад 150 прим.

Видавець і виготовлювач: ТОВ „Растр-7”
79005, м. Львів, вул. Кн. Романа, 9/1.
тел./факс: (032) 235 72 13
e-mail: rastr.sim@gmail.com www.rastr-7.com.ua

Свідectво суб'єкта видавничої справи
ЛВ № 22 від 19.11.2002 р.

PACTP 7

ISBN 978-617-8590-72-7



9 786178 590727