

ДЕФОРМАЦІЇ ЗЕМНОЇ КОРИ ТА СЕЙСМІЧНІСТЬ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ: ГЕОФІЗИЧНИЙ АСПЕКТ

В. В. Ігнатишин

Кандидат фізико-математичних наук

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, 03680, м. Київ, проспект Академіка Палладіна, 32

Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II, Україна, 90202, м. Берегове, площа Кошута, 6

Д. В. Малицький

Доктор фізико-математичних наук

Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, 79000, м. Львів, вул. Наукова, 3 б

Б. Є. Купльовський

Кандидат фізико-математичних наук

Відділ сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, 79011, м. Львів, Вул. Ярославенка, 27

Т. Й. Іжак

Кандидат географічних наук, PhD

С. С. Молнар Д

Кандидат географічних наук, PhD

А. Й. Рац

PhD

Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II, Україна, 90202, м. Берегове, площа Кошута, 6

М. Б. Ігнатишин

Провідний інженер

А. В. Ігнатишин

Інженер I категорії

Відділ сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, 79011, м. Львів, Вул. Ярославенка, 27

Карпатський регіон в тому числі Закарпаття є сейсмонебезпечним регіоном, де можуть відбуватися місцеві землетруси різного енергетичного класу, які в свою чергу можуть суттєво вплинути на екологічний стан регіону. Досліджено геодинамічний стан регіону та його зв'язок із сейсмічними явищами в Карпатському регіоні. Проведено вивчення впливу геодинамічного стану регіону на параметри геофізичного поля, на прикладі електромагнітної емісії в діапазоні 12.5 кГц та виявлено взаємозв'язки із проявами місцевої сейсмічності.

Ключові слова: землетруси, електромагнітна емісія, сучасні горизонтальні рухи кори, деформації, екологічний стан

DEFORMATIONS OF THE EARTH'S CRUST AND SEISMICITY OF THE CARPATHIAN REGION: GEOPHYSICAL ASPECT

V. V. Ignatyshyn

Candidate of Physical and Mathematical Sciences

S.I. Subbotin Institute of Geophysics, National Academy of Sciences of Ukraine, 03680, Kyiv, 32
Akademika Palladina Avenue

Ferenc Rákóczi II Transcarpathian Hungarian College of Higher Education, Ukraine, 90202,
Berehove, Kossuth Square, 6

D. V. Malytsky

Doctor of Physical and Mathematical Sciences

Carpathian Branch of the S.I. Subbotin Institute of Geophysics of the National Academy of
Sciences of Ukraine, 79000, Lviv, 3b Naukovo Street

B. E. Kuplyovskiy

Candidate of Physical and Mathematical Sciences

Department of Seismicity of the Carpathian Region, S.I. Subbotin Institute of Geophysics, National
Academy of Sciences of Ukraine, 79011, Lviv, 27 Yaroslavenka St.

T. Y. Izhak

Candidate of Geographical Sciences, PhD

S. S. Molnar D

Candidate of Geographical Sciences, PhD

A. Y. Rats

PhD

Ferenc Rákóczi II Transcarpathian Hungarian College of Higher Education, Ukraine, 90202,
Berehove, Kossuth Square, 6

M. B. Ignatyshyn

Lead Engineer

A. V. Ignatyshyn

First Class Engineer

Carpathian Region Seismicity Department, S.I. Subbotin Institute of Geophysics, National
Academy of Sciences of Ukraine, 79011, Lviv, 27 Yaroslavenka Street

The Carpathian region, including Transcarpathia, is a seismically hazardous region where local earthquakes of various energy classes can occur, which in turn can significantly affect the ecological state of the region. The geodynamic state of the region and its connection with seismic phenomena in the Carpathian region have been studied. The influence of the geodynamic state of the region on the parameters of the geophysical field was studied using the example of electromagnetic emission in the 12.5 kHz range, and correlations with manifestations of local seismicity were identified.

Keywords: earthquakes, electromagnetic emission, modern horizontal crustal movements, deformations, ecological state

Вступ. Екологічний стан Закарпаття залежить від багатьох чинників, проте найбільш суттєвими є метеорологічні та пов'язані із ними гідрологічні. На території Закарпаття та прилеглих територіях щорічно відбуваються сотні місцевих землетрусів різного енергетичного класу, серед яких важливо відмітити відчутні. Геодинамічний стан регіону відіграє ключову роль в активізації сейсмічного стану. Відомо, що геомеханічні процеси у верхніх шарах земної кори можуть змінювати фізичні характеристики гірських порід, які відображаються у варіаціях параметрів геофізичних полів.

Метою роботи є дослідження сеймотектонічних процесів в

сейсмонебезпечному регіоні та відгуку на них електромагнітної емісії.

В [12] показано, що електромагнітні явища в діапазоні ультранизких частот можуть бути перед землетрусами, що досягають глибин до 30 км, це можна вважати перспективним ефективним діапазоном виявлення передвісників землетрусів. Підвищення величини кількості опадів супроводжується підвищенням величини кількості зареєстрованих місцевих землетрусів у Закарпатському внутрішньому прогині [4]. В [1] показано, що аномалії електропровідності земної кори та верхньої мантиї свідчать про можливі зони проявів геодинамічної активізації. Результати моделювання в [10] показують, що зсувні деформації антиклінальних геоструктур під дією сили тяжіння залежать від форми, розмірів. Аналіз місцевої сейсмічності та сучасних горизонтальних рухів кори у зоні Оашського глибинного розлому вказав підвищення сейсмічності регіону в інтервалах інтенсивних рухів кори [8]. Прогнозування землетрусів залишається найважливішим завданням сейсмологічних досліджень, незважаючи на досить скромні досягнення [11]. Показано існування процесів зміни знаку в горизонтальних рухах земної кори в Закарпатському внутрішньому прогині в досліджуваному часовому інтервалі [9]. Представлено результати дослідження геофізичних аспектів екологічного стану Закарпаття та його гідрогеологічного аспекту [2,3]. Геофізичні та астрофізичні аспекти екологічного стану Закарпаття розглянуто в [5, 7]. У статті [6] представлено результати вивчення зв'язків магнітного поля Землі та сеймотектонічних процесів в Закарпатті на фоні інтенсивних рухів кори та реєстрації місцевих землетрусів в тому числі і відчутних.

Розглянуто сучасні горизонтальні рухи кори в зоні Оашського глибинного розлому в 2024 році. Проведені вимірювання деформацій земної кори на пункті деформетричних спостережень „Королеве” дослідно-методичної геофізичної та сейсмологічної партії Відділу сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики імені С.І. Субботіна НАН України за допомогою горизонтального кварцового деформографа базою 24.5 м, азимут приладу 80°(схід-захід). Протягом 2024 року в зоні Оашського глибинного розлому зареєстровано розширення порід величиною +33.94 мкм, при цьому деформації порід становлять 1385 нстр(13.85×10^{-7}). Розраховані деформації порід підтверджують середній віковий хід деформацій в регіоні, який дорівнює $+10 \times 10^{-7}$. Досліджено сучасні горизонтальні рухи кори для вивчення зв'язків геодинамічного та сейсмічних станів регіону та відгуку окремих геофізичних полів на сеймотектонічні процеси в екологічно-небезпечних регіонах. При стисненні порід електромагнітна емісія представлена підвищеними величинами. Після знакозмінного процесу при розширенні порід також реєструються підвищені величини електромагнітної емісії проте меншої величини в порівнянні із періодами стиснення порід. Чим більша швидкість тим інтенсивніша електромагнітна емісія зареєстрована на режимній геофізичній станції „Тросник” Відділу сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України (Закарпатська обл., Берегівський район, с. Тросник).

В Карпатському регіоні згідно сейсмологічного бюлетеню Відділу сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики імені С.І. Субботіна НАН України в 2024 році зареєстровано більше сотні місцевих землетрусів, серед яких 32 підземні поштовхи відбулися в Закарпатті. Місцеві землетруси відбуваються на фоні інтенсивних сучасних горизонтальних рухів кори. На сучасні рухи кори в регіоні та на розрядку напружено деформованого стану порід реагують геофізичні поля, зокрема електромагнітна емісія в діапазоні 12.5 кГц через прояв підвищених її величин. Реакція електромагнітної емісії на сеймотектонічні процеси проявляється через короткий часовий термін (1-3 доби). Методика досліджень важлива при вивченні реакції інших геофізичних полів на екологічно небезпечні процеси у верхніх шарах земної кори, при викладанні природничих дисциплін та вирішенні екологічних проблем досліджуваного регіону.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1.Бурахович Т., Кушнір А. Історія, сучасний стан та напрями розвитку геоелектромагнітних досліджень в Україні. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. 2023. 1(100). Сс. 58-66. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.100.07>
2. Ігнатишин В.В., Ігнатишин А.В., Іжак Т.Й., Ігнатишин М.Б., Вербицький С.Т. Геофізичні аспекти екологічного стану в Закарпатському внутрішньому прогині за 2020 рік. Екологічні науки: науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О.І. – К. : Видавничий дім «Гельветика», 2021. № 4(37). 200 с. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.4-37.17>
3. Ігнатишин В.В., Малицький Д.В., Іжак Т.Й., Вербицький С.Т., Ігнатишин А.В., Ігнатишин М.Б. Гідрогеологічний аспект екологічного стану Закарпаття за 2020 рік. Екологічні науки : науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О.І. – К. : Видавничий дім «Гельветика», 2021. № 6(39). С. 42-49.
4. Ігнатишин В., Малицький Д., Іжак Т., Ігнатишин М., Ігнатишин А. Моніторинг сеймотектонічних процесів у Закарпатському внутрішньому прогині за результатами комплексних геофізичних спостережень. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. 2022. 3(98). С. 42-48. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.98.05>
5. Ігнатишин В.В., Малицький Д.В., Іжак Т.Й., Вербицький С.Т., Ігнатишин А.В., Ігнатишин М.Б. Геофізичні та астрофізичні аспекти екологічного стану Закарпаття. Екологічні науки : науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О.І. – К. : Видавничий дім «Гельветика», 2022. – № 3(42). – 236 с. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.3-42.16>
6. Ігнатишин В.В., Малицький Д.В., Іжак Т.Й., Ігнатишин А.В., Ігнатишин М.Б. Магнітне поле Землі та геодинамічний стан Закарпатського внутрішнього прогину: екологічний аспект. Екологічні науки : науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О.І. – К. : Видавничий дім «Гельветика». 2023. № 1(46). 210 с. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.1-46.19>
7. Ігнатишин В.В., Малицький Д.В., Іжак Т.Й., Молнар Д.С.С., Рац А.Й., Ігнатишин М.Б., Ігнатишин А.В. Варіації астрофізичних параметрів та сучасні горизонтальні рухи кори в зоні Оашського глибинного розлому за 2022 рік. Екологічні науки : науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О.І. – К. : Видавничий дім «Гельветика». 2024. № 1(52). Т.1. 236 с. <http://ecoj.dea.kiev.ua/52-1-2024>
8. Ігнатишин В., Малицький Д., Іжак Т., Молнар С., Ігнатишин М., Ігнатишин А. Геодинамічний стан Закарпатського внутрішнього прогину за результатами

- деформметричних спостережень в регіоні. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*. 2024. 1(104). С. 13-21. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.104.02>
9. Ігнатишин В., Малицький Д., Купльовський Б., Їжак 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>
10. Лубков М. Моделювання зсувних деформацій під дією сили тяжіння. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*. 2023. 2(101). С. 25-30. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.101.03>
11. Микуляк С. Складні системи в геофізиці: методи дослідження та прогнозування їхньої поведінки. *Геофізичний журнал*. 2025. 47 (1). С. 120-148. <https://doi.org/10.24028/gj.v47i1.312874>
12. Пирієв Р. Огляд електромагнітних моніторингових досліджень у прогнозі землетрусів: останні результати та нові перспективи. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*. 2022. 1(96). С. 40-45. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.96.06>