

ГЕОЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ МОНИТОРИНГ СЕЙСМОТЕКТОНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ЗАКАРПАТСЬКІЙ СЕЙСМОАКТИВНІЙ ЗОНІ

Приведені результати магніто варіаційного моніторингу в Закарпатській сейсмоактивній зоні. Виявлено часові зміни параметрів векторів індукції та досліджено їх зв'язок з сейсмічними процесами в земній корі. Зроблено висновок про зв'язок варіацій вектора Візе з сейсмічними процесами в земній корі регіону, а також про перспективність використання методу для виявлення провісників місцевих землетрусів з магнітудою $M > 3$ в геолого-геофізичних умовах Закарпатського прогину.

Ключові слова: вектори Візе; моніторинг; землетруси

В комплексі геофізичних методів, які використовуються при сейсмопрогностичних дослідженнях важливе місце займають магніто-варіаційні зондування Землі. Серед різноманітних параметрів, які отримуються в результаті обробки даних магнітоваріаційних спостережень, найбільш вживаними є так звані передавальні функції – вектори Візе-Паркінсона (вектори індукції, індукційні стрілки). Феномен мінливості в часі передавальних функцій, як зміни їх модулів та напрямів, виявлені перед сильними землетрусами в Китаї, Японії, Росії [Zeng, 1998, Mogi, 2002]. Неперервні магнітоваріаційні спостереження в Закарпатській сейсмоактивній зоні з метою вивчення електромагнітних провісників землетрусів ведуться на режимній геофізичній станції (РГС) "Нижнє Селище" з 1989 р. з використанням системи В.М. Боброва (до 1999 р.), а з 2000 р. – цифрових магнітоваріаційних станцій типу LEMI. Характерною особливістю Закарпатської сейсмоактивної зони, яку необхідно враховувати при постановці магнітоваріаційних спостережень для вивчення провісників землетрусів, є наявність в регіоні інтенсивної Карпатської аномалії електропровідності.

Територія Закарпаття відноситься до 7-бальної зони за шкалою MSK-64. Щорічно тут відбувається від 2 до 25 землетрусів з $K = 6-10$. Періоди сейсмічної активності складають 5-7 років для рівнів енергії $K = 8-11$, 50-років для $K > 11$ і 130-років для землетрусів максимальної енергії $K = 12-13$. Гіпоцентри вогнищ знаходяться переважно у верхніх горизонтах земної кори на глибині 2-10 км. Основним сейсмоактивних розломом Закарпаття є Закарпатський глибинний розлом, до якого приурочена Карпатська аномалія електропровідності. Модуль і напрям вектора Візе в регіоні обумовлені в основному цією глибиною електричною неоднорідністю [Максимчук, 2005].

Результати режимних магнітоваріаційних спостережень на РГС "Н.Селище" за 1989-1999 рр. показали, що дійсно, в окремі періоди спостерігалися відчутні відхилення в напрямках векторів індукції. Незважаючи на те, що зв'язків цих тимчасових змін векторів Візе з конкретними сейсмічними подіями не було встановлено, був відзначений їх збіг з періодами регіональної сейсмічної активності [Харин, 1996].

Перехід на цифрову реєстрацію варіацій з частотою опитування (1 вим./с) та чутливістю 0.1

nТл дозволив підвищити дискретність і точність визначення параметрів вектора індукції. Обчислення компонент векторів індукції (дійсних і уявних частин) за цифровими даними проводяться з використанням методики і програми обчислення передавальних функцій [Семенов, 1985]. Крім дійсних і уявних частин вектора індукції розраховується додатковий параметр – кількість аномальних значень вектора Візе протягом доби. На рис.1а наведені ряди середньодобових значень компонент вектора Візе за 2007 рік для 4-х діапазонів періодів: $5^m - 10^m$; $10^m - 20^m$; $20^m - 40^m$, $40^m - 60^m$, кількість аномальних значень векторів індукції, а також виконано їх зіставлення з місцевою сейсмічністю.

Для наведених рядів компонент А і В вектора Візе характерними є висока дисперсія, особливо компоненти В, наявність окремих екстремальних короткочасних (1-2 дні) відхилень. Їх зіставлення з місцевою сейсмічністю не дозволило виявити між ними впевненою зв'язку. Відзначимо, однак, що за вказаний період відчутних землетрусів у розглянутому районі не відбувалося.

У той же час у часових рядах А-компоненти, а також на гістограмах кількості аномальних значень вектора Візе можна виділити аномальні періоди в червні-липні 2007 р., а також жовтні-листопаді 2007 р. Основна кількість місцевих землетрусів відбулася саме у відмічені часові інтервали (рис.2).

Слід відзначити, що за весь період режимних магнітоваріаційних спостережень у Закарпатті за 1989-2010 рр. відбулося лише 2 відчутних землетруси з епіцентрами в районі м. Берегово ($M = 3.9$, 23.11.2006 р.) і с.Угля ($M = 3.2$, 14.12.2010 р.) на відстані 60км і 14 км від РГС "Н.Селище" відповідно. У першому випадку аномальних змін в параметрах вектора Візе виявлено не було.

Для більш детальних досліджень проявів місцевих землетрусів в параметрах електромагнітної індукції в Закарпатті в зоні Припанноньського розлому в грудні 2009 р. були розпочаті цифрові магнітоваріаційні спостереження на РГС "Тросник" на відстані 39 км від РГС. Ряди параметрів векторів Візе для РГС "Н. Селище" і РГС "Тросник" за 2010р. представлені на рис 1б. Вперше за багато років були отримані синхронні ряди параметрів вектора Візе на 2-х станціях, розташованих в різних тектонічних зонах Закарпаття.

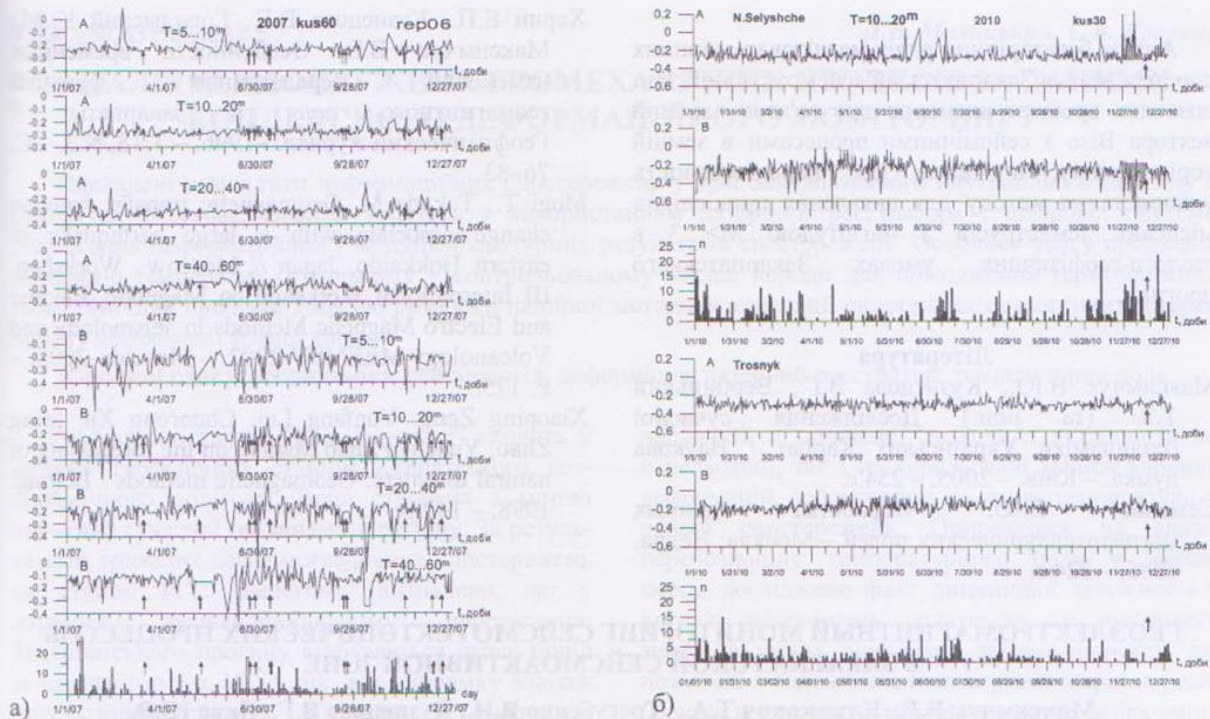


Рис.1. Компоненти векторів індукції за даними цифрових магнітоваріаційних спостережень а) РГС "Н. Селище" 2007 р., інтервал усереднення 60 с; б) РГС "Н. Селище" та РГС "Тросник" 2010 р., період 10^m-20^m , інтервал усереднення 30 с

Стрілками показано моменти місцевих землетрусів, епіцентри яких знаходилися на відстані до 30 км від РГС «Н. Селище».

Як видно з рис.1б, ряди А і В на РГС "Н.Селище" у порівнянні з РГС "Тросник" відрізняються значною дисперсією, особливо на періодах 5^m-10^m , що ймовірно обумовлено незначною відстанню до Карпатської аномалії електропровідності. Інтенсивних аномалій в параметрах А і В та кількості їх аномальних значень при веденні кривих за 2010 р. не спостерігається. Проте привертає до себе увагу період листопад-грудень 2010 р. Як бачимо, в компонентах А і В на РГС "Н. Селище" досить впевнено виділяється аномалія тривалістю близько 15 днів перед Углянським землетрусом 14.12.2010 р. з $M=3.2$. Найбільш контрастно вона проявилася на періодах 10^m-20^m . При цьому компонента А зменшилася по модулю на 0.2, а В збільшилася на 0.3. Також спостерігається зміна напрямку вектора Візе майже на 20° та значне збільшення кількості аномальних значень векторів індукції. Зазначена аномалія відсутня на РГС "Тросник" (відстань 53 км від епіцентру землетрусу 14.12.2010 р.). Це дає підставу зробити висновок про ймовірний зв'язок аномалії параметрів векторів Візе на РГС "Н. Селище" з підготовкою углянського землетрусу 14.12.2010 р. Зауважимо, що цей землетрус, епіцентр якого розташований в зоні Закарпатського глибинного розлому був єдиним відчутним землетрусом 2010 р. Дані про інші землетруси Закарпатського прогину за 2010 р. поки що не опубліковані.

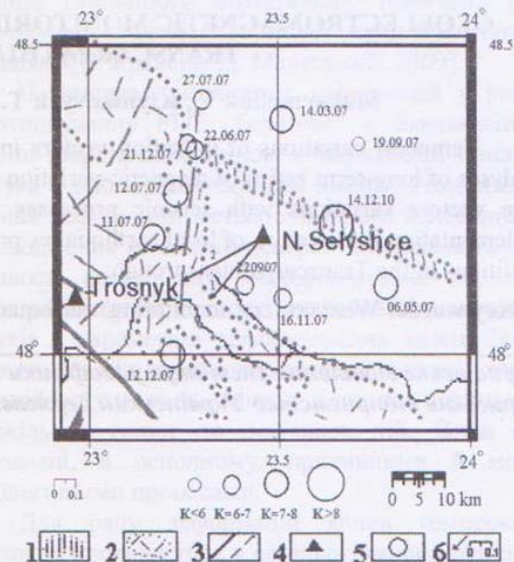


Рис.2 Схема розташування епіцентрів землетрусів у 30-кілометровому околі РГС „Н.Селище” у 2007 р. та 14.12.2010 р.
1 - Закарпатський глибинний розлом, 2 - вулканічні утворення, 3 - розломи першого та другого порядку; 4 - режимні геофізичні станції; 5 - епіцентри землетрусів; 6 – вектори індукції: 1-середньорічний, 2-середньоаномальний (діапазон періодів 10^m-20^m , інтервал усереднення 30 с)

Аналіз багаторічних рядів магнітоваріаційних спостережень в Закарпатській сейсмоактивній зоні дозволив зробити висновок про зв'язок варіацій вектора Візе з сейсмічними процесами в земній корі регіону, а також про перспективність використання методу для виявлення провісників місцевих землетрусів з магнітудою $M > 3$ в геолого-геофізичних умовах Закарпатського прогіну.

Література

Максимчук В.Ю., Кузнєцова В.Г., Вербицький Т.З. (та інш.) Дослідження сучасної геодинаміки Українських Карпат / Наукова думка. – Київ. – 2005. – 254 с.
Семенов В.Ю. Обработка данных магнитотеллурических полей – Москва: Недра, 1985. – 324 с.

Харин Е.П., Кузнєцова В.Г., Городыский Ю.М., Максимчук В.Е. Особенности временных изменений передаточных функций геомагнитного поля в Закарпатье // Геофизический журнал. – 1996. – Т.18, N 3. – С. 76–83.

Mogi T., Takada M. Geomagnetic transfer function change associate with a large earthquake in eastern Hokkaido, Japan // Moscow Workshop. III International Workshop on Magnetic, Electric and Electro Magnetic Methods in seismology and Volcanology MEEMSV-2002. – Moscow–2002. – P. 175.

Xiaoping Zeng, Yunfang Lin, Chunrong Xu, Ming Zhao, Yuechen Zhao Manual on the forecasting of natural disasters: Geomagnetic methods / Beijing, 1998. – 147 p.

ГЕОЕЛЕКТРОМАГНИТНИЙ МОНИТОРИНГ СЕЙМОТЕКТОНІЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЗАКАРПАТСЬКОЇ СЕЙСМОАКТИВНОЇ ЗОНЕ

Максимчук В.Е., Климкович Т.А., Трегубенко В.И., Кузнєцова В.Г., Якас Ю.В.

Исследованы временные изменения параметров векторов индукции в Закарпатской сейсмоактивной зоне. Анализ многолетних рядов магнитовариационных наблюдений в Закарпатской сейсмоактивной зоне позволил сделать вывод о связи вариаций вектора Визе с сейсмическими процессами в земной коре региона, а также о перспективности использования метода для выявления предвестников местных землетрясений с магнитудой $M > 3$ в геолого-геофизических условиях Закарпатского прогиба.

Ключевые слова: вектора Визе; мониторинг; землетрясения

GEOELECTROMAGNETIC MONITORING OF SEISMOTECTONIC PROCESSES IN THE TRANSCARPATHIAN ACTIVE SEISMIC ZONE

Maksymchuk V., Klymkovych T., Tregubenko V., Kuznetsova V., Yakas Y.

Temporal variations of induction vectors in the Transcarpathian active seismic zone were investigated. Analyses of long-term series of magnetic-variation observations let's to made a conclusion about correlations of Wise vectors variations with seismic processes in the crust and, also, about perspectives of a method's implementation in detection of local earthquakes precursors (with $M > 3$ magnitude) in the geological-geophysics conditions of the Transcarpathians trough.

Key words: Wise vectors; monitoring; earthquake.

¹Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України
²Державне підприємство Український державний геологорозвідувальний інститут