

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ВЕКТОРІВ ВІЗЕ В ЗАКАРПАТСЬКОМУ ПРОГІНІ ТА ЇХ ІНТЕРПРЕТАЦІЯ

Ю. Городиський, В. Кузнєцова, Т. Климкович

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

Резюме. Проаналізовано сукупності Візе, отримані на РГС "Нижнє Селище" протягом 1989-2000 рр. для кількох діапазонів періодів бухтоподібних варіацій. Для виявлення тонкої структури розподілу вершин цих векторів запропоновані спеціальні алгоритми мультилінійного аналізу. Отримані результати підтвердили висловлені раніше припущення про існування в Закарпатському прогині субмеридіональної електропровідної зони в околі Терезлянського розлому, а також дозволили помітити деякі нові особливості Карпатської аномалії електропровідності.

Вступ

В березні 1989 року на режимній геофізичній станції (РГС) "Нижнє Селище" в Закарпатському сейсмоактивному прогині (рис.1) було організо-

вано проведення неперервних магнітоваріаційних спостережень, які тривають і до теперішнього часу. Організація таких спостережень була викликана необхідністю вивчення аномальних часових змін векторів Візе, пов'язаних зі зміною напруже-

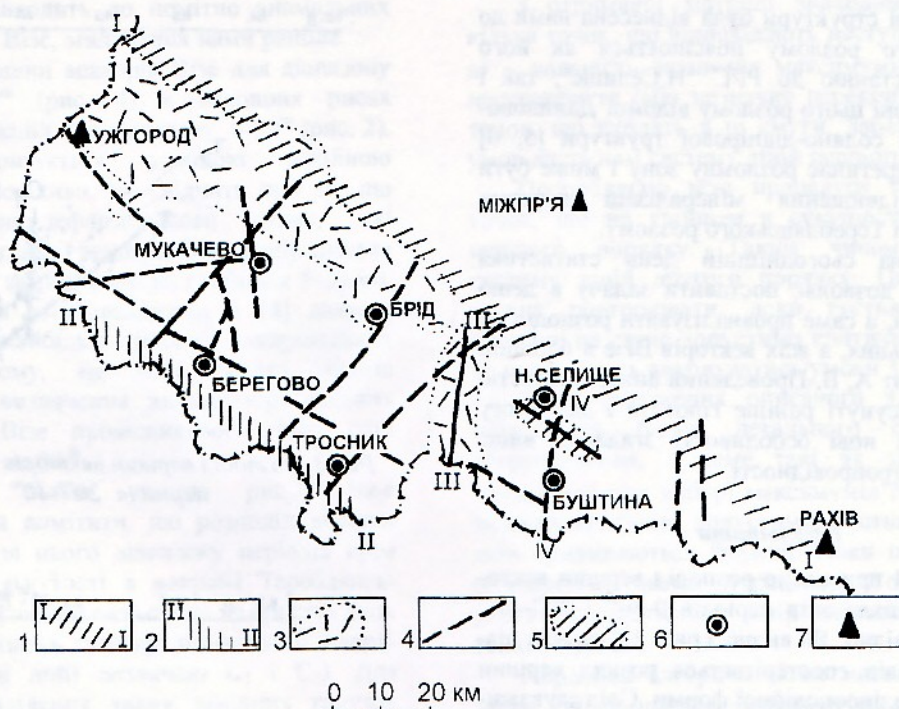


Рис.1. Розміщення пунктів геомагнітних спостережень і основних розломів земної кори в Закарпатському сейсмоактивному прогині

Умовні позначення: 1 - Закарпатський глибинний розлом, 2 - Припанонський глибинний розлом, 3 - Вигорлат-Гутинське вулканічне пасмо, 4 - розломи донеогенового фундаменту Закарпатського прогину (IV-IV - Терелянський розлом), 5 - схематичне розміщення Данилово-Терелянської соляно-діапирової структури, 6 - режимні геомагнітні станції, 7 - сейсмостанції. Тектонічна основа - з роботи [7]

но-деформованого стану земної кори при підготовці місцевих землетрусів. Ці спостереження проводяться за допомогою 4-компонентної магнітоваріаційної станції системи В.Н.Боброва (ІЗМІРАН), яка являє собою комплект рознесених кварцових варіометрів Н, Z, D, Т і фоторегістора РЛП-2. Цілодобова реєстрація поля здійснюється з розгорткою 20 мм/год. З отримуваних аналогових магнітограм виділяються бухтоподібні варіації для компонент D, H, Z і за даними щомісячних вибірок цих варіацій обчислюються значення компонент вектора Візе. Напрямок цього вектора вказує на напрям від аномалії електропровідності, а його часові зміни можуть бути викликані тектонічними процесами в земній корі. Компоненти вектора Візе А, В знаходяться шляхом розв'язання методом найменших квадратів перевизначеної системи рівнянь

$$\Delta Z_i = A\Delta H_i + B\Delta D_i, \quad i=1, \dots, n$$

де n - кількість виділених бухтоподібних варіацій, ΔZ_i , ΔH_i , ΔD_i - амплітуди i-ї варіації в Z, H, D складових геомагнітного поля. Компоненти век-

торів Візе розраховувались для різних діапазонів періодів бухтоподібних варіацій. Найчастіше ми аналізували 3 наступні діапазони: 0-30^м, 20^м-40^м, 40^м-75^м. Раніше [1,2] ми зазначали, що переважно напрями отримуваних векторів Візе визначаються відомою Карпатською аномалією електропровідності [3]. Однак, протягом всього періоду спостережень виявлено понад 20 випадків аномальної поведінки векторів Візе. Для пояснення цих аномалій ми висунули припущення [2,4] про наявність в зоні субмеридіонального Терелянського розлому динамічної квазілінійної електропровідної структури. Під такою структурою розуміємо сукупність розташованих вздовж лінії розлому локальних електропровідних тіл, електропровідність контакту між якими може змінюватись в широких межах внаслідок дії ряду чинників, таких, як зміни напружено-деформованого стану земної кори, підвищення мінералізації флюїдів в цій зоні. Внаслідок дії подібних чинників в окремі періоди такі структури можуть поводитися як єдина лінійна аномалія електропровідності. Те, що

наявність такої структури була віднесена нами до Терезлянського розлому пояснюється як його близькою відстанню до РГС "Н.Селище", так і наявністю в зоні цього розлому відомої Данилово-Терезлянської соляно-діапірової структури [5, 6] (рис.1), яка перетинає розломну зону і може бути причиною підвищення мінералізації порових розчинів в зоні Терезлянського розлому.

Зібрана на сьогоднішній день статистика векторів Візе дозволяє поставити задачу в дещо іншій площині, а саме проаналізувати розподіл не тільки аномальних, а всіх векторів Візе в площині його компонент А, В. Проведений аналіз повністю підтвердив висунуті раніше гіпотези і дав змогу виявити деякі нові особливості згаданих вище аномалій електропровідності.

Результати

На рис.2-4 приведено розподіл вершин векторів Візе для діапазонів періодів 0-30^m і 20^m-40^m, 40^m-75^m відповідно. Як видно з рис. 2-4 на всіх діапазонах періодів спостерігається розкид вершин векторів Візе еліпсоподібної форми. Слід зауважити, що у випадку коли б вектори Візе були обумовлені лише Карпатською аномалією електропровідності, розподіл вершини векторів Візе мав би форму кола. Розкид в межах таких кіл обумовлений рядом наступних факторів: деяка нестійкість джерел, точність спостережень варіацій і обчислень векторів.

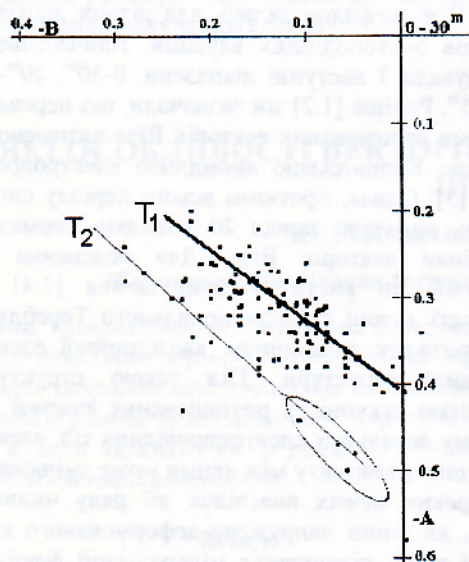


Рис.2. Розподіл вершин векторів для діапазону періодів 0-30^m

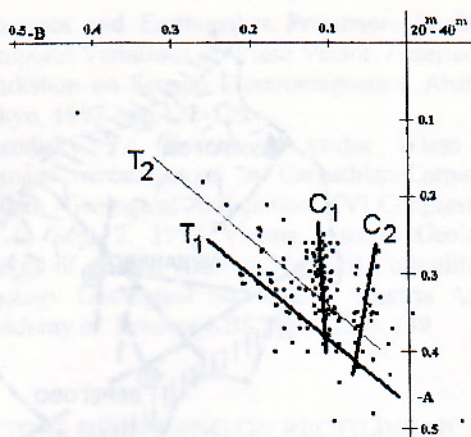


Рис.3. Розподіл вершин векторів для діапазону періодів 20^m-40^m

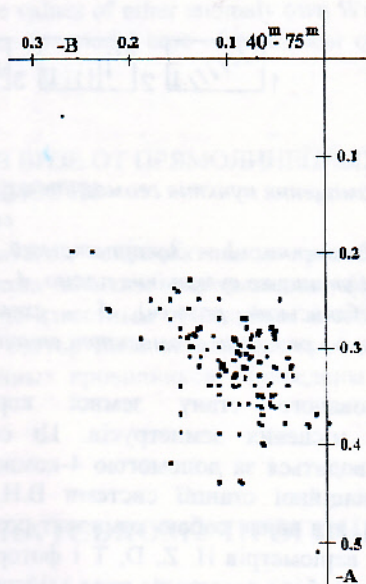


Рис.4. Розподіл вершин векторів для діапазону періодів 40^m-75^m

Як можна бачити з рисунків розподіл вершин векторів Візе для всіх діапазонів періодів характеризується деякою лінійною витягнутістю. Ця витягнутість свідчить про наявність додаткового джерела, а її напрям вказує на розташування джерела. Отже підтверджуються наші попередні висновки, що таким джерелом може бути саме меридіональний Терезлянський розлом. Отже Данилово-Терезлянська структура, що перетинає меридіональний Терезлянський розлом постійно вносить певний вклад в величини векторів Візе. Цей вклад а окремі періоди буває особливо

значним, що приводить до помітно аномальних значень векторів Візе, згадуваних нами раніше.

Розподіл вершин векторів Візе для діапазону періодів 40^m-75^m (рис. 4) в основних рисах подібний на розподіл для діапазону $0-30^m$ (рис. 2), лише характеризується меншою лінійною витягнутістю. Можливо, це свідчить про те, що зміни напружено-деформованого стану, які спричиняють аномалії векторів Візе, відбуваються в верхніх шарах земної кори на глибинах 5-10 км. Це узгоджується з приведеними в [8] даними глибин вогнищ найбільш типових Закарпатських землетрусів. Тому, на наш погляд, більш чутливими до визначення аномальних часових змін векторів Візе провісникового типу слід вважати періоди до 30^m .

Розглянемо більш уважно рис.3. Вже візуально можна помітити, що розподіл вершин векторів Візе для цього діапазону періодів крім характерної витягнутості в напрямі Тереблянського розлому характеризується ще наявністю двох лінійних відгалужень субмеридіонального напрямку (на рис.3 ці лінії позначені C_1 і C_2). Для об'єктивного виділення таких лінійних галузок нами розробляються кілька методів, які умовно можна назвати мультилінійним аналізом, оскільки відомі нам з літератури [9] методи розпізнавання і класифікації не ефективні для ідентифікації ланок подібних нечітких мультилінійних об'єктів.

Метод аналізу

В даній роботі коротко опишемо два алгоритми. Перший ми назвали обертально-смуговим, а другий - хордовим.

Основні вузли обертально-смугового алгоритму наступні.

Навколо кожної точки обертаємо смугу деякої ширини від 0 до π з кутовим кроком $\delta\varphi$ і підраховуємо кількість точок, що перебувають в межах полоси. За ширину смуги можна взяти найбільш імовірне значення величини довірчого інтервалу обчислених векторів Візе, однак її можна задавати і на основі деяких інших статистик аналізованої множини точок, наприклад 5% квантиль розподілу відстаней між всіма парами точок множини.

Будуємо матрицю $N_{j\varphi}$, елементами якої є кількість точок в смугі, повернутій на кут φ , що відноситься до j точки. В ускладненій модифікації алгоритму враховуються також нерівномірність розподілу точок вздовж смуги і їх асиметрія відносно осі смуги.

З отриманої матриці знаходимо одну або кілька точок, що відповідають наступним умовам: а) – наявність значимих максимумів $N_{j\varphi}$, б) – неперекриття (або незначне перекриття) множин, точок, що входять в ці смуги. Забезпечення цих умов дасть нам систему ліній першого порядку.

Проробляємо всю процедуру спочатку для точок, що не увійшли в сукупність смуг ліній першого порядку. Таким чином отримуємо систему ліній другого порядку. Цю процедуру можна повторювати, доки густина точок на площині не стане допустимо критичною, або доки не перестануть виконуватись умови 3.

Деякі положення описаного алгоритму ще потребують більш детального статистичного обґрунтування, а саме такі як задання рівня значимості при виборі максимумів $N_{j\varphi}$ в п.3, або задання критично допустимої густини точок при якій припиняються ітерації. Поки що ми просто обмежилися двома ітераціями. Товсті лінії на рисунках стосуються ліній першого порядку, а тонкі – другого.

Хордовий алгоритм може мати кілька реалізацій. Тут ми опишемо найпростішу реалізацію.

Навколо усієї множини точок описуємо коло. Різні реалізації алгоритму можуть відрізнятись заданням додаткових умов щодо розташування і діаметру такого кола, однак генеральної ідеї алгоритму це не суттєво.

На колі через деякий дуговий інтервал задаємо точки і нумеруємо їх, наприклад за годинниковою стрілкою.

З'єднуємо всі пари заданих точок хордами. Так само, як і в попередньому алгоритмі знаходимо кількість точок в смугі певної ширини вздовж кожної хорди. Так само врахувати також нерівномірність розподілу точок вздовж смуги і їх асиметрію відносно осі смуги.

З отриманих значень формуємо матрицю N_{ij} . Індeksi i, j означають номери точок на колі, які з'єднані відповідною хордою. В цій матриці теж знаходимо області локальних екстремумів, що і дасть можливість ідентифікувати шукані лінії.

Відмітимо, хордовий алгоритм набагато краще логічно структурований ніж обертально-смуговий.

Будова матриці N_{ij} дозволяє легко пристосувати до її аналізу цілий ряд прийомів, наприклад можна будь-яких додаткових перевірок об'єднувати рядки, стовпчики або прямокутні блоки цієї матриці, до неї легко застосувати методи кореляційного аналізу і фільтрації. Така гнучкість і дозволяє реалізувати даний алгоритм в багатьох варіантах з врахуванням особливостей

задачі. Причому статистичне обґрунтування критеріїв прийняття рішення про існування кожної лінії тут теж зробити набагато легше. Нарешті хордові алгоритми набагато швидші. До недоліку описаного хордового алгоритму треба віднести змінність кута при повороті хорди. Тому бажано знайти такі реалізації алгоритму де цей недолік був би відсутнім. Зразу зазначимо, що реалізація з проведенням хорд через фіксований кутовий інтервал не є вирішенням проблеми, оскільки отримувана в такому разі матриця вже не дозволить легко використати перераховані вище переваги цього алгоритму.

Однак для невеликих множин точок оберально-смуговий алгоритм дозволяє отримати більш детальну якісну картину. Тому тут ми вибрали саме цей алгоритм.

Крім двох описаних можна запропонувати ще кілька алгоритмів мультилінійного аналізу. Однак, їх порівняльний аналіз на модельних прикладах і обґрунтування критеріїв прийняття рішень є предметом спеціальних досліджень. В даній роботі ми переходимо до інтерпретації показаних на рисунках мультилінійних структур.

Інтерпретація

Для діапазонів періодів 0^m-30^m , 20^m-40^m (рис. 2-3) виділено по дві майже паралельні лінії (позначені T_1 і T_2), напрям яких близький до напрямку на Терезький розлом. Таке розщеплення ліній в напрямі цього розлому можна пояснити існуванням кількох станів електропровідності Карпатської аномалії. Кореляція в часі значень векторів Візе у виділеній еліпсом області (рис.3) з місцевими землетрусами, що відбулись поблизу зони цієї аномалії дозволяє нам висловити припущення, що лінії T_2 формуються за умов аномальних змін напружено-деформованого стану кори поблизу Карпатської аномалії електропровідності.

На рис.3 виділено також дві майже паралельні лінії позначені S_1 і S_2 напрям яких близький до напрямку на Карпатську аномалію електропровідності. Це наводить на думку, що саме процеси в цій аномалії і є відповідальними за існування цих ліній. Те, що подібні лінії виділяються лише на одному діапазоні періодів можна пояснити тим, що варіація змін електропровідності Карпатської аномалії на різних глибинах може бути суттєво різною. Якщо в верхніх шарах (періоди $0-30^m$) спостерігаємо два статистично стійких стани, то в більш глибоких шарах аномалії її електропровідність змінюється в часі в досить широких

межах. Поки що дещо складніше пояснити, що цих ліній є власне дві. В даний час на РГС Н.Селище працює цифрова магнітоваріаційна станція, ми сподіваємося, що аналіз отриманих на ній результатів дасть можливість більш ґрунтовно дослідити ці явища.

Висновки

Отже, більш детальний, ніж зроблений раніше аналіз часового ряду векторів Візе на РГС Н.Селище дозволив зробити наступні висновки:

- підтверджується висловлена раніше гіпотеза про наявність субмеридіональної аномалії електропровідності в зоні Терезького розлому
- найбільш ефективними для виділення аномалій провісничого типу є бухтоподібні варіації з періодами менше 30^m
- запропоновано алгоритми мультилінійного аналізу
- виявлено існування двох статистично стійких станів верхніх шарів Карпатської аномалії електропровідності, що можна пов'язати з характером напружено-деформованого стану в околі цієї аномалії
- виявлено, що на середніх глибинах Карпатської аномалії електропровідність може змінюватися в часі в широких межах

Література

1. Gorodisky Yu. Results of vector Wiese time changes investigations in Carpathians. Carpathian-Balkan Geological Association XVI Congress Aug 30 to Sept 2, 1998 Vienna, Austria, abstracts, 1998. - p. 189.
2. Городиський Ю.М. Дослідження механізмів та інтерпретація аномальних часових змін геомагнітного поля. - Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук. - Львів, 1998. - 162 с.
3. Бондаренко А.П., Билинський А.И., Седова Ф.И. Геоэлектромагнитные вариации в Советских Карпатах. - Киев: Наукова думка. - 1972. - 116с.
4. Е.П.Харин, В.Г.Кузнецова, Ю.М.Городьский, В.Ю.Максимчук Особенности временных изменений передаточных функций геомагнитного поля в Закарпатье // Геофиз. журнал. - 1996, -N3. - С. 76-83.
5. Тектоническая карта Украинских Карпат, м-б 1:200000/ под.ред. В.В.Глушко, С.С.Круглова. - Киев, 1986

6. Геологическая карта Украинских Карпат и прилегающих прогибов, м-б 1:200000 / гл. редактор В.А.Шакин. - Киев, 1976.
7. Тектоника Украинских Карпат // Отв. ред. С.С.Круглов. - Киев, 1986.-152 с.

8. Пронишин Р.С., Пустовитенко Б.Г. Некоторые аспекты сейсмического "климата и погоды" в Закарпатье // Физика Земли.-1982,-№10.-с.74-81.
9. Дж. Ту, Р.Гонсалес Принципы распознавания образцов. - Москва, Мир, -1978, -412 с.

Yu.Gorodisky, V.Kuznetsova, T.Klymkovych
SOME PECULIARITIES OF WIESE VECTORS IN TRANSCARPATHIAN TROUGH
AND THEIR INTERPRETATION

Summary

The sets of Wiese vectors calculated for different periods intervals baylike variations obtained on Regime Geophysical station "Nyzhnje Selyshche" during 1989-2000 years are analyzed For disclosure of these vectors tops distribution thin structure there offered a special algorithms of multilineal analysis. The Obtained results approve stated earlier suppositions about existence of submeridional electroconductiv zone in vicinity of Tereblia fault in Transcarpathian trough and enabled to suppose some new peculiarities of Carpathian electroconductivity anomaly.

Ю.Городыский, В.Кузнецова, Т.Климкович
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕКТОРОВ ВИЗЕ В ЗАКАРПАТСКОМ ПРОГИБЕ
И ИХ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Резюме

Проанализированы совокупности векторов Визе, полученные на РГС "Нижнее Сельше" на протяжении 1989-2000 гг. для нескольких диапазонов периодов бухтообразных вариаций. Для выявления тонкой структуры распределения вершин этих векторов предложены специальные алгоритмы мультилинейного анализа. Полученные результаты подтвердили высказанные раньше предположения о существовании в Закарпатском прогибе субмеридиональной электропроводной зоны в окрестности Тереблянского разлома, а также позволили отметить некоторые новые особенности Карпатской аномалии электропроводности.