

УДК 550.34+550.38+551.1

© А.В.Назаревич, 2010

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

ГЕОФІЗИЧНІ ПРОВІСНИКИ ДЕЯКИХ ВІДЧУТНИХ ЗАКАРПАТСЬКИХ ЗЕМЛЕТРУСІВ ЯК ВІДОБРАЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ВОГНИЩЕВИХ ЗОН

На прикладі аналізу геофізичних провісників відчутних землетрусів Виноградівської сейсмогенної зони Закарпаття простежено характерний хід процесів формування їх вогнищевих зон.

Ключові слова: землетруси, геофізичні провісники, вогнищеві зони, геомеханічні процеси.

Вступ. Українське Закарпаття є складним за тектонічною будовою [1–4] і одним з найбільш сейсмоактивних регіонів України [5–8]. Сейсмічність його вивчена за тисячолітній період за історичними даними [5], а з 1961 р. – за даними інструментальних досліджень [6–8]. Мережа сейсмічних та комплексних режимних геофізичних станцій (РГС) і розташування окремих пунктів геофізичних спостережень у Закарпатті показані на рис. 1. Місцеві землетруси характеризуються такими параметрами: магнітуда M до $2\div 4,7$, енергетичний клас K до $7\div 14$, інтенсивність струшувань I до $3\div 8$, глибина розташування гіпоцентрів H $3\div 16$ км. Місцева сейсмічність викликана регіональним тектонічним процесом, який характеризується (за даними геодезичних [4, 9, 10] і деформографічних [4, 11, 12] досліджень) загальним стиском близько $1\div 3 \times 10^{-6}$ за рік у північно-північно-східному (антикарпатському) напрямку з деякими локальними особливостями [11, 12]. Особливості регіонального тектонічного процесу активно вивчають протягом останніх десятиліть також за допомогою інших геофізичних, геологічних, геодезичних та геоморфологічних методів [1–17]. Результати дозволили зробити висновок, що крім загального тектонічного режиму літосфери особливості сейсмічності Закарпаття визначені також будовою та геомеханікою земної кори регіону та окремих сейсмогенних зон. Ці особливості яскраво проявляються в періоди активізації місцевого сейсотектонічного процесу, чітко відображаються у геофізичних провісникових аномаліях. Аналізу таких особливостей на прикладі остан-

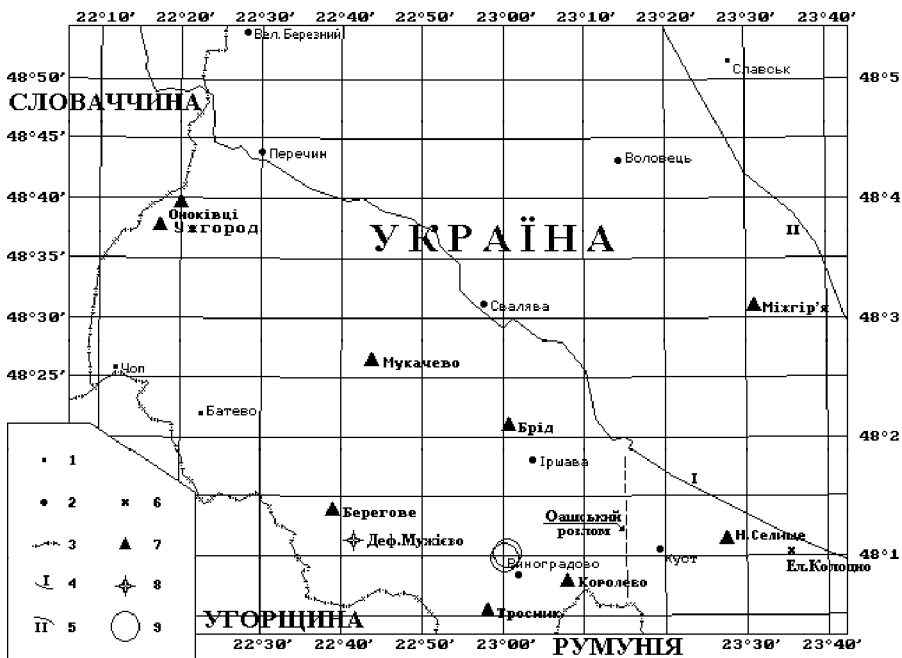


Рис. 1. Мережа сейсмічних та комплексних режимних геофізичних станцій (РГС) і окремих пунктів геофізичних спостережень у Закарпатті: 1, 2 – населені пункти; 3 – державні кордони; 4 – Закарпатський розлом, 5 – границя між зовнішньою і внутрішньою зонами Карпат (за В. Глушком та С. Круловим); 6 – геоелектричний пункт Колодно; 7 – РГС та сейсмічні станції; 8 – деформографічний та геоакустичний пункт Мужієво; 9 – епіцентри Виноградівських землетрусів 5–6 травня 1989 р.)

ньої активізації Виноградівської сейсмогенної зони Закарпаття і присвячена дана робота.

Сейсмічність. Остання значна активізація Виноградівської сейсмогенної зони Закарпаття і прилеглих територій відбулась у січні–травні 1989 р. (табл. 1, час землетрусу за Грінвічем, магнітуда – за кореляційною формулою Т. Раутіан ($M = (K - 4)/1,8$), значення глибини в дужках – за макросейсмікою) і завершилась 6 травня двома землетрусами (локалізація їх епіцентрів показана на рис. 1), сильніший з яких мав силу струшувань в епіцентрі 5 балів.

Цей період характерний тим, що сейсмічна активізація мігрувала вздовж лінії Карей (Румунія) – Виноградове – Міжгір’я (антикарпатський напрямок). Причому, спочатку (25 лютого) відбулося два значних землетруси (форшок ($K = 8,2$) і основний поштовх ($K = 10,3$)) в Румунії (Ка-

Таблиця 1. Землетруси Закарпаття та прилеглих територій за січень–травень 1989 р.

Номер з/п	Дата чис./м.ць. /рік	Час год./хв./с. (Грінв.)	Координати		Глибина <i>H</i> (км)	Магніт. <i>M</i> (корел.)	Клас <i>K</i>	Примітки (район)
			$\varphi^{\circ}(N)$	$\lambda^{\circ}(E)$				
1	25 лют.	09.34.48	47,75	22,40	0–33	2,3	8,2	Румунія, Карей
2	25 лют.	15.43.51	47,75	22,40	0–33	3,5	10,3	Румунія, Карей
3	3 бер.	02.51.35	48,52	23,53	0–20	1,5	6,7	Закарп., р-н Міжгір'я
4	5 бер.	18.39.51	48,48	23,54	0–20	1,3	6,3	Закарп., р-н Міжгір'я
5	6 трав.	02.37.58	48,18	23,00	0–20 (5 км)	2,9	9,1	Закарп., р-н Виноградове
6	6 трав.	06.26.59	48,17	23,00	0–20 (5 км)	2,4	8,4	Закарп., р-н Виноградове

рей), потім (3 і 5 березня) – 2 слабких ($K = 6,3$ і $K = 6,7$) землетруси в районі Міжгір'я, і нарешті (6 травня за Грінвічем, або 5–6 травня за місцевим часом) – 2 відчутних ($K = 9,1$ і $K = 8,4$) землетруси з інтервалом близько 4 годин у районі Виноградове.

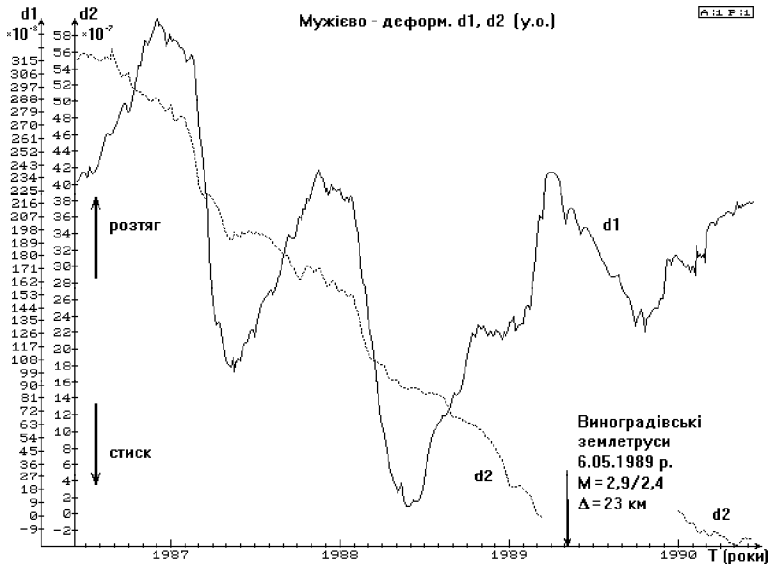
Геофізичні поля. Геофізичні дослідження, спрямовані на пошук провісників і прогноз місцевих землетрусів, тривають у Закарпатті з 1970-х років, спочатку поодинокі, переважно експериментальні і дослідно-методичні [3], а з 1979–1980 років – режимні сейсмопрогностичні на створеному Карпатському геодинамічному полігоні [4]. Такі дослідження ведуться за допомогою мережі режимних геофізичних станцій та мережі окремих експериментальних пунктів і пунктів повторних спостережень (рис. 1.). Під час цих досліджень отримано великий і дуже цінний фактичний матеріал: у першу чергу – неперервні багатокomпонентні ряди геофізичних даних з різних пунктів полігону, переважно проаналізований і опублікований [3, 4, 11–15]. В даній роботі ми зосередимося на періоді спостережень січень–травень 1989 р., який характеризувався сейсмічною активністю у Закарпатті і добре відображений у різних (деформографія, геоакустика, геоелектрика, геомагнетизм) геофізичних полях, що дозволяє провести комплексний аналіз даних.

Деформографія. Деформографічні дослідження в Українському Закарпатті розпочато понад 20 років тому [4, 11], вони зосереджені в районах міст Берегове і Королево (рис. 1), що зумовлено важливістю цих районів як ключових у тектонічній структурі літосфери субрегіону, а також наявністю тут придатних для таких досліджень підземних виробок.

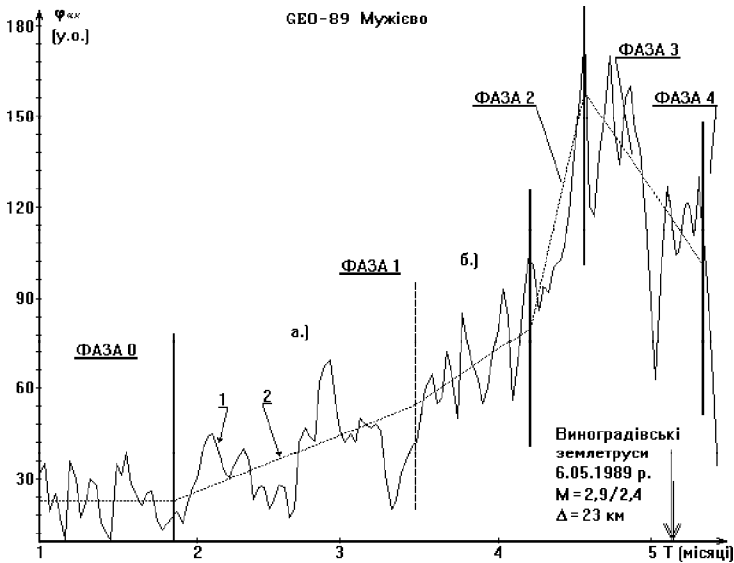
Деформографічна станція “Берегове-1” (“Мужієво”) (географічні координати $\varphi = 48,2^\circ$, $\lambda = 22,7^\circ$), дані з якої аналізуються у цій роботі, знаходилась у розвідувальній штольні № 22 на південному схилі гори Мужієвської (Великої Берегівської, за 3 км на південний схід від м. Берегове (рис. 1)) у підніжжі її вершинного купола, складалася з двох горизонтальних кварцових деформографів [4, 11] довжиною 28 м (азимут 37°) і 12 м (азимут 73°). Зареєстровані на цій станції деформації масиву порід гори Мужієвської за період з літа 1986 до літа 1990 р. наведено на рис. 2, а. Аналізуючи хід деформацій контрольованого масиву порід, ми виділили деформаційний провісник аналізованих Виноградівських землетрусів (детальніше див. у [12] та ін.), який за якісною характеристикою (стиск змінився розтягом) та часовим розвитком добре кореспондується з виділеним та проаналізованим нами раніше геоакустичним провісником цього ж землетрусу (див. детальніше у [14, 15] та ін.). Щодо провісника коротко можна зазначити: зміни деформаційних процесів у масиві порід гори Мужієвської розпочалися за 5 місяців до майбутніх землетрусів (рис. 2, а), а це наближено до значень, отриманих за результатами аналізу геоакустичного провісника цих же землетрусів (рис. 2, б); зміни деформацій по деформографу d1 мали якісний характер (стиск змінився розтягом) і становили близько 11×10^{-7} відносно біжучої трендової складової ряду d1; після землетрусів змінився характер деформаційних процесів у масиві порід гори Мужієвської – по деформографу d1 середньорічний стиск величиною $\approx 10,5 \times 10^{-7}$ змінився розтягом величиною $\approx 4,1 \times 10^{-7}$, по деформографу d2 середньорічний стиск з $\approx 23 \times 10^{-7}$ змінився до $\approx 9,6 \times 10^{-7}$.

За величиною цього провісника та спеціально розробленою методикою нами оцінено величини деформацій у вогнищі даного землетрусу ($D = 30,8$ мм) та зміщення по розриву в його джерелі $D_s \approx 3,08$ мм) [12], ці дані добре корелюють з визначеними нами такими ж параметрами за іншими методиками та для інших подібних за енергією місцевих землетрусів [16].

Геоакустика. Геоакустичні дослідження в Закарпатті проводяться з 1979 р., спочатку в різних пунктах як періодичні дослідно-методичні роботи [13], а з літа 1982 р. – у безперервному режимі в штольні № 23 у горі Мужієвській (Великій Берегівській) [4, 14, 15]. В основі впливу змін напружено-деформованого стану (НДС) гірських порід на швидкості поширення в них пружних хвиль лежить мікротріщинний фізичний механізм [14, 15]. Методика, апаратура та результати режимних геоакустичних



а



б

Рис. 2. Деформації масиву порід гори Мужієвської: а – за період з літа 1986 до літа 1990 р. (деформографічна станція “Берегове-1” (“Мужієво”); б – часові зміни фази/швидкості ультразвуку в породах (середньодобові значення) за січень–травень 1989 р. у штольні № 23 на горі Мужієвській (пояснення в тексті).

сейсмопрогностичних досліджень детально описані у низці публікацій [4, 13–15]. Один з найцікавіших фрагментів часових рядів (часові зміни фази/швидкості ультразвуку в породах, середньодобові значення) за періоди активізації сеймотектонічного процесу в Закарпатті, а саме за січень–травень 1989 р. наведено на рис. 2, б. Шляхом аналізування цієї та інших зареєстрованих геоакустичних аномалій провісників місцевих закарпатських землетрусів – виявлено важливі закономірності часового ходу та спектрально-часової структури цих аномалій, у яких чітко відображені різні фази підготовки даних землетрусів [4, 15].

Так, періоди активізації місцевого сеймотектонічного процесу, які наступають після фази відносного спокою (Фаза 0, рис. 2, б), розпочинаються Фазою 1 (глибинної субрегіональної активізації) за кілька (3–7–12–20) тижнів до майбутнього землетрусу і призводять до накопичення напружень у зоні його підготовки, супроводжуються підвищенням у 3–5 разів фонових амплітуд геоакустичних варіацій, що найяскравіше видно по діапазонах крипових рухів у періодах 3–5 годин, з характерними криповими мікроземлетрусами на цих же частотах за невеликих змін середнього рівня значень фази (швидкості) прийнятого зондувального ультразвукового сигналу. Наступна фаза підготовки землетрусу (Фаза 2, “приповерхневої”, локальної активізації, рис. 2, б), коли починається формування майбутньої вогнищевої зони, розпочинається за 3–20 діб до майбутнього землетрусу і супроводжується мікросейсмічними криповими бурями з амплітудами варіацій у 20–100 разів вищими від фонових (особливо у вказаному діапазоні періодів) за значних (до 4–5 %) бухтоподібних змін повного середнього значення фази (швидкості) зондувальних хвиль. Далі наступає Фаза 3, коли напруження перерозподіляються і концентруються безпосередньо в майбутньому вогнищі землетрусу, наростають аж до досягнення тут межі міцності порід і спричиняють сам землетрус, у цей час напруження у більш віддалених областях середовища і величини повного середнього значення фази (швидкості) зондувальних хвиль та амплітуди мікросейсмічної бурі у більш віддалених областях зони підготовки землетрусу дещо знижуються. Цикл активізації завершується Фазою 4 (релаксації) протягом 1–10 діб після землетрусу поверненням величин варіацій і середнього значення фази/швидкості ультразвуку до початкового спокійного рівня.

Важливо також відзначити, що проведена нами за допомогою спеціально розробленої методики геомеханічна інтерпретація цієї та інших геоакустичних провісникових аномалій [14, 15] показали наявність під

час таких аномалій режиму розтягу в масиві порід гори Мужівської, що повністю співпадає з даними прямого деформографічного методу (рис. 2, а і 2, б).

Геомагнетизм. Тектономагнітні дослідження – один з найдавніше започаткованих і найбільш широко розвинутих на Закарпатті геофізичних методів [4, 17]. На основі вивчення змін у часі аномального магнітного поля вони дають можливість вивчати особливості структури і сучасної геодинаміки літосфери [17]. Зокрема, фізичною основою цих досліджень стосовно вивчення геодинаміки території є, в першу чергу, п’єзомагнітний і електрокінетичний ефекти [17]. Перший з них полягає у змінах магнітного поля при змінах НДС масивів порід за рахунок їх п’єзомагнітної чутливості, а другий – у змінах магнітного поля за рахунок зміни струмів різної природи при змінах НДС порід. Для сейсмопрогностичних досліджень використовується методика диференціальних (різницевих) спостережень [4, 17]. Тобто для пошуку аномальних ефектів використовують середньодобові різниці модуля синхронно виміряного у різних пунктах геомагнітного поля (ΔT). При цьому мається на увазі, що практично всі варіації, зумовлені глобальними джерелами і зовнішнім полем, на близько розташованих пунктах є ідентичними і, отже, в різницевих значеннях виключені, а в різницевому полі ΔT залишені тільки ті аномальні зміни, що пов’язані з сейсотектонічним процесом у літосфері. Вони спричинені власне тим, що в районі окремих пунктів цей процес є різним і по різному відображається у магнітному полі.

Під час геодинамічних і сейсмопрогностичних досліджень у Закарпатті геомагнітні спостереження проводились на мережі РГС та додаткових пунктах (рис. 1), реєстрацію модульних значень поля T вели протонними магнітометрами МПП-1М з чутливістю 0,1 нТл. Амплітуди аномалій у різницевому полі ΔT становлять перші одиниці нТл. На рис. 3, а наведено зміни ΔT між режимними геофізичними станціями “Тросник” і “Нижнє Селище” за перші місяці 1989 р. [17] (шкала по осі Y умовна і відповідає приблизно 2–2,5 нТл).

Коротко характеризуючи наведений ряд, відзначимо, що на початковій ділянці (від початку січня до половини березня) флуктуації ΔT не перевищують 0,5 нТл, далі спостерігається двоступінчата аномалія – спочатку спад на 1 нТл в період з середини березня до кінця першої декади квітня, потім ще один спад на 1 нТл протягом другої декади квітня. Далі почалось відновлення рівня поля, яке тривало до кінця травня, на його фоні відбулись аналізовані Виноградівські землетруси 5–6 травня.

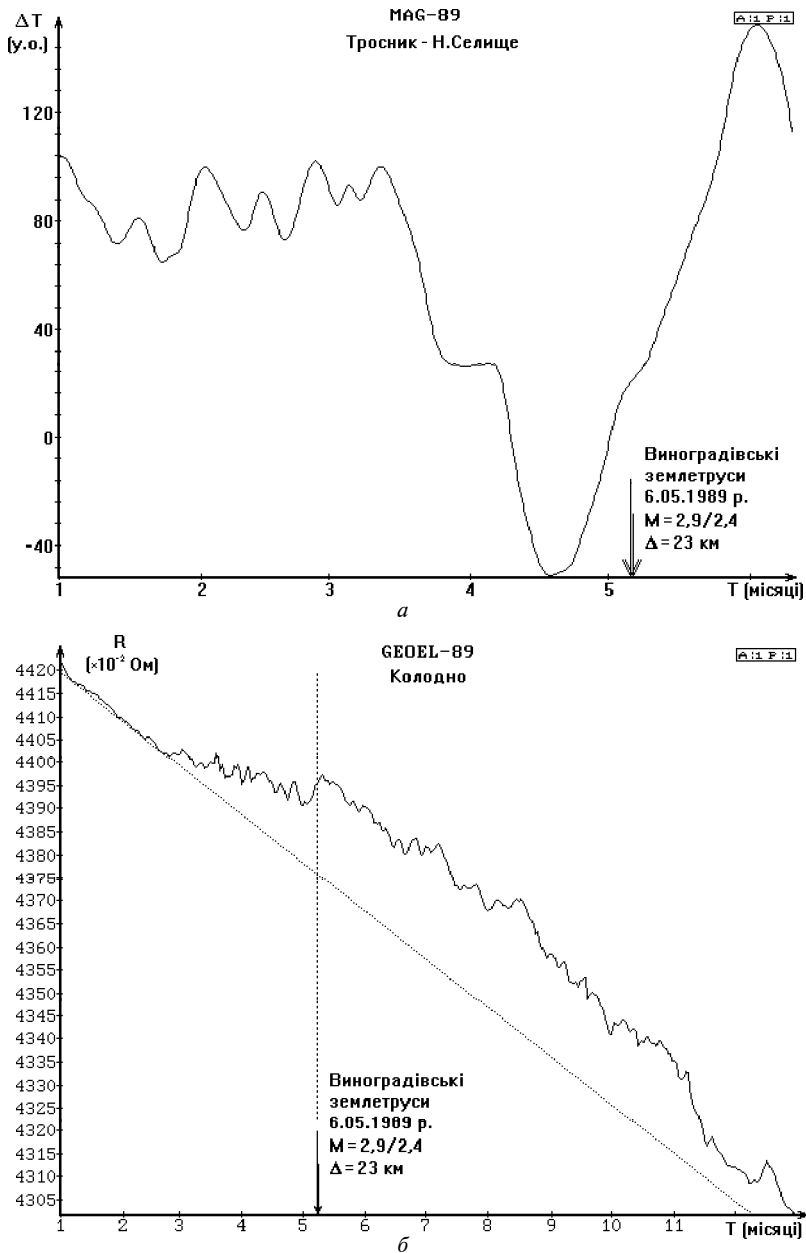


Рис. 3. Зміни різниці модуля магнітного поля ΔT : а – між режимними геофізичними станціями “Тросник” і “Нижнє Селище” за січень–червень 1989 року; б – зареєстровані у 1989 р. в Колодно варіації опору гірських порід (пояснення в тексті).

Геоелектрика. Геоелектричні дослідження сейсмотектонічних процесів проводили на території Карпатського геодинамічного і сейсмопрогностичного полігону в пункті Колодно (рис. 1), закладеному в епіцентральної зоні Углянських землетрусів 1979 р. [4]. Дослідження проводили за методом безперервного міжсвердловинного вимірювання електричного опору гірських порід за допомогою спеціально розробленої апаратури мостового компенсаційного типу [4]. Основний фізичний механізм впливу змін НДС порід на їх електричний опір – зміни структури струмопровідних каналів порід, у першу чергу за рахунок зміни структури тріщинно-порового простору і прямого та дифузійного проникнення в них води [4].

Зареєстровані у 1989 р. в Колодно варіації опору гірських порід наведені на рис. 3, б, з якого видно, що з початку січня до третьої декади лютого спостерігається спокійне трендове зниження опору порід (тренд показано пунктиром). Далі практично до моменту землетрусу (6 травня) спостерігається помітне відхилення від тренду, на тлі якого проявляються підвищені порівняно короткоперіодні (тривалістю 4–7 днів) флуктуації опору. Після землетрусу середній нахил графіка знову зростає (відновлюється трендовий хід, тільки зміщений угору відносно попереднього спокійного тренду приблизно на 0,2 Ом), але підвищені флуктуації зберігаються (додатково проявляються також більш довгоперіодні (тривалістю до 2–3 тижнів) компоненти. Повернення ходу змін опору порід до попереднього, передактивізаційного тренду починається з листопада і завершується в лютому–березні 1990 р.

Аналіз результатів. Короткий порівняльний аналіз наведених результатів показує наступне. Всі наведені геофізичні аномалії (після вилучення постійної та трендової складової) мають подібний характерний і достатньо синхронний розвиток у часі, хоча час початку аномалій все ж дещо різний. Так, з грудня 1988 р. розпочинається деформаційна аномалія, дещо пізніше, з кінця січня 1989 р. – геоакустична аномалія, ще пізніше, з кінця лютого – геоелектрична аномалія, і найпізніше, з середини березня – геомагнітна аномалія. Таке неспівпадіння часу початку різних аномалій може бути пов’язане як з різною природою та фізико-інформаційними характеристиками відповідних геофізичних полів стосовно відображення ходу місцевого сейсмотектонічного процесу, так і з різною локалізацією пунктів відповідних спостережень відносно вогнищевої зони та місцевих геоактивних структур.

У перших трьох аномаліях (деформаційній, геоакустичній та геомагнітній) більш-менш чітко виділяються описані під час аналізування

геоакустичної аномалії фази процесу сеймотектонічної активізації. Виняток становить геоелектрична аномалія, для якої можна виділити описані вище у відповідному підрозділі три фази процесу, що відрізняються за характером, тривалістю та часовою локалізацією відносно аналізованих землетрусів від фаз процесу перших трьох аномалій. Однією з причин цього може бути порівняна віддаленість (близько 45 км) пункту геоелектричних досліджень Колодно від вогнищевої зони Виноградівських землетрусів, іншою – особливості сеймотектонічного процесу у даній вогнищевій зоні, але це питання потребує окремого детального розгляду з залученням даних щодо тектонічної будови земної кори цієї території та іншої геофізичної інформації.

Висновки. На прикладі аналізу геофізичних провісників відчутних Виноградівських землетрусів 1989 р. простежено характерний хід процесу формування їх вогнищевих зон та особливості відображення цього процесу в різних геофізичних полях.

Встановлено синхронний розвиток у часі деформаційної, геоакустичної та геомагнітної, а також геоелектричної провісникових аномалій, що свідчить про їх об’єктивність і тектонічне походження.

За даними аналізу деформаційної та геомагнітної провісникових аномалій підтверджено встановлену раніше за геоакустичними даними наявність характерних фаз розвитку та формування вогнищевої зони цих та інших (наприклад, 1983 р. [14, 15]) Виноградівських землетрусів.

Результати аналізу деформаційних аномалій підтвердили встановлену раніше за інтерпретацією геоакустичних аномалій появу під час сеймотектонічної активізації у Закарпатті режиму розтягу в масиві порід гори Мужієвської.

Встановлено наявність великої – до 45 км і більше зони змін НДС земної кори (зони підготовки, зони прояву провісників) для Виноградівських (1983 і 1989 рр.) та інших відчутних ($K = 9$, $M = 3$) Закарпатських землетрусів.

За результатами проведеного аналізу можна зробити ще ряд висновків щодо особливостей геомеханіки літосфери Закарпаття, зокрема, такі: Оашський меридіональний розлом, який проходить між містами Королево і Хуст (рис. 1) та розділяє Закарпатський прогин на Чоп-Мукачівську і Солотвинську западини, слугує провідником механічних напружень, про що свідчить зареєстрована на схід від розлому геоелектрична провісникова аномалія в Колодно від локалізованих на захід від розлому Виноградівських землетрусів 1989 р.; Берегівське горбогір’я і особливо

гора Мужівська (Велика Берегівська) є геодинамічно активною зоною, геомеханічно тісно пов'язаною з земною корою Закарпаття, що власне і дозволило зареєструвати підчас проведених тут деформографічних та геоакустичних [4] досліджень чіткі провісникові аномалії, пов'язані з підготовкою місцевих землетрусів у сусідніх сейсмоактивних зонах Закарпаття. Найновішим підтвердженням сучасної активності цієї зони (поряд з землетрусами 1931, 1965 і 1977 рр.) є і два відчутні землетруси, що відбулися тут у 2006 р.

Надані дослідження будуть розвиватись у напрямку розширеного та поглибленого вивчення зв'язків провісникових аномалій з будовою, геомеханічним режимом та геодинамікою літосфери конкретних сейсмогенних зон і всього регіону.

1. *Литосфера* Центральной и Восточной Европы // Под ред. А.В.Чекунова. – К.: Наук. думка, 1987–1993.
2. *Чекунов А.В., Ливанова Л.П., Гейко В.С.* Глубинное строение и некоторые особенности тектоники Закарпатского прогиба // Сов. геология. – 1969. – № 10.
3. *Карпатский* геодинамический полигон // Под ред. Я.С. Подстригача и А.В. Чекунова. – М.: Сов. радио, 1978. – 127 с.
4. *Дослідження* сучасної геодинаміки Українських Карпат // Під ред. В.І. Старостенка. – К.: Наук. думка, 2005. – 254 с.
5. *Костюк О., Сагалова Є., Руденська І. та ін.* Каталог землетрусів Карпатського регіону за 1091–1990 роки // Праці НТШ. – Львів, 1997. – Т. 1. – С. 121–137.
6. *Пронишин Р.С., Пустовитенко Б.Г.* Некоторые аспекты сейсмического климата и погоды в Закарпатье // Изв. АН СССР. Физика Земли. – 1982. – № 10. – С. 74–81.
7. *Бень Я.А., Кендзера А.В., Пронишин Р.С. и др.* Схема районирования территории Карпатского региона Украины по максимальной прогнозированной балльности // Геодинамические исследования в Украине. – К., 1995. – С. 116–122.
8. *Харитонов О.М., Костюк О.П., Кутас В.В., Руденская И.М.* Особенности сейсмичности Закарпатья // Геофиз. журнал. – 1996. – № 2. – С. 3–11.
9. *Сомов В.И.* Современные движения земной коры Карпат и сопредельных стран // Геотектоника. – 1974. – № 6.
10. *Демедюк М., Заблоцкий Ф., Колгунов В. та ін.* Результаты исследований горизонтальных деформаций земной коры на Карпатском геодинамическом полигоне // Геодинамика. – 1998. – № 1. – С. 3–13.
11. *Латынина Л.А., Байсарович И.М., Брымых Л. и др.* Деформационные измерения в Карпато-Балканском регионе // Физика Земли. – 1993. – № 1. – С. 3–6.
12. *Назаревич А.В., Назаревич Л.С.* Деформационні провісники закарпатських землетрусів: методику виділення та результати аналізу // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – К., 2008. – С. 311–320.
13. *Вербицкий Т.З., Бойко Б.Д., Чигинь А.И.* Временные вариации параметров звуковой волны в массиве горных пород на территории Карпатского геодинамического полигона // Изв. АН СССР. Физика Земли. – 1980. – № 11. – С. 90–92.

14. *Назаревич А.В.* Експериментальне дослідження спектрально-часової структури варіацій параметрів пружних хвиль в масивах гірських порід. Автореф. дис... кандидата фіз.-мат. наук. – К.: ІГФ, 1997. – 24 с.
15. *Назаревич А.В., Назаревич Л.С.* Нелінійна пружність і тензочутливість гірських порід (дослідження та застосування для геодинамічного моніторингу) // Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Геологія. – 2002. – № 23–24. – С. 33–38.
16. *Назаревич Л.С., Назаревич А.В.* Характерні землетруси Берегівської сейсмогенної зони: особливості джерела і макросейсмічного поля // Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Геологія. – 2006. – № 38–39. – С. 42–47.
17. *Максимчук В.Ю., Городиський Ю.М., Кузнецова В.Г.* Динаміка аномального магнітного поля Землі. – Львів: Євросвіт, 2001. – 308 с.

Геофизические предвестники некоторых ощутимых закарпатских землетрясений как отражение процессов формирования очаговых зон А.В. Назаревич

РЕЗЮМЕ. На примере анализа геофизических предвестников ощутимых землетрясений Виноградовской сейсмогенной зоны Закарпатья прослежен характерный ход процессов формирования их очаговых зон.

Ключевые слова: землетрясения, геофизические предвестники, очаговые зоны, геомеханические процессы.

Geophysical precursors of some perceptible transcarpathian earthquakes as an reflection of sources areas forming processes A.V. Nazarevych

SUMMARY. On example of analysis of geophysical precursors of perceptible earthquakes of Vynogradove seismoactive area of Transcarpathians typical course of processes of forming of their sources areas is traced.

Keywords: earthquakes, geophysical precursors, sources areas, geomechanical processes.