

ТЕКТОМАГНИТНІ ІСЛЕДОВАНИЯ В ЗАПАДНОЇ АНТАРКТИКЕ

В. Максимчук, Ю. Гордиський, І. Чоботок, В. Бахмутов, В. Кузнецова

Представлены результаты тектономагнитных исследований в районе расположения антарктической станции Академик Вернадский. За период с 1998 по 2002 г. на тектономагнитном профиле Барханы-Расмуссен выполнено 3 цикла повторных магнитных наблюдений, что позволило исследовать динамику магнитного поля в районе архипелага Аргентинские острова. Выявлены аномальные монотонные изменения поля F около $-3,5$ нТл в зоне регионального тектонического линейного субмеридионального простирания. На основе математического моделирования сделан вывод, что природа тектономагнитных аномалий обусловлена подмагничиванием пород вековой вариацией, а также пьезомагнитным эффектом под действием растягивающих субширотных тектонических напряжений.

УДК 550.3+551.1+551.3

ГЕОДИНАМІКА ЛІТОСФЕРИ ЗАХОДУ ЗАКАРПАТТЯ
ЗА КОМПЛЕКСОМ ДАНИХА.В.Назаревич¹, Л.Є.Назаревич²¹Карпатське відділення Інституту геофізики НАН України,Україна, м. Львів, вул. Наукова, 3-б, E-mail: nazarevych-a@cb-igph.lviv.ua²Карпатська дослідно-методична геофізична партія ІГФ НАН України, м. Львів

Постановка проблеми. Українське Закарпаття є регіоном зі складною глибинною будовою та сучасною геодинамікою літосфери [1-10], активним сейсмотектонічним процесом [2-5] і досить високою місцевою сейсмічністю [3-5]. До цього часу багатьма авторами запропоновані різні схеми геодинаміки регіону [2-10], які краще або гірше узгоджуються з наявним фактичним матеріалом і пояснюють ті або інші особливості спостережуваних процесів. Але схема, яка б відповідала всім наявним даним, несуперечливо пояснювала всі спостережувані процеси і беззаперечно визналася б усіма дослідниками регіону на сьогодні не створено. Причиною цього є, на наш погляд, наявність в регіоні відразу декількох різномасштабних геодинамічних процесів [11-13], які складним чином взаємодіють між собою, накладаючись при цьому на складну глибинну будову літосфери регіону [1-10, 14], зумовлену довготривалим (від докембрію) палеотектонічним процесом з кількома циклами крупномасштабної палеотектонічної активізації [14]. На сучасному етапі, виходячи з нашої інтерпретації наявних геолого-геофізичних даних, в регіоні діють два основні процеси: загальний стиск літосфери Карпато-Балкано-Динарського мегарегіону, зумовлений глобальним плитово-тектонічним процесом – насуванням Африканської (з півдня) і Аравійської (з південного сходу) плит на затиснуті між ними і південними краями Східно-Європейської і Західно-Європейської платформ Карпато – Балкано – Динарської структури (Ю.Крупський, 2002 [10]), і регіональний процес розповзання в сторони

астеноліта з-під Панонської депресії (О.М.Харитонов, Р.І.Кутас та ін. [7-9]). Що стосується геомеханічного режиму західної частини Закарпаття, то тут (за даними комплексної інтерпретації деформографічних і геодезичних даних (А.В.Назаревич, Л.Є.Назаревич, 2002 [15,16]) на сучасному етапі найбільш вираженим є другий процес. Цей процес своєрідно відображається у деформографічних, геодезичних і сейсмологічних даних.

**Деформографічні дослідження в Закарпатті.
Аналіз останніх досліджень.**

Деформографічні дослідження в Закарпатті проводяться львівськими геофізиками за активною участю професора Л.А.Латиніної (ОІФЗ РАН, м. Москва) вже протягом більш як 15 років [17, 18]. Вони зосереджені в районах міст Берегове і Королево (рис. 1), що зумовлено важливістю даних районів як ключових у тектонічній структурі літосфери Закарпаття, оскільки м. Берегове знаходиться в зоні ланцюжка горбогір'їв, що прилягають до зони одного з сейсмічно найактивніших у регіоні Припанонського глибинного розлому [3, 6], причому на перетині цього розлому з тектонічно активним в неогені [4, 6] та сейсмічно активним зараз (6-бальні землетруси 1937 і 1965 р.р. [4]) Берегівським меридіональним розломом (район Берегівського горбогір'я), а м. Королево – в зоні також досить сейсмоактивного Оашського меридіонального розлому, а також наявністю тут придатних для таких досліджень підземних виробок (штолень).

Перші деформографи були встановлені в

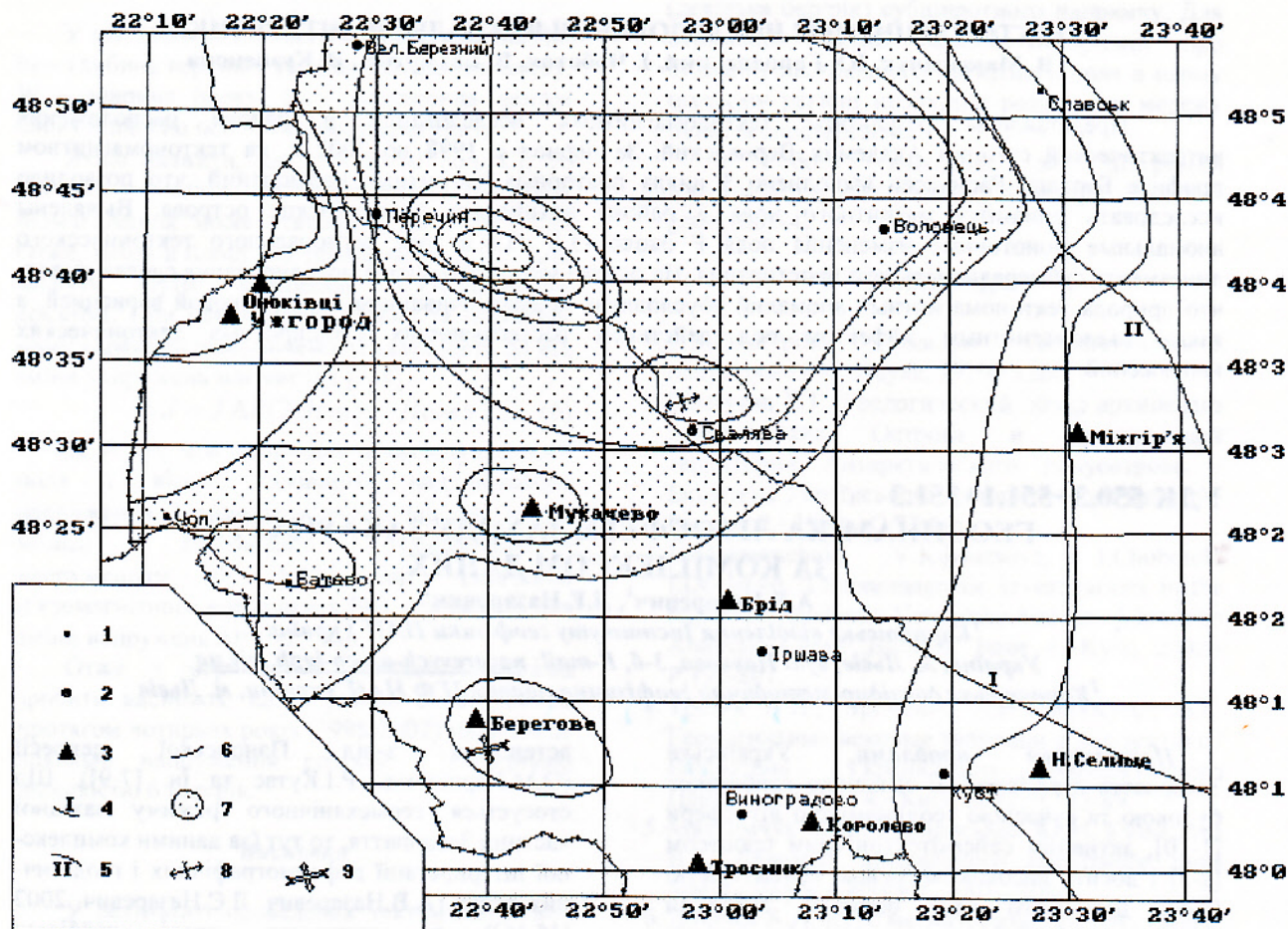


Рисунок 1. Деформаційні процеси в літосфері західного та центрального Закарпаття (тут: 1 – населені пункти; 2 – районні центри; 3 – геофізичні станції; 4 – Закарпатський глибинний розлом (внутрішня південно-західна границя Карпат); 5 – внутрішня (південно-західна) границя Скибової зони Карпат; 6 – ізолінії вертикальних рухів земної поверхні (підняття–опускань) з інтервалом 1 мм/рік; 7 – зона опускань; 8 – горизонтальні деформації розтягу–стиску земної кори в районі Сваляви (за геодезичними даними); 9 – горизонтальні деформації стиску–розтягу земної кори в районі Берегове (за деформографічними даними).

штольні на горі Мужівської (Великий Берегівської), за 3 км на південний схід від м. Берегове [17]. Трохи пізніше двокомпонентний штанговий кварцовий деформограф був встановлений в підземній камері режимної геофізичної станції "Берегове" (гора Ардово) [18]. За даними цих деформографів в досліджуваному районі спостерігається стиск гірських порід (величиною біля 3×10^{-6} од./рік) в напрямі, близькому до широтного (азимут біля 80°), і невелике розширення в субмеридіональному напрямі (азимут біля 150°) [17, 18]. Останнім часом нами проводиться модифікація кварцових деформографів РГС "Берегове" з метою підвищення їх чутливості, розширення частотного діапазону реєстрованих варіацій, переведення їх на цифрову реєстрацію із забезпеченням одночасної контрольної аналогової реєстрації, підвищенням зручності і надійності їх експлуатації. Зокрема, чутливість

деформографа доведена до 0,01 мкм, що при базі деформографа 24 м становить 4×10^{-10} у відносних одиницях, тобто підвищена більш ніж на порядок у порівнянні з тією, що була раніше [19]. Попередня обробка даних, отриманих під час дослідної експлуатації такого модифікованого деформографа, підтвердила загальний характер деформаційних процесів в пункті досліджень, а також дозволила дослідити спектри короткоперіодних (в діапазоні від 2 до 144 год. (до 6 діб)) складових цих деформаційних процесів, в тому числі (в комплексі з даними проведених нами геоелектромагнітносемісійних [20, 21] та геотермічних [22] досліджень) оцінити вклад локальних геодинамічних процесів та різних метеотемпературних впливів [20-22].

Останні декілька років деформографічні дослідження проводяться також у штольні закарпатської РГС "Королево", в районі

Оашського меридіонального розлому [18]. Попередня обробка отриманих даних (беручи до уваги досить складні умови спостережень, наявність ще недостатньо вивчених метеотемпературних та гідрогеологічних впливів і невисокі параметри встановленої тут реєструючої апаратури) проведена Л.А.Латиніною, вказує на певний взаємозв'язок спостережуваних тут деформацій масивів порід з процесами в районі Берегівського горбогір'я [18].

Геодезичні дослідження в Закарпатті.

Геодинаміка Карпатського регіону детально досліджена також різними геодезичними методами [23-27], де активну участь беруть співробітники геодезичного інституту Національного університету "Львівська політехніка" (м. Львів). Прокладений загальнорегіональний профіль повторного нівелювання 1-го класу через Карпати, Закарпаття і Прикарпаття, 2 субрегіональні профілі 1-го класу в Закарпатті, створено 2 локальні комплексні геодезичні полігони на південних схилах Карпат (триангуляція, трилатерація, світловідалемірні і GPS-дослідження), проведено 2 сеанси GPS-досліджень (1993 і 1995 р.р.), в тому числі і на закладених на геофізичних станціях КВ ІГФ в Закарпатті фундаментальних реперах [24].

Вертикальні рухи. Розглянемо спочатку дані про сучасні вертикальні рухи земної кори, які є в наявності для більшої частини території Закарпаття за більш ніж 100-літній період австро-угорських, чехословацьких, польських і радянських досліджень. Для аналізу використаємо найбільш надійні дані за період 1946-1983 р.р. (В.І.Сомов та ін. [25, 26] (рис. 1)). Характеризуючи стисло ці дані, потрібно вказати, що тут чітко простежується така загальна картина: в центральній частині Чоп-Мукачівської западини (Чоп, Батєво, Мукачево) простягається смуга опускань величиною до 1-2 мм/рік, яка продовжується ще далі на північ в Карпати (в район міст Сваляви, Воловця, Тур'ї-Бистрої). Тут, в зоні Закарпатського глибинного розлому (Голубине, Тур'я-Пасіка, Раково), величини опускання досягають навіть 2,5-3,5 мм/рік. Дана зона із заходу, півночі, сходу і південного сходу півкільцем оточена зоною виражених (від 1-2 до 3-4 мм/рік) підняття. Що стосується району м. Сваляви, то якраз тут (Голубине) є один з локальних мінімумів поля вертикальних деформацій, який, можливо, (беручи до уваги відсутність більш детальних фактичних даних і результатів комплексного геоморфологічного аналізу новітніх рухів у цьому районі), тягнеться вздовж цілої ділянки Закарпатського глибинного розлому (аж до району Тур'я-Пасіка і Раково) і характеризу-

ється опусканням з середньою величиною 2-3 мм/рік.

Зовсім інший характер вертикальних рухів (за даними В.І.Сомова [25, 26]) спостерігається в районі Берегівського горбогір'я, де проводяться деформографічні дослідження. Тут чітко фіксується підняття земної поверхні величиною 0,7-1,4 мм/рік.

Відзначимо також, що проаналізовані тут нами абсолютні величини вертикальних рухів кори північно-західної частини Закарпаття добре кореспондуються з результатами найновіших (О.М.Смірнова, 2002 [27]) досліджень, де в якості найбільш надійного і інформативного визначуваного параметра вивчався просторовий розподіл градієнтів вертикальних рухів кори субрегіону, визначених на основі комплексного аналізу всіх наявних за більш ніж 100-річний період геодезичних досліджень у регіоні даних.

Горизонтальні деформації. Ці деформації були вивчені (А.Л.Островський, К.Р.Третяк та ін. [23]) на одному зі спеціальних комплексних геодезичних полігонів, розташованому в районі м. Сваляви (зона Закарпатського глибинного розлому). Результати досліджень показали наявність у цьому районі помітних деформацій розширення (величиною $1,5-3 \times 10^{-7}$ од./рік) в близькому до антикарпатського напрямі (азимут 70°) і в 2-3 рази менших деформацій стиску в напрямі, близькому до карпатського (азимут 150°).

Комплексна геомеханічна інтерпретація деформографічних і геодезичних даних.

Розпочинаючи до комплексну інтерпретацію вказаних даних, спочатку нагадаємо відомі з механіки основні закономірності деформування твердих тіл (рис. 2). Так, при дії на тверде тіло (деякий об'єм гірських порід) одноосного або переважаючого одноосного стиску (рис. 2.а) таке тіло скорочує на певну величину свої лінійні розміри в напрямі дії цього стиску і в той же час збільшує свої лінійні розміри в двох інших, перпендикулярних до осі стиску напрямках (рис. 2.б), причому це збільшення кількісно приблизно в 2 рази менше, ніж деформація стиску. Коли ж на тверде тіло діють сили розтягу (рис. 2.в), спостерігається збільшення лінійних розмірів тіла в напрямі дії цього розтягу, і (кількісно приблизно в 2 рази менше) зменшення лінійних розмірів цього тіла в двох інших, перпендикулярних до осі розтягу напрямках (рис. 2.г).

При транспонуванні цих закономірностей деформаційних процесів на земну кору ми отримасмо при дії на деякій ділянці досліджуваної території одноосного латерального стиску гірських порід приблизно в 2 рази

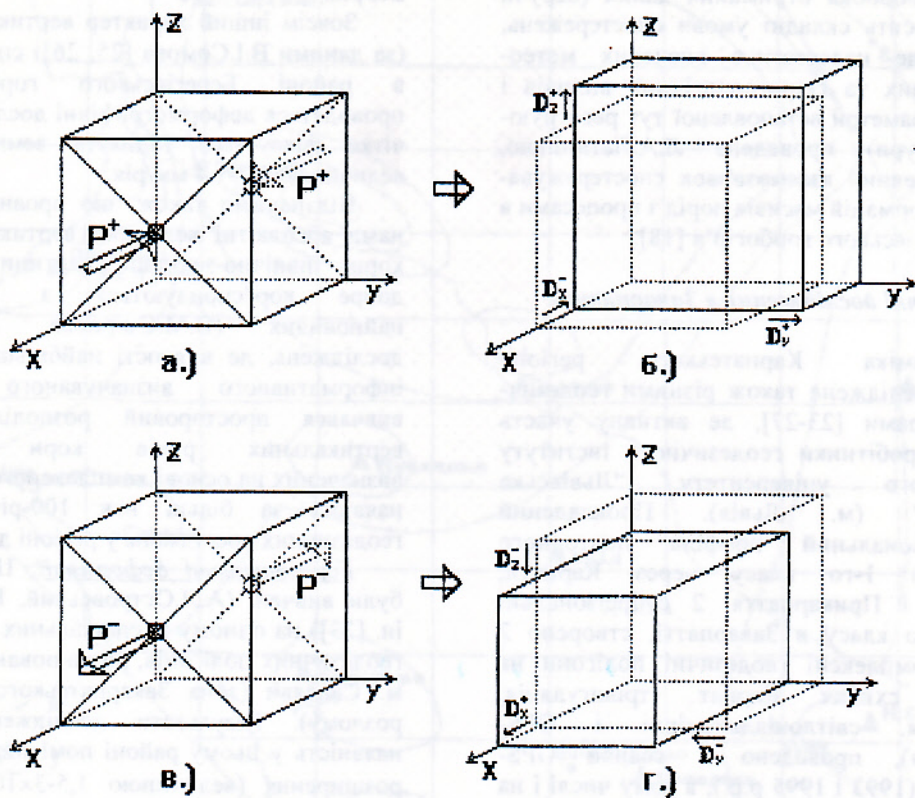


Рисунок 2. Закономірності деформування твердих тіл (гірських порід):
а.) і б.) – режим стиску; в.) і г.) – режим розтягу.

менше за величиною розширення цих порід в ортогональному латеральному напрямі і одночасне підняття земної поверхні – додатні вертикальні рухи. Аналогічно сказаному, при дії на такій ділянці досліджуваної території одноосного латерального розтягу гірських порід буде спостерігатися приблизно в 2 рази менше за величиною зменшення розмірів цих порід в ортогональному латеральному напрямі і одночасне опускання земної поверхні – від'ємні вертикальні рухи.

Аналізуючи в світлі вказаних закономірностей ситуацію в районі Сваляви, можемо зробити висновок, що за комплексом наявних даних геомеханічна обстановка тут повністю відповідає другому варіанту – розтягу кори в напрямі, близькому до антикарпатського (основна горизонтальна деформація $1,5 \cdot 10^{-7}$ од./рік) з супутнім звуженням в субкарпатському напрямі (до $1 \cdot 10^{-7}$ од./рік) і опусканням земної поверхні величиною 1-2 мм/рік.

Що стосується району Березівського горбогір'я, то за комплексом деформографічних і геодезичних даних геомеханічна

обстановка тут відповідає першому варіанту. Так, за даними деформографів, в досліджуваному районі спостерігається стиск гірських порід (величиною біля $3 \cdot 10^{-6}$ од./рік) в напрямі, близькому до широтного (азимут біля 80°), і невелике розширення в субмеридіональному напрямі (азимут біля 150°), і все це супроводжується підняттям земної поверхні величиною 0,7-1,4 мм/рік.

Потрібно зазначити, що деформаційні процеси в земній корі в районах Сваляви і Берегове добре кореспондуються між собою. Так, в районі Берегове в напрямі району Сваляви спостерігається деяке розширення порід, що вказує на наявність там обстановки розтягу. І навпаки, в районі Сваляви в азимуті на район Берегове спостерігається стиск порід, що вказує на наявність там обстановки стиску.

Звичайно, в природі описаний тут процес деформування верхніх шарів кори відбувається на фоні постійної дії геостатичного тиску гірських порід і бокового розпору, а також більш складних і більш глибинних процесів здовових і купольних піднять різного

масштабу, депресійних опускань, диференціальних вертикальних рухів окремих блоків фундаменту та інших тектонічних структур, на ці процеси, в свою чергу, накладаються ще більш глибокі геологічні процеси, в'язкі перетікання глибинної речовини, особливо в астеносфері, які зумовлені як глобальною геодинамікою, так і ізостатичним вирівнюванням, а також космічними та іншими факторами. Не торкаючись тут регіональних і ще більш глобальних процесів, які вимагають окремого детальшого розгляду, зазначимо, що відносно субрегіональних та локальних процесів наведені нами дані підтверджують загальне правило: в зонах підняття, як правило, наявна геомеханічна обстановка латерального стиску (в нашому випадку – район Берегове), а в зонах опускань – обстановка латерального розтягу (в цьому випадку – район Сваляви).

Геомеханіка літосфери субрегіону і особливості місцевого сейсмотектонічного процесу.

Важливо з наукової та практичної точок зору зіставити отримані дані щодо особливостей геодинаміки літосфери заходу Закарпаття з особливостями місцевого сейсмотектонічного процесу. Для цього на основі первинних сейсмічних даних (параметри залучених до обробки землетрусів (станційні часи вступів та їх магнітуди) взято з сейсмологічних бюлетенів за 1988-2000 роки) нами розраховано уточнені координати та глибини цих землетрусів, а також їх кріпекс [28, 29]. Проаналізувавши отримані результати (див. рис. 3) в аспекті співвідношення їх з геомеханікою регіону, можемо відзначити, що вказані особливості геомеханічного режиму літосфери субрегіону добре кореспондуються з характеристиками місцевої сейсмічності [2-5, 28, 29]. Зокрема, на ослаблені (очевидно, внаслідок дії розтягувальних зусиль) механічні характеристики літосфери і наявність тут певних, характерних (за даними Д.Панца, А.Прозорова, А.Каверіної [30-33]) для зон розтягу механізмів місцевих землетрусів вказує такий новий і ще порівняно мало застосовуваний параметр землетрусів, як кріпекс [30-33]. Так, проведені нами дослідження цього параметра для землетрусів Карпатського регіону показали [28, 29], що у визначеній за деформографічними і геодезичними даними зоні розтягу – центральній зоні західної частини Закарпаття (район Мукачево – Свалява) присутні практично тільки землетруси з вираженим додатнім кріпексом (рис. 3), а навколо (Берегове, Іршава, Нижні Ворота, Великий Березний) ця зона оконтурюється ланцюжком землетрусів з

від'ємним кріпексом.

Оскільки, як уже вказувалося, кріпекс є порівняно новим і ще не досить широко застосовуваним для характеристики особливостей окремих землетрусів та відповідних вогнищевих зон параметром, зупинимось на цьому детальніше. Отже, кріпекс – це (за визначенням його авторів А.Прозорова і Д. Хадсона [30, 31]) коефіцієнт низькочастотності сейсмічного випромінювання сейсмічних джерел (зокрема, вибухів і землетрусів), який визначається, як відхилення “високочастотної” (за об'ємними хвилями) магнітуди землетрусу від регресії її на “низькочастотну” (за поверхневими хвилями або кодою) магнітуду. Спочатку цей параметр використовувався для відрізнювання ядерних вибухів від землетрусів, але в процесі цих робіт було виявлено, що і самі землетруси помітно (до $\pm 1 \div 1,5$) відрізняються між собою за величиною і знаком кріпекса [31]. Подальші дослідження показали, що цей параметр прямо пов'язаний зі спектральними особливостями сейсмічного випромінювання конкретних землетрусів, які, в свою чергу, залежать від механізму джерела цих землетрусів, а через них пов'язані з геомеханічним режимом літосфери сейсмо-активних територій. Зокрема, було встановлено [32, 33], що зони стиску земної кори характеризуються землетрусами з переважаючими механізмами насуву, підсуву та підкиду з “жорстким” (високочастотним і порівняно високоамплітудним) сейсмічним випромінюванням, якому відповідає від'ємний кріпекс (переважання магнітуд за об'ємними хвилями), в той час, як зони розтягу – землетрусами з розривами та зсувами і з “м'яким” (низькочастотним і порівняно низькоамплітудним) сейсмічним випромінюванням, якому відповідає додатній кріпекс (переважання магнітуд за поверхневими хвилями або кодою). Тому виявлена нами [28, 29] наявність у центральній зоні західної частини Закарпаття (район Мукачево – Свалява) землетрусів з вираженим додатнім кріпексом (рис.3), якраз і є, на нашу думку, відображенням визначеного нами тут за комплексом геодезичних та деформографічних даних режиму розтягу літосфери. А наявність навколо неї (райони Іршави, Нижніх Воріт, Великого Березного і, особливо, Берегове, де за деформографічними та геодезичними даними зафіксовано режим стиску літосфери) землетрусів з від'ємним кріпексом, є відображенням саме цього режиму. Також вираженим від'ємним кріпексом землетрусів відзначається зона Оашського меридіонального розлому, що в сукупності зі згущенням ізолій додатніх вертикальних рухів (підняття), очевидно, свідчить про наявність тут режиму субгоризонтального стиску в літосфері.

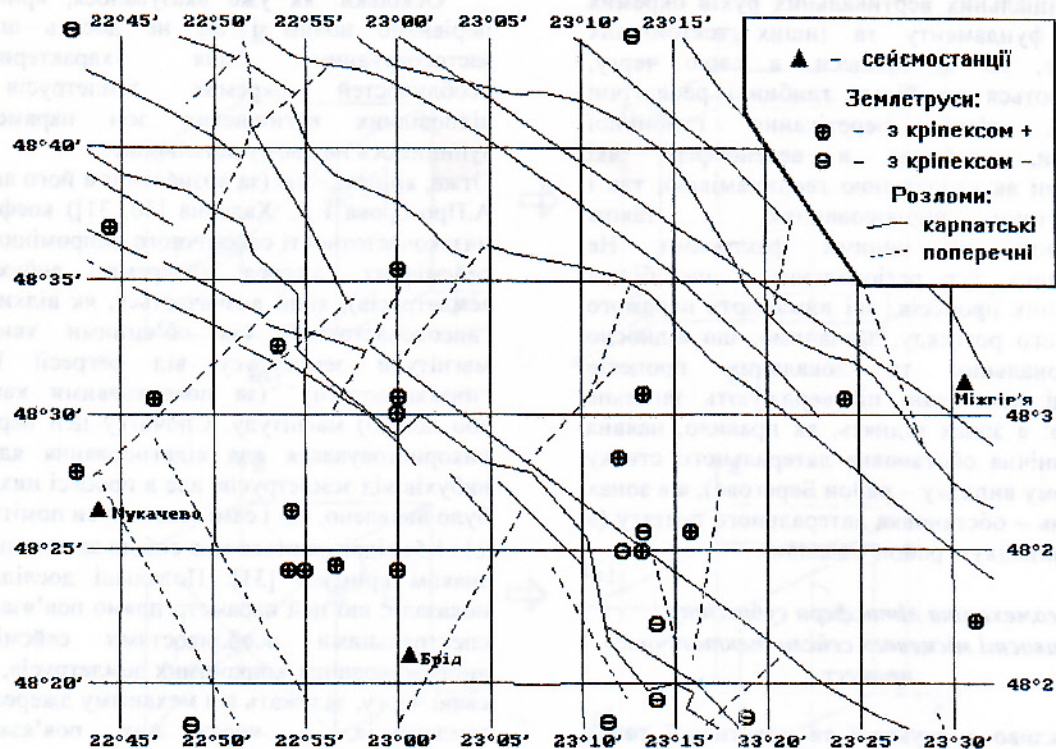


Рисунок 3. Просторовий розподіл землетрусів району Мукачеве – Свалява – Іршава в Закарпатті (з вказаним знаком кріпекса).

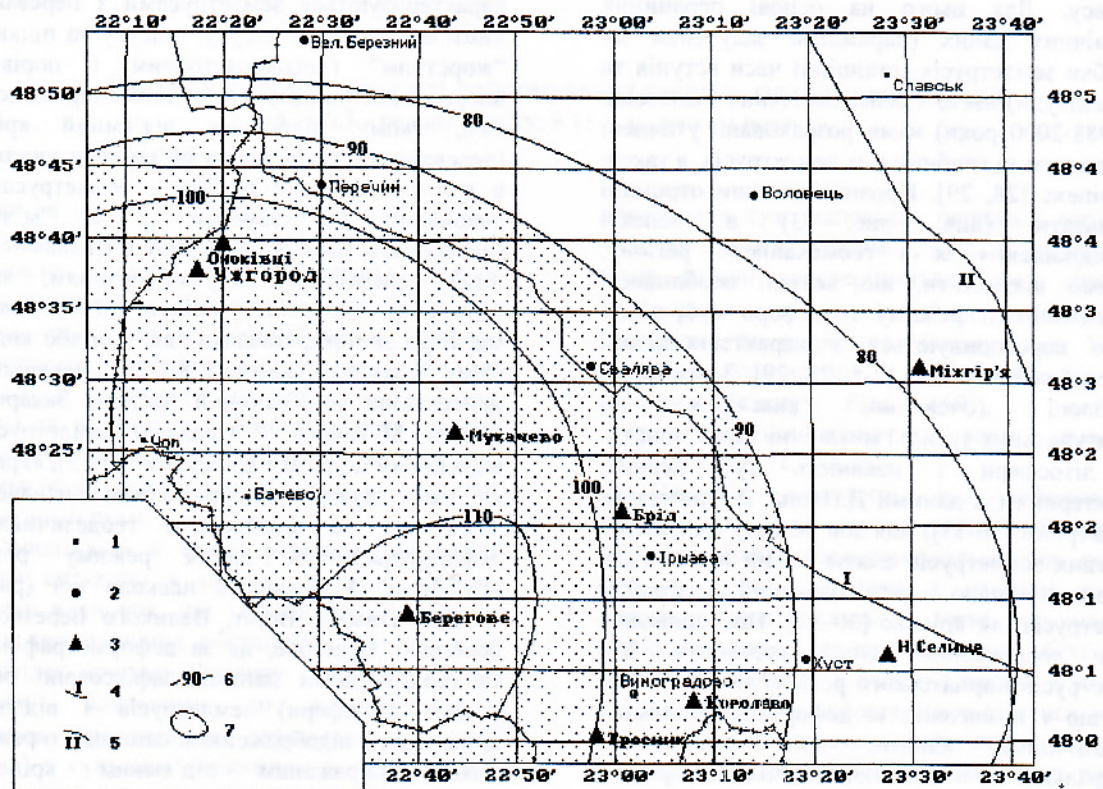


Рисунок 4. Просторовий розподіл глибинного теплового потоку на території західного та центрального Закарпаття [4] (тут: 1-5 – умовні позначення, як на рис. 1; 6 – ізолінії величин глибинного теплового потоку та його значення (в мВт/м²); 7 – зона високого (більше 90 мВт/м²) теплового потоку).

**Про геотермічний генезис субрегіональних
геодинамічних процесів.**

Поставивши питання про природу та походження зони розтягу у літосфері заходу Закарпаття, у відповідь на нього можна сказати наступне. Очевидно, що виявлені нами особливості геомеханічного режиму літосфери даного субрегіону, як і переважна більшість ендегенних геодинамічних процесів у Землі, генетично пов'язані з глибинним теплом нашої планети [2-9]. Зокрема, про генетичний зв'язок виявленої зони розтягу в літосфері заходу Закарпаття з тепловою астенолітною активізацією субрегіону свідчить співпадіння в плані цієї зони з областю підвищеного (Р.І.Кутас, В.В.Гордієнко [4, 9] (рис. 4)) глибинного теплового потоку. Що ж до вивчення більш детальних співвідношень між цими процесами, то це вимагає подальших досліджень з залученням комплексу додаткової геолого-геофізичної інформації та проведенням математичного моделювання і відповідних розрахунків.

Висновки.

За результатами комплексної геомеханічної інтерпретації деформографічних та геодезичних даних вивчено загальні характеристики геодинамічного процесу в літосфері західного сектора Закарпаття. Виявлено основні риси геомеханіки літосфери субрегіону і встановлено складний характер просторового розподілу режимів розтягу та стиску.

Встановлено, що в районі Сваляви фіксується обстановка загального субдіагонального розтягу. Головні деформації розтягу величиною $1,5-3 \times 10^{-7}$ од./рік орієнтовані в напрямі, близькому до антикарпатського (азимут біля 70°), а супутні деформації "звуження" (стимульовані також і дією бокового розпору навколишніх масивів порід) величиною до 1×10^{-7} мають місце в напрямі, близькому до карпатського (азимут біля 150°). Ці горизонтальні деформації супроводяться опусканням денної поверхні в районі Сваляви величиною до 1-2 мм/рік.)

На відміну від району Сваляви в районі Берегівського горбогір'я спостерігається стиск гірських порід (величиною біля 3×10^{-6} од./рік) в напрямі, близькому до широтного (азимут біля 80°), і невелике розширення в субмеридіональному напрямі (азимут біля 150°), що супроводжується підняттям земної поверхні величиною 0,7-1,4 мм/рік.

Такий складний характер геодинамічних процесів в такому відносно невеликому за своєю територією субрегіоні вказує на необхідність з великою обережністю проводити тут (а також і в інших регіонах) інтерполяцію

геодезичних і геофізичних даних, залучаючи для підвищення надійності такої інтерполяції всю можливу, насамперед геоморфологічну інформацію.

Оскільки описані геодинамічні процеси кореспондуються з просторово-часовими, енергетичними і спектрально-енергетичними характеристиками місцевої сейсмічності, необхідне врахування цих процесів при уточненні сейсмічної небезпеки в субрегіоні.

Література.

1. Строение земной коры и верхней мантии Центральной и Восточной Европы. / Соллогуб В.Б., Гутерх А., Просен Д. и др. – К.: Наук. думка, – 1978. – 272 с.
2. Литосфера Центральной и Восточной Европы. / Под ред. А.В.Чекунова. – К.: Наук. думка, – 1987-1993.
3. Хоменко В.І. Глибинна будова Закарпатського прогину. / К.: Наук. думка, – 1978. – 230 с.
4. Карпатский геодинамический полигон. / Под ред. Я.С.Подстригача и А.В.Чекунова. – М.: Сов. радио, – 1978. – 127 с.
5. Мельничук М.И. О генетической связи сейсмических процессов с тектоникой Карпатского региона. // Геофиз. журнал, – 1982. – т. 4, № 2. – С.34-41.
6. Геодинамика Карпат / Круглов С.С., Смирнов С.Е., Спитковская С.М., Фильштинский Л.Е., Хижняков А.В. – Киев: Наук. думка, – 1985. – 136 с.
7. Чекунов А.В. Эволюция астенолитов и ее геологические следствия. // Докл. АН УССР. Сер Б. – 1988. – № 3. – С. 30-34.
8. Sandulescu M. Cenozoic Tectonic History of the Carpathians. // Amer. Assoc. of Petr. Geol. Memoirs. – 1988. – V. 45. – P. 17-25.
9. Кутас Р.И., Гордиенко В.В. Тепловое поле Украины. / К.: Наук. думка, – 1971. – 112 с.
10. Крупський Юрій. Основні напрямки геолого-розвідувальних робіт на нафту і газ в Західному регіоні України. // "Міжнародна наукова конференція "Геологія горючих копалин України" (тези доповідей)". Львів, 13-15 листопада 2001 р. – Львів, – 2001. – С.126 – 128.
11. А.В.Назаревич, Л.Є.Назаревич, З.І.Ковалишин. Природа підзони знижених швидкостей у гранітах кори Закарпаття та її перспективні ресурси. // Вісник Львів. ун-ту. Сер. геол. – 2002. – вип. 15. – С. 119-125.
12. А.В.Назаревич, Л.Є.Назаревич. Глибинні пастково-колекторські тектонічні структури в літосфері Карпатського регіону України: природа, походження і перспективні ресурси. // Наук. вісник Ів.-Франк. нац. техн. ун-ту. нафти і газу. – 2002, – №3 (4). – С. 10-21.

13. Назаревич А.В., Ковалишин З.І., Назаревич Л.Є. Геодинаміка сейсμοактивних районів Закарпаття за комплексом геофізичних даних. // Вісник Київського національного університету ім.Тараса Шевченка. Геологія. – 2002 – № 23-24. – С. 38-43.
14. Медведев А.П., Варічев А.С. Пра-Карпати: конструкція і деструкція. / Львів: ІГГК. – 2001. – 112 с.
15. Андрій Назаревич, Леся Назаревич. Комплексна геомеханічна інтерпретація деформографічних та геодезичних даних по Закарпаттю. // VII міжнародний науково-технічний симпозиум "Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища – GPS і GIS – технології". – Львів. – 2002. – С. 89-91.
16. Андрій Назаревич, Леся Назаревич. Особливості геомеханічного режиму літосфери заходу Закарпаття. // VIII Міжнародний науково-технічний симпозиум "Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища – GPS і GIS-технології" (1-6 вересня 2003 р., Алушта (Крим) (збірник матеріалів). – Львів. – 2003. – С. 77-79.
17. Лагініна Л.А., Юркевич О.И., Байсарович И.М. Результаты деформационных измерений в районе Берегово. // Геофиз. журн. – 1992. – Т. 14, №2. – С. 63-67.
18. Т.Вербицький, В.Ігнатишин, Л.Латиніна, О.Юркевич. Сучасні деформації земної кори Березівської горстової зони. // Геодинаміка, – 1998. – №1. – С. 118-120.
19. А. Назаревич, Л. Назаревич. Оптиелектронний вимірювальний канал до кварцевого деформографа. // Геодинаміка, – 1999. – № 1(2). – С.116-120.
20. Д.Н.Ляшук, А.В.Назаревич, Л.Є.Назаревич. Геоелектромагнітноемісійний метод в геодезичному та геодинамічному моніторинзі. // Геодезія, картографія і аерофотознімання, – 2003. – № 63. – С. 33-38.
21. Д.Н.Ляшук, А.В.Назаревич, Л.Є.Назаревич. Геоелектромагнітноемісійний метод в моніторинзі локальних геодинамічних процесів // Вісник Київського національного університету ім.Тараса Шевченка. Геологія. – 2002. – № 23-24. – С. 92-97.
22. Віталій Осадчий, Андрій Назаревич, Леся Назаревич. Метеотемпературні поля в породних масивах. // VI міжнародний науково-технічний симпозиум "Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища – GPS і GIS-технології". – Львів – 2001. – С. 14–15.
23. М.Демедюк, Ф.Заблоцький, В.Колгунов, А.Островський, І.Сідоров, К.Третяк. Результати досліджень горизонтальних деформацій земної кори на Карпатському геодинамічному полігоні. // Геодинаміка, – 1998. – № 1. – С. 3-13.
24. Ф.Д. Заблоцький, А.Т.Дульцев, М.Т.Черемшанський. Перші GPS спостереження для геодинамічних досліджень в Карпатському регіоні. // І-ша Українська наукова конференція "Комплексні дослідження геодинаміки земної кори" (тези доповідей). Алушта, 20-26 вересня 1993 р. – Львів, – 1993. – С. 29.
25. Сомов В.И. Геодинамические особенности земной коры Восточной Европы на примере геотраверса V. // Развитие сейсмопрогностических исследований на Украине. – К.: Наук. думка. – 1989. – С. 57-67.
26. Сомов В.И. Современная направленность развития тектонических структур Карпато-Балканского региона. // Геофиз. журн., – 1990. – Т. 12, №6. – С. 39-47.
27. Смірнова О. Співставлення карти градієнтів швидкостей вертикальних деформацій земної поверхні Карпатського регіону з геолого-геофізичними даними. // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Київ. – 2002. – С. 104-109.
28. Л.Є.Назаревич. Характеристики сейсмічності і сейсмотектонічного процесу в Закарпатті: новий погляд на сейсмоекологічну небезпеку регіону. // Наук. вісник Ів.-Франк. нац. техн. ун-ту. нафти і газу – 2002. – 4, №3 – С. 170–175.
29. Л.Є.Назаревич, А.В.Назаревич. Кріпекс землетрусів Карпатського регіону. // Тези доповідей IV Міжнародної наукової конференції "Геофізичний моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища". Україна, Київ, 9-11 жовтня 2003 р. – Київ, – 2003. – С. 53-55.
30. Прозоров А., Хадсон Д. Соотношение поверхностных и объемных волн в различных регионах и в цепочках взаимосвязанных землетрясений. // Машинный анализ цифровых сейсмических данных. (Вычислительная сейсмология). – М.: Наука, – 1974. – Вып.7 – С. 65–81.
31. А.Г.Прозоров, Д.А.Хадсон. Изменение крипекса перед сильным землетрясением. // Прогноз землетрясений и изучение строения Земли. (Вычислительная сейсмология). – М.: Наука, – 1983. – Вып. 15. – С.26–35.
32. Панца Дж. Ф., Прозоров А.Г. Обобщение определения крипекса на магнитуды слабых землетрясений: Итальянский регион. // Геодинамика и прогноз землетрясений. (Вычислительная сейсмология). – М.: Наука, – 1994. – Вып.26. – С.78–85.
33. Каверина А.Н., Прозоров А.Г. Вариации крипекса в зависимости от типа тектонических структур и механизма очага: статистический анализ. // Геодинамика и прогноз землетрясений. (Вычислительная сейсмология). – М.: Наука. – 1994. – Вып.26. – С.85–93.

WESTERN TRANSCARPATHIANS LITHOSPHERE GEODYNAMICS BY COMPLEX OF DATA

A.V.Nazarevych, L.Ye.Nazarevych

On the basis of complex analysis of extensometric and geodetic data and with a help of other geological-geophysical information a new variant of decoding of geomechanics of west Transcarpathians lithosphere structures was offered. It is with a modern scheme of general geodynamics of Carpathian region of Ukraine corresponded.

ГЕОДИНАМИКА ЛИТОСФЕРЫ ЗАПАДА ЗАКАРПАТЬЯ
ПО КОМПЛЕКСУ ДАННЫХ

А.В.Назаревич, Л.Е.Назаревич

На основании комплексного анализа деформографических и геодезических данных и с привлечением другой геолого-геофизической информации предложен новый вариант расшифровки геомеханики структур литосферы запада Закарпатья, который корреспондируется с современными представлениями об общей геодинамике Карпатского региона Украины.

УДК 550.34

МЕТОДИКИ УТОЧНЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГІПОЦЕНТРІВ
КАРПАТСЬКИХ ЗЕМЛЕТРУСІВЛ.Е.Назаревич¹, А.В.Назаревич²¹Карпатська дослідно-методична геофізична партія ІГФ НАН України, м. Львів²Карпатське відділення Інституту геофізики НАН України,
Україна, м. Львів, вул. Наукова, 3-б, E-mail: nazarevych-a@cb-igph.lviv.ua

Вступ. Одним з основних завдань сейсмології та інших наук про Землю є надійне дешифрування сейсмоактивних тектонічних структур в сейсмонебезпечних регіонах світу. Таке дешифрування проводиться в першу чергу за просторовою локалізацією гіпоцентрів місцевих землетрусів, врахування якої є важливе не тільки для надійних оцінок рівня сейсмічної небезпеки на сейсмоактивних територіях при їх сейсмічному районуванні, але і для проведення детальних геодезичних досліджень, дослідження геодинаміки і неотектоніки цих територій. Тому якнайточніше визначення параметрів гіпоцентрів землетрусів (координат і глибини) дає первинний матеріал, на основі якого базуються подальші детальні досліджень не тільки в галузі сейсмології, але і в інших науках про Землю.

Питання якнайточнішого визначення інструментальними методами параметрів гіпоцентрів землетрусів хвилювало сейсмологів здавна, воно є актуальним і сьогодні. В ряді публікацій зарубіжних і вітчизняних авторів [1-7] цьому питанню приділена значна увага. З розвитком науки і техніки зростають і вимоги до точності і якості сейсмологічної інформації, з'являються нові методики досліджень та їх варіанти. Так, питанням нев'язок сейсмічних хвиль займалися, зокрема, такі відомі вчені, як Н.В.Кондорська, В.В.Антонов і Т.І.Казанцева, R.C.Lilwall, В.С. Гобаренко [1-3, 4, 7]. А питанням уточнення діючих і створення нових сейсмологічних годографів присвятили свої роботи Б.Г.Пустовітенко, В.Е.Кульчицький та інші [5, 7], створенням нових програмних пакетів обробки сейсмологічної інформації на

базі детального вивчення умов поширення сейсмічних хвиль в земній корі займалися, зокрема, кримські сейсмологи [4, 6, 7].

Застосування усереднених кінематичних нев'язок сейсмічних хвиль від землетрусів для сейсмічних станцій і попередньо визначених сейсмоактивних зон Карпатського регіону з метою підвищення точності визначення параметрів (координат і глибин) землетрусів у Карпатському регіоні України проведено нами вперше [10-12]. Так само вперше на основі даних про швидкісну будову літосфери регіону, отриманих на численних профілях глибинних сейсмічних зондувань (ГСЗ) [8, 9] нами побудовано сім'ю розрахункових Закарпатських годографів [10, 11], що дозволило суттєво уточнити параметри місцевих землетрусів. Цим двом питанням і присвячена дана стаття.

Таким чином, метою даної роботи є детальне представлення вперше реалізованих нами двох підходів до уточнення параметрів карпатських землетрусів, частковий опис яких зроблений нами вже раніше [12]. Перший метод – це визначення кінематичних нев'язок Р і S-хвиль землетрусів і на їх основі розрахунок усереднених кінематичних нев'язок цих хвиль для конкретної станції від різних сейсмоактивних зон, подальше врахування цих усереднених нев'язок у ручному чи комп'ютерному варіанті обробки дає змогу покращити визначення параметрів карпатських землетрусів. Другий метод – це побудова (на основі визначеної за отриманими по профілю РП-17 [8] даними ГСЗ про швидкісну будову літосфери Закарпаття швидкісної моделі