

ГЕОФІЗИКА

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГЕОДИНАМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В КАРПАТАХ

В. Кузнєцова, В. Максимчук

(Карпатське відділення Інституту геофізики НАН України)

Українські Карпати є цікавим об'єктом для вивчення сучасної тектонічної активності літосфери, тому в цьому регіоні останні двадцять п'ять років проводиться комплекс геофізичних, геолого-геоморфологічних та геодезичних досліджень.

Для західного регіону України, де існує небезпека руйнувань від місцевих тектонічних землетрусів (Закарпаття, Прикарпаття, Буковина), а також загроза техногенних землетрусів в зв'язку з видобутком нафти, газу, сірки, вугілля геодинамічні дослідження особливо актуальні.

За останні роки отримані нові результати: по вивчено особливості глибинної будови та розподілу геофізичних полів, отримані дані про інтенсивність неотектонічних рухів та характер ізоастазії в регіоні; вивчені просторово-часові особливості сучасних рухів земної кори, досліджено сейсмічний режим та його зв'язки з варіаціями геофізичних полів, ведуться комплексні геофізичні спостереження на Карпатському геодинамічному полігоні та інше [1,2].

Сучасна тектонічна активність Карпатського регіону та прилеглих територій визначається місцевою сейсмічністю, яка вивчається в даний час мережею сейсмічних станцій. Відомі також землетруси і доінструментального періоду. По особливостям сейсмічного режиму в Західному регіоні України виділяються 3 сейсмоактивні райони найбільш активна зона - Закарпаття і менш активні - Передкарпаття і Буковина [3,4,5].

На території Закарпаття по історичних даних відомі 6-7-бальні землетруси по шкалі MSK-64. Епіцентри цих найбільш сильних землетрусів розташовані вздовж сейсмоактивних розломів: Пенінського (Свалява, 5.01.1908р.- VII балів. Довге, 3.09.1867р. і 26.12.1872р. VI, VII балів; Драгово, 14.09.1937р. - VII балів) та Припанонського (Берегово, 7.04.1931р. і 24.10.1965р.- VI-VII балів). Досить сильні землетруси відомі також в зоні міоценових та пліоценових розломів та вулканічної активності в південно-західній частині прогину на ділянці

Хуст-Тересва-Сігет (Тересва 28.06. і 10.08.1926р. - VI-VII балів; Тячев, 21.12.1870р. - VII балів, Буштино, 7.10.1894р. VI-VII балів) [4].

В Передкарпатті відомі декілька відчутних землетрусів. В 1875р. в районі м.Великі Мости - VI балів, в 1670р. в районі селища Шкло - VI балів. В травні 1974р. почалася серія відчутних землетрусів в районі м.Долина. Тут за період 1974-1976р.р. відбулося 6 землетрусів з інтенсивністю III-V балів. Ці землетруси можна віднести до техногенних, обумовлених видобутком нафти і газу в цьому районі [4].

На Буковині також по історичних даних відомі відчутні землетруси з інтенсивністю III-VI балів (Заліщики, 20.01.1903р.-VI балів; м.Сторожинець, 10.05.1950р.- V, балів).

Відомо, що під сучасною геодинамікою літосфери розуміють відображення на поверхні Землі глибинних процесів різного масштабу та періодичності від 10 до 10¹⁰ років у вигляді параметрів рухів і деформацій, часових змін геофізичних полів та геохімічних параметрів. Ці показники сучасної геодинаміки вивчаються на основі систематичних повторних спостережень з допомогою інструментальних високоточних геодезичних, геофізичних, астрономічних та геолого-геоморфологічних методів.

Геодинамічні дослідження в Карпатському регіоні виконувались в 2-х напрямках. Це регіональні роботи, метою яких було вивчення просторово-часових особливостей сучасних вертикальних рухів земної кори (СВРЗК) та дослідження їх зв'язку з геофізичними полями та глибинною будовою регіону; локальні дослідження в найбільш цікавій сейсмоактивній частині Карпат - Закарпатському прогині, де був створений геодинамічний полігон (рис.1) для вивчення взаємозв'язку фізичних полів різної природи з сучасними рухами земної кори [1]. Регіональні властивості сучасних вертикальних рухів земної кори вивчені на основі полігону повторного нівелювання Ікл.:Золочів-Львів-Стрий-

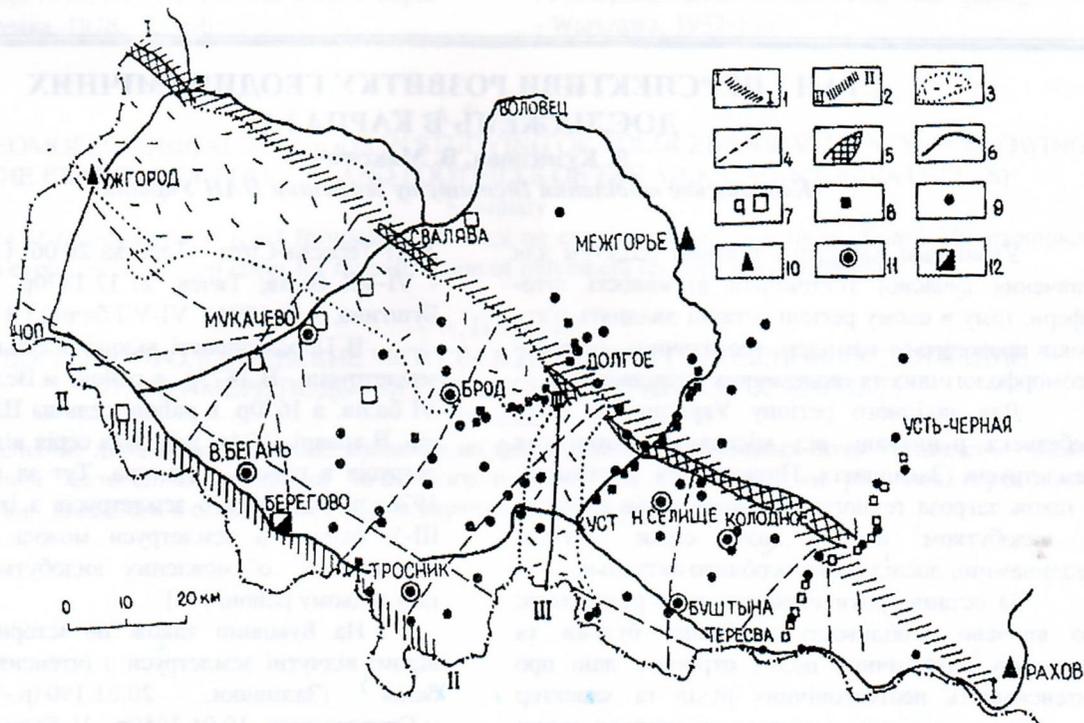


Рис. 1. Схема пунктів геофізичних і геодезичних спостережень на Карпатському полігоні

- 1 - Закарпатський глибинний розлом,
- 2 - Припанонський глибинний розлом,
- 3 - Вигорлат-Гутинський вулканічний хребет,
- 4 - розлом донеогенового фундаменту прогину,
- 5 - зона скель,
- 6 - полігони повторного нівелювання,
- 7 - геодезичні і гравіметричні репери,
- 8 - універсальні репери,
- 9 - пункти геомагнітних спостережень,
- 10 - регіональні сейсмічні станції,
- 11 - режимні геофізичні станції,
- 12 - штольня.

Свялява-Батєво-Хуст-Рахів-Коломия-Тернопіль-Золочів [2]. По цих даних було складено декілька варіантів карт сучасних вертикальних рухів, проведена оцінка точності використаних для побудови карт даних. Але всі ці карти мали один суттєвий недолік - для обчислень значень швидкості в різних частинах полігону були використані дані нівелювань, які виконувались в різний час.

Найбільш оптимальним на наш погляд є варіант карти за період 1924-1937р.р. і 1961-1972р.р. тому, що тут не використовуються результати нівелювань, виконаних в кінці

минулого століття, а більш сучасні періоди. На рис.2 показані значення швидкості в межах окремих блоків земної кори, які були виділені [2] на основі використання геофізичних даних по цій території. Мінімальні значення швидкості до 0,5-0,9 мм/рік спостерігаються на території Закарпаття, далі на схід вони збільшуються до 1-1,2 мм/рік для Складчастих Карпат і 0,3 мм/рік для Передкарпатського прогину. Значні швидкості СВРЗК спостерігаються в районі між Миколаєвим і Рава-Руською на території західної частини Львівського палеозойського прогину. Відомо, що інтенсивні підняття мали місце в цьому районі і в

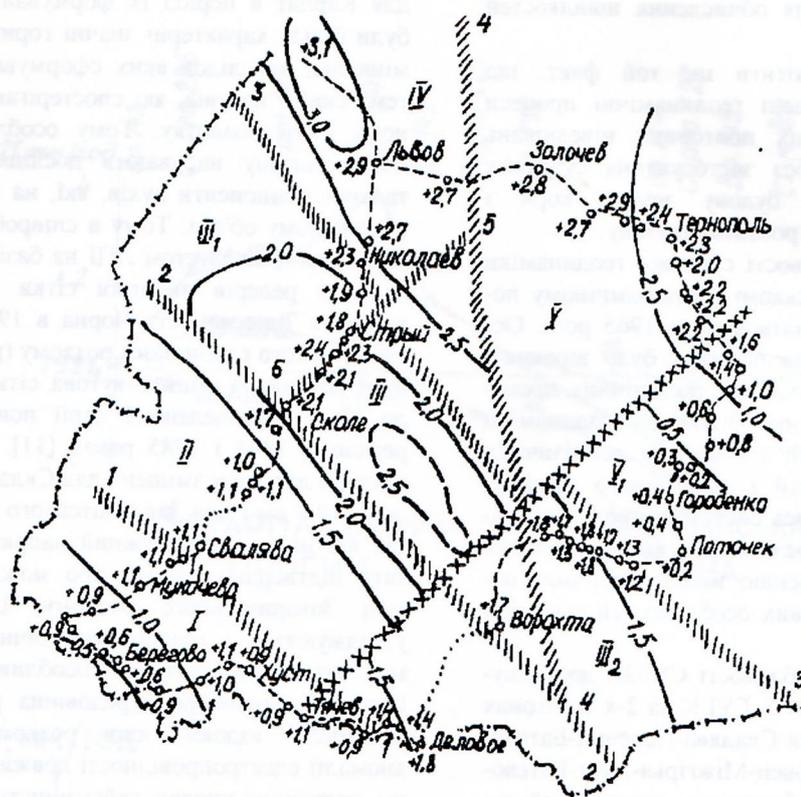


Рис.2. Схема сучасних вертикальних рухів земної кори Карпатського регіону

- 1 - пункти нівелювання і значення швидкості V в мм/рік,
- 2 - ізолінії V ,
- 3 - полігон нівелювання,
- 4 - розриви в полігоні,
- 5 - глибинні розломи,
- 6 - розломи фундаменту,
- 7 - номери блоків.

минулому [6]. причому сумарна амплітуда неоген-антропогенових рухів в цій зоні значно вища ніж на сусідніх територіях. Аналіз просторового розподілу значень швидкостей СВРЗК в залежності від глибинної будови літосфери показав, що відносно максимальні значення швидкостей характерні для блоків, які мають найбільшу потужність земної кори [7]. Ці особливості спостерігаються на території Передкарпатського прогину і в західній частині Львівського палеозойського прогину.

Регіональні особливості сучасних рухів Українських Карпат знайшли також своє відображення на карті СВРЗК Карпато-Балканського регіону масштабу 1:1 000 000, редактор І.Йоо, 1979р. видання [8]. На цій карті значення швидкості

СВРЗК в Передкарпатському прогині до +3 мм/рік, дещо менше для гірської частини Карпат - +1,5-2 мм/рік і ще менше до +0,8-1 мм/рік в Закарпатті. В 1985 році була видана ще одна карта СВРЗК Карпато-Балканського регіону редактор І.Йоо, але з іншим колективом, що очевидно зв'язано з використанням інших даних і суттєво вплинуло на результати [9]. Так на цій карті максимальні значення швидкостей до +4 мм/рік відмічаються в гірській частині Карпат, нижчі до 2 мм/рік в Передкарпатті, а Закарпаття як і вся Панонська депресія опускається зі швидкістю -1 мм/рік. Приведені дані досить суперечливі і свідчать про велику долю суб'єктивізму дослідників в оцінці СВРЗК, що зв'язано з недостатньою точністю і кондицій-

ністю використаних для обчислення швидкостей даних.

Необхідно також відмітити ще той факт, що зрозуміти складні сучасні геодинамічні процеси тільки на основі даних повторних нівелювань просто не можливо, без зостосування сучасних знань про глибинну будову земної кори і концепцій геологічного розвитку регіону.

Локальні особливості сучасної геодинаміки вивчаються на Карпатському геодинамічному полігоні, який було започатковано в 1965 році. Основною метою робіт на полігоні було вивчення природи і механізму сучасних тектонічних процесів, особливостей глибинної будови та геодинаміки на основі часових змін параметрів геофізичних полів, полів деформацій і сейсмічного режиму. Роботи на полігоні велись систематично і дали багато нових і цікавих результатів як методичного напрямку так і по вивченню змін геофізичних полів та просторово-часових особливостей сучасних рухів земної кори.

Так локальні особливості СВРЗК досліджувались підприємством №13 ГУТК на 2-х полігонах повторного нівелювання Свалява-Перечин-Батєво-Свалява і Свалява-Воловец-Міжгір'я-Хуст-Батєво-Свалява (рис.1). Для обчислення швидкостей сучасних рухів також були використані різні часові інтервали для різних частин полігонів: Свалява-Батєво, 1983-1975; Батєво-Хуст, 1983-1966; Свалява-Скотарське, 1983-1954; Скотарське-Хуст, 1983-1946. По результатах цих робіт значної диференціації швидкостей СВРЗК не визначено, відмічаються лише відносно більш інтенсивні значення швидкостей в зоні Закарпатського розлому.

Більш детальні дослідження просторово-часових змін сучасних рухів і геомагнітного поля були виконані на 3-х геодинамічних профілях [10].

1. Іршава-Кушниця (1978,79,81,82,83,84,85);
2. Хуст-Ниж.Бистрий (1981,83,84);
3. Тересва-Усть Чорна (1981,82,84,85).

Результати цих досліджень показані на рис.3 А, де чітко видно, що зона Закарпатського розлому проявляється як зона розтягу. По часових змінах геомагнітного поля теж виділяється ця розломна зона [10].

В цілому аналіз результатів попередніх досліджень по вивченню сучасних вертикальних рухів земної кори дозволяє розглядати ці матеріали лише як попередні. Взагалі, даних про вертикальні рухи зовсім недостатньо для оцінки особливостей сучасної геодинаміки регіону. Слід нагадати, що

для Карпат в період їх формування та розвитку були більш характерні значні горизонтальні переміщення, внаслідок яких сформувалась ціла система скиб і насувів, які спостерігаються на сучасному етапі розвитку. Тому особливої ваги для цього регіону набувають дослідження горизонтальної компоненти рухів, які, на жаль, є лише в обмеженому об'ємі. Тому в співробітництві з геодезичним факультетом ЛПН на базі 3-х фундаментальних реперів висотної сітки геодинамічного профілю Тересва-Усть Чорна в 1983р. в зоні Закарпатського глибинного розлому (район с.Дубове) була збудована лінійно-кутова сітка зі сторонами до 10км і проведено 2 серії повторних спостережень в 1984 і 1985 роках [11]. Були одержані вектори лінійних зміщень для Складчастих Карпат до 2,2 0,9 см і для Закарпатського прогину 1,9 1,4 см, які мають протилежний напрямок. Ці результати підтвердили думку про можливий розтяг в зоні Закарпатського розлому. Ці дані добре узгоджуються з геолого-геофізичними матеріалами, які характеризують особливості глибинної будови і параметри середовища розломної зони (наявність вздовж зони розлому Карпатської аномалії електропровідності довжиною майже 500 км, вулканічні прояви, сейсмічність).

Як показав досвід робіт, геодезичні дані про сучасні деформації літосфери суттєво доповнюються результатами високоточних геомагнітних досліджень. На основі лабораторних робіт і натурних експериментів доказано, що зміни в часі аномального поля Землі обумовлені фізико-хімічними процесами і зміною напружено-деформованого стану літосфери [12,13]. На даний час відомі і більш повно досліджені два механізми, які утворюють локальні аномальні зміни геомагнітного поля: п'єзромагнетизм і електрокінетика. Це лягло в основу тектоно-магнітного методу, який входить в комплекс геодинамічних досліджень.

Найбільш виразно по результатах тектономагнітного методу виділяються активні глибинні розломи. Це явище спостерігається в різних регіонах. Так на рис.4 показана зона Закарпатського глибинного розлому, яка виділяється у вигляді аномальних змін в часі геомагнітного поля по профілю І-І, який перетинає розломну зону. Ці зміни фіксуються в різних часових інтервалах. Аналогічна картина отримана нами по результатах тектономагнітних досліджень на Північному Кавказі [14]. На рис.3 В показано фрагмент профілю,



Рис.3. Графіки швидкості сучасних вертикальних рухів земної кори по геодинамічних профілях

A - геодинамічний профіль Іршава-Кушниця;

B - геодинамічний профіль Тересва-Дубове-Усть Чорна.

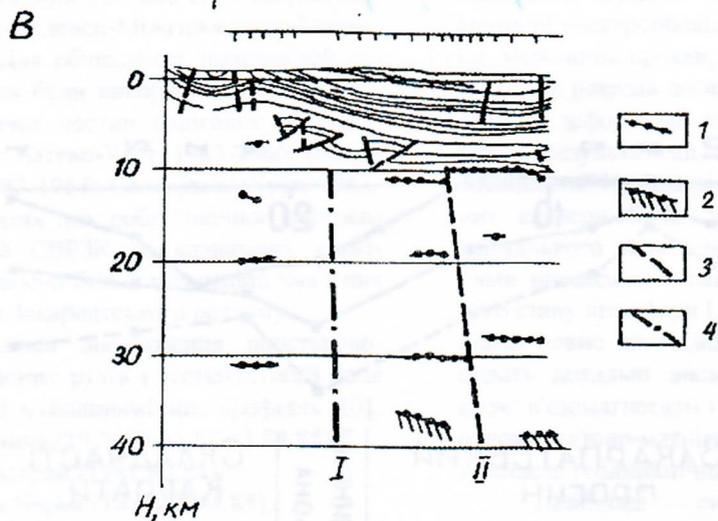
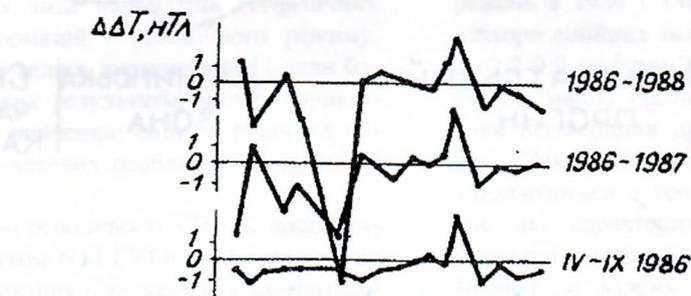
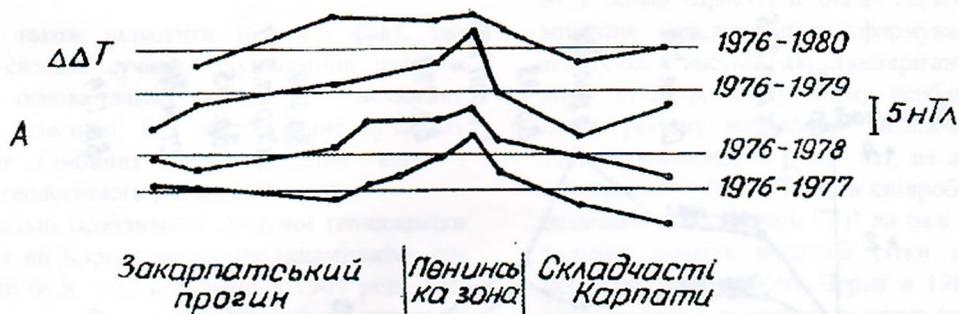


Рис.4. Приклади виділення активних розломів тектономагнітним методом

- A - Карпатський полігон;
- B - Терсько-Каспійський прогин;
- 1 - границі розділу по даних ГСЗ,
- 2 - поверхня Мохо,
- 3 - глибинний розлом по даних ГСЗ,
- 4 - глибинний розлом по результатах тектономагнітних досліджень.

який перетинає глибинний розлом (зону зчленування Кавказу з Терсько-Каспійським прогином). Результати тектономагнітних сейсморозвідки. Розломи I і II чітко виділяються по повторних геомагнітних спостереженнях.

В останні роки для вивчення сучасної геодинаміки Карпатського регіону почали зостосуватися більш точні сучасні методи - геодезичні виміри супутниковою системою GPS. Сумісними зусиллями ДУ "Львівська Політехніка", Карпатського відділення Інституту геофізики на основі аналізу геодезичних, геофізичних і геологічних даних вибрані місця для розміщення пунктів космічних спостережень і проведені в рамках міжнародної компанії "Geoduk-93" перші спостереження [15]

Одночасно Карпатське відділення Інституту геофізики НАН України проводить комплексні геофізичні дослідження на Карпатському геодинамічному полігоні, де працюють 5 комплексних геофізичних станцій, вивчається сейсмічний режим, ведуться в шгольні біля м.Берегове нахиломірні та деформаційні спостереження.

Але негативно на подальший розвиток геодинамічних досліджень в Карпатах впливає відсутність єдиної міжвідомчої науково обгрунтованої багаторічної програми комплексних робіт, яка б визначила організації-співвиконавці, чітко окреслила б коло досліджень і їх першочерговість, що дозволило би більш ефективно використовувати кошти на ці роботи.

Приведені вище результати робіт і певний багаторічний досвід їх виконання дозволяє пропонувати наступні основні напрямки подальшого розвитку комплексних геодинамічних досліджень в Карпатському регіоні:

Регіональні дослідження:

1. Створення мережі регіональних комплексних геодинамічних станцій для вивчення особливостей сейсмічного режиму і варіацій геофізичних полів.

2. Вивчення особливостей сучасних горизонтальних рухів земної кори засобами космічної геодезії за допомогою систем GPS.

3. Вивчення регіональних особливостей сучасних вертикальних рухів земної кори по полігону повторного нівелювання I кл. (Золочів-Батєво-Рахів-Коломия-Чортків-Тернопіль-Золочів).

4. Вивчення вікових варіацій сили тяжіння на наявних фундаментальних гравітаційних реперах.

Локальні дослідження:

1. Розширення комплексу та мережі комплексних геофізичних досліджень на Карпатському геодинамічному полігоні з метою вивчення сучасних геодинамічних і сейсмотектонічних процесів.

2. Організація геодезичної локальної мережі спостережень в зоні Закарпатського і Припаноноського глибинних розломів для безперервного моніторингу за варіаціями деформацій земної кори.

3. Створення комплексних геодинамічних полігонів в районах, де ведеться видобуток корисних копалин, для вивчення локальних просторово-часових особливостей напружено-деформованого стану земної кори і прогнозу катастрофічних явищ.

Регіональні і локальні мережі комплексних геодинамічних спостережень повинні бути обладнані сучасними автоматизованими системами збору, обробки та передачі інформації для оперативного аналізу, тематичної інтерпретації та отримання прогнозних оцінок.

Література

1. Карпатский геодинамический полигон.- М.Советское радио, 1978.125с.
2. Собакаръ Г.Т., Сомов В.И.,Кузнецова В.Г. Современная динамика и структура земной коры Карпат и прилегающих территорий.- К.:Наук.думка, 1975, 128 с.
3. Пронишин Р.С., Костюк О.П. Сейсмичность.- В кн.: Карпатский геодинамический полигон. М., 1978, с. 32-36.
4. Костюк О.П. Землетрясения Восточных Карпат. Proceedings of the Symposium on the Analysis of Seismic Risk, Liblice, 1977, p.115-125.
5. Пронишин Р.С., Пустовитенко Б.Г. Некоторые аспекты сейсмического климата и погоды в Закарпатье. - Физика Земли, N 10, 1982.с.74-81.
6. Гофштейн И.Д. Неотектоника Карпат.- Киев, изд-во АН УССР, 1964, 184 с.
7. Кузнецова В.Г. Связь современных вертикальных движений земной коры с геофизическими полями и глубинной структурой Карпат.- В кн.: Современные движения земной коры. Новосибирск, Наука, 1978, с.132-138.
8. Ванко Я., Вижиковский Г. и др. Карта современных вертикальных движений земной коры в Карпато-Балканском регионе. - Будапешт, картография, 1979, 2 листа.

9. Йоо И., Арабадилейский Д., Ванко Я. и др. Карта современных вертикальных движений земной коры в Карпато-Балканском регионе. - Будапешт. картография. 1985, 2 листа.

10. Бондаренко А.П., Заяц Х.Б., Кузнецова В.Г., Максимчук В.Е., Сомов В.И. Строение зоны Закарпатского глубинного разлома. Геофиз. журнал, т. 9, №5, 1987, с.36-42.

11. Кузнецова В.Г., Мельничук М.И., Скуин Б.Л., Третьяк К.Р. Изучение современных движений земной коры в зоне Закарпатского глубинного разлома. - Геодезия, картография и аэрофотосъемка, вып.41. Львов, Выща школа, 1985, с.46-50.

12. Кузнецова В.Г. Изучение геодинамических процессов и предвестников землетрясений в Карпатах на основе тектономагнитных исследований. / Прогноз землетрясений. 1986, № 7, с.219-233.

13. Кузнецова В.Г., Максимчук В.Е. Тектономагнитные исследования для изучения особенностей структуры и геодинамики литосферы. - Препринт № 12-89, АН УССР Ин-т прикл. проблем механики и математики, 1989.-44с.

14. Кузнецова В.Г., Максимчук В.Е. Результаты тектономагнитных исследований для изучения структуры и современной геодинамики литосферы Терско-Каспийского прогиба. Геофиз. журнал № 6, т.13, 1991.- с.47-55.

15. Островський А.Л., Заблоцький Ф.Д., Третьяк К.Р., Демедюк М.С. Результати перших супутникових наземних високоточних вимірів сучасного напружено-деформаційного стану літосфери Українських Карпат. Тези доповідей міжсимпозіуму: Геодинаміка гірських систем Європи. Львів, 1994.

V.Kuznetsova, V.Maksymchuk

STATE AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT OF GEODYNAMIC INVESTIGATIONS IN THE CARPATHIANS

Summary

Experience of geodynamic investigations in the Carpathian region is generalized. Analysis results of spatial-temporal peculiarities of the Earth's crust modern movements, seismic regime and variations of anomalous magnetic field are given. Directions for further development of complex geodynamic investigations on "the Carpathian polygon" are specified.

В. Кузнецова, В. Максимчук

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В КАРПАТАХ

Резюме

Обобщен опыт геодинамических исследований в Карпатском регионе. Приведены результаты анализа пространственно-временных особенностей современных движений земной коры, сейсмического режима и вариаций аномального магнитного поля. Определены направления дальнейшего развития комплексных геодинамических исследований на Карпатском полигоне.