

## ГЕОДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ТА СЕЙСМІЧНИЙ СТАН ЗАКАРПАТТЯ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДЕФОРМАЦІЙНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Проведені комплексні спостереження параметрів фізичних полів на РГС Закарпаття дають змогу встановити просторово-часові залежності спостережуваних величин. Виявлення зв'язку цих полів із геодинамічним станом регіону створюють можливість побудови моделі геомеханічної системи Закарпаття, процесу накопичення та вивільнення енергії пружно-деформованих процесів.

**Ключові слова:** сучасні рухи земної кори, деформації, Оашський розлом, сейсмічна активність, динамічні характеристики, гідрогеологічні фактори.

### Вступ

Вивчення процесів у земній корі в зоні Закарпатського внутрішнього прогину відкривають можливості створення моделі геодинамічного стану регіону.

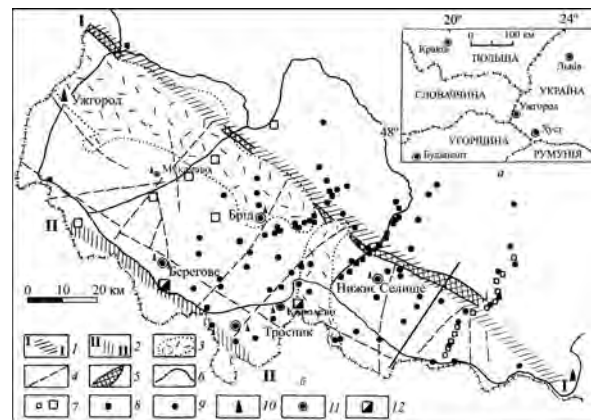
В досліджуваному регіоні проводяться комплексні геофізичні спостереження, за результатами яких зроблено важливі висновки про перебіг механічних процесів в земній корі та сейсмічність Закарпаття. Виділено періодичності в деформаційному процесі при горизонтальних рухах земної кори, зокрема, в зоні Оашського розлому. Відмічено гідрологічні фактори впливу на формування геодинамічних процесів [Малицький та ін., 2012]. Вивчення впливу атмосферного тиску та гідродинамічного фактору на сейсотектонічні процеси вказує на суттєвий вплив гідрологічних факторів на сейсмічність місцевості в порівнянні із дією метеофакторів.

Деформометричні дослідження за останні роки (1999-2013 рр.) дали змогу отримати вікові рухи та інші динамічні характеристики механічних процесів [Вербицький та ін., 2002, Вербицький та ін., 2003].

Аномальні деформації характерні прискоренням величиною від  $0.8$  до  $4 \times 10^{-7} \text{ м/с}^2$  через певний період супроводжуються місцевими відчутними землетрусами. Таким чином визначено граничні величини досліджуваних фізичних параметрів, які вказують на можливість аномальних геофізичних процесів в регіоні. Аналіз сейсотектонічного стану в зоні Оашського розлому за 2013 рік вказує на достовірність виявлених особливостей деформаційних процесів в досліджуваній зоні та використовуваної методики оцінки сейсмічної небезпеки регіону. В 2013 році на Закарпатті зареєстровано серію відчутних місцевих землетрусів: 13.02.2013 року (Виноградівський Район), 15.03.2013 року, 04.04.2013 року (Хустський район), 05.06.2013 р., 16.06.2013 року, 21.06.2013 року та 30.06.2013 року [Сейсмологічний бюлетень]. Проведені комплексні геофізичні дослідження в регіоні виявили ряд особливостей в геофізичних процесах земної кори [Ігнатишин та ін., 2006] (рис.1).

За результатами дефометричних спостережень в Закарпатті [Варга та ін., 2002, Латиніна та ін., 1995] визначено головні напрямки рухів земної

кори: інтенсивне стиснення в близькоширотному напрямку (Берегівське горбогір'я) і інтенсивне розширення (зона Оашського розлому) із швидкостями  $5-30 \times 10^{-7} \text{ м/с}$ ; більш повільні рухи в близькомеридіональному напрямку ( $5 \times 10^{-7} \text{ м/с}$ ) – розширення порід. Таким чином, вікові рухи в Карпатському регіоні носять усадкований характер – вони є частиною рухів земної кори, спостережуваних в інших регіонах Європи. Рухи поверхні є різного типу – переважно вертикальні, що є частиною світової системи горизонтальних дислокацій [Шнейдер, 1976].



**Рис. 1.** Розташування сейсмічних та геофізичних станцій на території Карпатського регіону України.

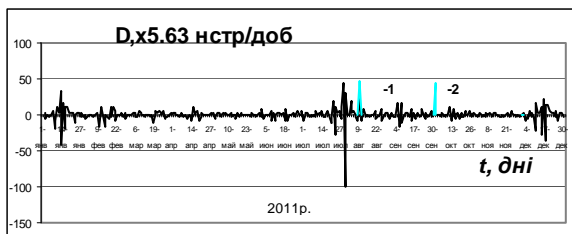
*a* – схема розташування полігона; *б* – мережа станцій і пунктів геофізичних спостережень; 1 – Закарпатський глибинний розлом; 2 – Припаннонський глибинний розлом; 3 – Вигорлат-Гутинське вулканічне пасмо; 4 – розломи донеогенового фундаменту Закарпатського прогину; 5 – Пенінська зона; 6 – лінії повторного нівелювання; 7 – вікові універсальні репери; 8 – репери для комплексних (геомагнітних і геодезичних) спостережень; 9 – пункти вікового ходу; 10 – сейсмічні станції; 11 – режимні геофізичні станції; 12 – штольня

Відмічено розширення блоків земної кори, розділених Закарпатським сейсмоактивним розломом із швидкостями  $0.2-0.6 \text{ см/рік}$ , а також зменшення вертикальних рухів в регіоні за результатами геодезичних вимірювань [Билинський і інші, 1976]. Аналіз результатів високо-

точних вимірювань зміщень точок земної поверхні, виконаних на спеціалізованих пунктах деформометричних спостережень (РГС „Берегове”, ПДС „Королеве”) вказує на відмінність локальних швидкостей рухів земної кори приблизно в 20 разів від результатів геодезичних вимірювань [Ігнатишин та ін., 2010].

В більшості частин поверхні Балканського регіону напрямки горизонтального стиснення та напрямки розширення приблизно перпендикулярні один до одного [Арсовски та ін., 1976]. Вивчення горизонтальних рухів в Закарпатському внутрішньому прогині підтверджує однотипність вікових горизонтальних рухів Карпато-Балканського регіону-переважання стиснення в близькоширотному та менш інтенсивне розширення в близькомеридіональному напрямках [Латиніна та ін., 1995]. Такі райони відносяться до тих місць, де в середовищі можливе регулярне та рівномірне вивільнення пружної енергії землетрусів великими або меншими порціями. Частіше вивільняється енергія – малими порціями, на поверхні контакту двох різних за характером утворення геологічних блоків, бо тут не може акумулюватися механічна енергія. Ці території також відмічені міграцією землетрусів в горизонтальній площині вздовж головних тектонічних ліній [Шенкова, Шенк, 1976]. Спостереження за допомогою кварцових деформографів та нахиломірів дали змогу виявити декілька випадків аномальних нахилів як перед сильними, так і перед слабкими землетрусами (від 4-32 годин до декількох діб) [Мирзоев та ін., 1976].

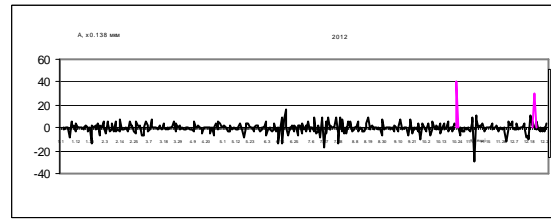
З метою виявлення закономірностей геофізичних процесів визначалися їх кінематичні та динамічні параметри, які порівнювалися з просторово-часовим розподілом місцевої сейсмічності в інтервалі 2006-2013 рр. Відмічено аномальні величини вимірюваних параметрів зміщень земної поверхні, її швидкості та градієнтів швидкостей в період підвищеної сейсмічності в Закарпатті. В 2011 році в Закарпатті було відмічено відчутні місцеві землетруси 10.08.2011р. (Берегівський р-н) та 02.10.2011 року (Міжгірський р-н)(рис.2).



**Рис. 2.** Варіації градієнтів швидкостей горизонтальних рухів на ПДС “Королеве” та час реєстрації відчутних місцевих землетрусів в 2011 році.

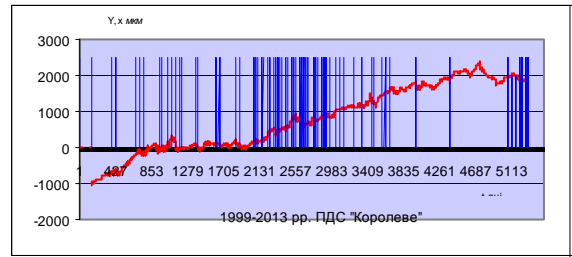
Землетрусам передувала геодинамічна активність, викликана гідродинамічними факторами (рис. 2). 2012 рік характерний сейсмічною

активністю регіону в другій його половині: 24.10.2012 р. (Міжгірський р-н), 21.12.2012 р. (Рахівський р-н) (рис. 3).



**Рис. 3.** Прискорення деформацій та сейсмічна активність Закарпатського внутрішнього прогину за 2012 рік.

Спостерігається стиснення гірських порід, яке порушується короткотерміновими розширеннями порід. Збільшується число зареєстрованих місцевих та близьких землетрусів, епіцентри яких розташовані в Карпато-Балканському регіоні, зокрема в Закарпатському внутрішньому прогині (рис.4).



**Рис. 4.** Деформації на ПДС „Королеве” за весь період спостереження та сейсмічна активність Закарпатського внутрішнього прогину(1999-2013 рр.).

Отримана залежність величин розрахованих, методом динамічних характеристик та прив’язка до часу реєстрації місцевих землетрусів ще раз підтвердила особливість геодинамічних процесів в Закарпатському внутрішньому прогині- впливу гідрологічних факторів на сейсотектонічні процеси.

### Висновки

1. Сейсотектонічні процеси в Закарпатському внутрішньому прогині мають періодичний характер.
2. Деформаційні процеси в зоні Оашського глибинного розлому змінили характер руху поверхні земної кори із розширення на стиснення порід і співпадають із рухами в північно-західній частині Закарпатського внутрішнього прогину.
3. Величини вікових ходів в Закарпатті знаходяться в інтервалі  $10-30 \times 10^{-7}$  см/рік.
4. Для отримання інформації про напружено-деформований стан Закарпатського прогину необхідно вивчення деформаційних рухів в його південно-східній частині. Тут знаходяться епіцентри відчутних місцевих землетрусів.

5. Рухи земної кори в Закарпатському внутрішньому прогині мають усадкований характер і є частиною рухів спостережуваних в інших регіонах Європи.

#### Література

- Арсовски М., Хаджиевски Д., Карник В. Сейсмо-тектоническая оценка очаговых зон будущих землетрясений Балканского региона. Изд. „ФАН,, Узбекской ССР. – Ташкент. – 1976. – С. 180-192
- Билинский А.И., Вербицкий Т.З., Воловецкий Б.И., Кузнецова В.Г., Мельничук М.И., Сапужак Я.С., Сомов В.И. Комплексные исследования по поискам предвестников землетрясений в Карпатах. Изд. „ФАН,, Узбекской ССР. – Ташкент. – 1976. – С. 208-212.
- Варга П., Вербицкий Т., Латынина Л., Брымых Л., Ментеш Д., Сзадеcki-Кардос Д., Эперне П., Гусева Т., Игнатишин В. Горизонтальные деформации земной коры в Карпатском регионе. Наука и технологии в России. – 2002. – № 7(58). – С. 5-8.
- Вербицкий Т., Вербицкий Ю., Вербицкий С., Игнатишин В. Прогноз зміни в часі енергії та кількості Закарпатських землетрусів. Праці НТШ. – Львів. – 2002. – Т. 81. – С. 140-144.
- Вербицкий Т., Гнип А., Малицкий Д., Назаревич А., Вербицкий Ю., Игнатишин В., Новотна О., Нарівна М., Ярема І. Мікросейсмічні і деформаційні дослідження в Закарпатті: результати і перспективи. Геофізичний журн. – 2003. – 25, – № 3. – С. 99-113.
- Игнатишин В., Шульга Н., Ярема І., Новотна О., Нарівна М., Коваль Л. Деформометричні методи вивчення геофізичних процесів на базі Карпатського геодинамічного полігону. Праці НТШ. – Львів. – 2006.
- Латынина Л., Вербицкий Т., Игнатишин В. О деформационных процессах в северо-восточной части Карпатско-Балканского региона // Физика Земли. – 1995. – № 4. – С. 3-16.
- Малицкий Д., Игнатишин В., Коваль Ю. Деформометричні дослідження в зоні Оашського розлому Закарпаття за результатами режимних геофізичних спостережень на РГС „Тросник,, „Королево,, та „Берегово,, // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. – 59/2012. – 15 с.
- Мирзоев К., Маламуд А.С., Рура Г.М., Саломов Н.Г., Соболева О.В., Старков В.И. Поиск пространственно-временных закономерностей изменения параметров, предвещающих сильные землетрясения. Изд. „ФАН,, Узбекской ССР. – Ташкент. – 1976. – С. 241-250.
- Шенкова З., Шенк В. Оценка сейсмической активности Европы. Изд. „ФАН,, Узбекской ССР. – Ташкент. – 1976. – С. 140-145.
- Шнейдер Г. Анализ сейсмического риска и сейсмо-тектоническая ситуация в Европе. Изд. „ФАН,, Узбекской ССР. – Ташкент. – 1976. – С. 79-87.

### ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И СЕЙСМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАКАРПАТЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

**В.В. Игнатишин, Д.В. Малицкий, Ю.П.Коваль**

Выполненные комплексные исследования параметров физических полей на режимных геофизических станциях Закарпатья дают возможность установить пространственно-временные зависимости наблюдаемых параметров. Выявление связи этих полей с геодинамическим состоянием региона создают предпосылки построения модели геомеханической системы Закарпатья, процессов накопления и освобождения энергии упруго-деформированных процессов.

**Ключевые слова:** современные движения земной коры, деформации, Оашский разлом, сейсмическая активность, динамические характеристики, гидрогеологические факторы.

### GEODYNAMIC MODEL THAT SEISMIC FIGURE OF ZAKARPATYA AS A RESULT OF DEFORMED RESEARCHES

**V.V. Ignatishyn, D.V. Malytskyy, U.P.Koval'**

Executed complex geophysical researches of parameters of the physical fields on the regime geophysical stations of Zakarpattia give an opportunity to set spatio-temporal dependences of the looked after parameters. The exposure of connection of these fields with the geodynamic state of region is created by pre-conditions of construction of model of the geomechanical system of Zakarpattia, processes of accumulation and liberation of energy of the resiliently-deformed processes.

**Key words:** modern motions of the earth's crust, deformation, Oach break a secret, seismic activity, dynamic descriptions, hydrogeological factors.