

ДИСКУСІЇ

УДК 550.3+550.83+551.24

Ю. З. КРУПСЬКИЙ^{1*}, В. П. БОДЛАК²

¹ д-р геолог. наук, проф. геологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка, keig@ukr.net

² науковий співробітник Відділення “Карпатський центр” ДП “Науканафтогаз”, viddil_ngg@i.ua, (0322) 242-07-81

ДО ПРОГНОЗУВАННЯ ЗЕМЛЕТРУСІВ У ЗОНАХ НАПРУЖЕННЯ ЗЕМНОЇ КОРИ ЗА ВИМІРАМИ СТАНЦІЙ ГЛОБАЛЬНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Мета. Метою досліджень є встановлення взаємозв'язку між силами напружень у земній корі і силами, які діють у навколосферному космічному просторі та землетрусами в надрах Землі, і на цій основі виявлення можливостей короточасного прогнозу землетрусів. **Методика.** Нагромадження статистичної інформації по бальності землетрусів, їх локалізації і часу прояву, а також інформації про місцерозташування Місяця і Сонця (власні спостереження, дані з літератури та інтернет-сайтів). Аналіз отриманих даних та їх зіставлення. **Результати.** Напруження земної кори пов'язані переважно з рухом літосферних плит на суші в зонах їх колізії, субдукції, обдукції, а також пов'язані з “гарячими” точками та розломами і зонами пересічення цих розломів. Саме з цими напруженнями земної кори на території України пов'язані сейсмонебезпечні території на півдні України, в Закарпатті, у розломах зони Тейссейре-Торнквіста, та з “гарячими” точками і трансформними розломами в західній частині України. Розглянуто сили, які діють у космосі. Тут універсальним законом є закон всесвітнього тяжіння. Діють припливні сили Місяця, Сонця і планет, які знакоперемінні в часі, та відцентрова сила, зумовлена обертанням Землі навколо своєї осі, яка різна в різних частинах Землі. Ці сили зумовлюють знакоперемінні припливні деформації земної поверхні. За власними спостереженнями протягом 2002–2011 рр. і даними інтернет-ресурсів встановлено значну кореляцію між проявленням значних сил тяжіння (затемнення Сонця і Місяця, час нового місяця) і землетрусами в надрах Землі. Тепер, враховуючи теорію літосферних плит Землі, відомі основні райони проявлення землетрусів у зонах спредінгу, колізії, субдукції і в “гарячих” точках, а наявність станцій глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС) дає змогу з великою точністю вимірювати висоту припливних горбів. Ці роботи пропонується розпочати в Закарпатті з використанням ГНСС SULP. **Наукова новизна.** Встановлено ознаки кореляції і залежності між висотним положенням земної поверхні (інформація з ГНСС-станцій), розташуванням небесних світил і проявами землетрусів. **Практична значущість.** Запропонований глобальний моніторинг дасть можливість прогнозувати час і місце проявів землетрусів на основі встановлених залежностей між явищами в космічному просторі та напруженістю земної кори.

Ключові слова: напруження земної кори; сили тяжіння; припливні горби; землетруси; гравітаційне поле; космос; надра Землі; станції глобальних навігаційних супутникових систем; прогноз землетрусів

Вступ

На території України сейсмонебезпечними є територія Закарпаття і півдня України (Одеська область і Кримський півострів) у зонах зіткнення літосферної плити Східноєвропейської платформи з Панано-Трансільванською мікроплитою (Закарпаття) та Східночорноморською мікроплитою (південь України), а також з районами розвитку глибинних розломів, передовсім пов'язаних із зоною Тейссейре-Торнквіста (ТТЗ) на території Львівської, Івано-Франківської, Тернопільської та Чернівецької областей, де спостерігається зона сучасної тектонічної активізації системи цих розломів і неглибокі місцеві землетруси невеликої магнітуди (до 3–5 балів). Відчуваються також землетруси із зони Вранча, яка знаходиться на стику Східних і Південних Карпат, на території Румунії.

Тепер широкого розвитку отримали дослідження, пов'язані зі станціями глобальної навігаційної супутникової системи (ГНСС), які дають змогу з високою точністю визначати, як зміни їх висотного положення, так і горизонтальні деформації земної кори [К. Р. Третяк та ін., 2012; К. Р. Третяк, В. В. Романюк, 2014; К. Р. Третяк, А. І. Вовк, 2014]. Ці дослідження дали змогу встановити максимальні та мінімальні швидкості висотного положення і зміщення станцій ГНСС і головне – встановити тісний функціональний зв'язок між сейсмічною активністю і вертикальними зміщеннями земної кори, а також підтвердити мінімальні швидкості деформації земної кори для платформ і максимальні для гірських поясів.

Питання зменшення сейсмічної небезпеки в теперішній час розглянуті в статті [В. Н. Страхова, М. Г. Савина, 2013 р.]. Автори зазначають, що

завершальна фаза підготовки землетрусу характеризується різкою активізацією напружень – деформованого стану порід. На декілька порядків збільшуються швидкості деформацій і процес стає незворотним, лавиноподібним.

В. Н. Шуман (2014 р.) своїми дослідженнями стверджує, що загострення сейсмічного процесу (фазу передруйнації) можна розглядати як фізико-механічну основу існування проявників та пошуків провідникових явищ землетрусів.

Ми зупинимось на напруженнях земної кори в сейсмонебезпечних зонах, на збуреннях сил, які діють у навколосферному космічному просторі та провідниках землетрусів і їх короткостроковому прогнозуванні за даними сучасних станцій глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС).

Мета

Метою досліджень є встановлення взаємозв'язку між силами, які діють у навколосферному космічному просторі, і напруженнях у сейсмонебезпечних зонах земної кори, і на цій основі – виявлення можливостей короткочасного прогнозу землетрусів за допомогою моніторингу даних станції ГНСС.

Методика та результати роботи.

Дані про бальність і локалізацію землетрусів на поверхні Землі отримані з інтернет-ресурсу Le Bureau Central Sismologique Français (BCSF). Інформація про місцезнаходження небесних світил (Місяця і Сонця) отримана з інтернет-ресурсу ГАО НАН України.

Сьогодні згідно з концепцією тектоніки літосферних плит (ТЛП) причини землетрусів переважно пояснюються напруженням земної кори, пов'язаним з рухом плит, із зонами їхньої субдукції, колізії, обдукції, зі зонами розломів, які виникають під час цих процесів, із зонами трансформних розломів з одного боку, а з іншого – із зонами спредінгу в серединно-океанічних хребтах. На рис. 1 показано ці зони. З правого боку рисунка – це зона спредінгу в районі серединно-океанічного хребта, далі – “гарячі” точки і з лівого – зони колізії субдукції та обдукції, пов'язані із зонами зіткнення плит. На території України і прилеглих територіях рух плит здійснюються з північного сходу (Євразійська плита) до південного заходу, де найбільші напруження виникають у зонах її зіткнення і пологої субдукції під Паноно-Трансільванську плиту (в районах Закарпаття), в зонах зіткнення Європейської плити (її східноєвропейської частини) з Східночорноморською плитою на півдні України (Крупський Ю. З., 2001 р.).

У зонах системи розломів, розділяють Європейську плиту на Східно- і Західноєвропейські частини, тобто в зоні ТТЗ (Крупський Ю. З., 2014 р.), по яких спостерігається правосторонній зсув цих частин плити, часто спостерігаються

“гарячі” точки та місцеві землетруси невеликої магнітуди.

Як показано в роботі [М. Лебідь, В. Трегубенко, О. Марченко, 2004 р.], сильні землетруси сконцентровані в межах поглинання літосферних плит, а неглибокі землетруси підкреслюють усі границі плит і частково гарячі точки.

Універсальними силами, які діють у навколосферному космічному просторі, є сила тяжіння та припливні сили Місяця і Сонця.

Сила тяжіння діє на кожну точку, яка знаходиться на поверхні Землі і відцентрова сила інерції, враховуючи ефект добового обертання Землі. Напрямок сили тяжіння – вертикаль у цій точці земної поверхні (Советский энциклопедический словарь, 1985). Припливи – періодичні коливання рівня моря і деформації твердого тіла Землі, визвані силами притягання Місяця і Сонця в сукупності з відцентровими силами, які розвиваються під час обертання систем Земля–Місяць і Земля–Сонце. У результаті земних приливів відбувається вертикальне зміщення земної поверхні до 50 см на екваторі та зміна сили тяжіння до $0,25 \cdot 10^{-5}$ м/с (0,25 мГал) на екваторі (Советский энциклопедический словарь, 1985).

Відношення маси Місяця до маси Землі дуже велике (відносно подібної величини супутників інших планет). Воно становить 1:81,3. Друге місце посідає супутник Нептуна – Тритон, де це відношення становить 1:700. Тому доцільно систему Земля–Місяць (як вважав [М. І. Галабузда, 2011 р.]) вважати подвійною планетою. А якщо це так, то, звичайно, вплив Місяця на події в надрах Землі значний. Передовсім це стосується припливних сил Сонця, Місяця й ін. планет.

Тяжіння Місяця створює припливні деформації в атмосфері, гідросфері і літосфері Землі, а обертання Землі навколо осі зумовлює те, що припливні виступи пересуваються услід за Місяцем зі сходу на захід із швидкістю 1800 км/год і проходять над кожною точкою земної поверхні двічі на добу. В результаті відбуваються вертикальні зміщення земної поверхні від 25–50 см на екваторі до 10 см на широті 50°. Найбільші сили притягання Місяця в періоді 2 доби перед і 2 доби після “молодого” Місяця, а також у періоді затемнення Сонця чи Місяця [І. Климишин, І. Крячко, 2002 р.]. Очевидно, певне значення мають додаткові сили тяжіння, зумовлені взаємоположенням планет земної групи: Меркурія, Венери, Марса, т. зв. “парад планет”.

Одними з найдавніших провідників землетрусів, відомих людству, були затемнення Сонця, Місяця та зміни фаз Місяця.

Ми, за даними медіа та Інтернету, побудували графік, де для періоду 2002–2011 рр. показані землетруси, їхня магнітуда, а також проявлення значних сил тяжіння (затемнення Місяця і Сонця), протягом 2002–2011 рр. (рис. 2). Кореляція цих явищ дала можливість зробити висновок, що подібний збіг не випадковий, а закономірний.

Підтвердженням закономірності зв'язку землетрусів із зміною сил тяжіння Землі (положення Сонця, Місяця, а також часу нового місяця) простежується і в табл. 1 для періоду 2012–2013 рр., у якій дати сонячних і місячних затемнень використані із інтернет-ресурсу [www.mao.kiev.ua] (табл.1), а дати “нового” місяця із даних [Климишин І. А., Крячко І. Г., 2002 р.]

Встановлено, що зовнішнє ядро Землі (31 % її загальної маси) перебувають у рідкому стані. Допускається, що в рідкому стані є астеносфера і 20 % речовини верхньої мантії (G. C. Brown, 1984 р.).

У твердому стані перебуває більше як 50 % складу верхньої мантії, а також літосфера (земна кора і покрівля мантії).

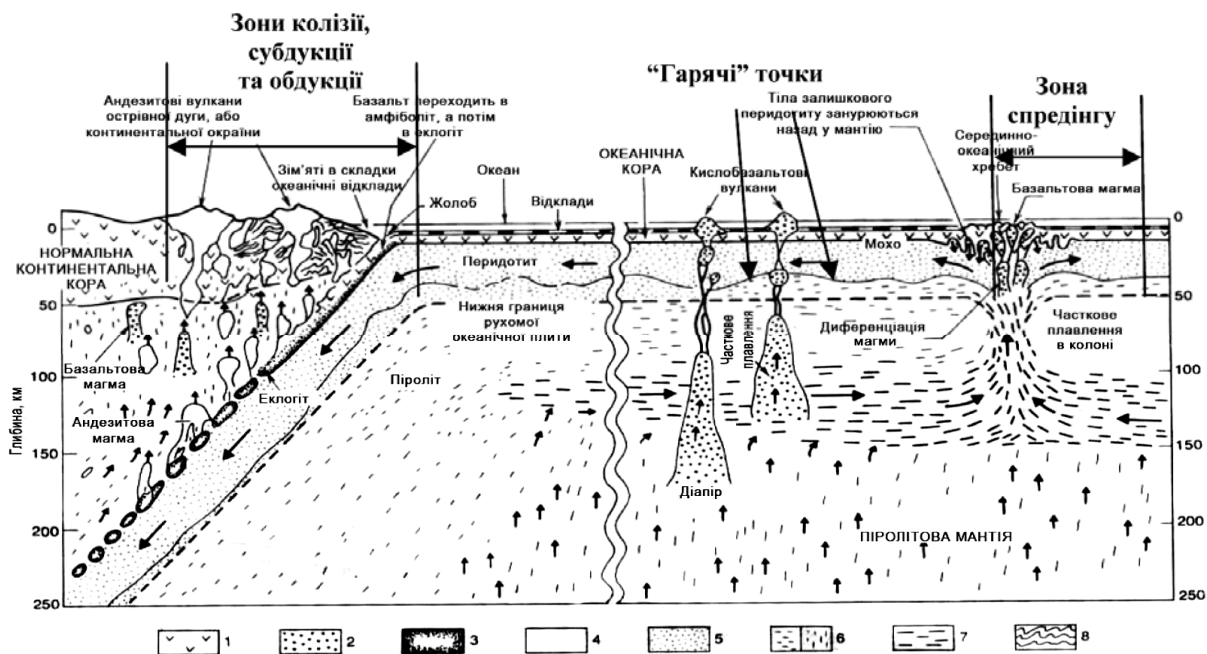


Рис. 1. Рухи плит згідно з ТЛП

1 – базальт або амфіболіт; 2 – базальтова магма; 3 – еклогіт; 4 – карбонатно-лужні породи (андезити); 5 – залишковий перидотит; 6 – піроліт; 7 – область утворення розплавів; 8 – осадові породи

Fig. 1. Movement plates according to the TLP

Таблиця 1
Table 1

**Землетруси і проявлення значних сил гравітації в період 2012 р. – початок 2013 р.
Earthquakes and significant manifestation of gravitational forces during 2012 – early 2013**

№ з/п	Дата землетрусу	Місцезнаходження землетрусу	Магнітуда	Новий місяць	Місячне затемнення	Сонячне затемнення
1	20.02.12	Туреччина (провінція Ізмір)	4,5	21.02.12		
2	26.02.12	Росія (Тува), Тайвань	4,5 6	21.02.12		
3	15.03.12	Японія (о-в Хоккайдо)	6,8	23.03.12		
4	26.03.12	Чилі	7,0	23.03.12		
5	12.04.12	Індійський океан (поблизу о. Суматра), Мексика	6,5	21.04.12		
6	17.04.12	Чилі	6,5	21.04.12		
7	13.05.12	Таджикистан	6,0	21.05.12	4.06.12	20– 21.05.12
8	21.05.12	Італія		21.05.12		
9	22.05.12	Болгарія		21.05.12		
10	23.12.12	Чорне море, узбережжя Грузії, Росія (Сочі)	5,0	13.12.12	28.11.12	13– 14.11.12
11	17.04.13	Пакистан, Іран	8,0	10.04.13	25.04.13	9–10.05.13
12	20–21.04.13	Китай (провінція Сичуань)	7–8	10.04.13		

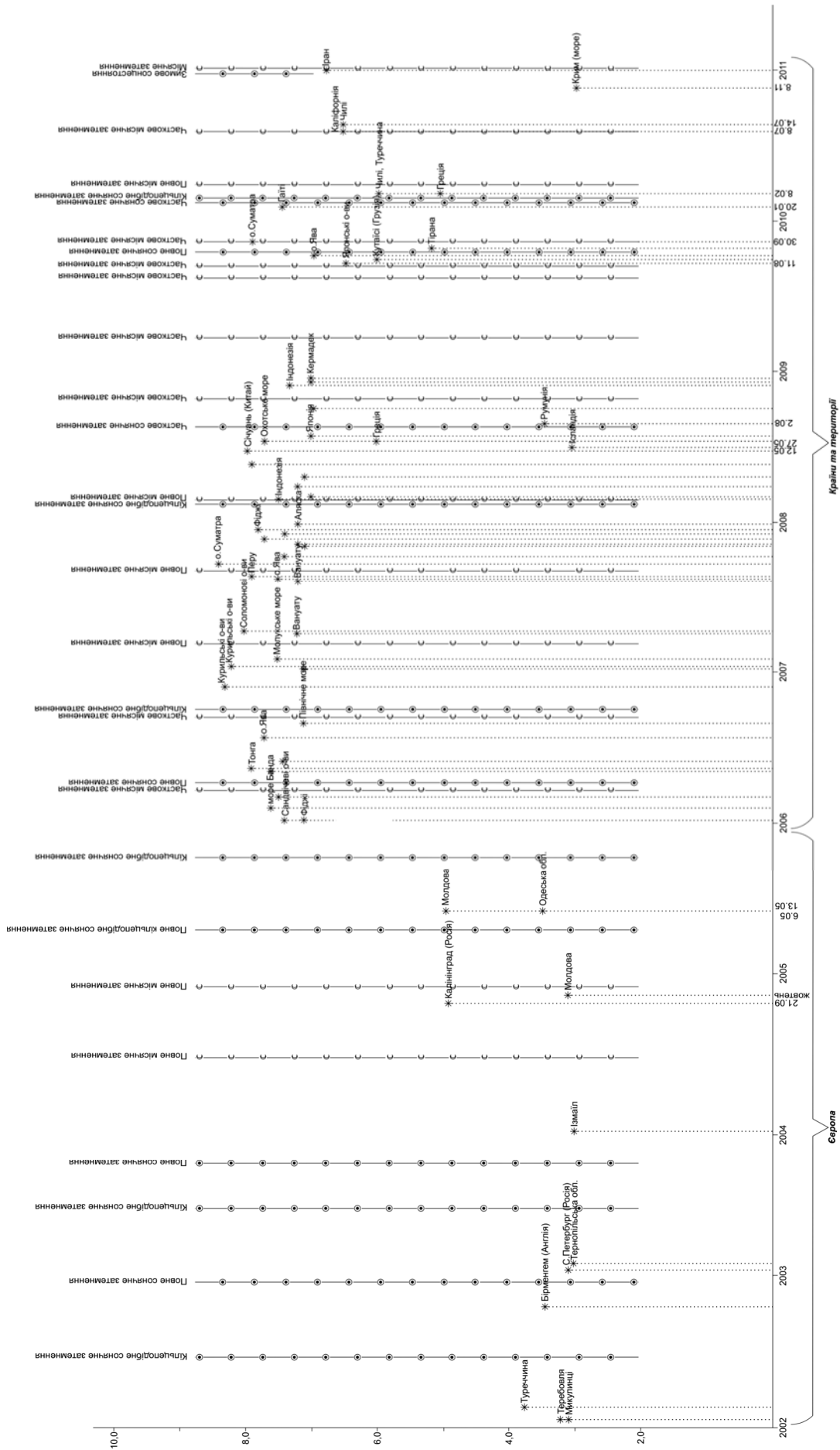


Рис. 2. Залежність частоти і магнітуду землетрусів від положення Місяця і Сонця
Fig. 2. The dependence of the frequency and magnitude of earthquakes on the position of the moon and sun

Літосфера рухається латерально в складі окремих плит і здатна пружно деформуватись під дією вертикального навантаження на неї. Так, окрім латерального руху плит, на земну кору значно впливають вертикальні сили ізостатичного вирівнювання мас її окремих блоків, які проявляються тільки протягом великих проміжків часу геологічних періодів, і, очевидно, сили тяжіння, які проявляються постійно. Саме постійність дій сил тяжіння на літосферу Землі, як вважають деякі дослідники, не можуть приводити до помітних тектонічних зрушень.

Розглянемо детальніше це питання. Вчені [К. Третяк, О. Смірнова, Т. Бределева, 2012 р.] дослідили періодичні зміни висотного положення супутникових перманентних станцій світу залежно від впливу різних факторів і встановили, що сейсмічні деформації спричиняють найбільший вплив (від 1 мм до десятків см) і мають локальний характер. Найбільші зміни припадають на період максимуму землетрусу, однак у подальших подібних дослідженнях основну увагу, на нашу думку, слід зверстати саме на зміни висотного положення станції в період підготовки землетрусу, що може бути його надійним передвісником (рис. 3).

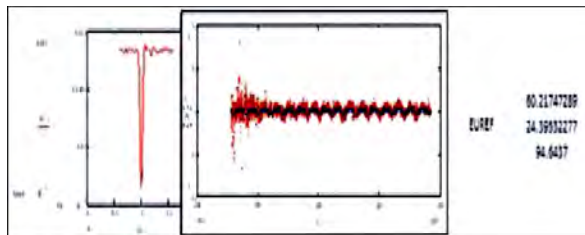
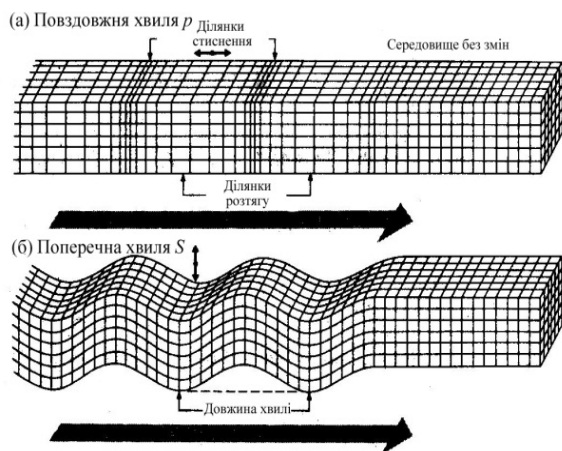


Рис. 3. Апроксимована крива з даних спостережень станції mets
Fig. 3. *Approximated curve of observational data mets station*

Другим важливим висновком цього дослідження є те, що по земній кулі проходить хвиля



деформації земної кори з піврічним періодом довжиною 90° по широті, а амплітуда залежить від товщини кори, що можливо зумовлено гравітаційним впливом Сонця. На нашу думку, це подібне на так звану Д-хвилю, яка згідно з гіпотезою Ш. А. Губермана є спусковим механізмом землетрусів [Ш. Губерман, 1991 р.]. Встановлено також, що сильні землетруси в Памір-Гіндокушському районі ініціюють сейсмічні події в прилеглому регіоні Середньої Азії, що подібний ефект спричиняють і атомні підземні вибухи [А. Ніколаєв, Г. Верещагіна, 1991 р.]. Це показує, що існує певний максимум нагромадження критичної енергії, що "підготовлені землетруси" мають "спусковий гачок", який ініціює їх активну фазу.

Поширення сейсмічних хвиль у надрах висвітлено в книзі G. C. Brown, A. E. Musset *The inaccessible Earth*, 1984. Є об'ємні і поверхневі хвилі: об'ємні хвилі проходять усередині Землі, а поверхневі хвилі – тільки близько до її поверхні. Виділено чотири типи сейсмічних хвиль: повздовжні (р-хвилі) – коливання вздовж напрямку поширення хвиль, вони стискають речовину і змінюють її форму, вони завжди приходять до вимірювальних сейсмографів швидше за поперечні; поперечні (s-хвилі) – коливання в поперечному напрямку, ці хвилі тільки змінюють форму речовини, вони не можуть поширюватись у речовині, яка не має жорсткості (рідиноподібна речовина); поверхневі сейсмічні хвилі виникають тоді, коли є яка-небудь поверхня – в нашому випадку поверхня Землі. У разі віддалення від поверхні амплітуда цих хвиль різко зменшується. Серед цих хвиль виділяють хвилі Релея, в яких поперечні коливання є складними, але поблизу поверхні частинки речовини описують еліпс із зворотним знаком у його верхній частині, речовина характеризується як ділянками стиснення, так і розтягу, і хвилі Лява, в яких рух частинок є як у поперечному, так і в горизонтальному напрямках. Ці хвилі не змінюють форму зсуву (рис. 4).

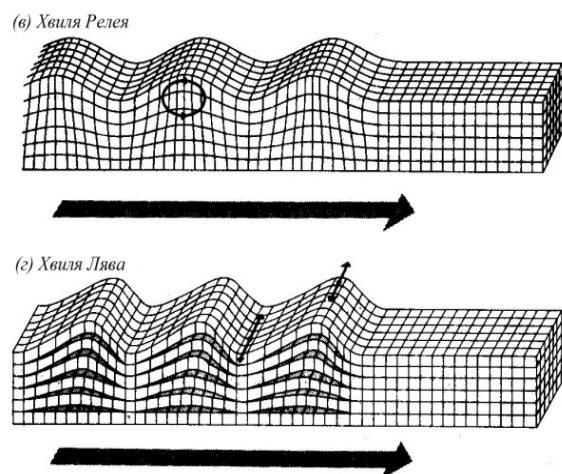


Рис. 4. Види сейсмічних хвиль
Fig. 4. *Types of seismic waves*

Виявлені закономірності поширення сейсмічних хвиль і їхній вплив на приповерхневу частину літосфери, на нашу думку, підтверджено деформографічними спостереженнями в Закарпатті. Так, на пункті деформометричних спостережень “Королево” встановлено, що місцеві землетруси: Берегівський у серпні 2011 р. і Міжгірський у жовтні 2011 р. відбулись під час стиснення гірських порід, а Берегівський землетрус 14 грудня 2010 р. – за їх інтенсивного розширення. За даними деформографічних спостережень про земні припливи на станції “Берегове-2” виявлено значні збурення в період Виноградівських землетрусів 5–6 травня 1989 р., та зміну в ході вікових рухів після землетрусів [В. Ігнатишин, Д. Малицький, 2012р.].

Сейсмічна активність Східних Карпат у зв’язку з геотермічними умовами досліджена Кутасом Р. І. [Р. Кутас, 2012 р.]. За його даними, сейсмічність Закарпаття є верхньокоровою. Гіпоцентри землетрусів обмежені глибинами 10–15 км. Сейсмічна деформація не виникає, коли за певної температури порода деформується тільки пластично. Ця гранична температура становить для кислих порід 250–350 °С, для порід основного ряду – 400–500 °С і для мантієвих порід – 600–800 °С. Коли взаємодія плит супроводжується вулканічною діяльністю, то в зонах цієї діяльності відбуваються землетруси на різних глибинах і з різною інтенсивністю. До таких зон можна зарахувати сейсмоактивні зони Карпат, зокрема, зону Вранча, в якій гіпоцентри фіксуються на глибинах 150–180 км.

Аналіз вищевикладеного дає змогу зробити висновок, що в сейсмоактивних зонах взагалі, в Карпатах зокрема, є період підготовки землетрусів, тобто нагромадження напружень у земній корі, період максимальних накопичень цих напружень і період їх зняття, тобто період власне землетрусу. Критичним моментом до початку землетрусу може слугувати системна цілеспрямована зміна сил

тяжіння та зміна величин припливних горбів Земної кори. Напруги, пов’язані із землетрусами, показані на рис. 5 [Д. Браун, А. Массет, 1984 р.].

Так, можна стверджувати, що сили тяжіння є суттєво змінними, оскільки сили, зумовлені припливними горбами в земній корі. Під час руху плит і їх взаємодії в зоні розломів нагромаджується пружна деформація стиску до якоїсь критичної величини. У разі досягнення максимуму цієї величини сили тяжіння та сили, викликані припливними горбами, також у своєму максимумі “молодого” місяця, чи в період затемнень, грають роль “спускового гачка”, і відбувається різке зміщення порід з виділенням нагромадженої енергії деформації у вигляді землетрусу. У контексті розглядуваних питань варто зупинитись на статті “Сейсмічність центральної частини Українського щита у період з 2007 по 2013 років” (О. В. Кендзера, В. В. Кутас і ін., 2014 р.). Цими дослідженнями встановлено, що навіть у такому стабільному регіоні, як Український щит, потужні вибухові роботи в шахтах та переміщення великих об’ємів геологічного середовища під час наземної та підземної розробки корисних копалин стають джерелами землетрусів, адже порушується стабільність земної кори в зонах встановлених тут розломів. Оскільки накопичена енергія деформації земної кори перед землетрусом у зоні розломів викликає зміну висотного чи горизонтального положення земної кори, її можна встановлювати постійним моніторингом вимірів висот станцій глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС).

Тепер на початку ХХІ ст. є можливість за допомогою станцій ГНСС стежити за висотою припливних горбів земної кори, вести статистику, за необхідності встановити в сейсмонебезпечних районах цілеспрямовані спеціальні станції ГНСС і зрештою вийти на прогноз землетрусів на суші. Полігоном для таких досліджень може бути Закарпаття і ГНСС SULP.

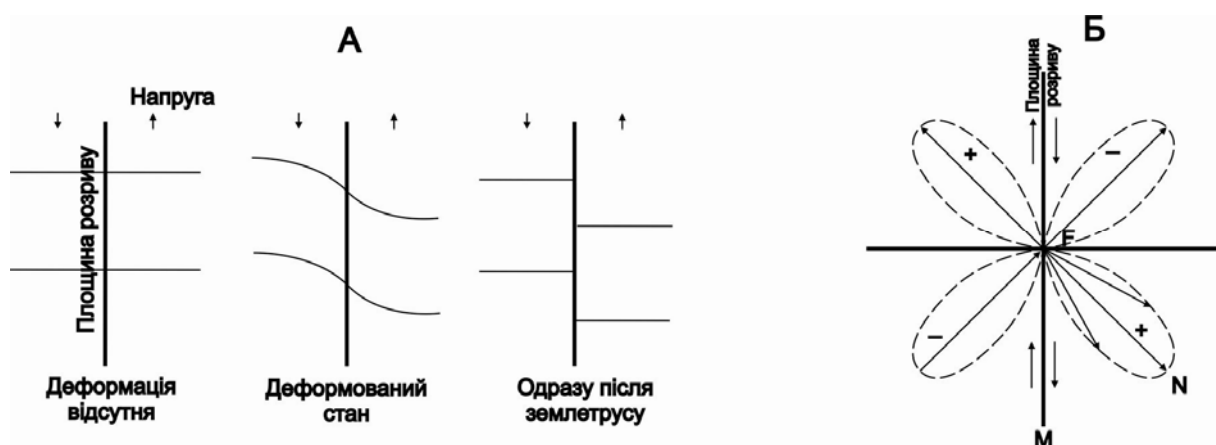


Рис. 5. А – деформації пов’язані із землетрусами; Б – інтенсивність і знак перших вступів повздовжніх хвиль викликаних землетрусом з вогнищем F

Fig. 5. A – deformation associated with earthquakes; B – intensity and mark the first arrivals of longitudinal waves caused by an earthquake with a fireplace F

Землетруси значної магнітуди, як було показано вище, відбуваються в зонах спредінгу (глибоководні жолоби в океанах), а на суші – в зонах глибинних розломів, пов'язаних з рухом плит і мікроплит. Зони цих розломів відомі. Тепер є принципова можливість розрахунків проходження припливного горба земної кори над сейсмоактивними зонами. Сучасний стан техніки і технологій, розгалуження станцій ГНСС-спостережень, велика точність вимірювань вертикальних і горизонтальних переміщень земної поверхні, можливість розрахунків найбільшої сили тяжіння і часу її проявлення під час проходження небесних світил над поверхнею небезпечних сейсмоактивних зон задалегідь відомий, тому можливо розрахувати час спрацювання “спускового” гачка з урахуванням періодичності проявлення руйнівних землетрусів і встановити спочатку надійні статистичні залежності, а потім – прогнозувати, як мінімум місце і час їхнього прояву.

Наукова новизна

У відомих сейсмонебезпечних районах, за даними ГНСС-станцій, пропонують нагромаджувати статистичні залежності про їхнє висотне положення і, залежно від руху небесних світил, виконувати проноз місця і часу землетрусу. Ці роботи пропонують розпочати в Закарпатті з використанням ГНСС SULP.

Висновки

Запропонований глобальний моніторинг найнебезпечніших і поки що не прогнозованих природних явищ – землетрусів дасть змогу передбачити їх вияв.

Література

- Безруков Ю. Ф. Приливы в Мировом океане : учеб. пособ. / Безруков Ю. Ф., Тамайчук А. Н. – Симферополь : ТНУ. – 2001. – 50 с.
- Браун Д. Недоступная Земля / Браун Д., Массет А. – М. : Мир, 1984. – 262 с.
- Галабуда М. Циклічність на Землі та в космосі / Галабуда М. – Львів : Світозар; “АгемО”. – 2011. – 233 с.
- Губерман Ш. А. D-волны – иллюзия или разгадка? / Губерман Ш. А. // Наука и жизнь № 2. – М. : Правда, 1991. – С. 53–55.
- Ігнатишин В. В. Геофізичні та сейсмогеологічні дослідження в центральній частині Закарпаття (за результатами режимних спостережень на РГС “Тросник”, “Королево”, РГС “Берегово”) / Ігнатишин В. В., Малицький Д. В. // В зб-ку “Сейсмогеологічні та геофізичні дослідження в сейсмоактивних регіонах”: матер. наук. конф.-семінару. 29–30 травня 2012 р. – С. 58–64.
- Климишин І. А. Астрономія / Климишин І. А., Крячко І. П. – К. Знання України, 2002. – 192 с.
- Крупський Ю. Землетруси в надрах Землі. Чи можливий вплив космосу? / Крупський Ю., Бодлак В. // Сейсмологічні та геофізичні дослідження в сейсмоактивних регіонах: тези доповіді наукової конференції, травень 2012 р. – Львів : КВ ІГФ НАНУ, 2012. – С. 78–80.
- Крупський Ю. З. Геодинамічні умови формування і нафтогазоносність Карпатського та Волино-Подільського регіонів України / Крупський Ю. З. – К. : Вид-во УкрДГПІ, 2001. – 144 с.
- Крупський Ю. З. Дослідження простягання зони Тейссейре-Торнквіста (ТТЗ) на території України / Крупський Ю. З., Вислоцька О. І. // Геодинаміка № 1 (16). – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. – С. 34–42
- Кутас Р. І. Геотермічні умови та сейсмічна активність Східних Карпат / Кутас Р. І. // В зб-ку “Сейсмогеологічні та геофізичні дослідження в сейсмоактивних регіонах”: матер. наук. конф.-семінару. 29–30 травня 2012 р. – С. 81–84.
- Лебідь М. Сильні землетруси ХХ століття / Лебідь М., Трегубенко В., Марченко О. // Геолог України. – К., 2004. – № 4. – С. 55–62.
- Страхов В. Н. Уменьшение сейсмической опасности: упущенные возможности / Страхов В. Н., Савина М. Г. // Геофизический журнал. – К., 2013. – № 1, Т. 35. – С. 4–11.
- Третяк К. Р. Результати визначення горизонтальних деформацій земної кори Європи за даними ГНСС-спостережень та їх зв'язок з тектонічною будовою / Третяк К. Р., Вовк А. Д. // Геодинаміка. – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. – № 1 (16). – С. 21–33.
- Третяк К. Р., Романюк В. В. Дослідження взаємозв'язку між сучасними вертикальними зміщеннями земної кори і сейсмічною активністю Європи / Третяк К. Р., Романюк В. В. // Геодинаміка. – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. – № 1 (16). – С. – 7–20.
- Третяк К. Р., Смірнова О. М., Бределева Т. М. Дослідження періодичних змін висотного положення супутникових перманентних станцій світу / Третяк К. Р., Смірнова О. М., Бределева Т. М. // Геодинаміка. – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2012. – № 1 (12). – С. 11–29.
- Николаев А. В. Об инициировании землетрясений подземными ядерными взрывами / Николаев А. В., Верещагина Г. М. // ДАН СССР. – Т. 319, № 2. – С. 333–336.
- Советский энциклопедический словарь. – М. : Изд-во “Советская энциклопедия”. – 1985. – С. 1201.
- Советский энциклопедический словарь. – М. : Изд-во “Советская энциклопедия”. – 1985. – С. 1056.
- Шуман В. Н. О прогнозе и прогнозируемости сейсмического процесса / Шуман В. Н. // Геофизический журнал. – К., 2014. – Т. 36. – № 3. – С. 48–61.
- Сейсмічність центральної частини Українського щита у період з 2007 по 2013 роки / Кендзера О. В., Кутас В. В., Андрущенко Ю. А. та ін. // Геодинаміка № 1 (16). – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. – С. 144–158.

- Adam A. Relation of mantle conductivity to physical conditions in the asthenospheric / Adam A. // Geophys. Surv. – 1980 – Vol. 4. – No. 1–2. – P. 45–55.
- Nevanlinna H. On external and internal parts of the geomagnetic jerk of 1970 / Nevanlinna H. // Ifigs. Farth. Plan. Juter. – 1985. – No. 39. – P. 265–269.
- Brown G. C. The inaccessible Earth / Brown G. C., Mussett A. E. – London : George Dunvin; Boston–Sudney, 1984. – P. 261.
- Solar System Exploration: http://solarsystem.nasa.gov/multimedia/download-detail.cfm?DL_ID=262
- Astronomical calendar: www.mao.kiev.ua/calendar

Ю. З. КРУПСКИЙ^{1*}, В. П. БОДЛАК²

¹ д-р геолог. наук, проф. геологического факультета Львовского национального университета имени Ивана Франка, keig@ukr.net

² научный сотрудник Отделения “Карпатский центр” ДП “Науканефтегаз”, viddil_ngg@i.ua, (0322) 242-07-81

К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В ЗОНАХ НАПРЯЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ ПО ЗАМЕРАМ СТАНЦИЙ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Цель. Целью исследований является установление взаимосвязи между силами напряжений в земной коре и силами, которые действуют в околоземном космическом пространстве и землетрясениями в недрах Земли, и на этой основе выявления возможностей кратковременного прогноза землетрясений. **Методика.** Накопление статистической информации по частоте землетрясений, их локализации и времени проявления, а также информации о местоположении Луны и Солнца (собственные наблюдения, данные по литературе и интернет-сайтов). Анализ полученных данных и их сопоставление. **Результаты.** Напряжение земной коры связаны, в основном, с движением литосферных плит на суше в зонах их коллизии, субдукции, обдукции, а также связанные с “горячими” точками, разломами и зонами пересечения этих разломов. Именно с этими напряжениями земной коры на территории Украины связаны сейсмоопасные территории на юге Украины, в Закарпатье, в разломах зоны Тейссейре-Торнквиста, и с “горячими” точками, трансформными разломами в западной части Украины. Рассмотрены силы, действующие в космосе. Здесь универсальным законом является закон всемирного тяготения. Действуют приливные силы Луны, Солнца и планет, знакопеременных во времени, и центробежная сила, вызвана вращением Земли вокруг своей оси, различна в разных частях Земли. Эти силы вызывают знакопеременные приточные деформации земной поверхности. По собственным наблюдениям в течение 2002–2011 гг. и данных интернет ресурсов установлено значительную корреляцию между проявлением весомых сил притяжения (затмение Солнца и Луны, время новолуния) и землетрясениями в недрах Земли. Теперь, исходя из теории литосферных плит Земли, известны основные районы проявления землетрясений в зонах спрединга, коллизии, субдукции и в “горячих” точках, а наличие станций глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) позволяет с большой точностью измерять высоту приточных холмов. Эти работы предлагается начать в Закарпатье с использованием ГНСС SULP. **Научная новизна.** Установлены признаки корреляции и зависимости между высотным положением земной поверхности (информация из ГНСС станций), расположением небесных светил и проявлениями землетрясений. **Практическая значимость.** Предложенный глобальный мониторинг позволит прогнозировать время и место проявлений землетрясений на основе установленных зависимостей между явлениями в космическом пространстве и напряженностью земной коры.

Ключевые слова: напряжение земной коры; силы притяжения; приточные холмы; землетрясения; гравитационное поле; космос; недра Земли; станции глобальных навигационных спутниковых систем; прогноз землетрясений

Yu. KRUPSKI^{1*}, V. BODLAK²

¹ Doctor of Geology, professor of geological faculty Lviv University, keig@ukr.net

² Researcher, Department of “Carpathian Center” SB “ Naukanaftogaz”, viddil_ngg@i.ua, (0322) 242-07-81

TO EARTHQUAKE PREDICTION IN THE AREAS OF EARTH CRUST TENSION BY MEASUREMENTS OF GLOBAL NAVIGATION SYSTEMS STATIONS

Objective. The research objective is to determine relationship between crust tension forces and forces that operate in near-Earth space and earthquakes in entrails of the Earth, based on that was identifying opportunities for short-term earthquake prediction. **Methods.** Accumulation of earthquakes scores statistical information, their location and display time, as well as moon and sun (own observations, data from literature and Internet-resources) location information. Analysis of obtained data its comparison. **Results.** Crustal tensions associated mainly with movement of lithospheric plates on ground in collision zones, subduction, obduction as well as related “hot” points fractures and zones of their intersections. Exactly with crustal tension in Ukraine related seismic areas in the Transcarpathian south Ukraine fracture zones Teysseyre-Tornquist, and with “hot” points and fractures in western Ukraine. We consider forces acting in space. The universal law here is law of gravity. There acting tidal forces of moon, sun and planets variables in time, and the centrifugal force caused by earth's rotation on its axis, which varies in different parts of Earth. These forces

cause variables tidal deformation of earth's surface. According to own observations during the 2002-2011 and online resources defining a close correlation between significant display of gravitational forces (solar and moon eclipse, a new moon time) and earthquakes in the bowels of Earth. Now, based on theory of Earth lithospheric plates know main areas of earthquake zones spreading display of collision, subduction and “hot” spots stations and the presence of global navigation satellite systems (GNSS) can very accurately measure the height of tidal hills. This work are proponed to begin in Transcarpathian using GNSS SULP. **Scientific innovation.** Defining signs of correlations and dependencies between high-rise provisions Earth surface (information from GNSS stations), location of celestial bodies and displays earthquakes. **The practical significance.** The proposed global monitoring will predict time and location of earthquakes displays based on defined relationships between phenomena in space and the earth's crust tensions.

Keywords: crustal tension; gravity; tidal humps; earthquakes; gravitational field; space; Earth interior; global navigation satellite systems station; earthquake prediction.

REFERENCES

- Bezrukov J., Tamajchuk A. *Prilivy v Mirovom okeane* [The tides in the oceans]: Textbook. 2001, 50 p (rus)
- Braun D., Masset A. *Nedostupnaja Zemlja* [Inaccessible Earth]. Publishing World. 1984. 262 p.
- Halabuda M. *Tsyklichnist' na Zemli ta v kosmosi* [Cycles on Earth and in space]. Lviv. “Svitozar”, “AhemO”, 2011, 233 p.
- Guberman Sh. A. *D-volny – illuzija ili razgadka?* [Wave – illusion or the solution?]. Science and Life, no. 2, 1991, *Iz-vo Pravda*, Moscow, 1991, pp. 53–55.
- Ihnatyshyn V. V., Malys'kyi D. V. *Heofizychni ta seysmoheolohichni doslidzhennya v tsentral'niy chastyni Zakarpattya (za rezul'tatamy rezhymnykh sposterezhen' na RHS “Trosnyk”, “Korolevo”, RHS “Berehovo”)* [Geophysical and seismic research in the central part of Transcarpathia (based on routine observations at CSG “Trosnyk”, “Queen “ CSG “ Coast]. In the collection “ seismic and geophysical studies in seismically active regions 29–30 May 2012, pp. 58–64 .
- Klymyshyn I. A., Kryachko I. P. *Astronomiya* [Astronomy]. Kyiv, *Znannja Ukrainy*, 2002, 192 p.
- Krups'ki Y., Bodlak V. *Zemletrusy v nadrahk Zemli. Chy mozhlyvyi vplyv kosmosu?* [Earthquakes in the bowels of the Earth.]. Seismological and geophysical studies in seismically active regions: abstract scientific conference in May 2012, Lviv: KV Nano IGP, 2012, pp. 78–80.
- Krups'ki Y. *Heodynamichni umovy formuvannya i naftohazonosnist' Karpat's'koho ta Volyno-Podil's'koho rehioniv Ukrainy* [Geodynamic conditions of formation and oil and gas Carpathian]. Kyiv, UkrNGI, 2001, 144 p.
- Krups'ki Y., Vyslots'ka O. *Doslidzhennya prostyakhannya zony Teyssyre-Tornkvista (TTZ) na terytoriyi Ukrainy* [Research strike Teyssyre-Tornquist Zone (TTZ) in Ukraine]. *Geodynamics*, no. 1 (16) of Lviv Polytechnic National University. Lviv, 2014, pp. 34–42
- Kutas R. *Heotermichni umovy ta seysmichna aktyvnist' Skhidnykh Karpat* [Geothermal conditions and seismic activity of the Eastern]/ Seismic and geophysical studies in seismically active regions .” Materials seminar . 29–30 May 2012, pp. 81–84.
- Lebid' M., Trehubenko V., Marchenko O. *Syl'ni zemletrusy XX stolittya* [Strong earthquakes of the twentieth century]. *Geologist Ukraine*, Kyiv, no.4, 2004, pp. 55–62.
- Strahov V., Savina M. *Umen'shenie sejsmicheskoy opasnosti: upushhennye vozmozhnosti* [Reducing the seismic hazard : missed opportunities]. *Geophysical Journal*, no.1, T.35. 2013, Kyiv, pp. 4–11.
- Tretyak K., Vovk A. *Rezultaty vyznachennya horyzontal'nykh deformatsiy zemnoyi kory Yevropy za danyamy HNSS-sposterezhen' ta yikh zv'yazok z tektonichnoyu budovoyu* [The results determine the horizontal crustal deformation according to the European GNSS observations and their connection with tectonic structure]. *Geodynamics*, no. 1 (16), Lviv, 2014, pp. 21–33.
- Tretyak K., Romanyuk V. *Doslidzhennya vzayemozv'yazku mizh suchasnymi vertykal'nymi zmishchennyamy zemnoyi kory i seysmichnoyu aktyvnistyu Yevropy* [Studies of the relationship between modern vertical displacements of the crust and seismic Europe]. *Geodynamics* no. 1 (16), Lviv, 2014, pp. 7–20.
- Tretyak K., Smirnova O., Bredelyeva T. *Doslidzhennya periodychnykh zmin vysotnoho polozhennya suputnykovykh permanentnykh stantsiy svitu* [Research tall periodic changes permanent provision of satellite stations in the world]. *Geodynamics*, no. 1 (12), *Lviv Polytechnic Publishing House*, 2012, pp. 11–29.
- Nikolaev A., Vereshhagina G. *Ob iniciirovanii zemletrjasenij podzemnymi jadernymi vzryvami* [Vereshchagin. On the initiation of earthquakes by underground nuclear explosions]. DAN SSSR, t. 319, no. 2, pp. 333–336.
- Sovetskij jenciklopedicheskij slovar'* [Soviet Encyclopedic Dictionary]. Moscow, *Publishing house “Soviet Encyclopedia”*. 1985, P. 1201.
- Sovetskij jenciklopedicheskij slovar'* [Soviet Encyclopedic Dictionary]. Moscow, *Publishing house “Soviet Encyclopedia”*. 1985, P. 1056.
- Shuman V. *O prognoze i prognoziruemosti sejsmicheskogo processa* [On the forecast and the predictability of the seismic process]. *Geophysical Journal*, no. 3, V. 36, 2014, Kyiv, pp. 48–61.
- Kenzera O., Kutas V., Andrushchenko Y. *Seysmichnist' tsentral'noyi chastyny Ukrainy's'koho shchyta u period z 2007 po 2013 roky* [Seismicity central part of the Ukrainian shield in the period from 2007 to 2013]. *Geodynamics*, no. 1 (16), Lviv National University, Lviv, 2014, pp. 144–158.

Надійшла 26.03.2015 p.