

## АНАЛІЗ РОЗПОДІЛУ ЗЕМЛЕТРУСІВ РАЙОНУ ВРАНЧА В МЕЖАХ 11-РІЧНОГО ЦИКЛУ СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ

Розглянуто особливості розподілу кількості землетрусів і сумарної виділеної сейсмічної енергії для 3-х глибинних шарів фокальної зони Вранча (1 – до 40 км, 2 – 70–140 км, 3 – >140 км) в межах 11-річного циклу сонячної активності (СА) для двох часових інтервалів – 1701–2006 рр. і 1928–2006 рр. Встановлено, що на циклічних кривих розподілу кількості землетрусів і сумарної виділеної сейсмічної енергії фіксуються два максимуми цих величин, які співпадають з періодами максимального зростання (до тах СА) і спаду (після тах СА) сонячної активності в 11-річному циклі. Можливо, що “спусковим гачком” є не сама величина СА, а її інтенсивні зміни в межах 11-річного циклу, які можуть спричинити тригерну дію на нестійку рівновагу сейсмічного вогнища на завершальній стадії накопичення в ньому сейсмічної енергії.

**Ключові слова:** сонячна активність; 11-річний цикл; розподіл кількості землетрусів; “спусковий гачок”.

### *Вступ*

У зв'язку з необхідністю довгострокового прогнозу сейсмічних явищ дослідники вже тривалий час вивчають можливі зв'язки сейсмічності з різними зовнішніми, планетарними факторами, в тому числі і з 11-річним циклом сонячної активності (СА) [1, 2]. Вважається, що зовнішні джерела значної інтенсивності, які мають певну циклічність у часі, такі як СА, можуть чинити тригерний вплив на нестійку рівновагу сейсмічного джерела на завершальній стадії накопичення в ньому сейсмічної енергії. Роль спускового механізму можуть відігравати, крім СА, зміни швидкості обертання Землі та існуючі зміни атмосферної циркуляції, припливні деформації, які пов'язані з гравітаційною дією Місяця та Сонця та ін. [2].

### *Стан проблеми*

Найбільш повно зв'язки сейсмічності з сонячною і магнітною активністю досліджено в роботах А.Д. Ситинського [3, 4], який, в основному, використовував для статистичного аналізу циклічні криві СА, одержані методом накладання епох, і аналізував їх для пошуку прихованих періодичностей землетрусів. На наш погляд, найбільш позитивною рисою цих робіт було те, що аналіз робився з врахуванням певних особливостей тектонічної будови і сучасної геодинаміки для окремих сейсмотектонічних зон планети. Так, для Курило-Камчатської зони найбільша сейсмічна активність спостерігається в епоху максимуму СА (0, +1 рік) і мінімуму (+5, +6 рік) в 11-річному сонячному циклі, а для регіону Середньої Азії і Казахстану вона дещо зміщена (+1, +3 роки). Таким же шляхом йшли і болгарські дослідники [5], які проаналізували сейсмічність Середземноморської зони і одержали на циклічній кривій 11-річного циклу СА 2 максимуми (0, +3 роки). Методом накладання епох працював і О.М. Барсуков [6, 7], який для сильних землетрусів всієї планети довів існування 2-х типів

11-річної циклічності СА в залежності від сили землетрусів. Землетруси з  $M \geq 7,5$  відбувалися, в основному, в період максимуму СА, тоді як землетруси меншої сили ( $7 \geq M \geq 4$ ) тяжіють до зони мінімуму. В інших роботах, особливо останнього періоду [8–10], порівнюються довгі часові ряди змін сейсмічності Землі (переважно з 1900 р.) зі змінами чисел Вольфа (W), виконуються процедури згладжування різним кроком (від 3 до 5 років) і на цій основі визначаються коефіцієнти кореляції між сейсмічністю і W. Результати цих досліджень не дають однозначної оцінки особливостей розподілу сейсмічності в межах 11-річного циклу СА і не узгоджуються між собою.

Огляд публікацій цього напрямку показує, що проблема не є простою і її розв'язання потребує подальших зусиль дослідників як у розробці методичних підходів, так і у відборі даних для статистичного аналізу на основі коректно складеного каталогу сейсмічних подій.

Підтримуючи підхід А.Д. Ситинського, ми також вважаємо доцільним робити аналіз лише в межах окремих сейсмотектонічних зон, що і було зроблено для сейсмоактивних зон України – Карпат і Криму [11, 12]. Спільним для обох сейсмоактивних зон є те, що найбільш потужні землетруси як Карпат ( $M \geq 6,7$ , 87%), так і Криму ( $M \geq 5$ , 83%) відбулися в інтервалі  $\pm 3$  роки від максимуму СА. Було також відмічено, що не спостерігається прямого зв'язку між абсолютними значеннями W з одного боку та кількістю і енергією землетрусів з іншого. Тобто слід сподіватися, що існує ініціюючий (тригерний) механізм впливу СА на сейсмічні процеси.

Представлена стаття є продовженням досліджень цього напрямку і має за мету більш детальне вивчення розподілу сейсмічних подій району Вранча в межах 11-річного циклу СА з врахуванням особливостей глибинної будови цієї зони, а саме з розподілом вогнищ землетрусів за глибиною.

### **Особливості будови глибокофокусної сейсмоактивної зони Вранча**

Потужна у енергетичному відношенні сейсмоактивна зона Вранча розташована в Румунії в горах Вранча, пов'язана з вигином Карпатської дуги – зоною зчленування Східних і Південних Карпат. Глибинна будова зони вивчена вздовж геотраверсу V [13] і літосферного трансекту Вранча – Південно-Українська АЕС [14]. Поверхня Мохо фіксується тут на глибинах 45 км. Нижче, у верхній частині мантії розташований шар зниженої граничної швидкості розповсюдження сейсмічних хвиль ( $V_r$  до 7,75–8,0 км/с), який змінюється зоною поступового росту граничних швидкостей поширення сейсмічних хвиль до 8,6 км/с.

Детальне вивчення структури сейсмоактивної зони Вранча виконано Є.А. Сагалою [15] за результатами спостережень мережі сейсмічних станцій Карпатського регіону та прилеглих територій. Розподіл вогнищ землетрусів у проекції на вертикальну площину, що проведена вхрест простягання основних структурних елементів, дає уяву про будову фокальної зони. Корові та глибокі вогнища, що формують фокальну зону, створюють порівняно тонкий фокальний шар, який перетинає земну кору та верхню мантію під різними кутами. Верхня, літосферна частина фокальної зони орієнтована під кутом  $60^\circ$  до горизонту, має товщину біля поверхні близько 60 км, а на глибині 100 км – 20 км. Нижня, мантійна частина майже вертикальна і має товщину не більше 20–30 км. На інтервалі глибин від 35 до 70 км, у проміжку, де за даними ГСЗ наявний шар зниженої швидкості, вогнища землетрусів відсутні. Горизонтальні перетини фокальної зони, побудовані для глибин 90, 120, 150 км, і чітко окреслюють овальну форму проекції зони і мають деякі характерні особливості. Так, на глибинах 90 і 120 км вогнища, як правило, розташовані по периметру контуру проекції зони, тоді як на глибині 150 км вогнища повністю щільно заповнюють всю площу проекції. З врахуванням таких особливостей будови фокальної зони виділено три шари, в інтервалах яких проведено зіставлення сейсмічності і СА в межах 11-річного циклу. Це наступні глибини: 0–40 км (корові землетруси); 70–140 км (верхня частина мантії); глибше 140 км (нижня частина фокальної зони).

#### **Вихідні дані та методика досліджень**

Для вивчення особливостей розподілу сейсмічності в межах 11-річного циклу СА для кожного з 3-х виділених інтервалів глибин складено каталог землетрусів. Основою для складених каталогів були наступні дані: каталог за 1091-1990рр. з [16] та сейсмологічні бюлетені за період 1991-2006 рр. [17, 18]. В каталозі за

1091-1990 рр. наведені значення магнітуди, які були перераховані в енергетичний клас К за відомою формулою [19]  $K=1,8M+4$ , а по значеннях К визначена енергія кожного землетрусу ( $K=\lg E$ ) в Дж. В сейсмологічних бюлетенях, як правило, вже були визначені значення К і аналогічно було визначено енергію. На основі складених каталогів землетрусів визначені сумарні річні значення енергії  $\Sigma E$  і річна кількість землетрусів  $\Sigma N$  для трьох глибинних шарів зони Вранча.

Для дослідження особливостей розподілу сейсмічності в межах 11-річного циклу є достатньо фактичного матеріалу, хоча сейсмічна інформація в часі нерівномірна. Існує так званий історичний період (до початку ХХ сторіччя), коли фіксувалися лише сильні землетруси (за макросейсмічними ефектами), та інструментальний – з 1928 року, протягом якого постійно збільшувалась кількість зареєстрованих землетрусів у зв'язку з ущільненням мережі сейсмічних станцій і можливістю фіксувати землетруси меншої сили. Саме тому було вибрано наступні часові інтервали: весь період – 1701–2006 рр. і інструментальний період – 1928–2006 рр. Це було зроблено для того, щоб з'ясувати, чи будуть існувати закономірності в обох часових інтервалах.

Дані про середньорічні значення сонячної активності (числа Вольфа W) за період 1701–2006 рр. взяті з [20].

Статистичний аналіз проведено методом накладання епох окремих 11-річних циклів СА і на основі сумування кількості землетрусів (N) та енергії (E) по роках відносно максимуму СА в циклі отримані сумарні циклічні криві  $\Sigma N$  та  $\Sigma E$  для кожного глибинного шару і вказаних вище двох часових інтервалів. На циклічних кривих 0 – рік максимуму СА, “+” – роки після максимуму, “–” – роки перед максимумом СА.

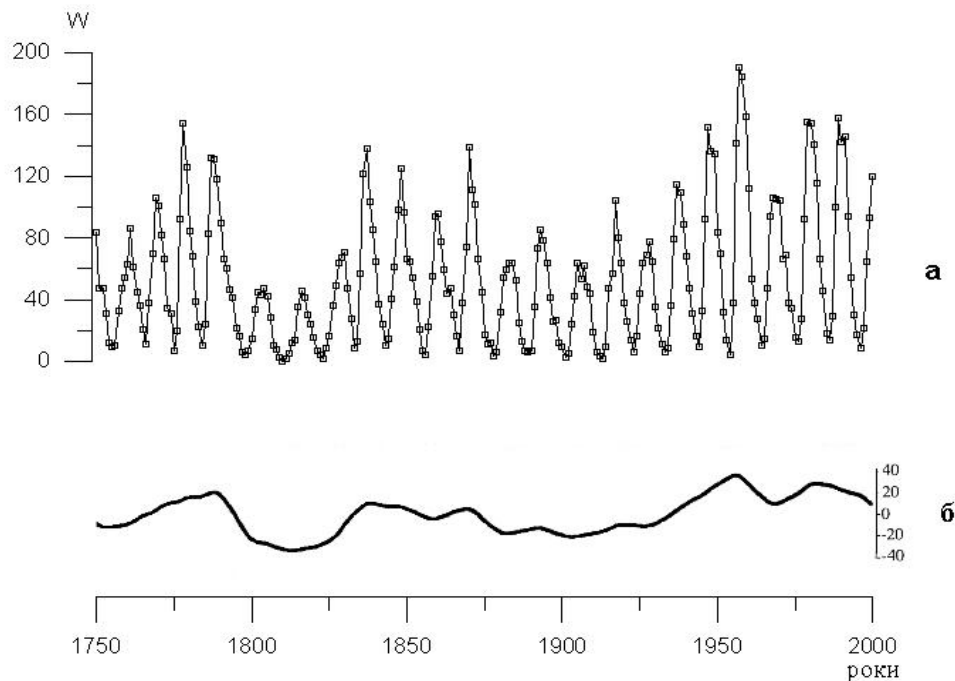
#### **Обговорення результатів**

Відомо [21], що для СА характерна не тільки 11-річна циклічність, але і більш довгоперіодні вікові зміни. На рис. 1.а представлені зміни СА за період більше як 300 років і видно, що амплітуди коливань W у сусідніх 11-річних циклах, як правило, досить сильно відрізняються, і цикли зі значними амплітудами в максимумі змінюються циклами з меншими амплітудами. В роботі [22] для повного аналізу особливостей вікових змін СА взяті середньомісячні дані W, починаючи з циклу 1 (1775 рік), для яких існує більш-менш надійний неперервний ряд. Автори використали метод головних компонент часових рядів і отримали криву вікової компоненти W, яка показана на рис. 1.б. З рисунка видно, що групи послідовних 11-річних циклів мають то більш високий, то більш низький середній рівень. Так, група

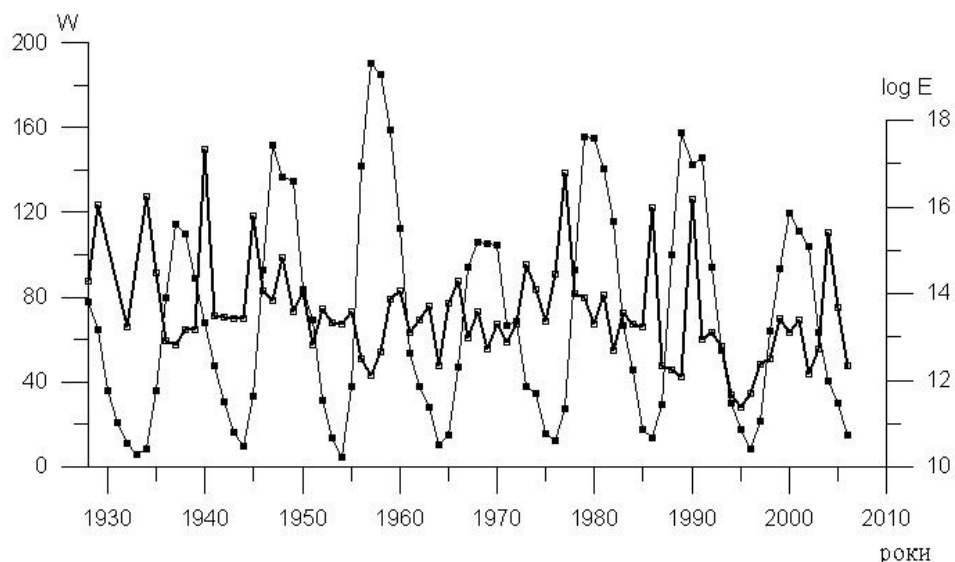
циклів біля середини XIX століття має більш високі значення максимумів СА, ніж групи циклів у першій половині та в кінці XIX століття. Значне поступове збільшення СА спостерігається з початку XX і набуває максимального значення у 1957 році (19 цикл).

Можливо, що такі довготривалі вікові зміни СА якимось чином впливають на сейсмічний

режим планети і зокрема на сейсмічність району Вранча, який ми досліджуємо. Для перевірки такого припущення проаналізовано часові ряди змін СА і сумарної річної виділеної сейсмічної енергії ( $\log \Sigma E$ ) за інструментальний період сейсмічних досліджень, починаючи з 1928 р. (рис. 2).



**Рис. 1.** Зміни в часі середньорічних значень чисел Вольфа  $W$  (а) та крива вікової компоненти  $W$  (за Е.В. Кононович, Н.Н. Шефов, 2003 р.) (б).



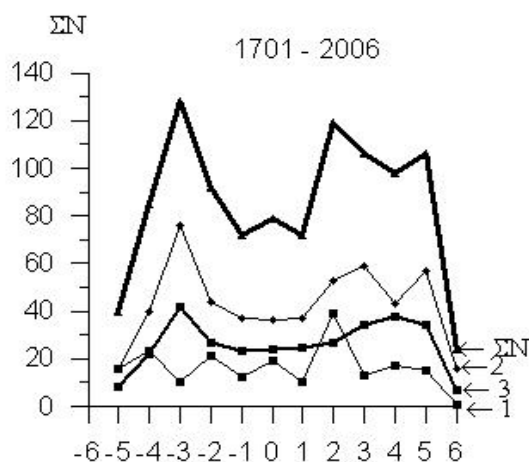
**Рис. 2.** Порівняння часових рядів змін сумарної річної виділеної сейсмічної енергії ( $\log \Sigma E$ ) району Вранча (а) і чисел Вольфа  $W$  (б).

Починаючи з 1928 року відзначається поступове збільшення СА в максимумі 11-річного циклу, яке досягає максимального значення  $W=190,2$  у 1957 році, після якого

спостерігається зменшення значень  $W$ . Сейсмічна енергія в цей період виділяється майже у протифазі порівняно зі змінами СА. Між двома сильними землетрусами району Вранча 10.11.

1940 року з  $M=7,4$  та 4.03 1977 року з  $M=7,1$ , коли спостерігалися дуже великі значення сумарної виділеної річної сейсмічної енергії ( $\Sigma E=2,12 \cdot 10^{17}$  Дж та  $\Sigma E=6,03 \cdot 10^{16}$  Дж відповідно), у 1957 році фіксується найменш значення за весь цей період значення  $\Sigma E=1,26 \cdot 10^{12}$  Дж. Цікаво, що це мінімальне значення  $\Sigma E$  знаходиться на піку максимуму СА за все ХХ століття. На даний час не існує надійних доказів існування такої залежності між довгоперіодними (віковими) змінами СА і сейсмічним режимом регіону, тому що проаналізовано відносно короткий проміжок часу. Можливо, майбутнє продовження часового ряду дозволить зробити більш однозначні висновки.

Далі розглянемо особливості циклічних кривих розподілу сейсмічної активності для двох часових інтервалів 1701–2006 рр., та 1928–2006 рр. та для трьох глибинних шарів фокальної зони району Вранча. На рис. 3 представлені циклічні криві розподілу кількості землетрусів  $\Sigma N$  для двох вказаних вище інтервалів часу. Кількість використаних для аналізу землетрусів наведена в таблиці 1.



Таблиця 1  
Кількість землетрусів, використаних для побудови циклічних кривих для 2-х інтервалів часу і різних глибинних шарів.

Інтервал глибин	Часовий інтервал	
	1701-2006 рр.	1928-2006 рр.
0–40 (1)	196	184
70–140(2)	514	487
>140 (3)	311	290
загальна кількість землетрусів	1021	961

На циклічних кривих для обох інтервалів часу і для глибинних шарів 2 та 3, а також для загальної суми землетрусів  $\Sigma N$  фокальної зони спостерігаються 2 максимуми  $\Sigma N$ . Перший максимум припадає на інтервал  $-3$  роки до максимуму СА для обох шарів 2 і 3, а також для всієї фокальної зони і аналогічний для обох часових інтервалів. Другий, більш широкий, дещо відрізняється по формі між шарами 2 і 3, хоча має однакову конфігурацію для сумарних кривих  $\Sigma N$  для обох часових інтервалів.

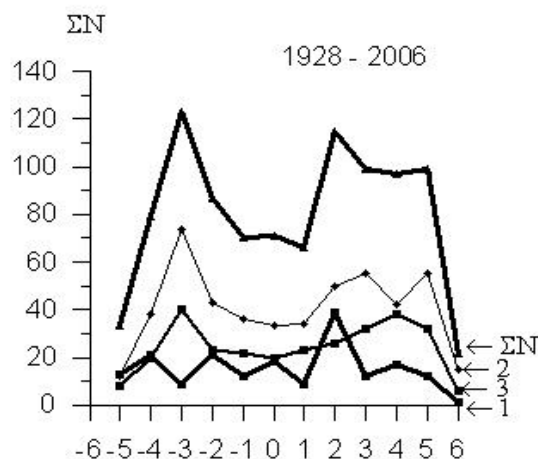


Рис. 3. Розподіл кількості землетрусів  $\Sigma N$  в межах 11-річного циклу СА для різних часових інтервалів та різних глибинних шарів зони Вранча. (глибинні шари фокальної зони: 1–0–40 км; 2 – 70–140 км; 3 – >140 км.)

Максимальне значення у сумарній кривій  $\Sigma N$  для всієї фокальної зони зафіксовано на інтервалі  $+2$  роки після максимуму СА, для шару 3 – на  $+4$  роки після максимуму СА, для шару 2 – на  $+3$  роки після максимуму СА. Інша картина у розподілі значень  $\Sigma N$  спостерігається для 1 шару, де існує лише один максимум  $\Sigma N$  на інтервалі  $+2$  роки. Можливо, що відмінність у розподілі землетрусів між більш глибинними шарами 2 і 3 та поверхневим (коровим) 1 зумовлена особливостями структури цих зон та природою сейсотектонічних процесів в них.

Поряд з аналізом розподілу в межах 11-річного циклу СА сумарної річної кількості землетрусів для двох означених вище періодів 1701-2006 рр. та 1928-2006 рр. проаналізовано

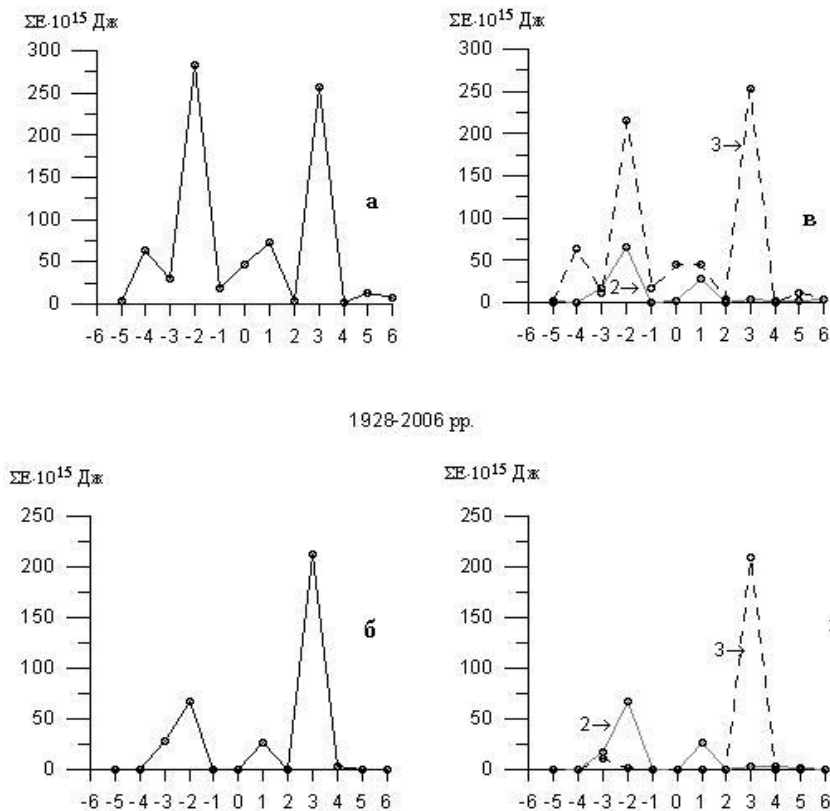
розподіл сумарної річної виділеної енергії ( $\Sigma E$ ) для кожного з трьох глибинних шарів і для всіх землетрусів фокальної зони Вранча (рис. 4). За весь часовий інтервал 1701–2006 рік виділяються два чіткі максимуми  $\Sigma E$  на значеннях  $-2$  роки до максимуму СА і  $+3$  роки після максимуму СА як для сумарної виділеної енергії всієї фокальної зони, так і для окремих шарів 2,3. Такий же характер має циклічна крива  $\Sigma E$  за період 1928–2006 рр. з дещо меншими значеннями сумарної виділеної сейсмічної енергії. Означені на циклічних кривих для всіх землетрусів Вранча особливості розподілу максимумів  $\Sigma E$  зберігаються і для окремих шарів 2 та 3. Відмічені вище закономірності розподілу  $\Sigma E$  не виявлені для поверхневого

шару 1 (рис. 5), для якого, в цілому, характерні значно менші (майже до 3,4 порядків) величини сумарної виділеної енергії.

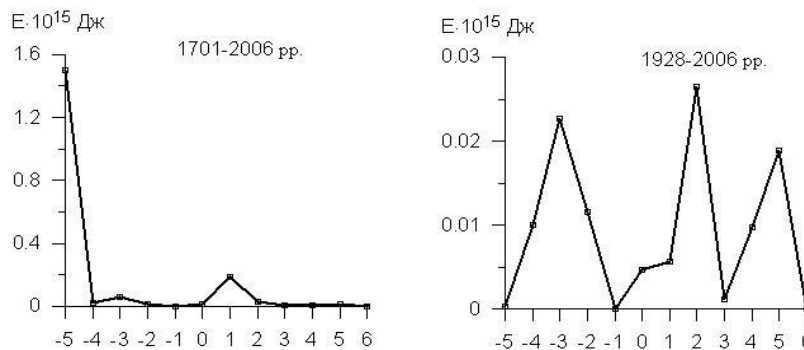
В цілому, циклічні криві розподілу  $\Sigma N$  і  $\Sigma E$  мають характерні особливості. Максимальна сейсмічна активність припадає на періоди максимальних градієнтів росту або спаду значень  $W$  у 11-річному циклі  $SA$ , тобто подібні до кривої градієнту  $\Delta W/\Delta T$  (рис. 6). Представлена на рис. 6 циклічна крива побудована авторами на основі вирахування середньої умовної величини  $W$  по річних значеннях  $W$  для кожного року циклу відносно його максимуму за період 1701-2006 рр. Останнє наводить на

думку, що не сама величина  $SA$ , а її інтенсивні зміни в часі, можливо, впливають на сейсмічний режим.

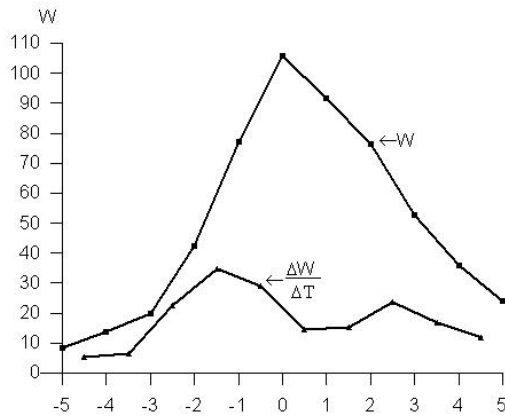
Інтенсивний ріст і спад сонячної активності приводить до змін параметрів магнітосфери та плазмосфери і викликають зміни циркуляції у атмосфері, що призводить до змін погоди та інших природних явищ, в тому числі напруженості і спектру електромагнітних полів на поверхні Землі. Ці зміни зовнішніх параметрів можуть чинити тригерну дію на нестійку рівновагу сейсмічного вогнища на завершальній стадії накопичення в ньому сейсмічної енергії.



**Рис. 4.** Розподіл у межах 11-річного циклу  $SA$  сумарної річної виділеної енергії  $\Sigma E$  для всіх землетрусів фокальної зони (а, б); для землетрусів у глибинних шарах 2, 3 (в, г) для різних часових інтервалів (глибини шарів фокальної зони: 2 – 70–140 км; 3 – >140 км)



**Рис. 5.** Розподіл в межах 11-річного циклу  $SA$  сумарної річної виділеної енергії  $\Sigma E$  для землетрусів поверхневого шару (0–40 км) для різних часових інтервалів.



**Рис 6.** Розподіл середньої умовної величини  $W$  в межах 11-річного циклі СА за 1701-2006 рр. та крива градієнту  $\Delta W / \Delta T$ .

Причому слід розуміти, що “спусковий гачок” може спрацювати тільки при умові накопичення у вогнищі достатньої кількості енергії, близької до критичної. Цей критичний стан вогнища залежить від геодинамічних процесів, які є індивідуальними для кожної сейсмогенної зони планети. Саме тому вплив СА на сейсмічний режим слід вивчати не для всієї планети, як роблять деякі дослідники, а для кожного сейсмоактивного регіону окремо.

**Висновки**

1. Виконано аналіз розподілу в межах 11-річного циклу СА кількості землетрусів ( $\Sigma N$ ) і сумарної річної виділеної енергії ( $\Sigma E$ ) для трьох глибинних шарів зони Вранча: перший – 0–40 км (коровий), другий – 70–140 км, третій – >140 км.
2. Максимальні значення кількості землетрусів ( $\Sigma N$ ) і сумарної виділеної сейсмічної енергії ( $\Sigma E$ ) на циклічних кривих відмічаються в інтервалі максимальних змін СА в 11-річному циклі.
3. Можливо, не сама величина СА, а її інтенсивні зміни в часі можуть впливати на нестійку рівновагу сейсмічного вогнища на завершальній стадії накопичення в ньому сейсмічної енергії.
4. Вплив кожного з відомих глобальних екзогенних факторів (сонячна активність, припливи, швидкість обертання та рух полюса Землі, атмосферні та іоносферні явища та ін.) на сейсмо-тектонічні процеси слід вивчати індивідуально. Скоріш за все, “спусковим гачком” може бути їх сумарна дія.

**Література**

1. Широков В.А. Влияние космических факторов на геодинамическую обстановку и ее долгосрочный прогноз для северо-западного участка Тихоокеанской тектонической зоны // Вулканизм і геодинаміка. – 1977. –

- № 7. – С. 103–114.
2. Николаев А.В. Проблемы наведенной сейсмичности // Наведенная сейсмичность. – М.: Наука, 1994. – С. 5-15.
3. Сытинский А.Д. О зависимости глобальной и региональной сейсмичности Земли от фазы 11-летнего цикла солнечной активности // Докл. АН СССР. – 1982. – **265**, № 6. – С. 1350–1353.
4. Сытинский А.Д. Связь сейсмичности Земли с солнечной активностью и атмосферными процессами. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 99 с.
5. Georgieva Katya, Kirov Boian, Atanasov Dimitar. On the relation between solar activity and seismicity on different time scales // J. Atmosph. Electr. – 2002. – **22**, № 3. – P. 291–300.
6. Барсуков О.М., Булатова Г.А. 11-летняя цикличность землетрясений // Дониш. – 1986. – № 7. – С. 16–21.
7. Барсуков О.М. Два типа 11-летней цикличности сейсмической активности // Физика Земли. – 1986. – № 6. – С. 76–78.
8. Лозицька Н.Й. Зв’язок між глобальною енергією землетрусів та сонячною активністю // Вісн. Київ. ун-ту. Сер. астрон. – 1999. – Вип. 35. – С. 45–50.
9. Кузьменко Э.Д., Крыжановский Е.И., Прошин Р.С., Карпенко А.Н., Чепурный И.В. О цикличности карпатских землетрясений и их связи с солнечной активностью // Геофиз. журн. – 2007. – **29**, № 4. – С. 66–76.
10. Шестопалов И.П., Харин Е.П. Изменчивость во времени связей сейсмичности Земли с циклами солнечной активности различной длительности // Геоф. журн. – 2006. – **28**, № 4. – С. 59–70.
11. Кузнцова В.Г., Максимчук В.Ю., Городиский Ю.М., Нікіфорова Н.М., Прошин Р.С. Дослідження зв’язків сейсмічності Карпат з фазами 11-річного циклу сонячної активності і магнітними бурями з раптовим початком // Геофиз. журн. – 2005. – **27**, № 5. – С. 848–855.
12. Кузнцова В.Г., Максимчук В.Ю., Городиский Ю.М., Климкович Т.А. Дослідження зв’язків сейсмічного режиму Кримського регіону з фазами 11-річного циклу сонячної активності // Геофиз. журн. – 2006. – **28**, № 5. – С. 173–178.
13. Соллогуб В.Б., Чекунов А.В., Старостенко В.И. и др. Строение литосферы вдоль геотраверса V на основании комплексных геолого-геофизических данных // Геофиз. журн. – 1985. – **7**, № 4. – С. 3–18.
14. Харитонов О.М., Красовский С.С., Куприенко П.Я., Кутас В.В. и др. Литосферный трансект Вранча – Южно-Украинская АЭС // Геофиз. журн. – 1993. – **15**, № 5. – С. 23–31.

15. Сагалова Е.А. Фокальная зона Карпатских землетрясений у гор Вранча // Геофиз. сборник. – 1975. – 68 – С. 75–81.
16. Костюк О., Сагалова С., Руденська І., Пронишин Р., Кендзера О. Каталог землетрусів Карпатського регіону за 1901-1990 роки // Праці наук. т-ва ім. Шевченка. – Львів, 1997. – Т. 1. – С.121–137.
17. Землетрясения Украины в 1991 г. – Киев: Наук.думка, 1995. – С. 83–85.
18. Сейсмологический бюллетень Украины за 1992, 1993, 1994, 1995–1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 г. /Под ред. Б.Г. Пустовитенко. – Симферополь: Ин-т геофизики НАН Украины, 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 – 130 с., 92 с., 84 с., 148 с., 130 с., 129 с., 112 с., 148 с., 135 с., 134 с., 131 с., 166 с., 205 с., 295 с.
19. Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях Единой системы сейсмических наблюдений СССР. – М.: Наука, 1982. – 273 с.
20. Каталог W: [http://www.wdcb.ru/spt/data/solar\\_act/sunspot/Yearly](http://www.wdcb.ru/spt/data/solar_act/sunspot/Yearly).
21. Афанасьева В.И., Шевнин А.Д. Некоторые статистические характеристики магнитной активности // Геомагнитная активность и ее прогноз. – М.: Наука, 1978. – С. 5–26.
22. Кононович Э.В., Шефов Н.Н. Тонкая структура одиннадцатилетней цикличности солнечной активности // Геомагнетизм и аэрономия. – 2003. – 43, № 2. – С. 166–173.

### АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ РАЙОНА ВРАНЧА В ПРЕДЕЛАХ 11-ЛЕТНЕГО ЦИКЛА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

В.Г. Кузнецова, Р.С. Пронишин, В.М. Миронюк

Рассмотрены особенности распределения количества землетрясений и суммарной выделенной сейсмической энергии 3-х глубинных слоев фокальной зоны Вранча (1– до 40 км, 2 – 70–140 км, 3 – >140 км) в пределах 11-летнего цикла солнечной активности (СА) для двух временных интервалов 1701–2006 гг., 1928–2006 гг. Установлено, что на циклических кривых распределения количества землетрясений и суммарной выделенной сейсмической энергии фиксируются два максимума этих величин, которые совпадают с периодами максимального роста (до max СА) и спада (после max СА) солнечной активности в 11-летнем цикле. Возможно, что “спусковым крючком” является не сама величина СА, а ее интенсивные изменения в пределах 11-летнего цикла, которые могут оказывать триггерное воздействие на неустойчивое равновесие сейсмического очага на завершающей стадии накопления в нем сейсмической энергии.

**Ключевые слова:** солнечная активность; 11-летний цикл; распределение количества землетрясений; “спусковой крючок”.

### ANALYSIS OF DISTRIBUTION OF EARTHQUAKES IN VRANCHA AREA DURING THE 11-YEARS CYCLE OF SOLAR ACTIVITY

V.G. Kuznetsova, R.S. Pronishyn, V.M. Myronyuk

Peculiarities of distribution of earthquakes quantity and total emitted seismic energy of Vrancha focal zone 3 deep layers (1 – up to 40 km, 2 – 70–140 km, 3 – > 140 km) during 11-years Solar activity cycle (SA) in two temporal ranges 1701–2006 yrs., 1928–2006 yrs. were examined. It was determined, that two maximums of earthquakes quantity distribution and total emitted seismic energy on cyclic curves were fixed. This maximum coincides with maximum increasing (before max SA) and maximum decreasing (after max SA) of Solar activity during 11-years cycle. Possibly, “the trigger” is not the value of SA itself, but its intensive variations during 11-year cycle, which can influence as a trigger upon unstable balance of seismic source in the final stage of seismic energy accumulation.

**Key words:** Solar activity; 11-years cycle; earthquakes quantity distribution; “the trigger”.

<sup>1</sup>Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна  
НАН України, м.Львів;

<sup>2</sup>Відділ сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики  
ім. С.І. Субботіна НАН України, м.Львів.