

В.В. Тютюник<sup>1</sup>, В.Д. Калугін<sup>1</sup>, Л.Ф. Черногор<sup>2</sup>

## ОЦІНКА ТЕРИТОРІАЛЬНО-ЧАСОВОГО РОЗПОДІЛУ КІЛЬКОСТІ ЗЕМЛЕТРУСІВ НА ЗЕМНІЙ КУЛІ

У межах періодично-стохастичних уявлень про кінетику тектонічних процесів розглянуто підхід до оцінки територіально-часового розподілу кількості землетрусів на земній кулі, які становлять небезпеку для нормального функціонування природно-техногенно-соціальної системи.

**Ключові слова:** надзвичайна ситуація, сейсмічна небезпека, сейсмічна активність, територіально-часовий розподіл.

**Обґрунтування проблеми.** Поверхня земної кулі та прилеглі середовища атмосфери, літосфери, гідросфери та космосфери являють собою динамічну періодично-стохастичну природно-техногенно-соціальною систему (ПТС-систему) з рознесеними у просторі й часі властивостями. Безліч процесів, що відбуваються за функціонування цієї системи, та їх взаємна трансформація генерують низку небезпечних для біосфери Землі природних явищ, таких як землетруси, цунамі, виверження вулканів, повені, урагани тощо [2, 3, 19, 25].

Визначена за останній 10-річний термін життєдіяльності суспільства тенденція різкого збільшення кількості та руйнівної сили природних катаклізмів призводить до відповідного погіршення соціально-економічних і екологічних наслідків, вказує на необхідність розробки ефективних заходів щодо попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій (НС) різної природи на земній кулі, у тому числі на території України [1, 5, 13, 14, 17, 21].

Перспективним напрямом розв'язання цієї проблеми є розробка ефективної системи виявлення небезпечних чинників на етапі їх зародження та впливу на них з метою недопущення виникнення НС [17, 20]. Тому запропонована робота є часткою запланованого комплексу наукових досліджень, спрямованих на розробку відповідної системи безпеки. Ця робота орієнтована на вивчення процесу виникнення та поширення НС літосферного походження, які становлять або можуть становити небезпеку життєдіяльності суспільства, та оцінку ступеня їх негативного впливу на умови нормального функціонування ПТС-системи.

**Аналіз останніх досліджень.** Із напрямів наукових досліджень з прогнозування та попередження небезпечних тектонічних процесів важливе значення мають дослідження, які спрямовані на вивчення:

- причин виникнення сейсмічної небезпеки від переміщення внутрішнього ядра Землі та його впливу на оболонку земної кулі [11, 12];

- зв'язку між глобальними властивостями сейсмічної активності Землі з її осьовим обертанням [10, 24].

Викладені у статті [11] уявлення про зв'язок сейсмічної активності на земній кулі з процесами в її надрах вказують на те, що у результаті ексцентричного обертання оболонки Землі довкола зміщеного ядра виникає тиск з боку твердого внутрішнього ядра та навколишнього розплаву (зовнішнього ядра) на мантию, який видавлює оболонку зсередини. У інших частинах планети виникають сили, які стискають оболонку кулі, втягуючи її всередину до ядра. Цей процес має дві складові, а саме:

- вплив унаслідок річного переміщення центру ядра відносно центру земної кулі (рис. 1);
- вплив через ексцентричне обертання ядра відносно нижньої мантиї, де за різниці в кутових швидкостях обертання ядра та нижньої мантиї виникають зони підвищеного тиску й розрядки; існування цих зон підтримуватиметься доти, доки існує різниця в кутових швидкостях обертання та зміщування ядра.

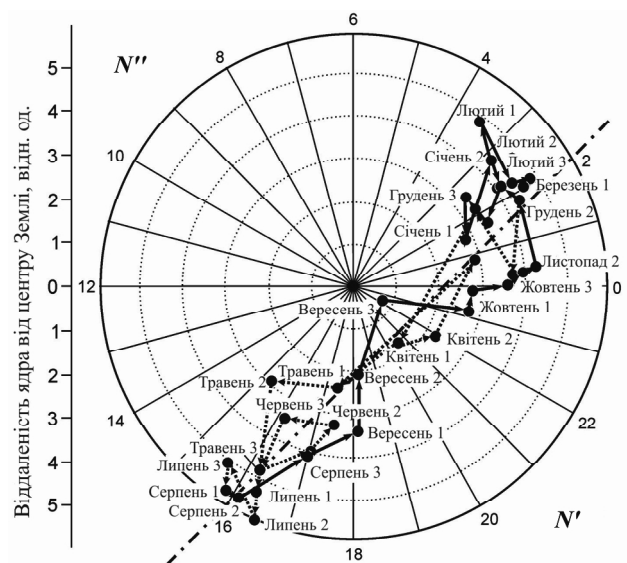


Рис. 1. Траєкторія руху центру внутрішнього ядра всередині Землі протягом року (вид з боку полюса) [11]

Встановлення [10, 24] статистичними методами кореляції між глобальними властивостями сейсмічної активності Землі (розподілу кількості землетрусів між Північною і Південною та Східною і Західною півкулями) та кутовою швидкістю і кутовим прискоренням обертання планети дало змогу припустити існування двох типів механізмів, які визначають зміну сейсмічності у великих тектонічних структурах [24]:

- глобального, який визначає зміну в часі загальної кількості сильних землетрусів;
- механізму, який викликає змінне напруження на стиках тектонічних плит, що впливає тільки на слабкі землетруси.

Виходячи з цього та об'єднуючи уявлення про вплив кінетики внутрішніх фізико-хімічних властивостей земної кулі на виникнення природних небезпек тектонічного походження, вважаємо, що ефективна оцінка територіально-часового розподілу землетрусів на земному шарі є важливим напрямом.

**Постановка задачі та її розв'язання.** Мета роботи – розвиток уявлень про особливості виникнення НС тектонічного походження для оцінки територіально-часового розподілу землетрусів на земній кулі, що необхідно для формування комплексної системи попередження НС.

Попередні фактори небезпеки тектонічного походження, що впливають на стан сейсмічної небезпеки функціонування ПТС-системи, пов'язані з процесами переміщення літосферних плит [9, 16, 23]. Це зумовлює виникнення внутрішніх пружних напружень, які являють собою осередки землетрусів. Глибина виникнення пружного напруження залежить від переміщення плит. Відносний рух літосферних плит спричиняє виникнення неглибоких осередків землетрусів, а, занурюючись, літосферні плити провокують появу осередків глибоких землетрусів. Із збільшенням відстані від меж літосферних плит зменшується ймовірність виникнення пружних напружень. Фактором поширення небезпеки від землетрусу є наявність поверхневих та об'ємних сейсмічних хвиль [4, 7, 12, 18].

Крім того, за коливального просторового переміщення внутрішнього ядра Землі та його впливу на зовнішнє ядро виникає суттєва ймовірність взаємного посилення об'ємних хвиль з провокуванням на поверхні тектонічної плити вторинного землетрусу. Не виключена можливість впливу поверхневих і об'ємних сейсмічних хвиль на інші напруження в літосфері, які виникають в околі землетрусу, та провокування ланцюгової реакції поширення сейсмічної небезпеки.

Наслідками такого руху внутрішнього ядра Землі є територіально-часові зміни інтенсивності природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПЕМПЗ), що провокує аномальні процеси у атмосфері, і розподіл кількості землетрусів.

У зв'язку з останніми даними щодо природи ПЕМПЗ проведено дослідження, які спрямовані на пошук взаємозв'язку між рухом внутрішнього ядра і територіально-часовим розподілом кількості землетрусів. Співробітники Інституту моніторингу кліматичних і екологічних систем Сибірського відділення РАН (м. Томськ) [11, 12] проаналізували дані за липень про зміну інтенсивності ПЕМПЗ у період 2001–2011 рр. (рис. 2, а). Дані щодо землетрусів на земній кулі за вказаний період, які оброблені та узагальнені нами за кількістю й енергетичним показником, опублікував Головний центр спеціального контролю [8] (рис. 2, б, в).

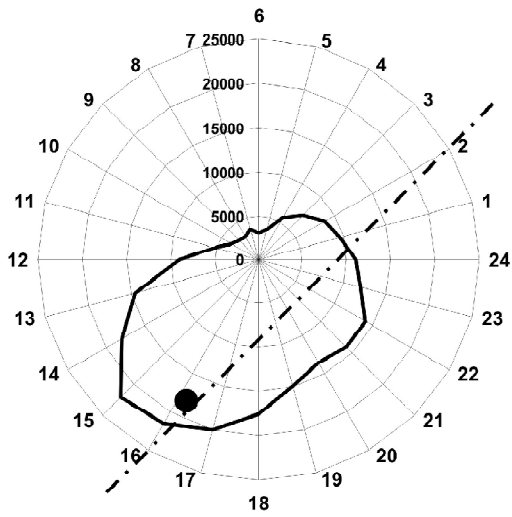
Оброблені помісячно за період 2001–2011 рр. результати дають змогу дійти таких висновків.

- Територіальне переміщення внутрішнього ядра у площині між 2-м і 16-м часовими поясами зумовлює переміщення діаграми територіального розподілу інтенсивності ПЕМПЗ. Територіальне знаходження центру внутрішнього ядра визначає напрямок збільшення інтенсивності ПЕМПЗ (рис. 2, а).
- Сезонні переміщення земної кулі, а, відповідно, й переміщення внутрішнього ядра, приводить до сезонних варіацій інтенсивності ПЕМПЗ. Максимальна інтенсивність поля спостерігається у літні місяці, мінімальна – у зимні [15, 16].
- Територіально-часовий рух внутрішнього ядра Землі впливає на територіальний розподіл землетрусів на планеті. Діаграми розподілу кількості землетрусів і їх енергетичних показників лежать у екваторіальній площині, перпендикулярній до площини руху внутрішнього ядра (рис. 2, б, в).

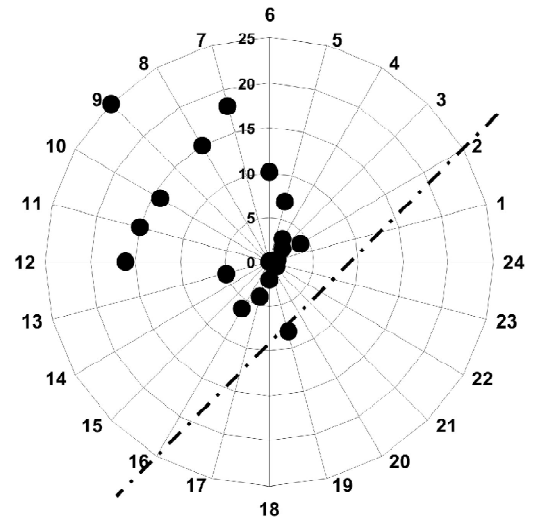
Проведено детальний територіальний (за довготою і широтою) та часовий (сезонний) аналіз зв'язку між зазначеними природними явищами (рис. 3). Узагальнені результати територіально-часового розподілу значущих землетрусів на земній кулі за період 2001–2011 рр. наведено у табл. 1.

Результати помісячного за 2001–2011 рр. аналізу (табл. 1) вказують на існування асиметричного розподілу землетрусів відносно площини руху внутрішнього ядра. Це, на наш погляд, визначається законом перерозподілу енергії впливу внутрішнього ядра у процесі його руху (див. рис. 1) на тектонічні процеси, які відбуваються в оболонці планети. Для перевірки адекватності отриманих даних застосовано класичні методи аналізу експериментальних результатів визначення довірчого інтервалу, кореляційний та спектральний аналізи.

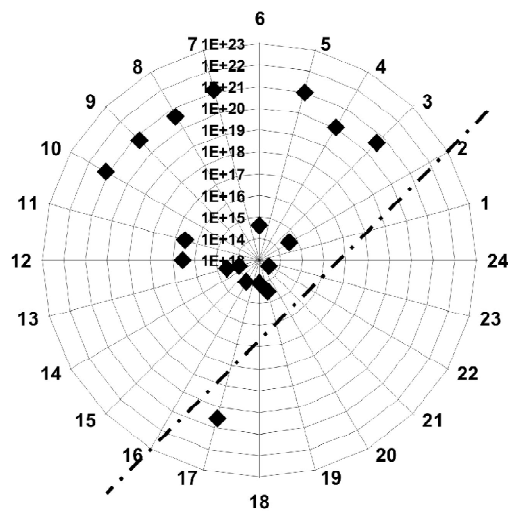
Довірчий інтервал розподілу кількості землетрусів ( $N$ ) у півкулях ( $N'$  і  $N''$ ) відносно площини руху внутрішнього ядра земної кулі (табл. 1) оцінено за виразом



*a*

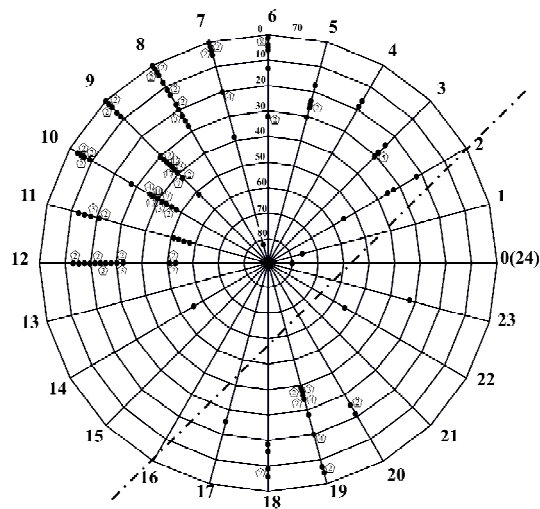


*б*



*в*

*Рис. 2.* Приклад узагальненого за часовими поясами територіального розподілу явищ, що виникли у липні у період 2001–2011 рр. (вид з боку полюса): *a* – інтенсивність природного імпульсного електромагнітного поля Землі [імп/год] (точкою відмічено схематичне розміщення центру внутрішнього ядра); *б* – кількість землетрусів з магнітудою  $M \geq 5$ ; *в* – величина енергії землетрусів [Дж]



*Рис. 3.* Приклад узагальненого за часовими поясами та широтами територіального розподілу землетрусів з магнітудою  $M \geq 5$ , що відбулись у березні за період 2001–2011 рр.

Таблиця 1. Узагальнені результати територіально-часового розподілу землетрусів на земній кулі у період 2001-2011 рр. (дані у дужках відповідають довірчим інтервалам)

Показник	Зима			Весна			Літо			Осінь		
	Грудень	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад
Положення внутрішнього ядра (за даними рис. 1)	2	3	4	2,5	-1	-2	-3	-4,5	-5	-3	-0,5	0,5
Загальна кількість землетрусів (N)	170	152	148	237	165	143	126	155	160	171	170	162
N'	19 (20,5)	21	34 (29,5)	30 (29,5)	22	23	25	14 (20,5)	29	29	19 (20,5)	34 (29,5)
N''	151	131	114 (119,4)	207 (156,6)	143	120	101 (119,4)	141	131	142	151	128
$\alpha = N' / N''$	7,95 (7,37)	6,24	3,35 (4,05)	6,87 (5,31)	6,50	5,22	4,04 (4,78)	10,07 (6,88)	4,52	4,90	7,95 (7,37)	3,76 (4,34)
$\bar{\alpha}$		5,85 (5,89)		6,20 (5,68)				6,21 (5,39)			5,54 (5,54)	

$$N^* - t \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < N < N^* + t \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (2)$$

де  $t \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \delta$  – похибка оцінки;  $n = 12$  – розмір вибірки;  $N^*$  – середнє значення кількості землетрусів у відповідній півкулі;  $t$  – аргумент функції Лапласа;  $\lambda$  – рівень надійності оцінки;  $\sigma$  – середнє

квадратичне відхилення  $\left( \sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (N_i - N^*)^2} \right)$ .

При  $\lambda = 0,99$  отримано такі результати оцінки даних табл. 1 (рис. 4):

$$\begin{aligned} 25,0 - 4,5 < N' < 25,0 + 4,5; \\ 138,0 - 18,6 < N'' < 138,0 + 18,6. \end{aligned} \quad (3)$$

За отриманими результатами усереднено показники, пов'язані з виникненням ланцюгової генерації землетрусів у межах великих розломів літосферних плит, які є факторами вторинних проявів сейсмічної активності. Таким прикладом є наслідки тектонічних процесів, що виникли у березні 2011 р. біля берегів Японії.

За функціями часового ( $N(t) = f(t)$ ) коливання показників  $N'(t)$  і  $N''(t)$  встановлено їх протилежний характер взаємного зв'язку (рис. 4). Так, пікові значення функції  $N'(t)$  у 2-му, 6-му, 8-му й 11-му місяцях відповідають мінімальним екстремумам функції  $N''(t)$ . Навпаки, ці функції у 7-й, 10-й й 12-й місяці мають протилежні характеристики. Особливості сейсмічної активності у березні пов'язані з відомими тектонічними процесами біля берегів Японії, але і ця точка характеризується зменшенням показника  $N'(t)$  в умовах максимального значення функції  $N''(t)$ .

Взаємозв'язок між кількостями землетрусів  $N'$  і  $N''$  з магнітудою  $M \geq 5$ , за даними табл. 1, з урахуванням довірчих інтервалів, за період 2001–2011 рр. показано на рис. 5.

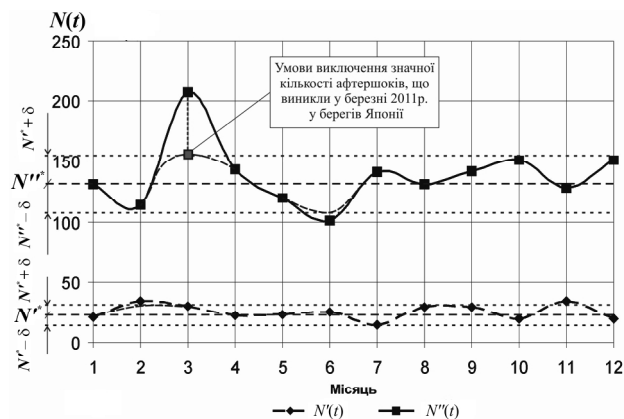


Рис. 4. Узагальнена динаміка сейсмічної активності  $N'(t)$  і  $N''(t)$  протягом року за період 2001–2011 рр.

Коефіцієнт кореляції між кількостями землетрусів у півкулях оцінено аналогічно підходу [24]:

$$r_{N'N''} = \frac{\sum_{i=1}^n (N'_i - N'^*) (N''_i - N''^*)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (N'_i - N'^*)^2 \sum_{i=1}^n (N''_i - N''^*)^2}}, \quad (4)$$

де  $N'^*$  та  $N''^*$  – значення середніх кількостей землетрусів у відповідних півкулях за період 2001–2011 рр.

За результатами аналізу взаємозв'язку між кількісним розподілом на земній кулі землетрусів з магнітудою  $M \geq 5$ , з урахуванням довірчих інтервалів, у період 2001–2011 рр. (рис. 4, 5) визначено, що коефіцієнт кореляції  $r_{N'N''} \approx 0,24$ . Це вказує на існування протифазної кореляції між показниками  $N'$  і  $N''$  ( $|r_{N'N''}|_{\min} \geq 0,20$ ), що може бути пов'язано з виникненням автогенерації наведених небезпек тектонічного походження. Так, через виникнення у березні 2011 р. біля берегів Японії значної кількості афтершоків (див. рис. 4) на інтервалі січень–червень спостерігається зміна кореляції до  $r_{N'N''} \approx 0,24$ , а відповідна протифазна кореляція – на інтервалі червень–грудень ( $r_{N'N''} \approx -0,60$ ).

Спектральний аналіз функцій  $N'(t)$  і  $N''(t)$  щодо узагальненої за період 2001–2011 рр. динаміки сейсмічної активності протягом року ( $T = 12$  міс) проведено за формулою

$$N(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos(\omega_k t) + b_k \sin(\omega_k t)), \quad (5)$$

де

$$a_k \approx \frac{2}{T} \sum_{i=1}^{12} N_i \cos(\omega_k t_i); \quad b_k \approx \frac{2}{T} \sum_{i=1}^{12} N_i \sin(\omega_k t_i);$$

$$A(\omega_k) = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}; \quad \omega_k = \frac{2\pi}{T} k.$$

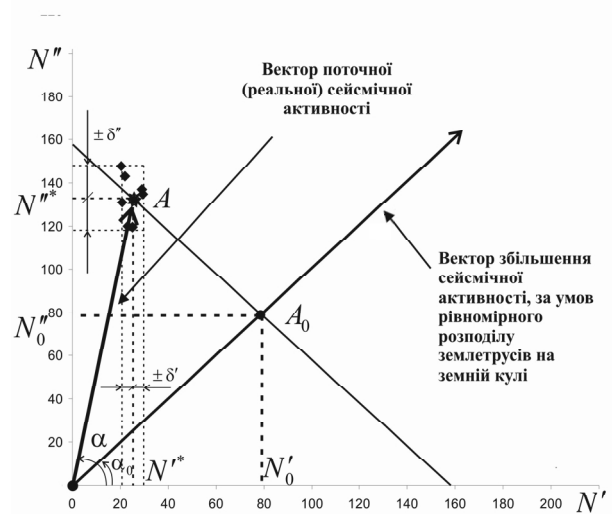


Рис. 5. Взаємозв'язок між кількостями землетрусів  $N'$  і  $N''$ , що відбулись у півкулях протягом року за період 2001–2011 рр.

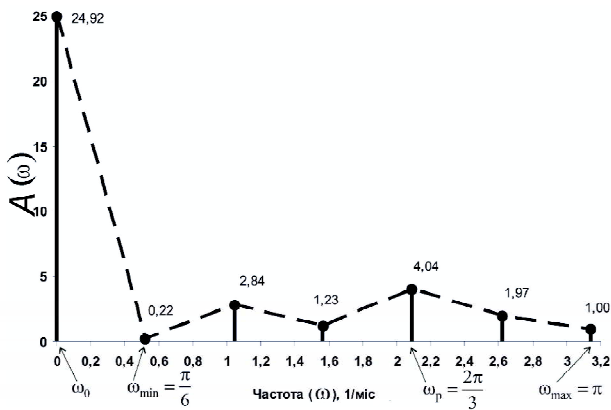


Рис. 6. Амплітудно-частотна характеристика узагальненої динаміки сейсмічної активності  $N(t)$  протягом року за період 2001–2011 рр.

Відповідно до теореми Котельникова,  $T_{\min} = 2\Delta t = 2$  міс (де  $\Delta t = 1$  міс);  $\omega_{\max} = \frac{2\pi}{T_{\min}} = \pi$ ;  $T_{\max} = T = 12$  міс (визначено за тривалістю часового ряду);  $\omega_{\min} = \frac{2\pi}{T_{\max}} = \frac{\pi}{6}$ ;  $T_p = 3$  міс (визначено періодом коливань);  $\omega_p = \frac{2\pi}{T_p} = \frac{2\pi}{3}$ .

Результати спектрального аналізу функцій  $N(t)$  і  $N''(t)$ , амплітуди яких мають діапазони довірчих інтервалів ( $\pm\delta$ ) (рис. 5 і вираз (3)), показано на рис. 6 і 7. Найбільший інтерес становить порівняльний аналіз перших чотирьох гармонік. Так, на відміну від спектральної характеристики функції  $N''(t)$ , де закон зміни цих гармонік має поступально-зростаючий характер (рис. 7), спектральна характеристика функції  $N(t)$  має пілоподібний закон зміни перших чотирьох гармонік з піковими значеннями амплітуд другої і четвертої гармонік (рис. 6).

Динаміку показника взаємозв'язку  $\alpha(t) = N''(t)/N'(t)$ , у рамках обмеженості діапазону параметрів (див. рис. 4), ілюструє рис. 8. Спектр функції  $\alpha(t)$  показано на рис. 9. Графічні залежності вказують на існування чітко виражених

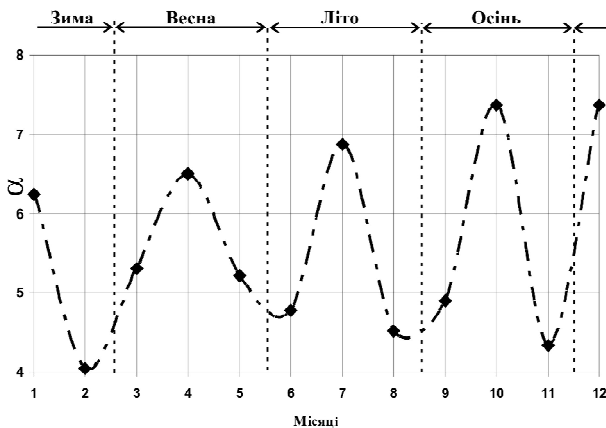


Рис. 8. Узагальнена помісячна динаміка показника  $\alpha$  за період 2001–2011 рр.

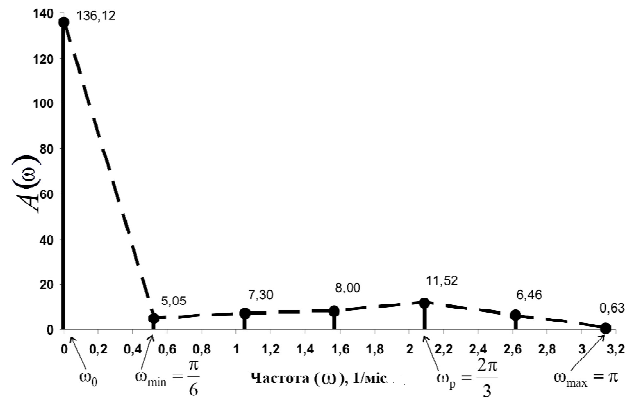


Рис. 7. Амплітудно-частотна характеристика узагальненої динаміки сейсмічної активності  $N''(t)$  протягом року за період 2001–2011 рр.

сезонних коливань показника взаємозв'язку  $\alpha(t) - T_p = 3$  міс (рис. 8, 9). Максимальна амплітуда цих коливань, на відміну від зимового періоду, припадає на середину сезонного періоду (рис. 8).

Таким чином, отримані результати свідчать про наявність зв'язку між територіально-часовими коливаннями кількості землетрусів (див. рис. 8) і річним переміщенням центру внутрішнього ядра відносно центру Землі (див. рис. 1). Цей зв'язок показано на рис. 10.

Представлені на рис. 10 результати вказують на існування характеристичних положень у русі внутрішнього ядра, які відповідають максимальним екстремумам у динаміці показника  $\alpha$ . Цими чотирма характерними положеннями у русі внутрішнього ядра є умови наближення центрів зовнішнього і внутрішнього ядер й умови максимального їх віддалення.

Отримані результати (рис. 6–10) є основою для подальших досліджень, пов'язаних із встановленням зв'язку між рівнем нестабільності у сейсмічно небезпечних для території України зонах земної кулі та територіально-часовим розподілом землетрусів на всій земній кулі як інтег-

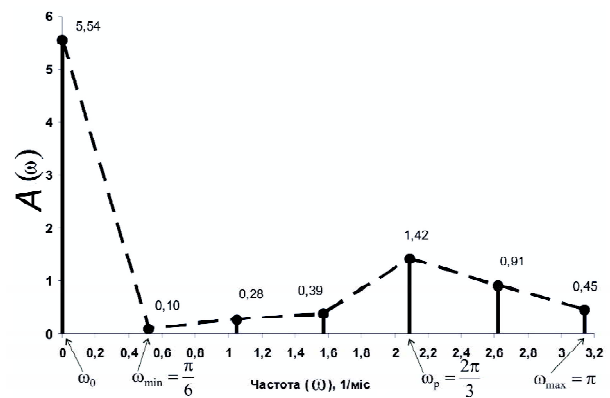


Рис. 9. Амплітудно-частотна характеристика узагальненої динаміки показника  $\alpha$  протягом року за період 2001–2011 рр.

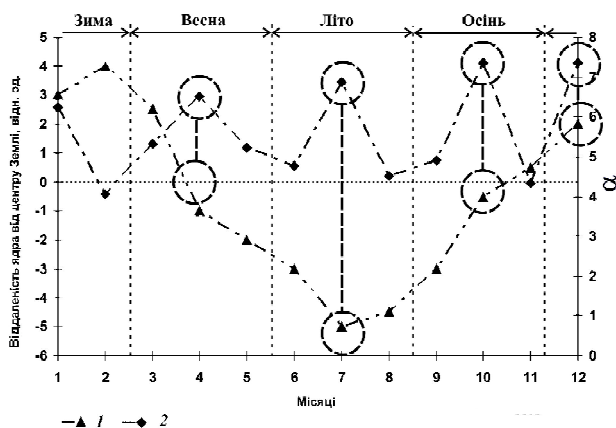


Рис. 10. Зв'язок між змінами  $\alpha$  і рухом внутрішнього ядра відносно центру Землі: 1 – положення внутрішнього ядра; 2 – динаміка показника  $\alpha$

ральної ПТС-системи, до складу якої входять визначені [22] сейсмічно небезпечні для території України зони.

### Висновки

1. Описано єдиний механізм впливу сезонних коливань ядра земної кулі на інтенсивність природного імпульсного електромагнітного поля Землі та нестабільність у сейсмічно небезпечних регіонах.
2. На основі механізму ексцентричного рівномірного поступово-обертального динамічного руху внутрішнього ядра Землі зроблено спробу встановлення періодичної осциляції сейсмічного стану земної кулі. За результатами помісячного територіально-часового розподілу інтенсивності природного імпульсного електромагнітного поля Землі та сейсмічної активності на поверхні земної кулі відносно траси руху її внутрішнього ядра виявлено нерівномірний розподіл землетрусів. Результати обробки кількості землетрусів на поверхні земної кулі вказують на наявність асиметричного розподілу надзвичайних ситуацій тектонічного походження на поверхні Землі.
3. За коефіцієнтами достовірності отриманих результатів щодо розподілу землетрусів, їх статистичним, кореляційним і спектральним аналізами встановлено, що загальні варіації кількості землетрусів характеризуються достатньо стабільною періодичністю, що є свідченням відносно стабільного, у межах допустимих відхилень, стану зовнішньої оболонки земної кулі.
4. Для встановлення чіткої картини розподілу сейсмічної активності земної кулі необхідно проведення подальших досліджень, спрямованих на виявлення особливих закономірностей у розподілі землетрусів між малою і великою південними півкулями і малою і великою північними півкулями планети, які виникли всередині земної кулі в умовах перетинання

площини руху внутрішнього ядра між 2-м і 16-м часовими поясами площиною екватора, з метою визначення впливу сейсмічної активності на стан сейсмічної небезпеки території України.

1. *Азімов О.Т.* Огляд поточного стану природно-техногенної безпеки в Україні та перспективи розвитку аналітичної інтерактивної системи моніторингу надзвичайних ситуацій засобами дистанційних, телематичних та ГІС-технологій / О.Т. Азімов, П.А. Коротинський, Ю.Ю. Колесніченко // *Геоінформатика*. – 2006. – № 4. – С. 52–66.
2. *Баршполец В.А.* Анализ глобальных экологических проблем // *Радиоэлектроника. Наносистемы. Информ. технологии*. – 2011. – Т. 3, № 1. – С. 79–95.
3. *Баршполец В.А.* Системный анализ катастроф, происходящих в мире // Там же. – 2010. – Т. 2, № 1–2. – С. 162–176.
4. *Березняков А.І.* Фізика Землі / А.І. Березняков, К.А. Немець. – Харків: Вид-во Харк. нац. ун-ту ім. В.Н. Каразіна, 2010. – 268 с.
5. *Биченок М.М.* Проблеми природно-техногенної безпеки в Україні / М.М. Биченок, О.М. Трофимчук – К.: РНБОУ, 2002. – 153 с.
6. *Болт Б.* Землетрясения. – М.: Мир, 1981. – 256 с.
7. *Гуфельд И.Л.* Сейсмический процесс. Физико-химические аспекты. – Королев, М.О.: ЦНИИМаш, 2007. – 160 с.
8. *Дані Головного центру спеціального контролю по землетрусам.* – [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nkau.gov.ua/nsau/zemltrus.nsf/zemltrusy>
9. *Касахара К.* Механика землетрясений. – М.: Мир, 1985. – 264 с.
10. *Клименко А.В.* Глобальные свойства сейсмической активности Земли и их связь с ее вращением: // Дис. ... канд. физ.-мат. наук. – М.: Изд-во Моск. гос. обл. ун-та, 2005. – 87 с.
11. *Малышков Ю.П.* Периодические вариации геофизических полей и сейсмичности, их возможная связь с движением ядра Земли / Ю.П. Малышков, С.Ю. Малышков // *Геология и геофизика*. – 2009. – Т. 50, № 2. – С. 152–172.
12. *Малышков Ю.П.* Способ определения пространственного положения и параметров движения внутреннего ядра Земли / Ю.П. Малышков, С.Ю. Малышков, С.Г. Шталин [и др.] // *Институт мониторинга климатических и экологических систем*. – Пат. РФ № 2352961, МПК G01V3/00.
13. *Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні.* – [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua>
14. *Осипов В.И.* Природные опасности и стратегические риски в мире и в России // *Экология и жизнь*. – 2009. – № 11–12 (96–97). – С. 5–15.
15. *Пиеников К.В.* Механизм возникновения афтершоков и неупругие свойства земной коры. – М.: Наука, 1965. – 87 с.
16. *Райс Дж.* Механика очага землетрясения. – М.: Мир, 1982. – 217 с.
17. *Родкин М.В.* Фундаментальные проблемы мониторинга и прогнозирования природных и техногенных ка-



- гастроф / М.В. Родкин, В.И. Мухин // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – Химки: ФГБОУ ВПО “АГЗ МЧС России”, 2010. – № 1. – С. 9–14.
18. *Саваренский Е.Ф.* Сейсмические волны. – М.: Недра, 1972. – 296 с.
  19. *Тютюник В.В.* Аналіз факторів, які провокують виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру / В.В. Тютюник, В.Д. Калугін // Системи обробки інформації. – Харків: Вид-во ХУПС ім. І. Кожедуба, 2011. – Вип. 4 (94). – С. 280–284.
  20. *Тютюник В.В.* Основні принципи інтегральної системи безпеки при надзвичайних ситуаціях / В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // 36. наук. праць Харків. ун-ту Повітряних Сил. – Харків: ХУПС ім. І. Кожедуба, 2008. – Вип. 3(18). – С. 179–180.
  21. *Тютюник В.В.* Оцінка індивідуальної небезпеки населення регіонів України в умовах надзвичайних ситуацій / В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко, О.В. Тютюник // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Харків: УЦЗУ, 2009. – Вип. 9. – С. 146–157.
  22. *Тютюник В.В.* Оцінка ризику сейсмічної небезпеки на території України / В.В. Тютюник, В.Д. Калугін, Л.Ф. Черногор // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Харків: НУЦЗУ, 2012. – Вип. 15. – С. 196–213.
  23. *Трухин В.И.* Общая и экологическая геофизика / В.И. Трухин, К.В. Показеев, В.Е. Куницен. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 576 с.
  24. *Фридман А.М.* О некоторых корреляциях в сейсмонамике и двух компонентах сейсмической активности Земли / А.М. Фридман, Е.В. Поляченко, Н.Р. Насырканов // Успехи физ. наук. – 2010. – Т. 180, № 3. – С. 303–312.
  25. *Черногор Л.Ф.* Физика и экология катастроф. – Харьков: Изд-во ХНУ им. В.Н. Каразина, 2012. – 556 с.

<sup>1</sup> Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

Надійшла до редакції 16.07.2012 р.

<sup>2</sup> Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків, Україна

*В.В. Тютюник, В.Д. Калугін, Л.Ф. Черногор*

## ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА ЗЕМНОМ ШАРЕ

В рамках периодически-стохастических представлений о кинетике тектонических процессов предложен подход для оценки территориально-временного распределения количества землетрясений на земном шаре, которые представляют опасность для нормального функционирования природно-техногенно-социальной системы.

**Ключевые слова:** чрезвычайная ситуация, сейсмическая опасность, сейсмическая активность, территориально-временное распределение.

*V.V. Tyutyunik, V.D. Kalugin, L.F. Chernogor*

## ESTIMATION OF TERRITORIAALLY-TIME DISTRIBUTION OF EARTHQUAKES IN THE WORLD

Offered in the article is an approach for the estimation of risk of natural-antropogenic and social system functioning in conditions of territorially-time distribution of seismic activity that leads to considerable socio-economic and ecological consequences.

**Keywords:** emergency, danger seismic, seismic risk, social consequences, ecological consequences.