

УДК 351.861

*Тютюник В.В., канд. техн. наук, докторант, НУЦЗУ,
Калугін В.Д., д-р хім. наук, проф., НУЦЗУ,
Чорногор Л.Ф., д-р фіз.-мат. наук, проф., ХНУ ім. В.Н. Каразіна*

ОЦІНКА РИЗИКУ СЕЙСМІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Представлено системний підхід до оцінки ризику небезпеки функціонування природно-техногенно-соціальної системи України в умовах прояву сейсмічної небезпеки, яка призводить до значних соціально-економічних та екологічних наслідків

Ключові слова: надзвичайна ситуація, сейсмічна небезпека, сейсмічний ризик, соціально-економічні наслідки

Обґрунтування проблеми. Сучасні умови функціонування України, як природно-техногенно-соціальної системи (ПТС система) з рознесеними у просторі та часі параметрами, свідчать про активізацію небезпек, які негативно впливають на умови нормального функціонування держави та призводять до часткового або повного руйнування природно-екологічного, економіко-технічного та соціально-політичного балансу [1 – 6].

Перелік таких природних небезпек складають небезпеки літосферного, гідросферного, атмосферного та космічного походження та їх поєднання [7 – 14].

Це вказує на необхідність розробки ефективних заходів попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій (НС) різної природи. Перспективним напрямком розв'язання цієї проблеми являється розробка ефективної системи виявлення небезпечних чинників на етапі їх зародження та впливу на них з метою недопущення виникнення НС. Тому, дана робота є частиною запланованого комплексу наукових досліджень, спрямованих на розробку відповідної системи безпеки. Робота орієнтована на вивчення процесу виникнення та поширення НС літосферного походження, які складають або можуть скласти небезпеку для території України, та оцінку ризику їх негативного впливу на умови нормального функціонування держави.

Актуальність даної роботи базується на таких фактах.

1. Виникнення, у минулому столітті, низки небезпечних для території України землетрусів у Румунії. Результати небезпечного впливу одного із землетрусів представлено на рис. 1. Крім того, існує гіпотеза періодичності прояву цих небезпек, з періодом T біля 37 р. [15]. Розрахункова ймовірність виникнення сейсмічної небезпеки задається співвідношенням [16]

$$p = 1 - \exp\left(-\frac{t - t_0}{T}\right), \quad (1)$$

де $t_0 = 1977$ р. – момент часу останнього землетрусу, $T = 37$ р. – період землетрусів.

Результати обчислень наведені в табл. 1.

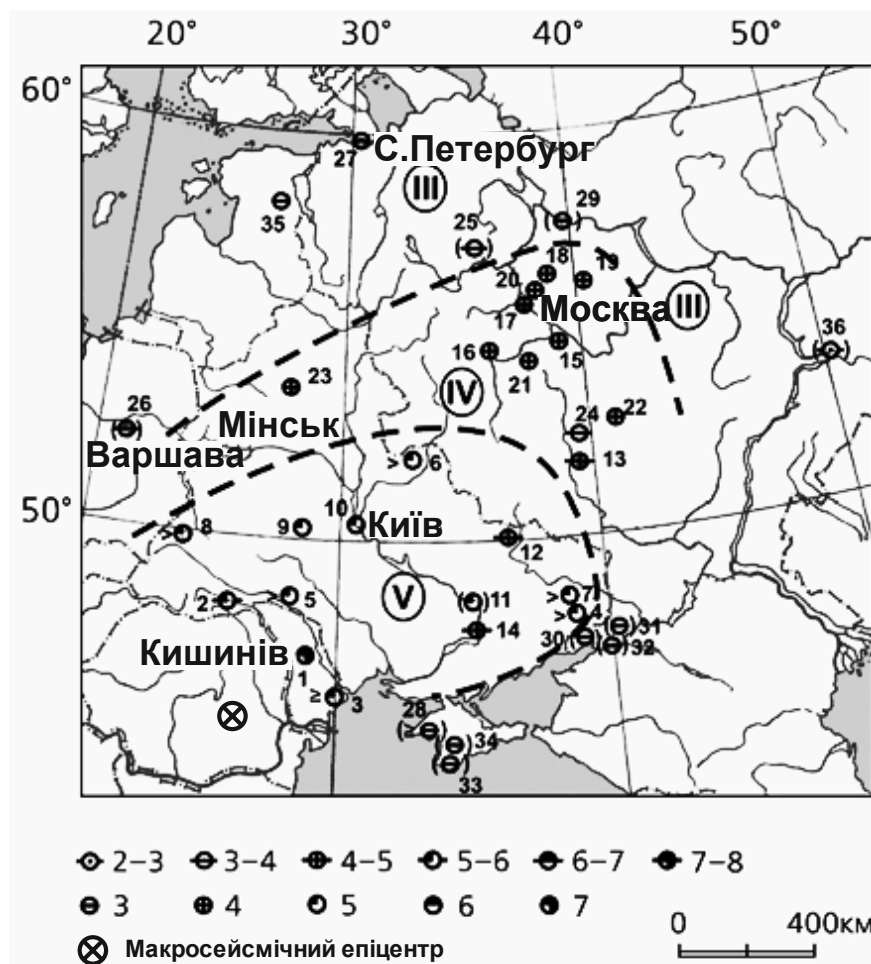


Рис. 1 – Карта сейсмічної небезпеки на території України від землетрусу 10 листопаду 1940 року [15]

Таблиця 1 – Розрахункова ймовірність виникнення небезпечних для території України землетрусів у Румунії у період 2012 – 2022 рр.

Рік	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
p	0,612	0,622	0,632	0,642	0,651	0,661	0,670	0,679	0,687	0,696	0,704

2. Підвищення, за останнє десятиріччя, сейсмічної активності земної кулі в цілому. Динаміка кількості землетрусів за період 2001 – 2011 рр. за даними Головного центру спеціального контролю представлена на рис. 2 (<http://www.nkau.gov.ua>). Кут нахилу ($\alpha \approx 36^\circ$) лінії тренду зміни кількості землетрусів на Землі свідчить про відносно швидке наростання сейсмічної активності на земній кулі, а, відповідно, і у сейсмічно небезпечних для України територіях. Регресивна модель часової зміни кількості землетрусів задається співвідношенням

$$n = n_0 + k(t - t_0), \quad (2)$$

де $n_0 = 60$ та $t_0 = 2000$ р. – початкові умови за кількістю землетрусів та часом; $k = 20$ рік⁻¹ – показник швидкості збільшення кількості землетрусів за рік.

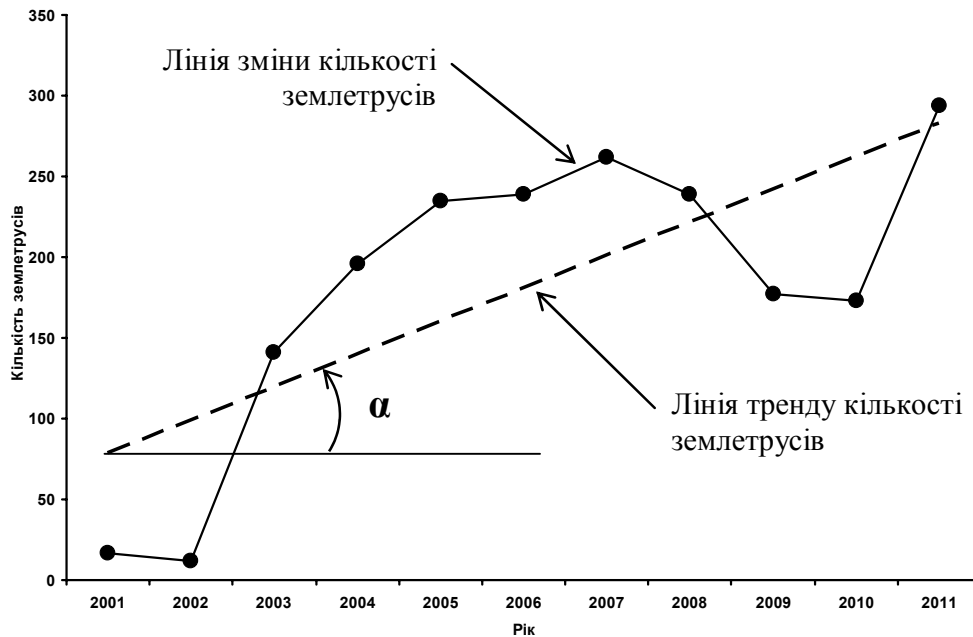


Рис. 2 – Динаміка кількості землетрусів на земній кулі з магнітудою $M \geq 6$ у період 2001 – 2011 рр.

Тютюнник В.В., Калугін В.Д., Черногор Л.Ф.

У відповідності з даними, представленими на рис. 2, ця модель дозволяє прогнозувати динаміку збільшення сейсмічної активності на земній кулі у 2012 – 2022 рр. Результати обчислень наведені у табл. 2.

Таблиця 2 – Результати прогнозу динаміки виникнення кількості землетрусів на земній кулі у період 2012 – 2022 рр.

Рік	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
n	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500

Аналіз останніх досліджень. Відомі в науковій літературі [17 – 22, 6, 12] основні підходи до оцінки ризику НС різної природи базуються на двох підходах: ймовірно-статистичному й експертному аналізах та не враховують фізико-хімічні основи процесів, що протікають при виникненні попередніх факторів небезпек й розвитку НС та їх енергетику. Тому, вказані в [17 – 22, 6, 12] підходи виконують функцію декларативності небезпек за рівнем їх можливого руйнівного впливу на стан нормального функціонування ПТС системи.

При вирішенні же проблеми формування системи комплексних заходів для попередження НС різної природи виникає необхідність дослідження кінетики процесів зародження та виникнення НС і їх взаємного впливу в умовах територіально-часового розподілу джерел небезпек [13, 23].

Необхідність проведення відповідних досліджень оцінки ризику НС сейсмічного характеру на основі досліджень їх кінетики та енергетики дозволяє сформулювати мету роботи.

Постановка завдання та його вирішення. Метою даної роботи є розробка уявлень про виникнення надзвичайних ситуацій тектонічного походження на основі досліджень їх кінетики й енергетики, з метою використання цих результатів для оцінки ризику сейсмічної небезпеки для умов нормального функціонування території України та формування комплексної системи попередження НС.

Процес виникнення землетрусів і поширення сейсмічної активності можливо схематично представити у відповідності з рис. 3.

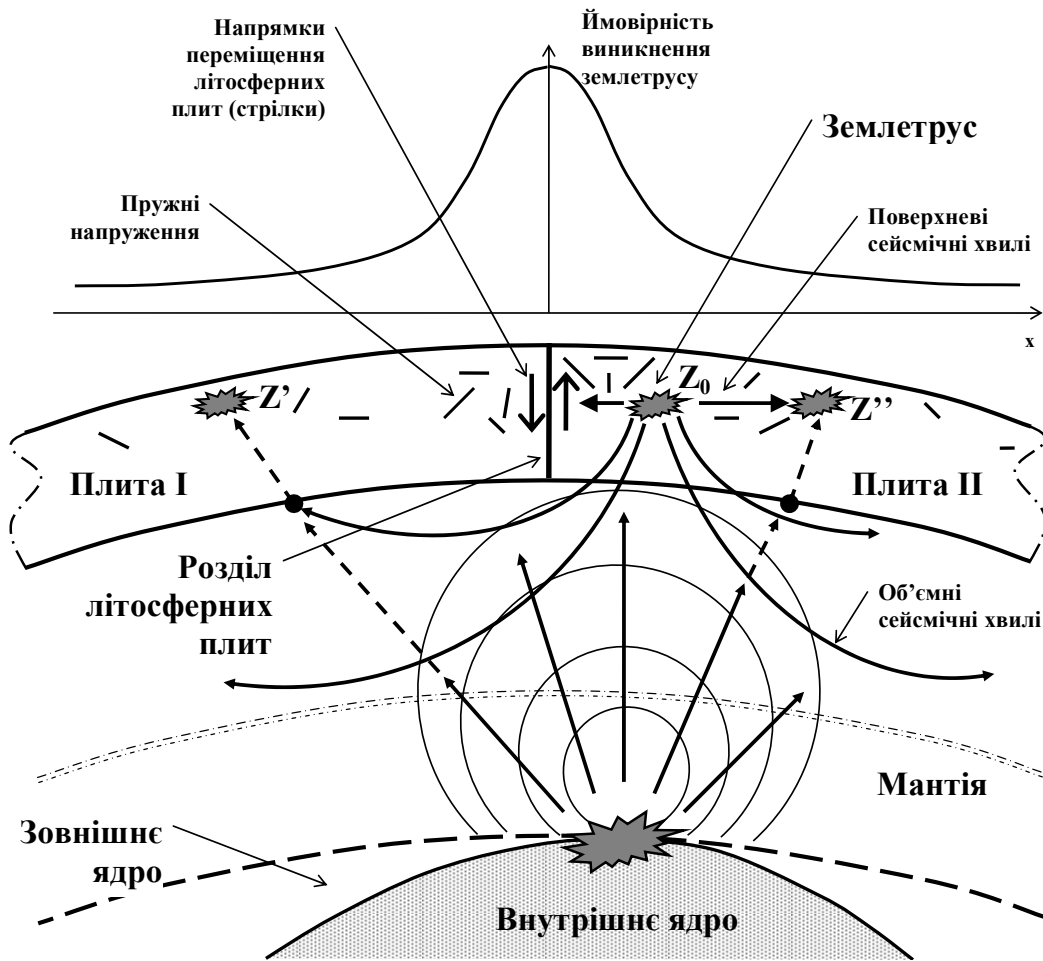


Рис. 3 – Схема процесу виникнення землетрусів та поширення сейсмічної активності

Представлені на рис. 3 процеси, що впливають на стан сейсмічної небезпеки функціонування ПТС системи, можна охарактеризувати наступними факторами.

1. У процесі переміщення літосферних плит виникають внутрішні пружні напруження, які являють собою осередки землетрусів Z_0 [24 – 28]. Глибина виникнення пружного напруження залежить від переміщення плит. Відносний рух літосферних плит призводить до виникнення неглибоких осередків землетрусів, а занурюючий рух літосферних плит провокує появу осередків глибоких землетрусів. Збільшення відстані від розділу літосферних плит характеризується зменшенням вірогідності виникнення пружних напружень.

2. Факторами поширення небезпеки від землетрусу Z_0 виступають поверхневі та об'ємні сейсмічні хвилі [26, 28, 29].

3. У процесі коливаючого просторового переміщення внутрішнього ядра Землі та його впливу на зовнішнє ядро виникає суттєва ймовірність взаємного посилення об'ємних хвиль з виходом на поверхню тектонічної плити у якості вторинного землетрусу Z' поза зоною розділу літосферних плит [30, 31].

4. Не виключена можливість впливу поверхневих та об'ємних сейсмічних хвиль на інші напруження в літосфері, які виникли у околиці землетрусу та провокування своєрідної ланцюгової реакції поширення сейсмічної небезпеки Z'' [32].

Це уявлення вказує на існування ймовірності прояву сейсмічної небезпеки, як вторинних проявів, третинних проявів та проявів більших порядків, на території України та прилеглої до неї території, де фактори небезпеки від землетрусів можуть призвести до негативних наслідків в Україні.

Так, безпосередню сейсмічну небезпеку для України за період 2001 – 2011 рр. за даними Головного центру спеціального контролю склали землетруси, які виникли на території держави та прилеглих територіях представлених на рис. 4.

Динаміка загальної кількості цих землетрусів та їх енергія, яка розрахована у відповідності з підходом [33] – $\lg E = 4,8 + 1,5M$ [Дж] за період з 2001 по 2011 рр., представлено на рис. 5.

Аналіз рис. 5 вказує на наступне.

По-перше, магнітуда виниклих землетрусів знаходиться у діапазоні 3,5 – 5,5, що вказує на відносно прийнятну за минуле десятиріччя сейсмічну безпеку на території України.

По-друге, існує періодичність у сейсмічному стані території, що досліджується. Ця періодичність характеризується хвилеподібними варіаціями сумарної енергії землетрусів. Спад сейсмічної активності в Україні у період 2007 – 2009 рр. відповідає загальній динаміці кількості землетрусів на Землі (рис. 2). Але, виниклий у 2007 – 2009 рр. спад кількості землетрусів в Україні охарактеризувався відносно незначним зменшенням їх енергетичних показників.

По-третє, спостерігається зростання кількості землетрусів у останні роки, що дозволяє, з урахуванням можливої періодичності виникнення значно небезпечних (рис. 1) для України землетрусів [15], прогнозувати підвищення сейсмічної небезпеки у деяких із вказаних регіонів і можливості прояву землетрусів з більшою магнітудою (енергією).



Рис. 4 – Схема території України та прилеглої території, де виникли землетруси, які склали сейсмічну небезпеку для території України, у період 2001 – 2011 років: А – Румунія, гори Вранча; Б – Чорне море; В – Закарпатський регіон; Г – Дніпропетровський регіон; Д – район міста Анапа, Росія

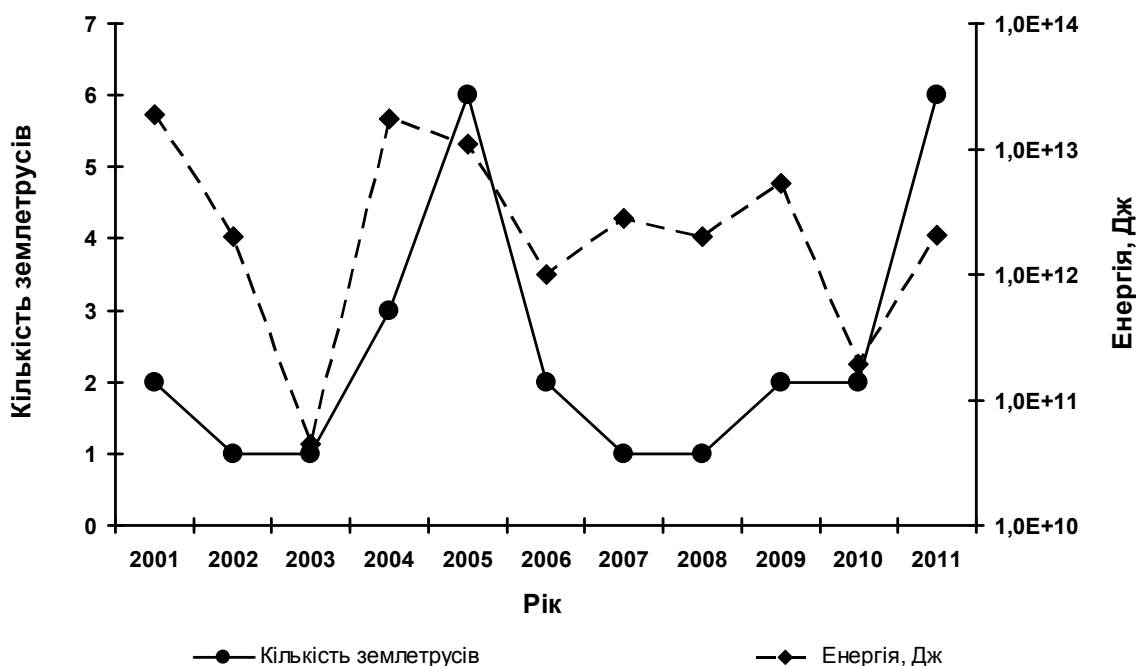


Рис. 5 – Динаміка кількості землетрусів з магнітудою $M \geq 3,5$, які склали сейсмічну небезпеку для території України, та розрахованої їх сумарної енергії у період 2001 – 2011 рр.

Для оцінки рівня сейсмічної небезпеки показник ризику ($R_{НС\text{Сейсм.}}^{ПТС}$) небезпеки функціонування ПТС системи можна представити як

$$R_{НС\text{Сейсм.}}^{ПТС} = F_{НС\text{Сейсм.}} U_{НС\text{Сейсм.}}^{ПТС}, \quad (3)$$

де $F_{НС\text{Сейсм.}}$ – частота виникнення сейсмічної небезпеки; $U_{НС\text{Сейсм.}}^{ПТС}$ – збиток ПТС системи в умовах прояву сейсмічної небезпеки.

Величина збитку залежить від рівня негативного впливу від НС на стан нормальних умов життєдіяльності ПТС системи. Оцінку негативного впливу від сейсмічної небезпеки доцільно провести на базі енергетичного опису протікання цих процесів, який представлено у роботах [13, 23].

Так, величину соціально-економічного збитку території, яка безпосередньо потрапила під негативний вплив небезпечних факторів НС (прямий збиток), можна представити наступним чином

$$U_{НС\text{Сейсм.}}^{ПТС\text{Соц.-Екон.}} = k_{ПТС\text{НС\text{Сейсм.}}}^{ПЗ} W_{ПТС}^{\text{Соц.-Екон.}}, \quad (4)$$

де $k_{ПТС\text{НС\text{Сейсм.}}}^{ПЗ} = \psi(E_{Сейсм.}^{НС})$ – показник ступеня враження ПТС системи в умовах прояву сейсмічної небезпеки; $W_{ПТС}^{\text{Соц.-Екон.}} = \xi(S_{Сейсм.}^{НС}, T_{Сейсм.}^{НС})$ – соціально-економічні властивості ПТС системи; $E_{Сейсм.}^{НС}$, $S_{Сейсм.}^{НС}$ та $T_{Сейсм.}^{НС}$ – енергія, площа та тривалість дії сейсмічної небезпеки.

Таким чином, ризик негативного впливу сейсмічної небезпеки на соціально-економічні умови нормального функціонування ПТС системи має вигляд

$$R_{НС\text{Сейсм.}}^{ПТС\text{Соц.-Екон.}} = F_{НС\text{Сейсм.}} k_{ПТС\text{НС\text{Сейсм.}}}^{ПЗ} W_{ПТС}^{\text{Соц.-Екон.}} = k_{R\text{Сейсм.}} W_{ПТС}^{\text{Соц.-Екон.}}, \quad (5)$$

де $k_{R\text{Сейсм.}}$ – показник ступеню ризику в умовах прояву сейсмічної небезпеки.

Далі у роботі, з метою визначення загальної сейсмічної небезпеки в умовах існування декількох регіонів можливої генерації землетрусів, представлені результати статистичного аналізу прояву землетрусів у кожному із регіонів, які складають сейсмічну небезпеку для території України. Результати аналізу динаміки

кількості землетрусів та їх енергетики представлено на рис. 6 – 10. Результати розрахунків показників ступенів матеріального і нематеріального вражень ПТС системи в умовах прояву сейсмічної небезпеки, у відповідності з представленим у [23] підходом, представлено у табл. 3.

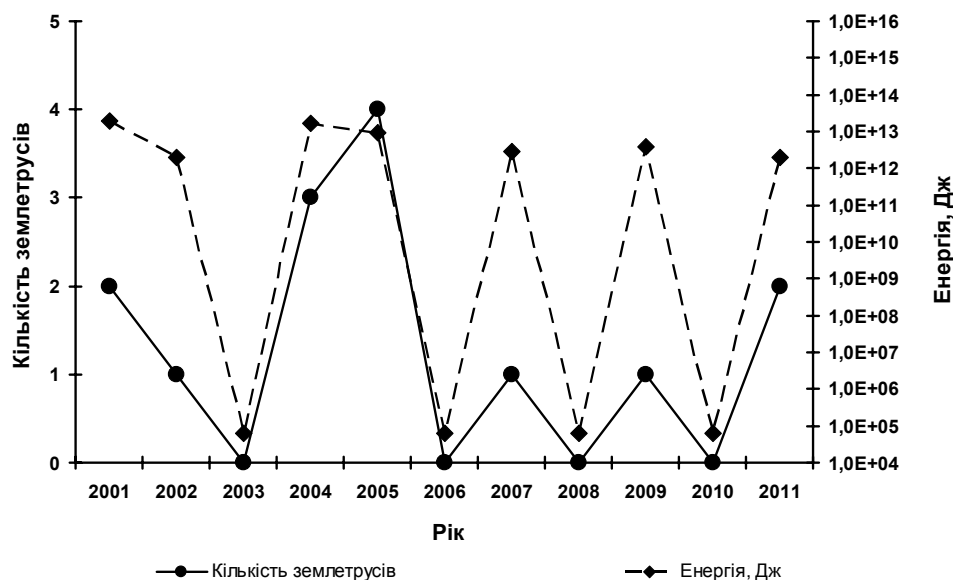


Рис. 6 – Динаміка кількості землетрусів, які виникли у регіоні «А» й склали сейсмічну небезпеку для території України, та розрахованої їх сумарної енергії у період 2001 – 2011 рр.

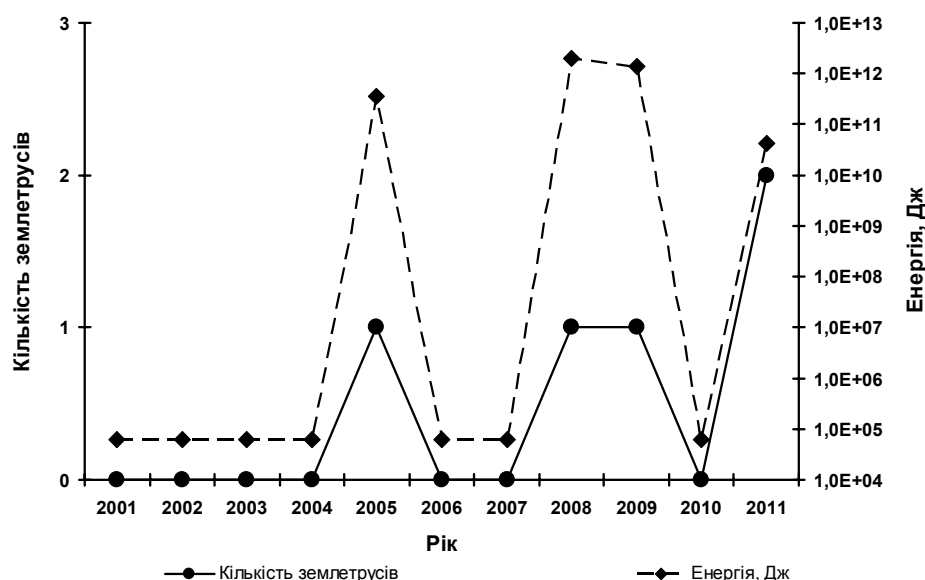


Рис. 7 – Динаміка кількості землетрусів, які виникли у регіоні «Б» й склали сейсмічну небезпеку для території України, та розрахованої їх сумарної енергії у період 2001 – 2011 рр.

Таблиця 3 – Узагальнені характеристики землетрусів у сейсмічно небезпечних для України регіонах і показників небезпеки

Максимальна кількість землетрусів за рік	$F_{НС_{Сейсм.}}$, 1/добу	Магнітуда землетрусів	$E_{НС_{Сейсм.}}$, Дж	$k_{ПНМЗ}$ $k_{ПТС_{НС_{Сейсм.}}}$ *	$k_{ПМЗ}$ $k_{НС_{Сейсм.}}$ **	$k_{ПНМЗ}$ $k_{ПТС_{НС_{Сейсм.}}}$ *	$k_{ПНМЗ}$ $k_{НС_{Сейсм.}}$ **
Регіон А							
4	0,012	4,8 – 5,5	$10^{12} - 10^{13}$	$1,8 \cdot 10^{-3} - 3,5 \cdot 10^{-2}$	$2,2 \cdot 10^{-5} - 4,2 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3} - 4,6 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-5} - 5,5 \cdot 10^{-4}$
Регіон Б							
2	0,005	3,5 – 5,0	$10^{10} - 2 \cdot 10^{12}$	$1,1 \cdot 10^{-3} - 3,1 \cdot 10^{-3}$	$5,5 \cdot 10^{-6} - 1,6 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-4} - 2,9 \cdot 10^{-3}$	$8,5 \cdot 10^{-7} - 1,5 \cdot 10^{-5}$
Регіон В							
2	0,005	3,5 – 4,8	$10^{10} - 10^{12}$	$1,1 \cdot 10^{-3} - 1,8 \cdot 10^{-3}$	$5,5 \cdot 10^{-6} - 9 \cdot 10^{-6}$	$1,7 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-3}$	$8,5 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-6}$
Регіон Г							
1	0,003	3,5 – 4,3	$10^{10} - 2 \cdot 10^{11}$	$1,1 \cdot 10^{-3} - 1,2 \cdot 10^{-3}$	$3,3 \cdot 10^{-6} - 3,6 \cdot 10^{-6}$	$1,7 \cdot 10^{-4} - 2,6 \cdot 10^{-4}$	$5,1 \cdot 10^{-7} - 7,8 \cdot 10^{-7}$
Регіон Д							
1	0,003	4,8	10^{12}	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$5,4 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-6}$

Примітки до табл. 3:

* $k_{ПНМЗ}$
 $k_{ПТС_{НС_{Сейсм.}}}$ – показник ступеню прямого матеріального враження (ПМЗ); $k_{ПНМЗ}$
 $k_{ПТС_{НС_{Сейсм.}}}$ – показник ступеню

прямого нематеріального враження (ПНМЗ) [23];

** $k_{ПМЗ} = F_{НС_{Сейсм.}} \cdot k_{ПТС_{НС_{Сейсм.}}}$; $k_{ПНМЗ} = F_{НС_{Сейсм.}} \cdot k_{ПНМЗ}$
 $k_{ПТС_{НС_{Сейсм.}}}$ *

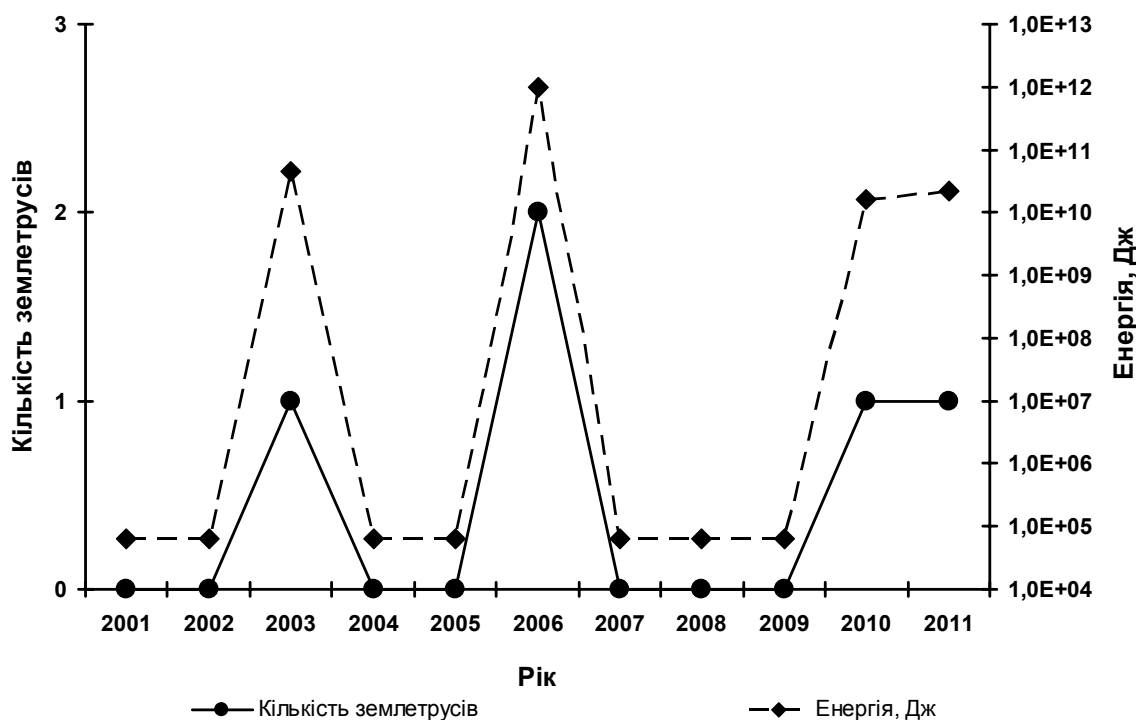


Рис. 8 – Динаміка кількості землетрусів, які виникли у регіоні «В» й склали сейсмічну небезпеку для території України, та розрахованої їх сумарної енергії у період 2001 – 2011 рр.

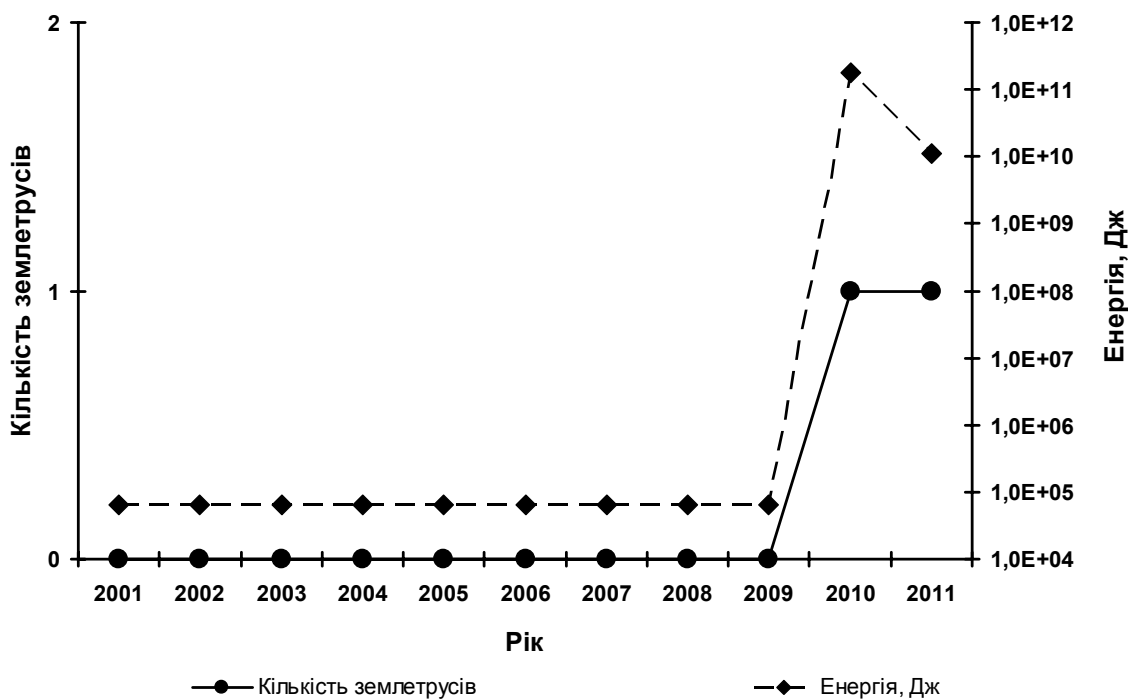


Рис. 9 – Динаміка кількості землетрусів, які виникли у регіоні «Г» й склали сейсмічну небезпеку для території України, та розрахованої їх сумарної енергії у період 2001 – 2011 рр.

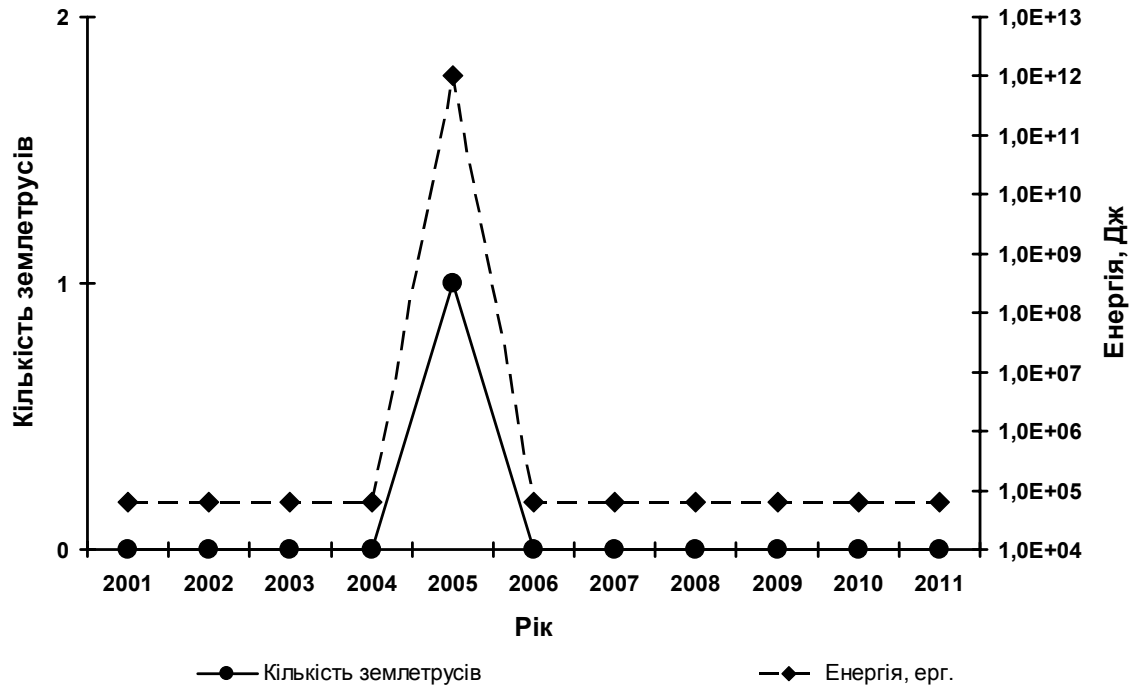


Рис. 10 – Динаміка кількості землетрусів, які виникли у регіоні «Д» й склали сейсмічну небезпеку для території України, та розрахованої їх сумарної енергії у період 2001 – 2011 рр.

Обговорення. За результатами проведеного аналізу рівня сейсмічної небезпеки території України та прилеглої до неї території, де фактори небезпеки від землетрусів можуть призвести до негативних наслідків в Україні, магнітуди землетрусів, які виникли у період 2001 – 2011 років, знаходяться у діапазоні 3,5 – 5,5. Енергія цих землетрусів, у відповідності з рівнем магнітуди, дорівнює $10^{10} - 10^{13}$ Дж.

Найбільшу, серед сейсмонебезпечних для території України, небезпеку вкладає регіон «А», який знаходиться у околицях гір Вранча (Румунія). Магнітуди землетрусів, що виникли у цьому регіоні за аналізований період часу, знаходяться у діапазоні 4,8 – 5,5. Динаміка сейсмічної активності (рис. 6) носить періодично-імпульсний характер з тривалістю імпульсів 1 – 2 роки та максимальною кількістю чотири землетруси у рік. Енергетичні показники цієї сейсмічної активності знаходяться на рівні $10^{12} - 10^{13}$ Дж, які обґрунтовують, згідно з підходом [23], відповідний рівень прямих збитків. Так, показники прямого матеріального збитку (ПМЗ) та прямого нематеріального збитку (ПНМЗ) відповідно дорівнюють $1,8 \cdot 10^{-3} - 3,5 \cdot 10^{-2}$ та $1 \cdot 10^{-3} - 4,6 \cdot 10^{-2}$. Показники сейсмічного

ризиків регіону «А», у відповідності із значенням максимальної частоти виникнення землетрусів за аналізований період часу (табл. 3), дорівнюють $2,2 \cdot 10^{-5} - 4,2 \cdot 10^{-4}$ та $1,2 \cdot 10^{-5} - 5,5 \cdot 10^{-4}$ відповідно, що вказує на перевищення на декілька порядків ступеню ризику сейсмічної небезпеки у цьому регіоні у порівнянні з іншими сейсмічно небезпечними для України регіонами.

Регіони «Б» і «В» характеризуються протилежною зміною відносно один одного сейсмічної активності (рис. 7 та 8). Виключення становить 2011 рік. Характерною особливістю цього періоду часу є збільшення сейсмічної активності у регіонах «А», «Б», «В» і «Г», що дає змогу, з урахуванням динаміки загального сейсмічного стану на Землі (рис. 2), прогнозувати можливість подальшого збільшення сейсмічної небезпеки на території України.

Сейсмічна активність району Чорного моря (регіон «Б») об'єднує землетруси, що виникли у 2005, 2008, 2009 та 2011 рр. (рис. 7). Магнітуда цих землетрусів знаходиться у діапазоні 3,5 – 5,0, що характеризується відповідною енергетикою ($10^{10} - 2 \cdot 10^{12}$ Дж). Максимальна частота виникнення землетрусів, показники ПМЗ та ПНМЗ, що характерні для регіону «Б», наведені у табл. 1 та визначають ступень матеріального ризику в умовах прояву сейсмічної небезпеки на рівні $5,5 \cdot 10^{-6} - 1,6 \cdot 10^{-5}$, а ступень нематеріального ризику на рівні $8,5 \cdot 10^{-7} - 1,5 \cdot 10^{-5}$.

Закарпатський регіон (регіон «В») за рівнем сейсмічної небезпеки, у відповідності з експериментальними даними по землетрусам у цьому регіоні (рис. 8), знаходиться на рівні небезпечного стану регіону «Б». Відповідно, ризики прямих збитків визначають наступний стан небезпеки: $5,5 \cdot 10^{-6} - 9 \cdot 10^{-6}$ (ПМЗ) та $8,5 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-6}$ (ПНМЗ).

Таким чином, регіони «Б» і «В» займають умовно другий рівень за сейсмічною небезпекою відносно румунського регіону.

Меншу, відносно регіонів «Б» і «В», сейсмічну небезпеку для території України складають регіони «Г» і «Д», які характеризуються проявом не більш одного землетрусу на рік.

Дніпропетровський регіон (регіон «Г») має характерну особливість епізодичної появи землетрусів лише у 2010 та 2011 рр. Цей факт дає змогу прогнозувати наявність дестабілізуючого впливу на цю, сейсмічно неактивну за період 2001 – 2009 років територію, факторів сейсмічної активності, як регіонів «А», «Б» і «В»,

так і загального ефекту підвищення загальної сейсмічної активності на планеті.

Район міста Анапа (Росія) – регіон «Д» охарактеризувався виникненням одного землетрусу у 2005 році магнітудою 4,8 та склав відповідні (табл. 3) показники сейсмічного ризику для території України.

Висновки

1. Описано механізм поширення нестабільності у сейсмічно небезпечних регіонах Землі від первинного джерела до подальших.

2. Встановлено можливість сейсмічного враження території України, як території, яка може потрапити під дію вторинних проявів, третинних проявів та проявів вищих порядків джерел сейсмічної небезпеки, що виникають на всій земній кулі.

3. На основі розрахунку енергетичних характеристик джерел землетрусів у сейсмічно небезпечних регіонах України розроблено підхід до оцінки соціально-економічного ризику функціонування природно-техногенно-соціальної системи України в умовах прояву надзвичайних ситуацій тектонічного походження.

4. На основі розрахованих показників соціально-економічного ризику сейсмічної небезпеки проведено аналіз сейсмічно небезпечних регіонів України за рівнем їх небезпеки, досліджена можливість прояву, період виникнення та ступень руйнівного впливу землетрусів у кожному з сейсмічно небезпечних регіонів. Проведено їх порівняльний аналіз за рівнем небезпеки та можливість їх взаємного впливу на умови нормального функціонування ПТС системи. Виявилось, що найвищим рівнем сейсмічної небезпеки для території України характеризується район гір Вранча (Румунія). На порядок менший рівень сейсмічної небезпеки мають Закарпатський регіон та район Чорного моря. Особливістю останніх років являється епізодичне виникнення декілька землетрусів у Дніпропетровському регіоні.

5. Вказано на необхідність проведення подальших досліджень та досконалого вивчення процесів територіально-часової генерації небезпек «природно – природного» та «природно – техногенного» характерів, з метою розвитку наукових основ формування комплексної системи попередження НС в Україні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua>
2. Биченок М.М. Проблеми природно-техногенної безпеки в Україні / М.М. Биченок, О.М. Трофимчук – К.: РНБОУ, 2002. – 153 с.
3. Черногор Л.Ф. Взрывы боеприпасов на военных базах – источник экологических катастроф в Украине / Л.Ф. Черногор // Экология и ресурсы. – 2004. – № 10. – С. 55 – 67.
4. Черногор Л.Ф. Экологические последствия массовых химических взрывов при техногенной катастрофе / Л.Ф. Черногор // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2006. – № 6. – С. 522 – 535.
5. Черногор Л.Ф. Найбільша аварія на газоконденсатному родовищі на Харківщині та її наслідки / Л.Ф. Черногор // Національна безпека: український вимір. – 2009. – № 4 (23). – С. 59 – 70.
6. 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. – Х.: УЦЗУ, 2009. – Вип. 9. – С. 146 – 157.
7. Баришполец В.А. Системный анализ катастроф, происходящих в мире / В.А. Баришполец // Радиоэлектроника. Наносистемы. Информационные технологии. – 2010. – Т. 2. – № 1 – 2. – С. 162 – 176.
8. Баришполец В.А. Анализ глобальных экологических проблем / В.А. Баришполец // Радиоэлектроника. Наносистемы. Информационные технологии. – 2011. – Т. 3. – № 1. – С. 79 – 95.
9. Осипов В.И. Природные опасности и стратегические риски в мире и в России / В.И. Осипов // Экология и жизнь. – 2009. – № 11 – 12 (96 – 97). – С. 5 – 15.
10. Черногор Л.Ф. Физика и экология катастроф / Л.Ф. Черногор – Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2012. – 556 с.
11. Тютюник В.В. Основні принципи інтегральної системи безпеки при надзвичайних ситуаціях / В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // Зб. наук. праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС ім. І. Кожедуба, 2008. – Вип. 3(18). – С. 179 – 180.

12. Грінченко Є.М. Інтегральна система безпеки регіонів України, як складових державної територіально-часової параметричної системи. Принцип комплексної оцінки небезпеки / Є.М. Грінченко, О.Ю. Кірючкін, В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Харків: УЦЗУ, 2008. – Вип. 7. – С. 58 – 71.
13. Тютюник В.В. Системний підхід до оцінки небезпеки життєдіяльності при територіально-часовому розподілі енергії джерел надзвичайних ситуацій / В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, В.Д. Калугін // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Х.: НУЦЗУ, 2011. – Вип. 14. – С. 171 – 194.
14. Тютюник В.В. Аналіз факторів, які провокують виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру / В.В. Тютюник, В.Д. Калугін // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС ім. Івана Кожедуба, 2011. – Вип. 4(94). – С. 280 – 284.
15. Никонов А.А. Карпатские землетрясения 1940 года / А.А. Никонов // Природа. – 2010. – № 12. – С. 20 – 26.
16. Уломов В.И. Проблемы сейсмического районирования территории России / В.И. Уломов, Л.С. Шумилина // Всероссийский НИИ проблем научно-технического прогресса и информатизации в строительстве. – М.: ВНИИНТПИ Госстроя России, 1999. – 56 с.
17. Хенли Э.Дж. Надежность технических систем и оценка риска / Э.Дж. Хенли, Х. Кумамото – М.: Машиностроение, 1984. – 528 с.
18. Питулько В.М. Научное обеспечение управлением риска аварий и катастроф / В.М. Питулько // Инженерная экология. – 1996. – № 3. – С. 36 – 44.
19. Кузнецов И.В. Методы расчета ущерба от катастроф различного типа / И.В. Кузнецов, В.Ф. Писаренко, М.В. Родкин // Экономика и математические методы. – 1997. – Т. 33. – Вып. 4. – С. 39 – 50.
20. Гражданкин А.И. Использование вероятностных оценок при анализе безопасности опасных производственных объектов / А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин // Безопасность труда в промышленности. – 2002. – № 2. – С. 12 – 20.
21. Кондратьев В.Д. Комплексная оценка уровня риска опасного объекта / В.Д. Кондратьев, А.В. Толстых, Б.К. Уандыков, А.В. Щепкин // Системы управления и информац. технологий. – 2004. – № 3(15). – С. 53 – 57.

22. Родкин М.В. Фундаментальные проблемы мониторинга и прогнозирования природных и техногенных катастроф / М.В. Родкин, В.И. Мухин // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – Химки: ФГБОУ ВПО «АГЗ МЧС России», 2010. – № 1. – С. 9 – 14.
23. Калугін В.Д. Системний підхід до оцінки ризиків надзвичайних ситуацій в Україні / В.Д. Калугін, В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, Р.І. Шевченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – 1/6 (55). – С. 59 – 70.
24. Райс Дж. Механика очага землетрясения / Дж. Райс. – М.: Мир, 1982. – 217с.
25. Касахара К. Механика землетрясений / К. Касахара. – М.: Мир, 1985. – 264 с.
26. Трухин В.И. Общая и экологическая геофизика / В.И. Трухин, К.В. Показеев, В.Е. Куницын. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 576 с.
27. Гуфельд И.Л. Сейсмический процесс. Физико-химические аспекты / И.Л. Гуфельд. – Королев, М.О.: ЦНИИМаш, 2007. – 160 с.
28. Березняков А.І. Фізика Землі / А.І. Березняков, К.А. Немець. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2010. – 268 с.
29. Саваренский Е.Ф. Сейсмические волны / Е.Ф. Саваренский. – М.: Недра, 1972. – 296 с.
30. 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.
31. 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. – Патент РФ № 2352961, МПК G01V3/00
32. Пшенников К.В. Механизм возникновения афтершоков и неупругие свойства земной коры / К.В. Пшенников. – М.: Наука, 1965. – 87 с.
33. Болт Б. Землетрясения / Б. Болт. – М.: Мир, 1981. – 256 с.
nuczu.edu.ua

Тютюник В.В., Калугин В.Д., Черногор Л.Ф.

Оценка риска сейсмической опасности на территории Украины

Представлен системный подход для оценки риска опасности функционирования природно-техногенно-социальной системы Украины в условиях проявления сейсмической опасности, которая приводит к значительным социально-экономическим и экологическим последствиям

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, сейсмическая опасность, сейсмический риск, социально-экономические последствия

Tutunik V.V., Kalugin V.D., Chernogor L.F.

Risk assessment of seismic hazard on Ukraine territory

System approach for risk assessment of hazard of Ukraine natural-anthropogenic-social system operation in conditions of appearance of seismic hazard reducing to considerable social-economic and environmental consequences is presented

Key words: emergency, seismic hazard, seismic risk, social-economic consequences

УДК 351.861

*Чапля Ю.С., адъюнкт, НУГЗУ,
Соболь А.Н., д-р. техн. наук, нач. каф., НУГЗУ*

**ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ОБНАРУЖЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ
ПОСЛЕДСТВИЙ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ
СИТУАЦИИ ЛАНДШАФТНОГО ТИПА**

(представлено д-ром техн. наук Кривцовой В.И.)

В работе проведен анализ современного состояния вопроса, связанного с подходами к прогнозированию последствий наводнений. Исследованы факторы, влияющие на развитие гидродинамических чрезвычайных ситуаций, а также сформулированы постановки задач обнаружения и ликвидации последствий данных опасных явлений.

Ключевые слова: наводнение, гидродинамическая чрезвычайная ситуация, постановка задачи

Постановка проблемы. Среди всех опасных природных процессов наводнения отличаются не только масштабами воздействия поражающих факторов, но и продолжительностью. Хорошо