

## **АНОМАЛЬНА ЕЛЕКТРИЧНА СКЛАДОВА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛІ ЯК ПЕРЕДВІСНИК ВИНИКНЕННЯ ЗЕМЛЕТРУСУ**

*Для ефективного виявлення катастрофічного землетрусу, що насувається, необхідно використовувати найбільш інформативні та достовірні ознаки, які супроводжують зародження і розвиток сейсмічного процесу. У статті розглядається поява аномальної електричної складової електромагнітного поля в атмосфері Землі як одної з найбільш достовірних ознак розвитку сейсмічного процесу. Врахування цієї ознаки сприятиме ефективному виявленню землетрусів та своєчасному попередженню населення про майбутню екологічну катастрофу з метою зменшення кількості людських жертв.*

### **Постановка проблеми**

Природні катаклізми завдають величезних економічних збитків багатьом країнам, але найтрагічнішим наслідком їх проявів є численні людські жертви. За даними досліджень [1], до найбільшого числа жертв у світі приводять торнадо, тайфуни (урагани) і шторми – 64%. Друге місце за кількістю загиблих займають землетруси (17%), потім повені (15%), грози (2%), цунамі (1%) та виверження вулканів (1%).

Однак, дана статистика відображає не стільки стабільно існуючу закономірність, скільки є окремим випадком розглянутого періоду. Якщо, наприклад, взяти за основу період з 1999 по 2010 роки, то перше місце займають землетруси, далі – торнадо, тайфуни, шторми, цунамі.

Протягом останніх років вчені багатьох країн світу відзначають тривожні зміни в навколишньому середовищі, які мають глобальний характер для всієї планети. Глобальні зміни спостерігаються у ядрі, мантії, літосфері, гідросфері, атмосфері, іоносфері та магнітосфері Землі.

В останні роки ці процеси стали активно проявлятися у вигляді природних катаклізмів, що призводять до великих людських жертв, руйнувань і величезних економічних збитків в багатьох країнах.

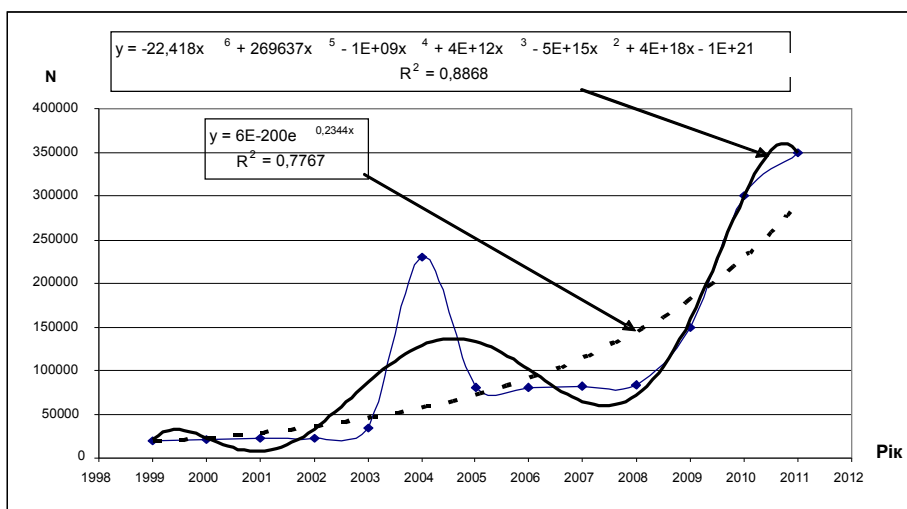
За результатами аналізу, найбільшої у світі страхової компанії Swiss Re (Швейцарія), економічні втрати від стихійних лих у 2010 році склали 222 мільярди доларів, що втричі перевищує економічний збиток від природних катаклізмів за 2009 рік (63 мільярди доларів). Згідно з доповіддю Економічної Комісії ООН в Латинській Америці і на Карибському морі (ECLAC / CEPAL), у 2010 році від стихійних лих загинуло 300000 чоловік. Тільки в латиноамериканських країнах

матеріальний збиток становив 49,4 мільярда доларів. У той же час в 2009 році від стихійних лих загинуло близько 150000 чоловік.

На рис. 1 представлено число загиблих  $N$  при сильних землетрусах за 1999–2010 роки. Побудовані лінії тренду вказують на тенденцію циклічності (поліноміальна) та різкого підвищення числа загиблих (експоненційна) за останнє десятиліття, що красномовно свідчить про вступ людства в епоху природних катаклізмів, до якої людство поки що не готове технологічно, економічно, юридично і психологічно.

На рис. 2 представлений графік числа землетрусів магнітудою  $M > 8$  за 1980–2010 роки з прогнозом до 2016 року [1]. Аналіз представленої залежності свідчить про те, що максимальні рівні глобальної сейсмічної активності Землі припадають на 2011 (що підтверджують події у світі: Японія, Туреччина, Індонезія, Аргентина та ін.) та 2013 роки.

Можливість виникнення екологічної катастрофи вимагає гострої необхідності проведення інтенсивних робіт з пошуку найбільш оперативних й достовірних передвісників землетрусів з метою розробки способів їх виявлення та своєчасного попередження.



**Рис. 1. Графік числа загиблих людей від сильних землетрусів за період 1999–2011 роки**



**Рис. 2. Графік числа землетрусів з  $M > 8$  за 1980 – 2010 роки з прогнозом до 2016 року.**

### **Аналіз останніх досліджень**

У різних регіонах світу з наземних і космічних станцій у момент землетрусу й безпосередньо перед ним було зафіксовано аномальну поведінку атмосферного електричного поля [2–7]. Узагальнення наукових спостережень з аномальної зміни електричної складової електромагнітного поля Землі (ЕМПЗ) вітчизняними та зарубіжними фахівцями приводить до *таких* висновків:

- збурення природного імпульсного електромагнітного поля зареєстровані перед більш ніж 30 землетрусами;
- максимальна амплітуда «сплесків» електричної складової ЕМПЗ, яка обумовлена підготовкою до землетрусу, на супутникових висотах складає  $10 \text{ мВ/м}$ ;
- за декілька годин або днів спостерігається збільшення амплітуди природного імпульсного ЕМПЗ за наземними даними;
- амплітуда «сплесків» електричної складової ЕМПЗ зростає при наближенні до епіцентру;
- перед землетрусом відбувається зміна спрямованості електричного поля і його амплітуда досягає майже  $1000 \text{ В/м}$ ;
- амплітуда електричної складової ЕМПЗ набагато перевищує амплітуду магнітної складової;
- частотний діапазон «сплесків» електричної складової ЕМПЗ складає від  $0,1$  до  $20 \text{ кГц}$ .

Таким чином, у період протікання сейсмічного процесу спостерігається аномальне змінювання електричної складової ЕМПЗ.

Збирати інформацію (вимірювати) про ЕМПЗ на супутникових висотах та прогнозувати можливість виникнення землетрусу досить важко. Це пов'язано з такими факторами:

за морфологічними особливостями несейсмічні збурення електромагнітних полів не відрізняються від збурень, що спостерігаються безпосередньо перед землетрусами (раптові іоносферні збурення виникають практично щодня і неодноразово);

максимальна амплітуда «сплесків» електричної складової ЕМПЗ, яка обумовлена підготовкою до землетрусу, на супутникових висотах складає 10 мВ/м. При цьому, амплітуда «сплесків» електричної складової ЕМПЗ у період сонячної активності (магнітних бур) в десятки разів перевищує амплітуду «сплесків» електричної складової ЕМПЗ у період сейсмічної активності, що призводить до «маскування» останньої.

У зв'язку з цим, основну увагу приділимо електричній складовій електромагнітного поля Землі на її поверхні (атмосферній ЕМПЗ).

### Методика досліджень

Розглянемо, як, використовуючи виміряні значення електричної складової ЕМПЗ на її поверхні, можна стверджувати про землетрус, що насувається.

Для вибору середньоквадратичного значення напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі скористаємося нерівністю Чебишева [8]:

$$P(|X - m_x| > \delta) \leq \frac{G_x^2}{\delta^2}, \quad (1)$$

де  $X$  – випадкова величина;

$m_x$  – математичне очікування випадкової величини;

$\delta$  – довільне позитивне число;

$G_x$  – середньоквадратичне відхилення випадкової величини.

За випадкову величину  $X$  в (1) будемо використовувати виміряне значення напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі, а в якості  $\delta$  – значення напруженості електричного поля атмосфери Землі на її поверхні ( $\delta = 130$  В/м) [9].

Задамо, щоб  $P(|X - m_x| > \delta) = 0,99$ , тоді нерівність (1) (з урахуванням  $\delta = 130$  В/м) набуде вигляду:

$$0,99 = \frac{G_x^2}{130^2}. \quad (2)$$

Розв'язуючи рівняння (2) відносно  $G_x$ , отримуємо:

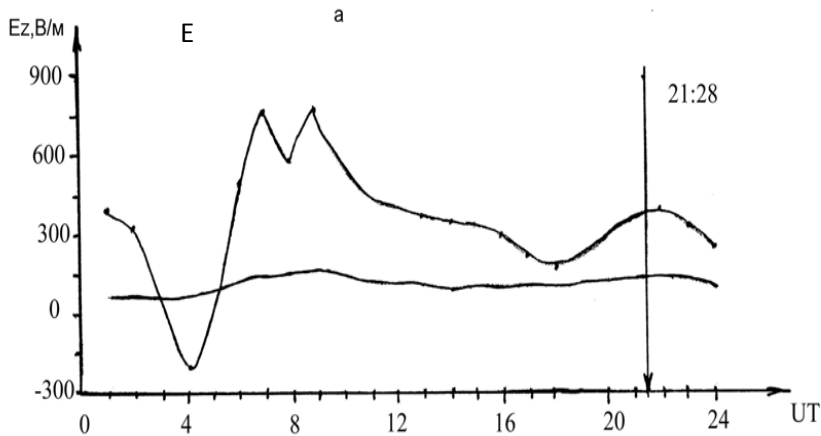
$$G_x = 129,4 \text{ В/м}.$$

У зв'язку з тим, що  $\delta = 130 \text{ В/м}$ , а  $G_x = 129,4 \text{ В/м}$ , тоді гранична величина (поріг  $E_p$ ) для середньоквадратичного значення напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі складе:  $E_p = \delta + G_x = 130 + 129,4 = 259,4 \text{ В/м}$ .

Таким чином, якщо виміряне середньоквадратичне значення напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі, отримане за період часу, рівному 24 години, перевищить  $260 \text{ В/м}$ , тоді з ймовірністю правильного виявлення, рівного 0,99, можна стверджувати про виявлений сильний землетрус, що насувається.

### Результати досліджень

На рис. 3 представлені вимірювання атмосферного аномального електричного поля перед сильним землетрусом 30.08.1986 р. (M=7, епіцентр знаходився в зоні Вранча у Карпатах), які проводилися в обсерваторії Швідер (Польща) [2]. Стрілкою показаний момент землетрусу.



**Рис. 3. Атмосферне аномальне електричне поле перед сильним землетрусом 30.08.1986 р.**

Для представлених вимірювань атмосферного аномального електричного поля середньоквадратичне значення, за період часу вимірювань 24 години, склало  $G_x = 318,4 \text{ В/м}$ , що на  $58,4 \text{ В/м}$  перевищує граничну величину  $E_p = 260 \text{ В/м}$ .

Для виключення впливу індустриальних перешкод на вимірювання напруженості електричної складової ЕМПЗ її вимірювання необхідно проводити

у сейсмоактивному районі на відстані від джерела перешкоди до 141 км, бо величина зони дії деформаційних процесів, у період підготовки землетрусу безпосередньо залежить від його сили. Радіус  $R$  цієї зони може бути визначений таким співвідношенням [10]:

$$R = 10^{0,43M} \quad (\text{км}), \quad (3)$$

де  $M$  – магнітуда землетрусу.

Для оцінки відстані вимірювання напруженості електричної складової ЕМПЗ від джерел індустриальних перешкод скористаємося співвідношенням для розрахунку радіуса зони дії деформаційних процесів у період підготовки землетрусу (3).

Результати розрахунку  $R = f(M)$  наведі в таблиці 1.

Таблиця 1.

$M$ (бали)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$R$ (км)	3	7	19	52	141	380	1023	2754	7413	19953	53703	144544

Із співвідношення (3) виходить, що радіус  $R$  зони дії деформаційних процесів в період підготовки сильних, з магнітудою  $M > 5$ , землетрусів (магнітуда 5 балів була вибрана як опорна, бо при таких енергіях вже можливі руйнування будівель і споруд за шкалою MSK-64) повинен складати до 141 км.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Поява «аномального» збурення електричної складової електромагнітного поля Землі є однією з найбільш ймовірних ознак наближення катастрофічного землетрусу.

2. Вимірювання електричної складової електромагнітного поля Землі доцільно здійснювати не на супутникових висотах, а на поверхні Землі та певній відстані від індустриальних перешкод.

3. Для збільшення ймовірності правильного виявлення землетрусу, що насувається, та вибору граничного значення для прийняття рішення необхідно враховувати величину напруженості електричного поля атмосфери Землі на її поверхні.

Наразі своєчасне попередження про можливість виникнення природного стихійного лиха є найважливішою проблемою. З теорії прийняття рішень відомо, що збільшення кількості незалежних та достовірних факторів суттєво підвищує вірогідність прийняття правильного рішення. Тому, необхідний подальший пошук незалежних фізичних явищ, які супроводжують розвиток небезпечних природних процесів, в тому числі землетрусів, з метою достовірного виявлення і своєчасного попередження про можливість виникнення екологічної катастрофи та зменшення, в першу чергу, числа людських жертв, а також соціально-економічних та природних збитків.

## Література

---

---

1. *Халилов Э.Н.* Глобальные изменения окружающей среды: угроза для развития цивилизации: докл. [Электронный ресурс] /*Э.Н. Халилов.* – Режим доступа: <http://2012god.ru>.

2. *Чернявский Г.М.* Бортовая аппаратура космических аппаратов мониторинга предвестников землетрясений /*Г.М. Чернявский, Б.С. Скребушевский, В.О. Скрипачев.* – Режим доступа: <http://www.iki.rssi.ru/earth/trudi/1-25.pdf>, В.

3. *Ларкина В.И.* Электромагнитные предвестники землетрясений по спутниковым данным /*В.И. Ларкина.* – Режим доступа: <http://kcs.dvo.ru/ikir/Russian/Science/2004/1-12.pdf>.

4. *Руленко О.П.* Некоторые особенности проявления аномалий электрического поля в приземной атмосфере перед землетрясениями / *О.П. Руленко.* – Режим доступа: <http://referat.bookinist.net/geografiya/referatid-5280.html>,

5. *Ганношин В.П.* Обґрунтування фізичного зв'язку сейсмічного процесу, що протікає, з аномальними змінами магнітного і електричного полів у верхній атмосфері землі / *В.П. Ганношин, С.Б. Чичилюк* // Вісн. ЖНАЕУ. – 2011. – № 1. – С. 464–478.

6. *Бучаченко А.Л.* Ионосферные предвестники землетрясений / *А.Л. Бучаченко и др.* // УФН. – 1996 . – Т. 166, № 9. – Режим доступа: <http://ufn.ru/ru/articles/>,

7. *Руленко О.П.* Новая методика выявления и изучения предвестника землетрясений в электричестве приземной атмосферы /*О.П. Руленко.* – Режим доступа: [http://www.kscnet.ru/kraesc/2008/2008\\_12/art4.pdf](http://www.kscnet.ru/kraesc/2008/2008_12/art4.pdf).

8. *Бендат Дж.* Прикладной анализ случайных данных / *Дж. Бендат, А. Пирсол.* – М.: Мир, 1989. – 540 с.

9. *Кошкин Н.И.* Справочник по элементарной физике / *Н.И. Кошкин, М.Г. Ширкевич;* под ред. *Д.И. Сахарова.* М: ФИЗМАТГИЗ, 1960. – 208 с.

10. Исследование ионосферных предвестников для землетрясений класса М~5.0. /*И.Е. Захаренкова, И. И. Шагимурастов* [ и др. ] //Электронный научный журнал «ИССЛЕДОВАНО В РОССИИ». – 2006. – Вып. 39. – Режим доступа: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2006/039.pdf>.

---

---