



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **105393** (13) **C2**  
(51) МПК (2014.01)  
**G01V 1/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

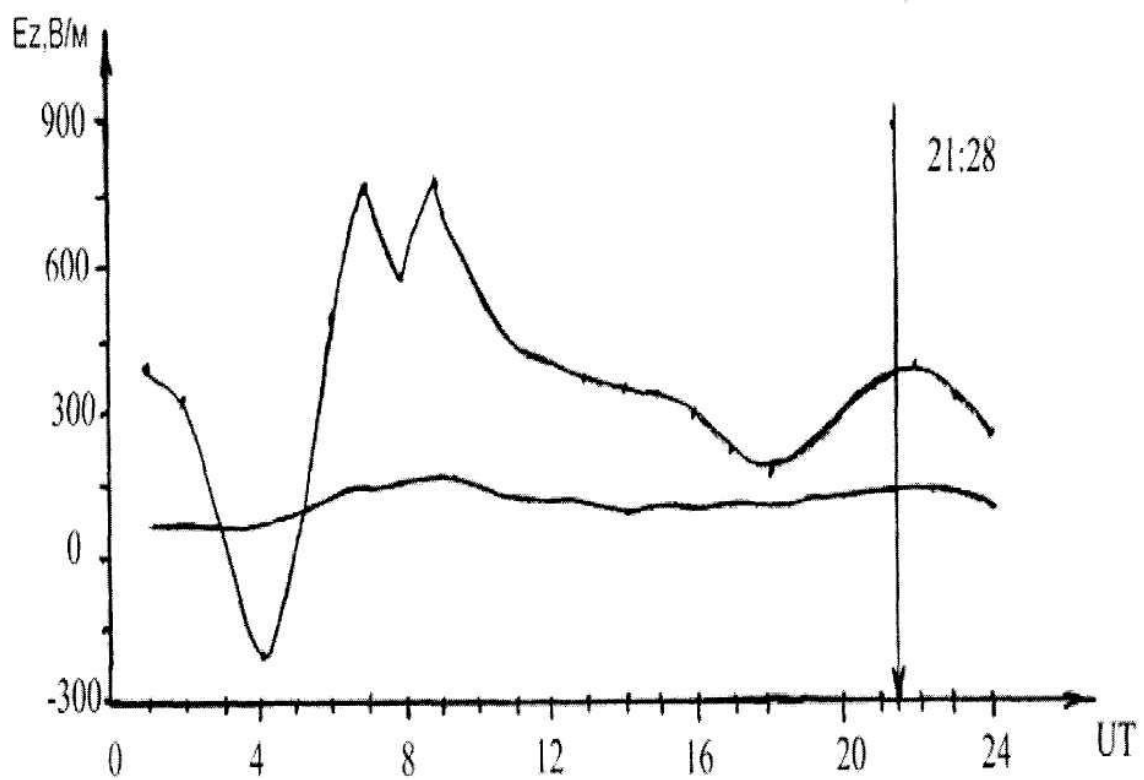
<p>(21) Номер заявки: <b>a 2012 01797</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>17.02.2012</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>12.05.2014</b></p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: <b>25.04.2012, Бюл.№ 8</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>12.05.2014, Бюл.№ 9</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Бродський Юрій Борисович (UA), Ганношин Віктор Петрович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ЖИТОМИРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008 (UA)</b></p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: RU 2109311 C1, 20.04.98, 2 арк. RU 2263334 C1, 27.10.05, 14 арк. SU 1721563 A1, 23.03.92, 3 арк. EA 007086 B1, 30.06.06, 4 арк. UA 91152 C2, 25.06.10, 5 арк. UA 47883 U 25.02.10, 7 арк. UA 93619 C2, 25.02.11, 8 арк. JP 3404229 B2, 06.05.13, 23 арк. US 5649129 A, 02.12.97, 20 арк.</p>
---	--

**(54) СПОСІБ ОПЕРАТИВНОГО ВИЯВЛЕННЯ СИЛЬНОГО ЗЕМЛЕТРУСУ, ЩО НАСУВАЄТЬСЯ**

**(57) Реферат:**

Винахід належить до геофізики, зокрема до сейсмології. За допомогою вимірника електричного поля, розташованого на поверхні Землі в сейсмоактивному районі, проводяться вимірювання середньоквадратичного значення напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі. Вимірювання середньоквадратичного значення напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі проводяться за період часу, рівний 24 годинам, в безперервних щодобових режимах вимірювання. Отримане середньоквадратичне значення напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі порівнюють з пороговим значенням 260 В/м. При перевищенні отриманого середньоквадратичного значення напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі порогового значення, з вірогідністю правильного виявлення 0,99 ухвалюють рішення про виявлення сильного землетрусу, що насувається.

UA 105393 C2



Винахід належить до геофізики, зокрема до сейсмології і може бути використаний для безпомилкового виявлення сильного землетрусу, що насувається.

Задача винаходу - збільшення вірогідності правильного виявлення сильного землетрусу, що насувається. Дана задача вирішується тим, що проводяться вимірювання середньоквадратичного значення напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі за допомогою вимірника електричного поля, розташованого на поверхні Землі в сейсмоактивному районі. Вимірювання середньоквадратичного значення напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі проводяться за період часу рівному 24 години, в безперервних щодобових режимах вимірювання, що повторюються. Вимірне середньоквадратичне значення напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі порівнюють з пороговим значенням. При перевищенні вимірюваного середньоквадратичного значення напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі порогового значення, ухвалюють рішення про виявлення сильного землетрусу, що насувається.

Спосіб виявлення землетрусу [Патент Российской Федерации 2109311. Способ поиска электромагнитных предвестников землетрясений. <http://ru-patent.info/21/05-09/2109311.html>] що насувається, який заснований на оцінці впливу аномалій електромагнітних полів, що передували землетрусам, на розповсюдження електромагнітних хвиль в напівпровідниковому зразку n-типу який розміщується в сейсморазломі. А саме як середовище розповсюдження електромагнітних хвиль застосовують напівпровідникову плазму в одному з двох зразків n-типу, один з яких є еталонним і екранованим від дії електромагнітних полів будь-якої природи, а інший - робочим, поміщеним в глибині сейсморазлому і захищеним від дії полів несейсмічної природи півсферичним екраном. Рішення про землетрус, що насувається, ухвалюється по порушенню ідентичності вимірювальних електромагнітних хвиль, що подаються за однакових умов на входи цих двох напівпровідникових зразків.

Проте, використанню даного способу виявлення землетрусу, що насувається, властиві наступні недоліки, а саме:

1. Вогнище землетрусу, залежно від його типу, може знаходитися на глибині від 70 до 700 км. [Процессы, происходящие при сильных землетрясениях. <http://ru.wikipedia.org/wiki>], тому встановити робочий зразок n-типу на таку глибину не представляється можливим.

2. Встановити робочий зразок n-типу в глибині сейсморазлому, який розташований в акваторіях морів та океанів, не представляється можливим.

Спосіб виявлення землетрусу [В. Ларкина. Журнал "Радио", номер 1, 1999 г. [http://www.chipinfo.ru/literature/radio/199901/p55\\_56.html](http://www.chipinfo.ru/literature/radio/199901/p55_56.html)] що насувається, який заснований на вимірюванні електричної складової електромагнітного поля Землі (ЕМПЗ) за допомогою електричної антени, розташованої на борту штучного супутника землі (ШСЗ). У випадку, якщо електрична складова ЕМПЗ на 20 дБ перевищує рівень фонові електричної складової ЕМПЗ, яка зазвичай спостерігається в даній області простору, ухвалюється рішення про землетрус, що насувається.

Проте, використанню даного способу виявлення землетрусу, що насувається, властиві наступні недоліки, а саме:

1. По морфологічних особливостях несейсмічні збурення електромагнітних полів не відрізняються від збурень, що спостерігалися безпосередньо перед землетрусами (раптові іоносферні збурення виникають практично щодня і неодноразово). Тому при спостереженнях в сейсмоактивних районах можливі численні випадки "підходящих" збігу сейсмічних подій і збурень природних електромагнітних полів несейсмічної природи.

2. Максимальна амплітуда "сплесків" електричної складової ЕМПЗ, яка обумовлена підготовкою до землетрусу, на супутникових висотах складає 10 м В/м. При цьому амплітуда "сплесків" електричної складової ЕМПЗ в період сонячної активності (магнітних бур) в десятки разів перевищує амплітуду "сплесків" електричної складової ЕМПЗ в період сейсмічної активності. Таким чином, амплітуда "сплесків" електричної складової ЕМПЗ в період сонячної активності "маскуватиме" амплітуду "сплесків" електричної складової ЕМПЗ в період сейсмічної активності;

3. "Сплески" електричної складової ЕМПЗ, в період сейсмічної активності, реєструються не тільки над епіцентральною районом майбутнього землетрусу, але і в магнітоспряженій області.

Окрім цього, для ефективної реалізації даного способу необхідне наступне [Бучаченко А. Л. и др. Ионосферные предвестники землетрясений. УФН. Том 166, № 9, сентябрь 1996 г. <http://ufn.ru/ru/articles/>]:

1. Повинен бути розроблений комплекс приладів, що дозволяє досліджувати специфічні фізичні процеси в іоносфері Землі, які викликаються або можуть викликатися процесами підготовки землетрусів. Для реалізації даного способу повинна передбачатися координація

космічних і наземних спостережень, а також прийом даних з автономних "буйкових" станцій в сейсмоактивних регіонах. Ці дані повинні доставлятися за допомогою супутників в єдиний центр обробки даних для подальшого систематичного аналізу вимірювань, що надходять від всіх джерел.

5 2. Повинна бути розроблена серія щодо недорогих мікросупутників і субсупутників, що працюють автономно або в інфраструктурі великих космічних апаратів, які могли б виводити субсупутники як додаткове корисне навантаження. Оскільки рівень сейсмогенних збурень в іоносфері дуже незначний, повинні бути передбачені спеціальні заходи по забезпеченню електромагнітної частоти і електромагнітної сумісності приладів, які проводять вимірювання на борту ШСЗ.

10 3. З обґрунтування структури і складу експериментальної космічної системи моніторингу передвісників землетрусів, вони повинні включати: аеростатний ешелон у складі прив'язних аеростатів, що розміщуються на висотах від 6 до 10 км в найбільш сейсмічно небезпечних зонах, і аеростатів, що дрейфують, на висотах від 30 до 40 км, що запускаються за сприятливих вітрових умов в зонах підвищеної сейсмічної небезпеки; наземний ешелон у складі автономних "буйкових" станцій, що розміщуються в зонах високої сейсмічної небезпеки в точках, вільних від індустриальних перешкод.

15 4. Супутники верхнього і нижнього ешелонів повинні працювати безперервно в одному з двох режимів: у першому режимі моніторингу, при якому між сеансами зв'язку здійснюється безперервна реєстрація (з попередньою бортовою обробкою) даних і запис інформації в бортову пам'ять, опитувану при прольоті в зоні видимості приймальної телеметричної станції, або в другому режимі вимірювань, при якому здійснюється безпосередня передача даних на телеметричну станцію.

20 5. Станції прийому телеметричної інформації і пункти управління комплексами вимірювальної апаратури на супутниках повинні більш менш рівномірно покривати земну поверхню, забезпечуючи можливість передачі інформації з борту ШСЗ і управління режимами роботи супутника не рідше одного разу за 3 години.

25 6. Кожен ШСЗ повинен мати власні системи енергоживлення, терморегулювання, просторової стабілізації і визначення параметрів орієнтації, навігаційної прив'язки, коректування (підтримка заданих параметрів) орбіти, телеметрії і прийому команд управління, що забезпечують нормальне функціонування ШСЗ і корисного навантаження не менше 2 років;

30 7. Кожен супутник повинен задовольняти вимогам електромагнітної частоти об'єкта дослідження і електромагнітної сумісності приладів розташованих на борту ШСЗ;

35 8. Маса супутника повинна лежати в межах від 50 до 100 кг для того, щоб забезпечити можливість запуску відносно дешевими ракетами-носіями, можливість виведення декількох ШСЗ з подальшим доведенням орбіти (при необхідності) до потрібних параметрів за допомогою установок, що коректує, або виведення як додаткового корисного навантаження на інших ШСЗ для зниження вартості проекту;

40 9. Супутник повинен бути стабілізований по трьох осях, причому одна вісь направлена до центру Землі; точність стабілізації не гірше  $10^\circ$  по кожній осі, точність визначення параметрів орієнтації не гірше  $1^\circ$ ;

45 10. Навігаційна прив'язка ШСЗ повинна здійснюватися з точністю не гірше 300 м. Всі перераховані недоліки і вимоги до структури та складу космічної системи моніторингу передвісників землетрусів, свідчать про неефективність і економічну недоцільність використання даного способу виявлення землетрусу, що насувається.

У зв'язку з цим, пропонується наступний спосіб виявлення сильного землетрусу, що насувається, який ліквідує недоліки аналогів.

50 У різних регіонах світу з наземних і космічних станцій у момент землетрусу і безпосередньо перед ним, було зафіксовано аномальну поведінку атмосферного електричного поля [Г.М. Чернявский, Б.С. Скребушевский, В.О. Скрипачев. Бортовая аппаратура космических аппаратов мониторинга предвестников землетрясений. <http://www.iki.rssi.ru/earth/trudi/l-25.pdf>, В.И.Ларкина. Журнал "Радио", номер 1, 1999г. [http://www.chipinfo.ru/literature/radio/l99901/p55\\_56.html](http://www.chipinfo.ru/literature/radio/l99901/p55_56.html). В. И. Ларкина

55 Электромагнитные предвестники землетрясений по спутниковым данным. <http://kcs.dvo.ru/ikir/Russian/Science/2004/l-12.pdf>, О. П. Руленко Некоторые особенности проявления аномалий электрического поля в приземной атмосфере перед землетрясениями <http://referat.bookinist.net/geografiya/referatid-S280.html>, В. П. Ганношин, С. Б. Чичилук. Обґрунтування фізичного зв'язку сейсмічного процесу, що протікає, з аномальними змінами магнітного і електричного полів у верхній атмосфері землі.

Науково-теоретичний збірник "Вісник ЖНАЕУ". вип. № 1, 2011 р. (с. 464-478).  
 znau.edu.ua/visnik/2011-1/zmist.pdf, А. Л. Бучаченко и др. Ионосферные предвестники  
 землетрясений. УФН. Том 166, № 9, сентябрь 1996 г. <http://ufn.ru/m/articles/>, О. П. Руленко  
 Новая методика выявления и изучения предвестника землетрясений в электричестве  
 5 приземной атмосферы. Вестник краунц. науки о земле. 2008 № 2. выпуск № 12,  
[http://www.kscnet.ru/kraesc/2008/2008\\_1\\_2/art4.pdf](http://www.kscnet.ru/kraesc/2008/2008_1_2/art4.pdf)]. Узагальнення наукових спостережень  
 вітчизняними і зарубіжними фахівцями з аномальної зміни електричної складової  
 електромагнітного поля Землі, дозволяє зробити наступні висновки:

- перед більш ніж 30 землетрусами зареєстровані збурення природного імпульсного  
 10 електромагнітного поля;

- за декілька годин або днів спостерігається збільшення амплітуди природного імпульсного  
 ЕМПЗ за наземними даними;

- амплітуда і, особливо, час спостереження "сплесків" електричною складовою ЕМПЗ  
 зростають у міру наближення до епіцентру по довготі і за часом;

15 - перед землетрусом відбувається зміна спрямованості електричного поля і його амплітуда  
 досягає майже 1000 В/м;

- амплітуда електричної складової набагато перевищує амплітуду магнітної складової  
 ЕМПЗ;

- частотний діапазон "сплесків" електричної складової ЕМПЗ складає від 0,1 до 20 кГц.

20 Таким чином, в період зародження, протікання сейсмічного процесу і у момент головного  
 удару відбувається аномальна зміна електричної складової електромагнітного поля Землі.

В основі способу оперативного виявлення сильного землетрусу, що насувається, лежить  
 вимірювання середньоквадратичного значення напруженості електричної складової  
 електромагнітного поля Землі і порівняння, останнього, з пороговим значенням.

25 Для вибору порогової величини середньоквадратичного значення напруженості електричної  
 складової електромагнітного поля Землі, скористаємося нерівністю Чебишева [Дж. Бендат, А.  
 Пирсол. Прикладной анализ случайных данных. М. "Мир", 1989, С. 68]:

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

30 де  $X$  - випадкова величина;

$m_x$  - математичне очікування випадкової величини;

$\delta$  - довільне позитивне число;

$G_x$  - середньоквадратичне відхилення випадкової величини.

35 За випадкову величину  $X$  в (1) будемо використовувати виміряне значення напруженості  
 електричної складової електромагнітного поля Землі, а як  $\delta$  - значення напруженості  
 електричного поля атмосфери Землі на її поверхні ( $\delta=130$  В/м) [Н. И. Кошкин, М. Г. Ширкевич.  
 Справочник по элементарной физике. Под редакцией Д. И. Сахарова. ФИЗМАТГИЗ, 1960, С.  
 99].

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

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

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

$$G_x = 129,45 \text{ В/м.}$$

45 У зв'язку з тим, що  $\delta=130$  В/м, а  $G_x=129,4$  В/м тоді порогова величина  $E_p$  для  
 середньоквадратичного значення напруженості електричної складової електромагнітного поля  
 Землі складе:

$$E_p = \delta + G_x = 130 + 129,4 = 259,4 \text{ В/м.}$$

50 Для порогової величини середньоквадратичного значення напруженості електричної  
 складової електромагнітного поля Землі, надалі, використовуватимемо величину  $E_p = 260$  В/м.

Таким чином, якщо виміряне середньоквадратичне значення напруженості електричної  
 складової електромагнітного поля Землі, отримане за період часу рівному 24 години,  
 перевищить 260 В/м, тоді з вірогідністю правильного виявлення рівною 0,99 можна  
 стверджувати, що виявлений сильний землетрус, що насувається.

На кресленні представлені вимірювання атмосферного аномального електричного поля перед сильним землетрусом 30.08.1986 р. (магнітуда = 7, епіцентр знаходився в зоні Вранча в Карпатах), які проводилися в обсерваторії Швідер (Польща) [Г.М. Чернявский, Б.С. Скребушевский, В.О. Скрипачев. Бортовая аппаратура космических аппаратов мониторинга предвестников землетрясений, <http://www.iki.rssi.ru/earth/trudi/l-25.pdf>]. Стрілкою показаний момент землетрусу.

Для представлених вимірювань атмосферного аномального електричного поля середньоквадратичне значення, за період часу вимірювань 24 години, склало  $G_x=318,45$  В/м, що на 58,4 В/м перевищує порогову величину  $E_p$  - 260 В/м.

Реалізацію пропонованого способу оперативного виявлення сильного землетрусу, що насувається, розглянемо на прикладі роботи вимірника електричного поля ІЭП-05 [[http://www.electronpribor.ru/goods/54/56/l\\_998.html](http://www.electronpribor.ru/goods/54/56/l_998.html)].

Призначення вимірника ІЭП-05:

Вимірник електричного поля ІЭП-05 призначений для вимірювання середньоквадратичного значення напруженості змінних електричних полів, що створюються різними технічними засобами.

В межах своїх технічних характеристик прилад може використовуватися для вимірювання напруженості електричної складової електромагнітних полів незалежно від природи їх виникнення.

Прилад має прямий відлік вимірюваної величини поля (у реальному масштабі часу) і може бути використаний для електромагнітного моніторингу, контролю просторового розподілу полів і динаміки вимірювання цих полів в часі.

Діапазон робочих частот:

Параметр	Значення
Смуга I	5 Гц - 2 кГц
Смуга II	2 кГц - 400 кГц!

Діапазон вимірюваних значень напруженості електричного поля:

Параметр	Значення
У смугі I	7 В/м - 1999 В/м
У смугі II	0,7 В/м - 199 В/м

Живлення приладу може здійснюватися як від 2-х елементів живлення типу "Корунд" напругою 9 В, так і від мережі 220 В 50 Гц за допомогою зовнішнього джерела живлення.

У зв'язку з тим, що частотний діапазон "сплесків" напруженості електричної складової ЕМПЗ складає від 0,1 до 20 кГц, а амплітуда напруженості електричного поля досягає майже 1000 В/м - вимірювання електричною складовою ЕМПЗ, за допомогою ІЭП-05, необхідно проводити в смугі I.

За допомогою вимірника електричного поля ІЭП-05 проводять вимірювання середньоквадратичного значення напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі, після чого, порівнюють виміряне, протягом 24 години, середньоквадратичне значення напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі з пороговою величиною 260 В/м. У разі перевищення середньоквадратичного значення напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі порогової величини, ухвалюють рішення про виявлення сильного землетрусу, що насувається.

Для автоматизації процесу виявлення сильного землетрусу, що насувається, вихід вимірника електричного поля ІЭП-05 підключається до одного з входів компаратора, на другий вхід якого подається порогова величина для середньоквадратичного значення напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі ( $E_p = 260$  В/м). При перевищенні виміряного середньоквадратичного значення напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі порогової величини  $E_p = 260$  В/м, на виході компаратора виробляється сигнал сповіщення, який свідчить про виявлення сильного землетрусу, що насувається.

Для виключення впливу індустріальних перешкод на вимірювання напруженості електричної складової ЕМПЗ, за допомогою ІЭП-05, її вимірювання необхідно проводити в сейсмоактивному районі на видаленні від джерел індустріальних перешкод до 141 км. Це пов'язано з тим, що величина зони дії деформаційних процесів, в період підготовки землетрусу, безпосередньо залежить від його сили. Радіус R цієї зони може бути оцінений наступним

співвідношенням [Захаренкова И.Е., Шагимурагов И.И. и др. Исследование ионосферных предвестников для землетрясений класса  $m \sim 5.0$ . Электронный научный журнал "ИССЛЕДОВАНО В РОССИИ". <http://7zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2006/039.pdf>]:

5  $R=10^{0.43M}$  (км), (3)

де M - магнітуда землетрусу.

Для оцінки відстані рознесення на місцевості приладу ІЭП-05 та джерел індустриальних перешкод, скористаємося співвідношенням для розрахунку радіусу зони дії деформаційних процесів в період підготовки землетрусу (3).

10 Результаті розрахунку  $R=f(M)$  представлені в табл. 1.

Таблица 1

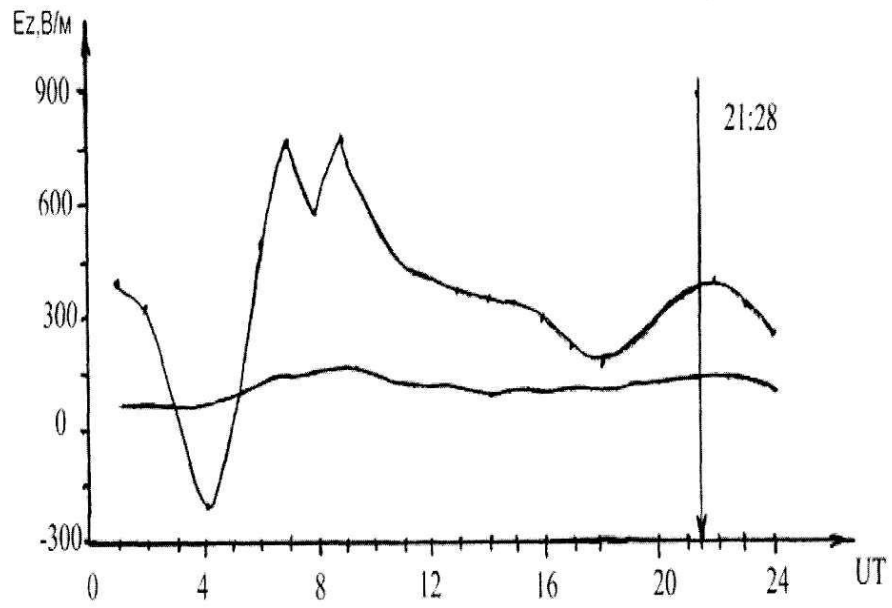
M (бали)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
R (км.)	3	7	19	52	141	380	1023	2754	7413	19953	53703	144544

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

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

20 Спосіб оперативного виявлення сильного землетрусу, що насувається, по вимірюваних значеннях електричної складової електромагнітного поля Землі, який включає вимірювання значень електричної складової електромагнітного поля Землі, виміряні значення електричної складової електромагнітного поля Землі порівнюються з фоновими значеннями, при перевищенні виміряних значень електричної складової електромагнітного поля Землі фонових значень на 20 дБ, ухвалюють рішення про майбутній землетрус, який **відрізняється** тим, що вимірюють середньоквадратичне значення напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі за допомогою вимірника електричного поля, розташованого на поверхні Землі в сейсмоактивному районі, вимірювання середньоквадратичного значення напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі проводяться за період часу, рівний 24 годинам, в безперервних щодобових режимах вимірювання, отримане середньоквадратичне значення напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі порівнюють з пороговим значенням 260 В/м, при перевищенні отриманого середньоквадратичного значення напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі порогового значення, ухвалюють рішення про виявлення сильного землетрусу, що насувається.

35



---

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601