

Огляд передвісників землетрусів

С.В. Щербина, А.І. Фещенко, П.Г. Пігулевський, 2025

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Київ, Україна

За період наукової і технічної роботи співавторами і їх колегами розроблено і випробувано кілька сучасних методів передвісників землетрусів. Один з методів є унікальним, його новизну зафіксовано у формі патенту на корисну модель. Деякі інші методи ефективно випробувано багато разів, отримано успішні прогностичні результати. Всі наведені нижче методи можна класифікувати за кількома науковими напрямками — просторово-часовими, параметрично-часовими. Така поки що спрощена класифікація методів передвісників землетрусів дає можливість оцінювати результати ефективності їх роботи і достовірності за властивостями їх використання.

Ключові слова: передвісники землетрусів, методи класифікації достовірності прогнозу землетрусів.

Вступ. Наведено огляд результатів роботи сучасних методів визначення передвісників землетрусів, які складаються з історичних послідовностей їх типів і випробувань у різних умовах за часом і з різними співавторами:

- метод спектрального аналізу мікросейсмічного шуму — обробка в області автоматизованих аналізів потоків даних [Щербина, 2014];

- метод лазерних сейсмометрів — розробка обладнання і обробка в області автоматизованих аналізів потоків даних, співавтор: А.І. Фещенко, ІГФ ім. С.І. Субботіна НАН України;

- метод вакуумних дельта-гравіметрів — розробка обладнання і обробка в області автоматизованих аналізів потоків даних, співавтори: В.М. Гойденко, П.Г. Пігулевський, ІГФ ім. С.І. Субботіна НАН України;

- метод лазерних інклінометрів — розробка обладнання і обробка в області автоматизованих аналізів потоків даних, співавтор: А.І. Фещенко, ІГФ ім. С.І. Субботіна НАН України [Щербина та ін., 2022];

- метод аналізу рівня води в свердловині (глибина 800 м), м. Кривий Ріг — обробка в області автоматизованих аналізів пото-

ків даних, правовласники: Свістун В.К. ДП ДНІПРОГЕОФІЗИКА, П.Г. Пігулевський, ІГФ ім. С.І. Субботіна НАН України;

- метод аналізу потоків супутникових GPS даних еталонів часу — обробка в області автоматизованих аналізів потоків даних [Velychko et al., 2016];

- метод фрактального аналізу каталогів землетрусів — автоматизована обробка в області фрактального аналізу просторово-часової множини епіцентрів або гіпоцентрів землетрусів [Щербина, 2003];

- метод ентропійного аналізу потоків даних іонізованої атмосфери — в процесі розробки;

- метод ентропійного аналізу потоків даних тиску і температури повітря — в процесі розробки.

Результати роботи деяких методів передвісників. Наведені вище сучасні методи передвісників землетрусів дали можливість досягнути таких результатів.

1. Метод автоматизованого аналізу мікросейсмічного шуму у формі кумулятивних спектрів мікросейсмічних записів з 15 сейсмічних станцій системи USGS дав змогу отримати майже 480 успішних прогнозів за часом і магнітудою для землетру-

Citation: Shcherbyna, S.V., Feshchenko, A.I., & Pigulevsky, P.G. (2025). A review of earthquake precursors. *Geofizychnyi Zhurnal*, 47(2), 359—363. <https://doi.org/10.24028/gj.v47i2.322579>.

Publisher S. Subbotin Institute of Geophysics of NAS of Ukraine, 2025. This is an open access article under the CC BY-NC-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

сів з магнітудою 5,5 і більше за часом до землетрусу 2—3 доби з 2014 р. по 2021 р. Прогноз робився вручну на персональний

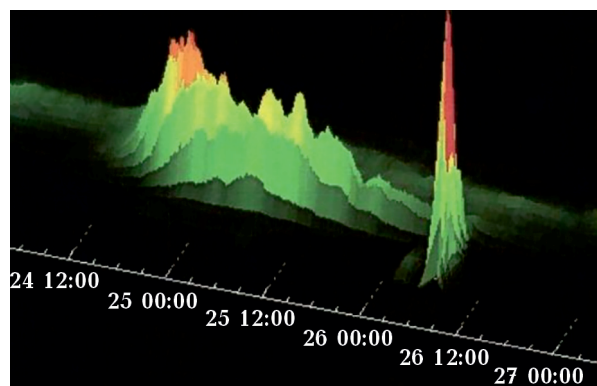


Рис. 1. Передвісник землетрусу 2012-02-26 06:17 51.78N 96.05E M6.8 South Western Siberia Russia методом аналізу кумулятивного спектра мікросейсмічного шуму з сейсмічної станції USGS KYIV за дві доби до нього.

Fig. 1. Precursor of the earthquake 2012-02-26 06:17 51.78N 96.05E M6.8 South Western Siberia Russia obtained by analyzing the cumulative spectrum of microseismic noise from the USGS KYIV seismic station two days before it.

сторінці у Фейсбукі за 1—3 дні до землетрусу (рис. 1).

2. Методом визначення передвісників землетрусів за аномаліями в роботі даних лазерних сейсмометрів було виявлено при проведенні візуального аналізу записи в

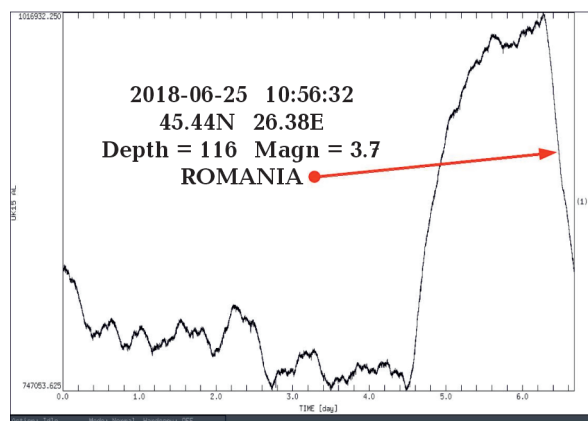


Рис. 3. Гравітаційна аномалія вертикальної компоненти вакуумного дельта-гравіметра за дві доби до землетрусу в Румунії, M 3,7.

Fig. 3. Gravity anomaly of the vertical component of the vacuum delta gravimeter two days before the earthquake in Romania, M 3.7.

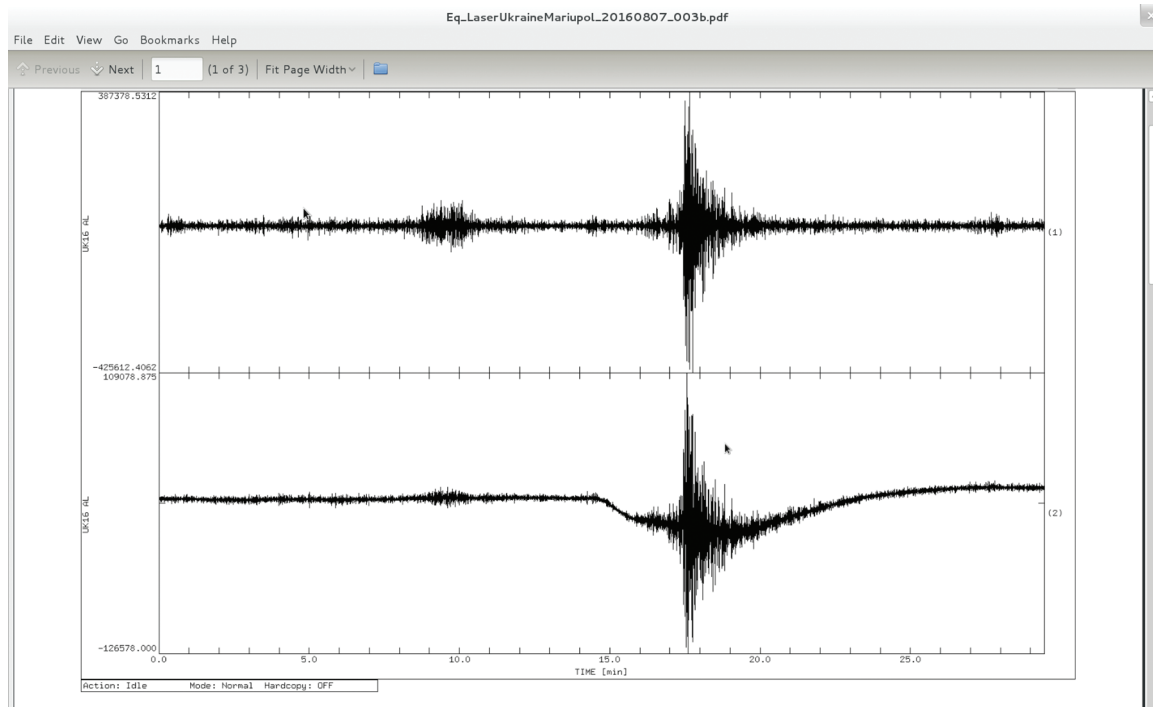


Рис. 2. Прогноз передвісника землетрусу в Маріуполі зміною положення маятника другого вертикального лазерного сейсмометра за 3 хв до цього землетрусу. Автори Щербина С.В., Фещенко А.І. ІГФ НАН України.

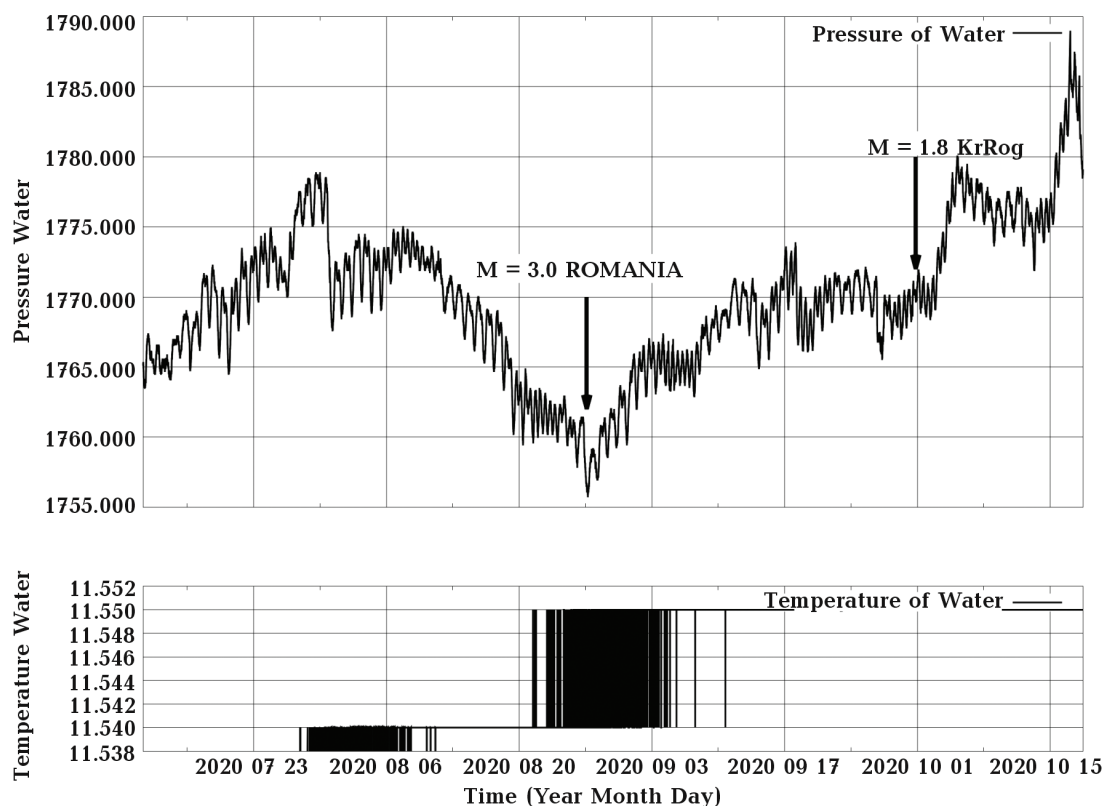


Рис. 4. Динаміка тиску і температури води в свердловині м. Кривий Ріг перед і після двох землетрусів у Румунії і в Україні з магнітудами 3,0 і 1,8 відповідно.

Fig. 4. Dynamics of water pressure and temperature in a well in the city of Kryvyi Rih before and after two earthquakes in Romania and Ukraine with magnitudes of 3.0 and 1.8, respectively.

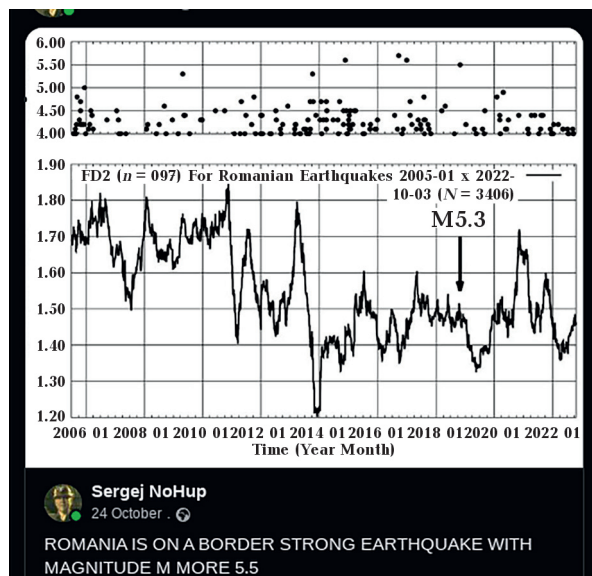


Рис. 5. Прогноз передвісника землетрусу в Румунії з магнітудою 5.3 і більше від 04 вересня і 24 жовтня 2022 р. на сторінці у Фейсбукці.

Fig. 5. Forecast of the precursor of an earthquake in Romania with a magnitude of 5.3 and more from September 4 and October 24, 2022 on a Facebook page.

двох технічно різних вертикальних лазерних сейсмометрів за кілька годин і хвилин до часу реалізації землетрусу в Маріуполі у 2016 р. (рис. 2).

3. Метод вакуумного дельта-гравіметра (розробка ІГФ НАН України) було використано в умовах вакуумного циліндра ДП УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ. Було спрогнозовано кілька десятків землетрусів за методом виявлення часових аномалій динаміки зміни відносного значення прискорення вільного падіння (рис. 3) — співавтори (рис. 4): В.М. Гойденко, П.Г. Пігулевський, ІГФ ім. С.І. Субботіна НАН України.

4. Метод визначення передвісників землетрусів за рівнем води у свердловині м. Кривий Ріг (глибина 800 м) при забезпеченні ДП ДНІПРОГЕОФІЗИКА — автори В.К. Свістун, П.Г. Пігулевський. Метод засновано на засадах використання вимірювань тиску і температури води у свердловині високоточним пристроєм, який було розміщено на глибині 10–20 м від верх-

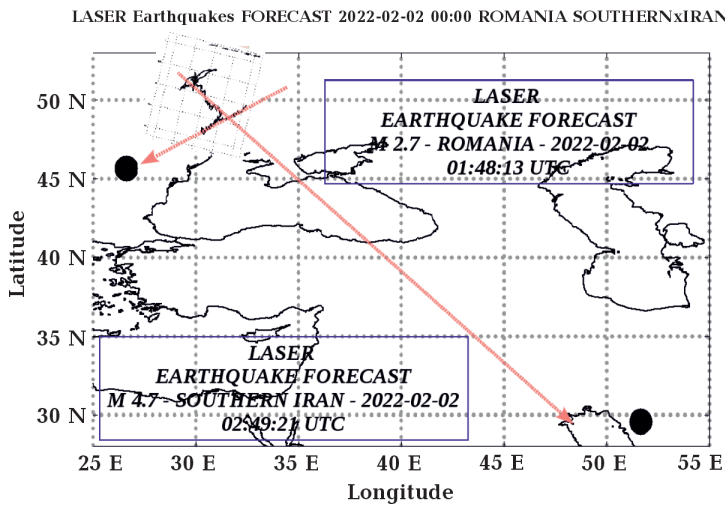


Рис. 6. Прогноз координат двох землетрусів у Румунії та Ірану з магнітудами 2,7 і 4,7 відповідно лазерним інклінометром за три доби до їх реалізації.

Fig. 6. Forecast of the coordinates of two earthquakes in Romania and Iran with magnitudes 2.7 and 4.7, respectively, by a laser inclinometer three days before their occurrence.

нього рівня води у свердловині. Динаміка цього рівня відображає як гравітаційний вплив Місяця і Сонця на відносно вертикальне положення води в цій свердловині, так і динаміку тектонічної структури, що значно змінюється в процесі підготовки землетрусів (рис. 4) [Velychko et al., 2016].

5. Метод фрактального аналізу дав змогу спрогнозувати передвісники землетрусів у Румунії з магнітудою 5,1 за 6 і 5 місяців до реального часу його реалізації. Прогноз цього землетрусу робився на персональній сторінці у Фейсбукі [Щербина, 2003] (рис. 5).

Список літератури

Щербина С.В. Спосіб прогнозування небезпечних сейсмічних подій. Патент № 92022. Оpubл. бюл. № 14/2014.

Щербина С.В. Фрактальные свойства пространственно-временной совокупности землетрясений Крымского сейсморегиона. *Геофиз. журн.* 2003. Т. 25. № 3. С. 178—188.

Щербина С.В., Калініченко О.О., Пігулевський П.Г., Феценко А.І. Комплексна система сейсмічних спостережень у Кривому Розі або Лазерні підходи для прогнозу землетрусів. *Геол.-мін. вісник Криворізьк. нац. ун-ту.*

6. Метод прогнозу передвісників землетрусів лазерним інклінометром дав можливість визначати спеціальні області земної поверхні, де землетруси можуть бути реалізовані. Цей метод належить до групи методів прогнозу в часі і просторі, за якими можна розраховувати координатну область, де землетрус може статися. Цей метод є найважливішим, ніж інші, тому що можна визначити активну частину тектонічної області, де вірогідність землетрусу є достатньо високою (рис. 6) [Shcherbyna, 2021; Щербина та ін., 2022].

Висновки. Наведені вище методи визначення передвісників землетрусів можуть бути об'єднані у єдину систему прогнозування небезпечних сейсмічних явищ при забезпеченні обробці цих потоків даних єдиним штучним інтелектом з різними значеннями магнітуд. Саме такий комплексний підхід може забезпечити високий рівень вірогідності прогнозів землетрусів з високими значеннями магнітуду від 5,5 до 9,0. Крім того, за геофізичними властивостями і специфічними параметрами наведених вище методів визначення передвісників землетрусів можна вивчати і більш широкі властивості динаміки тектонічної структури Землі.

2022. Т. 24. № 1. С. 36—42. [http://doi.org/ 10.31721/2306-5443-2022-47-1-36-42](http://doi.org/10.31721/2306-5443-2022-47-1-36-42).

Shcherbyna, S.V. (2021). The laser technology for earthquake's forecast and for different approaches of seismic hazard assessment. The problems complex geophysical monitoring seismic active regions. *Scientific and Technical Conf. Proc.* (pp. 327—331).

Velychko, O., Shcherbina, S., Golovnya, M., & Pigulevskiy, P. (2016). Relation between level of the water in boreholes with influence of the ionosphere dynamics on results of remote comparison etalons of time. *Scientific bulletin of NMU*, (4), 37—45.

A review of earthquake precursors

S.V. Shcherbina, A.I. Feshchenko, P.G. Pigulevsky, 2025

S. Subbotin Institute of Geophysics of National Academy
of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Over the course of scientific and technical work, the co-authors and their colleagues have developed and tested several modern methods of studying earthquake precursors. One of the methods is unique, its novelty has been recorded in the form of a patent for a utility model. Some other methods have been effectively tested many times, and successful forecast results have been obtained. All the methods listed below can be classified as spatiotemporal or parametric-temporal according to scientific directions. Such a simplified classification of earthquake precursor methods makes it possible to evaluate the results of their work efficiency and reliability according to the properties of their use.

Key words: earthquake precursors, methods for classifying the reliability of earthquake forecasts.

References

- Shcherbina, S.V. (2014). Method of forecasting dangerous seismic events. *Ukr. Patent for invention № 92022* (in Ukrainian). 721/ 2306-5443-2022-47-1-36-42 (in Ukrainian).
- Shcherbina, S.V. (2003). Fractal properties of spatial-time group of the earthquakes of the crimean seismoregion. *Geophysical Journal*, 25(3), 178—188 (in Russian).
- Shcherbina, S.V., Kalinichenko, O.O., Pigulevsky, P.G., & Feshchenko, A.I. (2022). Integrated system of seismic observations in Kryvyi Rih or Lasers Approaches for Earthquakes Forecast. Geological and mineralogical bulletin of Kryvyi Rih National University, 24(1), 36—42. <http://doi.org/10.31721/2306-5443-2022-47-1-36-42>
- Shcherbina, S.V. (2021). The laser technology for earthquake's forecast and for different approaches of seismic hazard assessment. The problems complex geophysical monitoring seismic active regions. *Scientific and Technical Conf. Proc.* (pp. 327—331).
- Velychko, O., Shcherbina, S., Golovnya, M., & Pigulevskiy, P. (2016). Relation between level of the water in boreholes with influence of the ionosphere dynamics on results of remote comparison etalons of time. *Scientific bulletin of NMU*, (4), 37—45.