

К.ф.-м.н., с.н.с. Селіванов Ю.О., магістрантка Костенко К.О.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

КОМПЛЕКСУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМНОГО ВПЛИВУ УРАГАНІВ ТА ГЕОМАГНІТНОЇ АКТИВНОСТІ

Abstract

*Yuriy A. Selivanov, PhD, senior researcher; Katerina Kostenko, student
Complexing of experimental data for researching of cross-coupling of hurricanes and
geomagnetic activity*

This paper deals with researching of hurricanes and geomagnetic activity. Authors check up the hypothesis about cross-coupling among changes of hurricane activity and variations of geomagnetic field and develop new methods for its detecting. Developed methods are tested on some powerful hurricanes.

Вступ

Підраховано, що 9/10 проявів стихійних лих можна розділити на чотири основні типи: повені (40%), тропічні циклони (20%), землетруси (15), посухи (15). При спостереженнях за ураганами встановлено ряд фактів, для яких практично відсутні розбіжності.

Існуючі методи прогнозування місць та часу зародження ураганів в океані оцінюються як порівняно надійні. Для прогнозування ураганів використовується інформація цілого ряду супутників, а саме GOES - 11, - 12, Meteosat - 8, - 9 та інші. Однак, складніше передбачити місце виходу урагану на сушу та моменти, як правило, стрибкоподібного посилення його інтенсивності.

Остання задача є надзвичайно важливою, а механізм стрибкоподібного посилення ще не зовсім зрозумілий.

Постановка задачі

Ми базуємось на гіпотезі, розробленій в ІКД НАНУ-НКАУ, що внаслідок виділення внутрішньої енергії ураган переходить з одного квазістаціонарного стану в інший, з більшою інтенсивністю обертання. В

процесі переходу частина механічної енергії випромінюється у вигляді інфразвукових (з періодом до 300 сек) та акустико-гравітаційних хвиль (з періодом більше 5 хв). Обидва типи хвиль частково розповсюджуються вгору і при визначених довжинах хвиль (що визначається станом атмосфери) досягають висот E-слою іоносфери (110 – 140 км) і навіть F2-слою (220 – 300 км), де викликають збурення іоносферної плазми. Викликані хвилями струми в іоносфері, в свою чергу, збурюють геомагнітне поле, що може бути детектовано наземною мережею магнітометричних станцій. Найбільш надійні дані мають дискретність 1 хв. Як показали оцінки ІКД НАНУ-НКАУ, в цьому випадку слід обирати в якості первинного фактору акусто-гравітаційні хвилі [1].

В такій схемі сигналізації про посилення активності урагану є ряд переваг: вимірювальна мережа достатньо густо охоплює земну поверхню, особливо в регіонах з високою ураганною активністю, супутникові ж спостереження ефективні, якщо ураган знаходиться в підсупутниковому положенні, що виконується не завжди.

Тому мета роботи формулюється так: встановлення взаємозв'язку та взаємовпливу варіацій геомагнітного поля та змін активності ураганів.

Обрані дані

У відповідності до поставленої задачі були обрані:

- 1) дані Центру ураганів NOAA (США) про динаміку переміщення ураганів в Карибському басейні та Мексиканській затоці, динаміку максимальної швидкості їх обертання та падіння тиску в центрі;
- 2) дані магнітометричної мережі INTERMAGNET;
- 3) дані про положення лінії термінатору відносно поточного положення урагану в години світанку та заходу;
- 4) дані про періоди роботи та магнітних збуреннях, що вносяться іоносферним нагрівним стендом HAARP (Аляска, США).

Обрані методи

В роботі використані методи теорії вейвлетів та сумісного аналізу даних. Застосовується вейвлет-перетворення за схемою Хаара (класичний засіб) та за схемою «à trous», розробленою в Південно-європейській обсерваторії. Для визначення сплеску варіацій магнітного поля пропонується використання багаторівневої міри нестационарної поведінки до кожного рівня вейвлет-перетворення початкових сигналів. Схему розроблено на основі ідеї Любушина, який використав дещо складніший підхід для аналізу варіацій геомагнітного поля в задачі передбачення

землетрусів [2]. Сумісний аналіз даних вимірювань проводиться за допомогою вейвлет-когерентного аналізу, який дозволяє виявити частоти, на яких відбувається певний процес, та степінь їх синхронізації. Крос-коваріаційна функція дозволяє визначити часову відстань між подібними варіаціями. Використання крос-коваріаційної функції та ковзного коефіцієнта кореляції дозволяє виявити часові затримки між подібними варіаціями, які присутні в рядах.

Метод MVA полягає у визначенні (на основі даних від однієї магнітної обсерваторії) оцінки для вектора нормалі до фронту хвилі. Він дозволяє визначити потрібний вектор на основі аналізу мінімуму дисперсії отриманих даних про значення вектору геомагнітного поля в момент, коли фронт збурень проходить через обсерваторію.

Методика дослідження

На даний момент висунута гіпотеза про вплив ураганів на геомагнітне поле через АГХ. З теорії генерації АГХ маємо, що періоди таких хвиль мають бути в діапазоні від 5 до 40 хвилин. Вплив повинен виявлятися у тимчасовому збільшенні дисперсії сигналу, можливо модульованого. Відповідно для виявлення впливу вихідні дані необхідно попередньо обробити, видаливши добові варіації.

З метою усунення варіацій геомагнітного поля застосовуються перші два етапи методу Censur I. Ковзаючим середнім з вікном – 1440 вимірів, виділяється тренд, який містить варіації з періодом більше ніж доба, який потім віднімається від початкового сигналу. Після чого виділяється добовий хід варіацій шляхом усереднення за всіма днями, які також віднімаються. Виконується нормалізація. Для детектування різких змін в сигналі використовується багаторівнева міра нестационарної поведінки, яка застосовується до вейвлет-коефіцієнтів нормалізованого сигналу.

Для визначення часових затримок між варіаціями, що відповідають одній події на різних станціях, використовується масштабозалежна та просторово-часова вейвлетні когерентності. Для визначення напрямку руху фронту збурень застосовується метод аналізу мінімуму дисперсії.

Експериментальні результати

Для практичної перевірки запропонованої методики були використані дані вимірювань магнітних обсерваторій мережі INTERMAGNET. Розглядалися урагани, які зароджуються в Карибському басейні. Для дослідження були обрані наступні періоди часу: серпень 2005 року (ураган Катріна), серпень 2008 року (ураган Густав), листопад 2008 року (ураган

Палома). В першому випадку була сильна магнітна буря, в останніх двох – спокійна геомагнітна обстановка.

В результаті виконання обробки та аналізу даних на основі альтернативних методів було підтверджено результати роботи [3] щодо кореляції між геомагнітними бурями та періодами інтенсифікації ураганів. Також було підтверджено результат [4] щодо випереджуючого впливу геомагнітної бурі на інтенсифікацію урагану Катріна (2005 р.).

Впливи самих ураганів на спостережувані на Землі варіації геомагнітного поля детектуються за допомогою розробленої схеми, але потрібна подальша робота для впевненої фільтрації можливих впливів термінатора та системи HAARP для ураганів загального положення та використання розроблених засобів в схемах автоматичного детектування.

Висновки

Авторами запропоновано методика для виявлення взаємовпливу варіацій геомагнітного поля та потужних ураганів через канал АГХ. Визначення точних моментів початку та закінчення збурень виконується за допомогою модифікованої багаторівневої міри нестационарності, яка базується на застосуванні критерію статистичних змін Вальда до коефіцієнтів вейвлет-розвинень. На основі методики створене програмне забезпечення для комплексу по моделюванню космічної погоди ІКД НАН України.

В подальшому потрібно продовжити дослідження за напрямками використання та аналізу застосування більш спеціальних типів вейвлетів (можливо, із конструюванням власних вейвлетів за схемою ліфтингу), а також проробки можливостей використання розроблених засобів в системах автоматичного детектування катастрофічних явищ.

Література

1. *Nappo, Carmen J.* An Introduction to Atmospheric Gravity Waves. / Academic Press, 2002, 279 p.
2. *Любушин А.А.* Анализ данных систем геофизического и экологического мониторинга. / Наука, 2007, 230 стр.
3. *Kavnikov, S., Eisner, J. B. and Perez-Peraza, J.* A statistical link between tropical cyclone intensification and major geomagnetic disturbances. // *Geofisica International* 47 (3), 2008, Pp. 207-213.
4. *Бондур В.Г., Пулинец С.А., Узунов Д.* Воздействие крупномасштабных атмосферных вихревых процессов на ионосферу на примере урагана KATRINA. // *Исследование Земли из космоса*, № 6, 2008, С. 3-11.