



УДК 57.026.4

## Прогнози сонячної активності та її наслідків

З.Ю. Філер<sup>1</sup>, О.М. Дреєв<sup>2</sup>, А.С. Чуйков<sup>3</sup><sup>1</sup>Кіровоградський державний педагогічний університет<sup>2</sup>Кіровоградський національний технічний університет<sup>3</sup>Інститут математики НАН України

*Розглядається вплив сонячної активності (СА) на різні природні і соціальні процеси. Пропонується оцінювати близькість випадкових процесів за допомогою аналогу психофізичного закону Вебера–Фехнера та оцінкою близькості спектрів цих процесів за допомогою створених авторами програм. Висловлюється гіпотеза про причини періодичності СА.*

*ПРОГНОЗЫ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ И ЕЕ ПОСЛЕДСТВИЙ, Филер З.Ю., Дреев А.Н., Чуйков А.С. — Рассматривается влияние солнечной активности (СА) на различные природные и социальные процессы. Предлагается оценивать близость случайных процессов с помощью аналога психофизического закона Вебера–Фехнера и оценкой близости спектров этих процессов с помощью созданных авторами программ. Высказывается гипотеза о причинах периодичности СА.*

*FORECAST OF SOLAR ACTIVITY AND ITS CONSEQUENCES, by Filer Z.Yu., Dreyev O.M., Chuykov A.C. — The influence of solar activity (SA) on a variety of natural and social processes is considered. To evaluate the closeness of random processes using analog of psychophysical Weber–Fechner law and using the estimate of the closeness of the spectra of these processes using programs created by the authors is proposed. The hypothesis about the causes of the periodicity of the SA is expressed.*

**Ключевые слова:** солнечная активность; солнечно-земные связи.

**Key words:** solar activity; solar-terrestrial relation.

### 1. ВСТУП

Майже сто років тому вчений О.Л. Чижевський усвідомив вплив сонячної активності на соціальні процеси. Згодом він захистив в МДУ ім. Ломоносова докторську дисертацію з всесвітньої історії «Исследование периодичности всемирно-исторического процесса», в якій на основі архівних даних показав синхронну з циклами сонячної активності (СА) періодичність соціальних процесів. Брошура «Физические факторы исторического процесса» була неоднозначно сприйнята в СРСР. Мала місце заборона публікацій навіть про вплив СА на біологічні процеси. Книга про це під назвою «Земное эхо солнечных бурь» в СРСР вийшла лише в 1973 р., через 9 років після його смерті, хоча французькою вона вийшла ще перед Другою Світовою війною. Сталінська репресивна машина викреслила з його життя 16 років тюрем, таборів та заслання.

### 2. ПРОГНОЗУВАННЯ СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА БІОСФЕРУ

Якщо ми знаємо середній період СА 11 років, який дозволяє розробляти стратегічні плани, то середньомісячні дані дозволяють приймати правильні поточні рішення. Зараз є можливість використовувати щоденні числа Вольфа, які сповіщають НАСА та інші надійні джерела [1]. На рис. 1 зображені середньомісячні числа Вольфа,

Ідеї Чижевського про вплив СА на соціальні процеси не були реабілітовані до осені 1989 р., коли вийшла стаття З.Філера в «Комсомольской правде». Після цього з'явилися численні публікації в інших виданнях. У 2007 р. вийшов наш переклад роботи Чижевського з коментарями та доповненнями [2].

Отримані нами на базі даних НАСА, та прогноз НАСА до кінця 24-го циклу СА, зображені на рис. 1. З нього видно згладжений характер їх прогнозу і близькі у минулому наші, побудовані за допомогою створеного нами алгоритму та програми О.М. Дреєва EXTRAPOL. Вона використовує тригонометричний тренд з пошуком частот для майже періодичного сигналу  $\sum_k a_k \cos(\omega_k t) + b_k \sin(\omega_k t)$ ,  $\omega_0 = 0$  послідовно, методом найменших квадратів, з вилученням знайдених гармонік, до мінімальної суми. Прогноз НАСА [1] має згладжений характер і не передає щомісячних змін чисел Вольфа W. Для передбачення швидкозмінних подій і прийняття відповідних рішень він явно непридатний. Особливо це стосується швидких змін в соціумі та економіці.

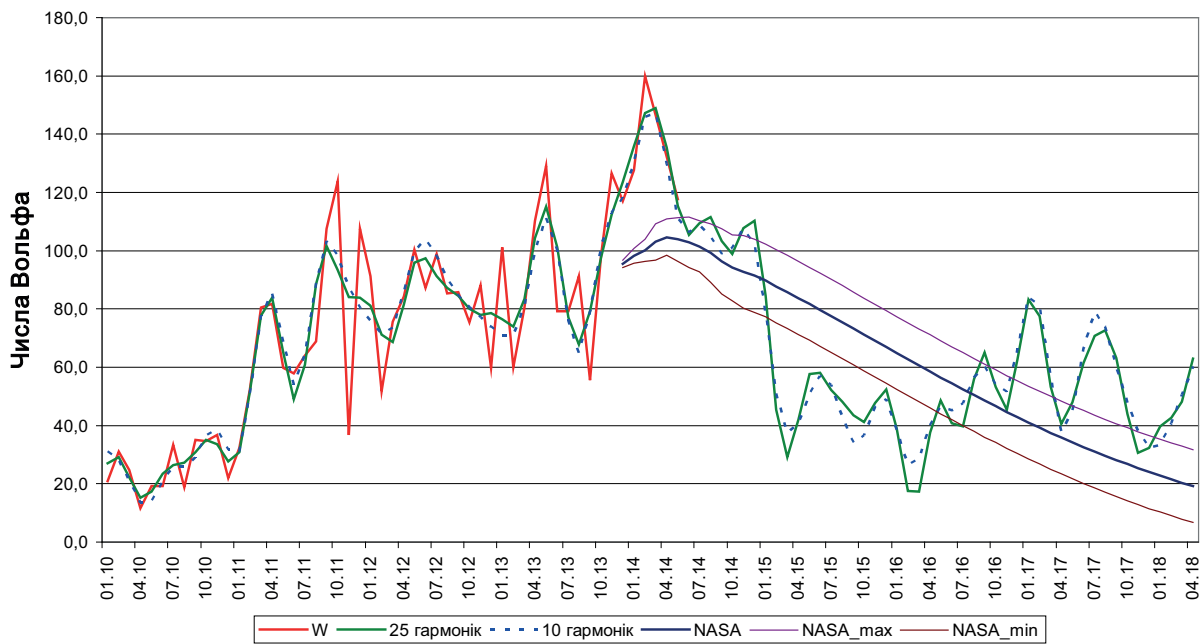


Рис. 1. Прогнози середньомісячних чисел Вольфа

Проблемам впливу СА на біосферу присвячена книга [3], у якій викладені результати досліджень впливу СА на здоров'я та психіку людей. Багато місця в ній приділено епідеміям і пандеміям чуми, холери, грипу, дифтерії та ін. інфекційним хворобам. Останніми роками впливу СА на неінфекційні хвороби були присвячені роботи З.Філера з А.Чуйковим [4], які показали тісний зв'язок між ними. Графік, побудований методом накладання епох, свідчить про це (рис. 2).

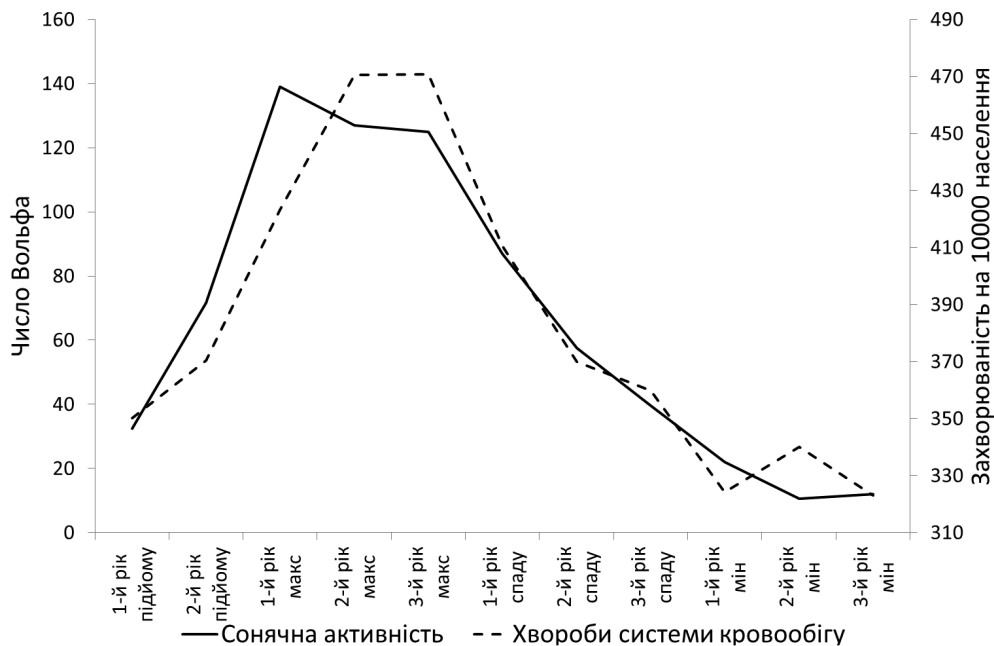


Рис. 2. Вплив СА на захворюваність на хвороби системи кровообігу

Уже більше 10 років деякі українські ЗМІ друкують наші щотижневі прогнози впливу СА на стан здоров'я та психіки людей, використовуючи дані НАСА та спеціально створену програму, яка враховує основний закон психофізики: наслідок дії фактора пропорційний логарифму відносних змін СА.

Нами з 1992 р. досліджується вплив СА на врожайність основних сільськогосподарських культур. У лютому 1995 р. за нашою ініціативою була скликана нарада в інституті «Агроресурси», яка була присвячена прогнозам агрометеумов і врожайності, де наша доповідь була одною з перших після доповіді астронома-сонячника В.Єфименка [5]. Встановлено, що в роки спокійного Сонця в зв'язку з сильними морозами взимку і спекотними без опадів літами в степовій полосі бувають низькі врожаї, а в роки бурхливого Сонця з помірними температурами та достатньою кількістю опадів отримуються рекордні врожаї (рис. 3).

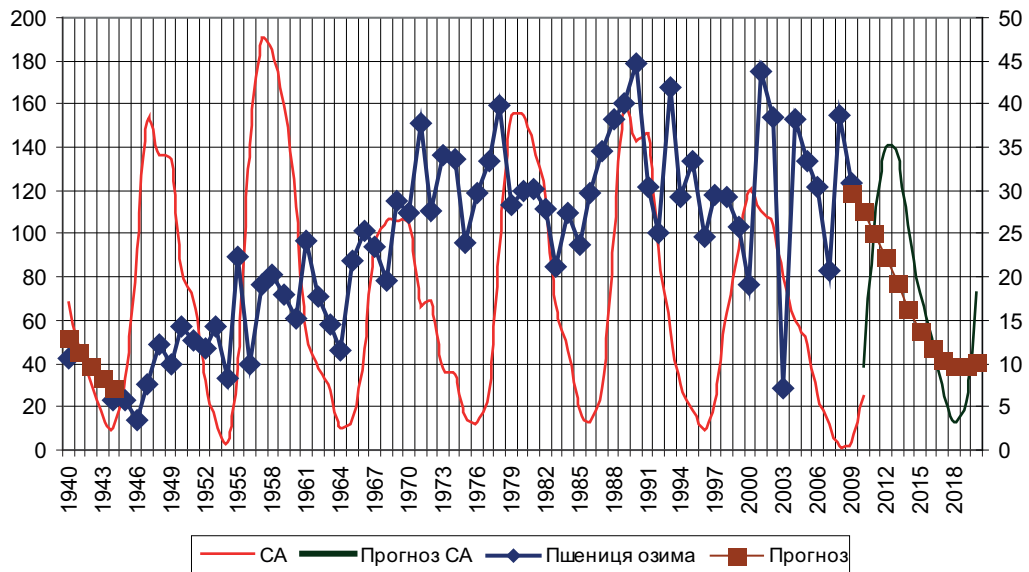


Рис. 3. СА та врожаї озимої пшениці на Кіровоградщині

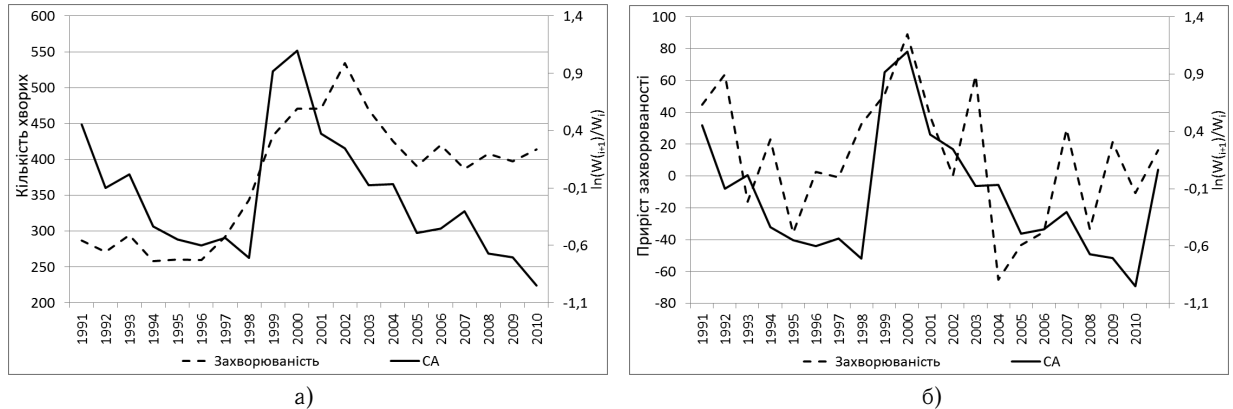


Рис. 4. Вплив СА на хвороби системи кровообігу за відсутності (а) від'ємника в лівій частині формули (1) і при його врахуванні (б)

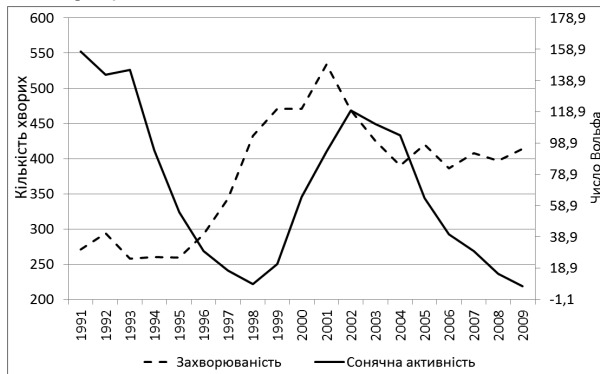


Рис. 5. СА та захворюваність

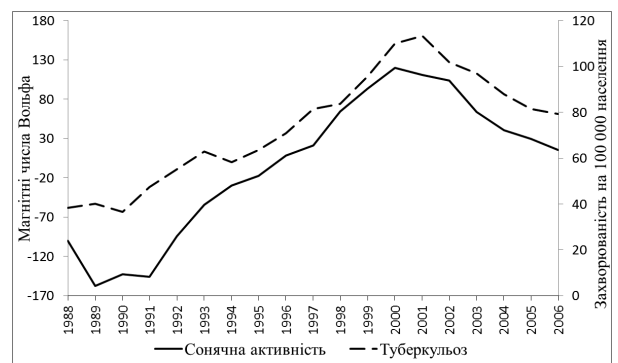


Рис. 6. СА та туберкульоз

### 3. ВИКОРИСТАННЯ ОСНОВНОГО ЗАКОНУ ПСИХОФІЗИКИ ДО АНАЛІЗУ ВПЛИВУ СА НА ЗЕМНІ ПРОЦЕСИ

Згаданий вище закон Вебера–Фехнера  $S - S_0 = k \ln \frac{R}{R_0}$  ми застосували для встановлення кореляційного зв'язку між логарифмічними приростами СА та її наслідками у формі

$$S_{n+j} - S_{n-1+j} = k (\ln W_n - \ln W_{n-1}), \quad (1)$$

де  $j$  — кількість одиниць часу запізнення наслідку від причини.

Знайдений з використанням цієї формули коефіцієнт кореляції між причиною — СА — та приростами наслідку значно вищий за коефіцієнт лінійної кореляції між відповідними рядами значень чисел Вольфа та наслідків.

Взагалі, може зв'язок між значеннями причини і значеннями її наслідків, таких як числа Вольфа і

кількість потужних землетрусів з урахуванням інерційності процесів у ланцюжку “Сонце — сонячний вітер з вмороженим магнітним полем — магнітосфера Землі — атмосфера — гідросфера — літосфера” описуються схожим законом?

На рис. 4 графік впливу СА на абсолютне значення захворюваності представлений зі зміщенням лінії СА на 2 роки вперед, що свідчить про запізнення впливу. Коефіцієнт лінійної кореляції між захворюваністю і логарифмом приросту ЧВ з урахуванням запізнення становить  $r = 0,37$ . Так само, рис. 4б) представлений із зсувом СА на 1 рік вперед, при цьому  $r = 0,55$ .

Класичний коефіцієнт лінійної кореляції між СА та хворобами системи кровообігу складає за цей же період із зсувом на 3 роки (рис. 5).

Високий коефіцієнт кореляції спостерігається між магнітними числами Вольфа (з періодом 22 роки) і показником захворюваності на туберкульоз ( $r = 0,97$ ) із зсувом на 5 років (рис. 6).

#### 4. ВПЛИВ СА НА ЕКОНОМІКУ

У 2008 р. в Інтернет була розміщена стаття американського економіста, в якій було подано графік змін СА та індексу Доу Джонса [6]. Автор цієї статті стверджував, що пік економічного розвитку світу випереджає пік СА. Раціонального пояснення цього він не дав. Ми вважаємо, що впливає не рівень СА, а *швидкість* його зміни, як індукований магнітним полем струм і за законом Фарадея визначається швидкістю зміни напруженості  $H$  магнітного поля.

$$i = \frac{dH}{dt}.$$

Магнітні потоки від Сонця майже пропорційні числу Вольфа кількості та окупності плям на Сонці. Після максимумів індексу Доу Джонса на етапі спаду СА наступають економічні кризи.

Ще одним фондовим індексом, який конкурує за популярністю з промисловим індексом Доу Джонса, є індекс S&P 500 — барометр американської економіки. Він включає 500 обраних акціонерних компаній США, що мають найбільшу капіталізацію (вартість акції). Розраховується індекс S&P 500 як середнє арифметичне зважене значення цін акцій цих компаній. Динаміка зміни індексу S&P 500 і двох показників СА представлена на рис. 9. Коефіцієнти кореляції між ЧВ і індексом S&P 500 складає  $r = 0,49$ , а між радіовипромінюванням і цим індексом  $r = 0,48$ .

#### 5. ВПЛИВ СОНЦЯ НА СОЦІАЛЬНІ ПРОЦЕСИ

У піонерській роботі [2] О.Чижевський на основі архівних даних показав, що всі значні соціальні рухи починалися в роки активного Сонця, а в роки спокійного Сонця вони закінчувалися, бо «народ втопився». Ми побудували графік на основі його даних до 1922 р. (рис. 10). На ньому СА і кількість значних подій показані у 22-річних циклах, які враховують не тільки кількість сонячних плям, а й їх *магнітну орієнтацію*. Історія ХХ-го сторіччя, на жаль, підтвердила 22-річну циклічність світових воєн та революцій. Дати початку соціально-економічних потрясінь пов'язані з поточними змінами СА. Так було, наприклад, в дні початку Великої кризи в жовтні 1929 р., коли стрімкий підйом СА з 25 по 28 жовтня ініціював паніку на біржах (рис. 11), перед серпневою змовою сталінської та гітлерівської верхівки 1939 р. тощо.

О.Чижевський пояснював такі бурхливі соціальні процеси не тільки внутрішніми соціально-економічними та національно-визвольними причинами, але й «спусковою» причинністю Сонця, яке збуджує людей, робить їх готовими слухати пропаганду «визвольних» ідей, зниженням і нехтуванням інстинктом самозбереження. А в роки спаду та мінімуму СА «народ втопився». Зараз триває третій рік максимуму СА. З кінця 2014 р. почнеться 3-річний спад, після якого буде її 3-річний мінімум.

Коефіцієнт кореляції (КК) між СА та її наслідками, незважаючи на візуальну оцінку залежності, як правило, невисокий. Значно збільшується він при застосуванні метода накладання епох, який для довгих рядів веде до осереднення даних за однакові по фазі роки сонячних циклів. Ще більшою є оцінка для суми відносних відхилень впорядкованих частотних спектрів, які отримані за допомогою програми EXTRAPOL, за формулою  $S = \frac{1}{n} \sum_n \frac{2\omega_{1k}\omega_{2k}}{\omega_{1k}^2 + \omega_{2k}^2}$ . Для близьких спектрів ця сума близька до 1, для тих, що різко відрізняються, близька до 0.

Пропонується враховувати запізнення дії СА завдяки «інерційності» процесів через скінчену, хоча й велику швидкість розповсюдження сонячного вітру та викривленість його траєкторії (рис. 12).

При цьому шукається зсув масивів чисел Вольфа до досягнення максимального КК.

Важливість зіставлення спектрів зумовлена тим, що ці явища є *стаціонарними випадковими процесами*, для яких частотний спектр майже детермінований, але амплітуди та фази є випадковими величинами. «Елементарний» коефіцієнт кореляції

$$K(\omega, \omega + a) = \frac{2\omega(\omega + a)}{\omega^2 + (\omega^2 + a^2)} \approx 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{a}{\omega}\right)^2.$$

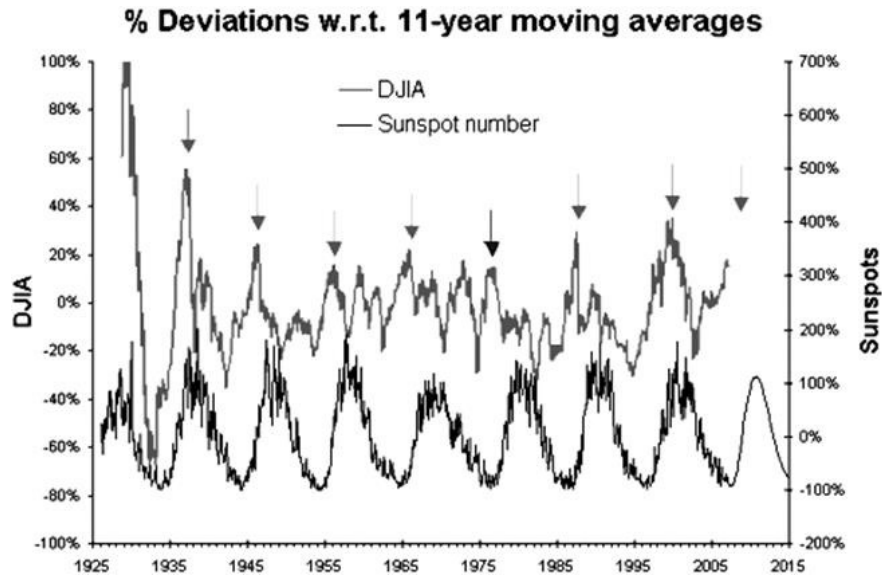


Рис. 7. Синхронізм СА та економіки

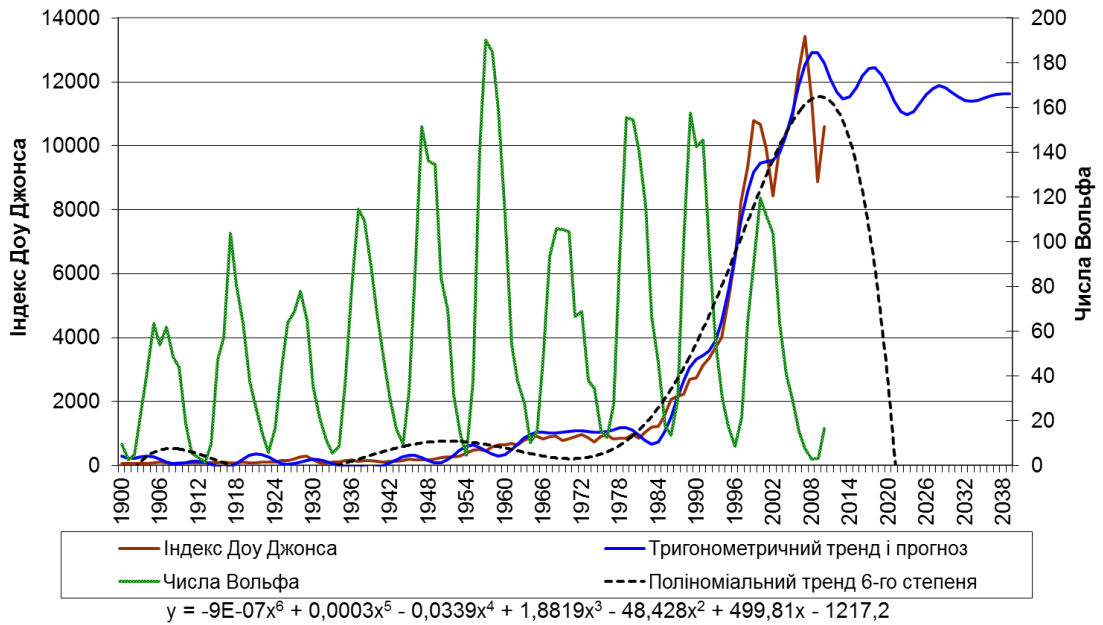


Рис. 8. Прогноз індексу Доу Джонса та СА

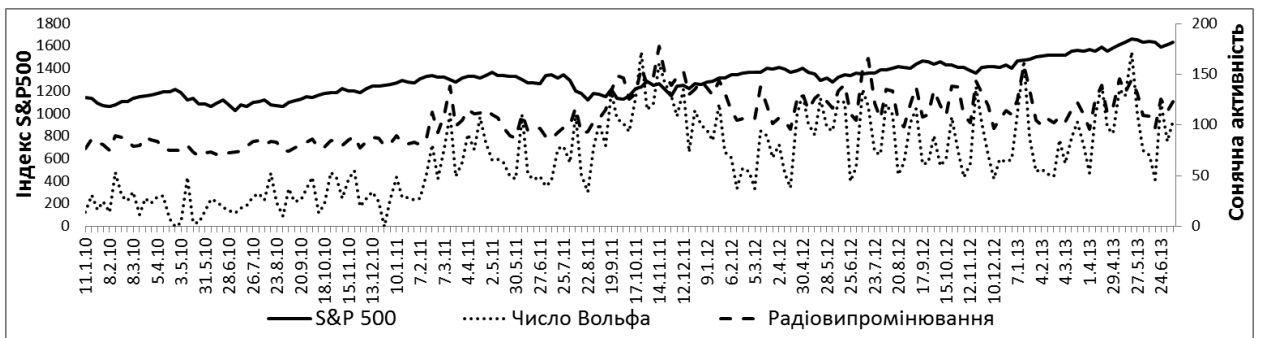


Рис. 9. Щотижневі коливання індексу S&P 500, чисел Вольфа і радіовипромінювання Сонця на хвилі 10,7 см за 2010–2013 рр.

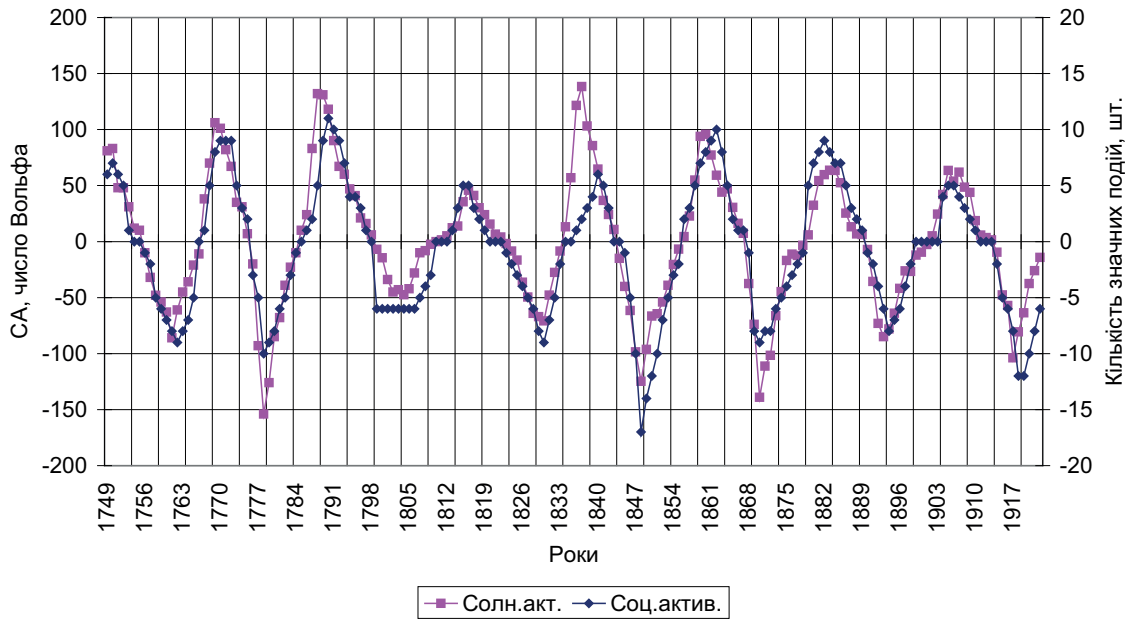


Рис. 10. СА і соціальна активність людства

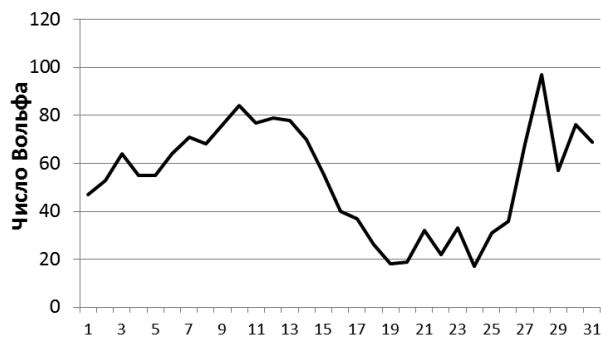


Рис. 11. Сонячна активність у жовтні 1929 р.

2011-09-28T06:00

● Earth   
 ● Mars   
 ● Mercury   
 ● Venus   
 ■

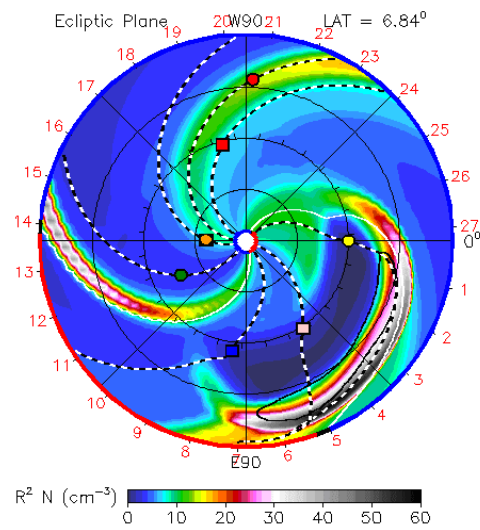


Рис. 12. Викривленість траєкторій сонячного вітру

Так, для оцінки впливу СА на кількість землетрусів з магнітудою, не меншою 5, КК склав 0,50 при запізненні у 8 діб. Коефіцієнт  $S=0,894$ . Найменша різниця між частотами СА і сейсмічності складає 0,001 для пари частот 0,680 і 0,679. Маємо «точне» значення  $K=0,999998917$ , а наближене  $K \approx 0,999998915$ .

## 6. ПРИЧИНИ ЦИКЛІЧНОСТІ СА

Автори притримуються гіпотези про генерування сонячної активності за рахунок гравітаційних впливів у Сонячній системі. Довгі цикли пов'язані з впливом планет-гігантів, в першу чергу Юпітера і Сатурна. Період обертання Юпітера навколо Сонця  $T_J$  близький до 11,86 років, а Сатурна  $T_S=9,46$  р. Період  $T$  впливу пари Юпітер — Сатурн визначається з формули  $\frac{1}{T} = \frac{1}{T_J} - \frac{1}{T_S}$  і близький до 20 років. Аналогічно, період пари Уран ( $T_U=84,02$  р.) — Нептун ( $T_N=164,78$  р.) складає 171,43 р. Період впливу цих пар тоді буде  $T=22,45$  р. Можна отримати період впливу великих зовнішніх планет на ядро Сонця за «об'єднаною» формулою

$$T = \frac{1}{\frac{1}{T_J} - \frac{1}{T_C} - \frac{1}{T_U} + \frac{1}{T_N}}$$

Їх вплив на рух центру Сонця відносно центру сонячної системи приводить до суттєвого зміщення ядра Сонця в сторону рівнодіючої гравітаційних сил Сонячної системи. Суттєво інший характер мають впливи внутрішніх планет — Меркурія, Венери, Землі і, можливо, Марса, період впливу кожної з яких можна обчислити за формулою

$$T_{SP} = \frac{1}{\frac{1}{T_K} - \frac{1}{T_P}},$$

яка для внутрішніх планет дає період 32,5 діб. Тут  $T_K$  є каррінгтонівський період обертання Сонця. Вони діють на ділянки поверхні Сонця, деформовані припливними силами магнітні тори. Рух ядра Сонця майже періодичний; деформації ділянок з магнітними торами мають основний період, близький до періоду обертання Сонця навколо своєї осі  $T_C=1$  місяць. Він близький до періоду обертання Місяця навколо Землі. Явище циклічності зміни активності зірок, які мають свою планетну систему, встановлено при спостереженнях. Цікаво з'ясувати, чи спостерігається це явище у зірок, які не мають планетної системи.

## 7. ВИСНОВКИ

Астрономам треба вивчати сонячну активність для статистичного прогнозування людства, з урахуванням географічних даних — до долі регіонів та держав, з урахуванням ідей Чижевського — до долі народів та всього світу. Керівництву держав та регіонів необхідно спиратись на прогнози астрономів та послідовників О.Л.Чижевського. Бажано фінансувати такі дослідження, використовувати їх результати в управлінні державою та регіонами.

1. <http://SpaceWeather.com>
2. *Чижевський О.Л.* Фізичні фактори історичного процесу. — Кіровоград: Код, 2007. — 121 с.
3. *Чижевський А.Л.* Земное эхо солнечных бурь. — М.: Мысль, 1976. — 367 с.
4. *Філер З.Ю., Чуйков А.С.* Сонячна активність і захворюваність // Український медичний альманах. — 2012. — **15**, №3 (додаток). — С. 59–63.
5. *Філер З.Е., Дрозд А.П.* Солнечная активность, погода и урожаи // Теоретичні та практичні аспекти довгострокового прогнозування агрометеочинників і прогноз їх аномалій на період до 2005 року. — Київ: Агроресурси, 1995. — С. 7–9.
6. *Модис Т.* Солнечные пятна, внутренний валовой продукт и фондовая биржа.
7. *Філер З.Ю., Дреєв О.М.* Вплив сонячної активності на погоду, врожайність, демографічні та соціально-економічні процеси в 2008–2009 роках. — Кіровоград: Обласна сільськогосподарська дорадча служба, 2008. — 115 с.
8. *Філер З.Ю., Дреєв О.М.* Стан сонячної активності, її наслідків та їх прогноз. — Кіровоград: Поліграф-Сервіс. — 28 с.

Надійшла до редакції 15.08.2014