

УДК 629.7.067(045)

С.Т. Поліщук, к.т.н., доц.

## ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ НА МОЖЛИВІСТЬ ВИНИКНЕННЯ АВІАЦІЙНИХ КАТАСТРОФ У 1944 – 2009 рр.

Національний авіаційний університет  
E-mail: stp@nau.edu.ua

*На основі статистичного аналізу доведено існування слабого кореляційного зв'язку між кількістю авіаційних катастроф та індексом сонячної активності. Зроблено прогноз кількості авіаційних катастроф у 2010 р.*

*На основе статистического анализа доказано существование слабой корреляционной связи между количеством авиационных катастроф и индексом солнечной активности. Сделан прогноз количества авиационных катастроф в 2010 г.*

*On the basis of statistical analysis the weak correlation between the number of aviation accidents and the index of solar activity is demonstrated. The number of aviation accidents for year 2010 is forecasted*

### Постановка проблеми

Підвищення безпеки авіаційних перевезень є однією з важливих проблем сучасної авіаційної галузі.

Для визначення рівня безпеки авіаційного транспорту можуть бути вибрані кількісні показники надійності функціонування технічних засобів літального апарату, аеронавігаційного забезпечення польотів, метеорологічного забезпечення польотів.

Вибір та використання цих показників залежить від конкретного завдання.

За інтегральний показник авіаційної безпеки можна обрати кількість авіаційних катастроф за певний термін часу.

Динаміку світових авіаційних катастроф за 1944–2009 рр. показано на рис. 1 [1].

Незважаючи на те, що кількість авіаційних катастроф за останні десятиріччя зменшується і жодна транспортна галузь не має таких

позитивних показників ефективності, у 2009 р. відбулося 30 авіаційних катастроф, у яких загинуло 755 пасажирів і членів екіпажів.

Загалом за вказаний період нараховується 2797 авіаційних катастроф та 70 062 людини загинули.

Постає актуальним питання, які ще додаткові чинники, незважаючи на багатоміліонні вкладення в традиційні напрями забезпечення безпеки польотів, можуть впливати на виникнення авіаційних катастроф.

### Аналіз досліджень і публікацій

Історично склалося три підходи, спрямованих на підтримання безпеки автоматизованих систем керування (АСК):

- технічний [2];
- ергономічний [3];
- медико-біологічний [4].

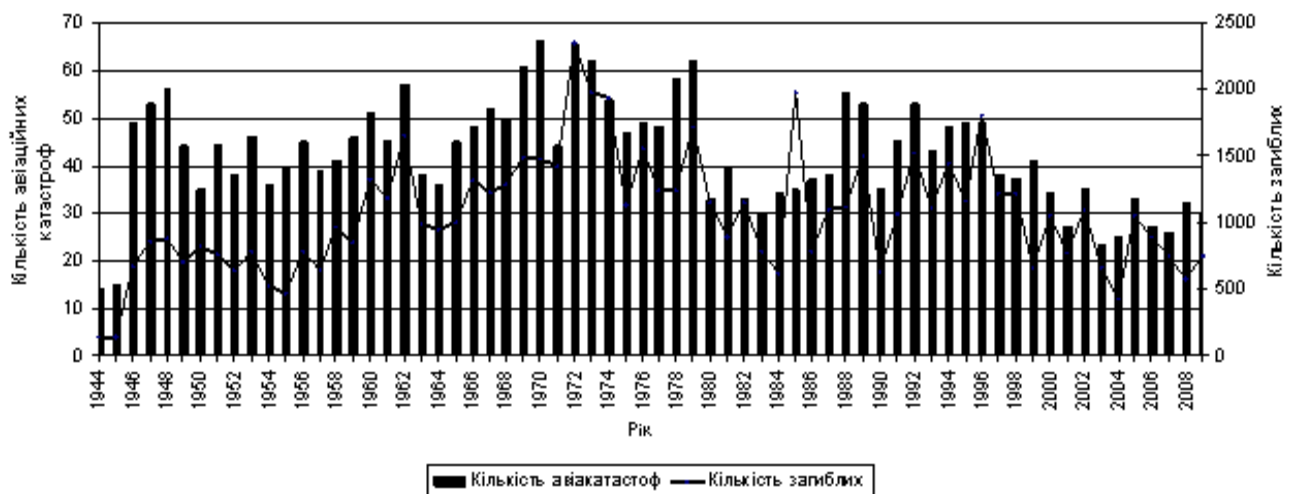


Рис.1. Динаміка авіаційних катастроф та кількості загиблих пасажирів та членів екіпажу

Ураховуючи специфіку авіаційного транспорту, до вказаних підходів також додається і метеорологічне забезпечення польотів.

Жодний з окремо взятих підходів не інтегрує комплекс показників, які забезпечували б достовірною інформацією про знаходження параметрів АСК у межах припустимого простору станів.

Один із найважливіших елементів будь-якої АСК – людина-оператор (ЛО), яка є ланцюгом зворотного зв'язку системи керування й оптимізує процес керування в реальному часі [5].

Кількісною характеристикою ЛО є його кібернетична здатність, тобто час, за який ЛО спроможна оптимізувати параметри керування динамічної системи для досягнення максимального значення цільової функції.

Однак кібернетична здатність ЛО є функцією багатьох складових [6]:

- стану здоров'я;
- соціальних відносин;
- параметрів дестабілізуючих чинників зовнішнього середовища (ДЧЗС).

Одним із можливих ДЧЗС, що може знижувати кібернетичну здатність ЛО, зокрема, і всієї АСК в цілому, є інтенсивність сонячного випромінювання.

На початку ХХ ст. О.Л. Чіжевський виявив, що інтенсивність та коливання різноманітних соціальних, медичних та біологічних процесів на нашій планеті є синхронними [7]. Він науково довів, що ці коливання пов'язані з фізичними процесами, які відбувалися на сонці. Подальше накопичення матеріалу дозволило йому стверджувати, що періодичність спалахів епідемій та пандемій знаходиться у прямій залежності від піків сонячної активності. У дослідженнях О.Л. Чіжевського, з одного боку, знайшли тісний зв'язок загальна біологія, фізіологія та медицина, з іншого – геофізика, метеорологія та астрономія.

Теоретичні положення О.Л. Чіжевського було підтверджено працями багатьох учених всього світу, зокрема, українськими ученими В.Г. Сідяким та Б.М. Владимирським [8]. Проведений ними аналіз багатьох джерел підтвердив вплив інтенсивності сонячної активності на підвищення кількості дорожньо-транспортних пригод у різних географічних зонах земної кулі, що пов'язується зі змінами у стані серцево-судинної та нервової систем ЛО. Ці зміни, у свою чергу, можуть впливати на кібернетичні характеристики ЛО.

**Мета роботи** – перевірка гіпотези можливого впливу інтенсивності сонячного випромінювання на кібернетичну здатність ЛО, що може призводити до підвищення ймовірності виникнення авіаційних катастроф.

#### Методика дослідження

Одним із найбільш відомих методів оцінювання інтенсивності сонячного випромінювання є відносна добова кількість сонячних плям:

$$R = k(10g + s),$$

де  $R$  – число Вольфа;

$k$  – чинник обсерваторії;

$g$  – число груп сонячних плям;

$s$  – кількість окремих сонячних плям.

Першим кроком дослідження було отримання середньорічних показників сонячної активності (вектор  $SA$ ) [9] та відповідно кількості авіаційних катастроф (вектор  $AN$ ) у світі [1]. Динаміку сонячної активності та кількості авіаційних катастроф за період 1994 – 2009 рр. показано на рис. 2.

Як видно з рис. 2., за вказаний період припадає шість піків сонячної активності з максимальним значенням 190,2 у 1957 р. і з максимальною кількістю авіаційних катастроф 66 у 1971 р.

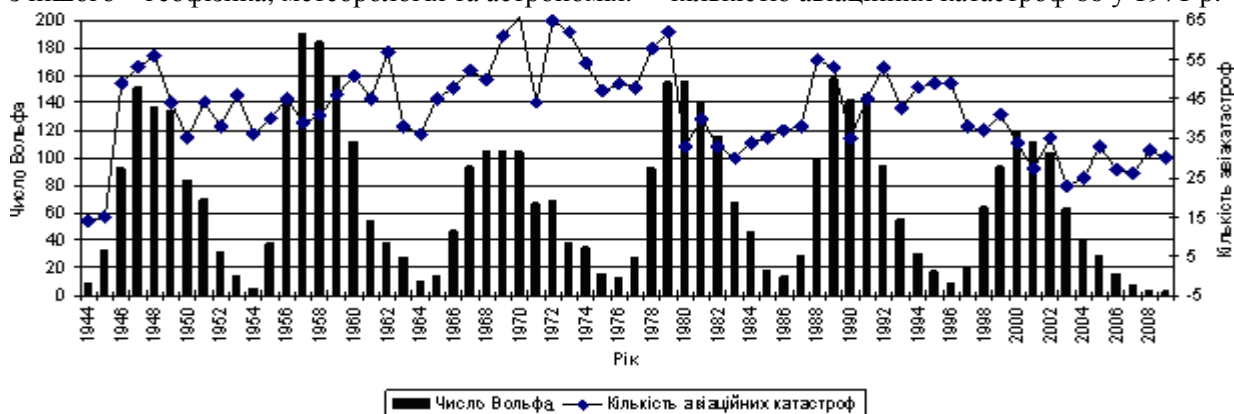


Рис. 2. Динаміка авіаційних катастроф та індексу активності сонця

Другим кроком дослідження було визначення коефіцієнта кореляції  $k(AN, SA)$  між відповідними векторами. Розрахунок коефіцієнта кореляції показав, що  $k(AN, SA) = 0,270$ .

Кількісне значення коефіцієнта кореляції показує на слабкий статистичний зв'язок векторів, що досліджуються.

Третім кроком дослідження було визначення процентного співвідношення авіаційних катастроф на різних етапах польоту повітряного судна (рис. 3).

Коефіцієнт кореляції між вектором сонячної активності та вектором сумарного значення авіа-катастроф на етапах польоту за маршрутом та наближення становив 0,297, що також свідчить про незначний статистичний зв'язок подій.

На четвертому кроці було зроблено припущення, що може існувати більш тісний кореляційний зв'язок векторів у межах циклів сонячної активності  $k_i(AN_i, SA_i)$ , де  $i = 1, 2, \dots, 6$  – номер циклу сонячної активності. Результати визначення коефіцієнта кореляції  $k_i(AN_i, SA_i)$  подано у таблиці.

На завершальному кроці дослідження для прогнозування кількості авіаційних катастроф у 2010 р. середньорічну кількість авіаційних катастроф розглянуто як випадковий процес.

Графічне уявлення апроксимуючої функції щільності ймовірності випадкового процесу показано на рис. 4.

Для рівня значущості  $\alpha = 0,05$  та 11 степенів вільності, критерій  $\chi^2 = 0,087$ .

Виходячи з наведених розрахунків можна стверджувати, що апроксимація випадкового процесу функцією щільності ймовірності з нормальним законом розподілу є статистично обґрунтованим.

Розрахувавши математичне сподівання та середньоквадратичну похибку, які становили відповідно 42,4 та 11,2, було розраховані квантилі розподілу з цими параметрами та побудовано інтегральну функцію розподілу для прогнозування кількості авіаційних катастроф (рис. 5).

#### Кореляція між кількістю авіаційних катастроф та шістьма циклами індексу сонячної активності

| Рік       | Кількість авіаційних катастроф |             |         | Індекс сонячної активності |              |          | Коефіцієнт кореляції |
|-----------|--------------------------------|-------------|---------|----------------------------|--------------|----------|----------------------|
|           | Мінімальна                     | Максимальна | Середня | Мінімальний                | Максимальний | Середній |                      |
| 1944–1954 | 14                             | 56          | 39      | 4                          | 152          | 69       | 0,661                |
| 1954–1964 | 36                             | 57          | 44      | 10                         | 190          | 96       | 0,018                |
| 1964–1976 | 44                             | 66          | 54      | 13                         | 106          | 59       | 0,463                |
| 1976–1986 | 30                             | 62          | 41      | 13                         | 155          | 83       | 0,265                |
| 1986–1996 | 35                             | 55          | 47      | 9                          | 158          | 78       | 0,020                |
| 1996–2009 | 23                             | 41          | 31      | 3                          | 120          | 52       | 0,260                |

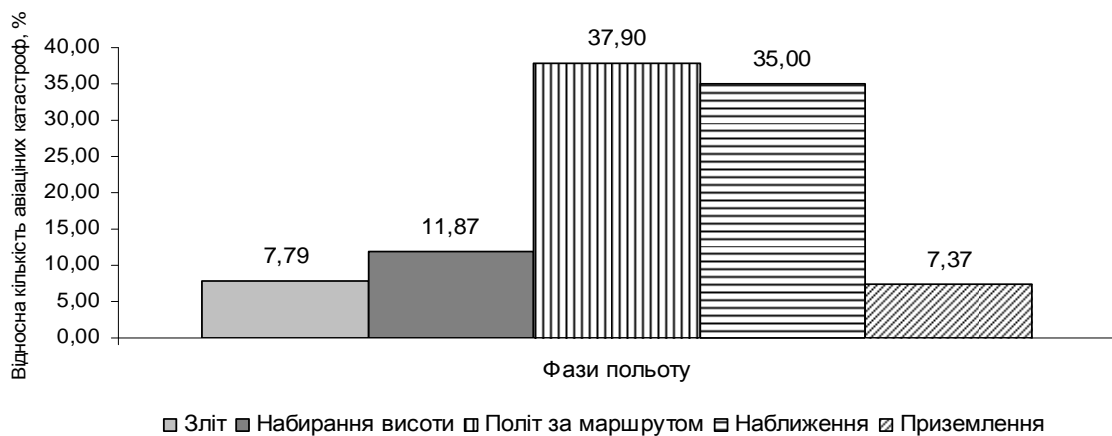


Рис. 3. Відносне диференціювання кількості авіаційних катастроф за етапами польоту

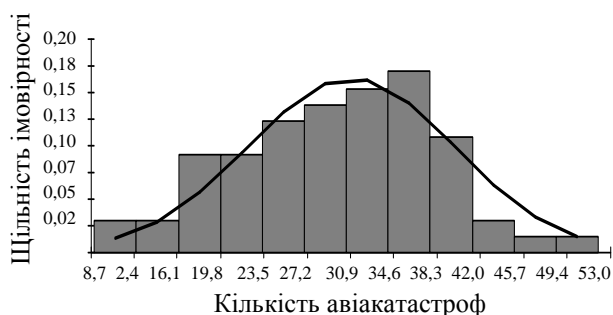


Рис. 4. Функція щільності імовірності розподілу кількості авіаційних катастроф



Рис.5. Інтегральна функція розподілу кількості авіаційних катастроф

### Висновки

Аналіз та статистичне оброблення даних середньорічної кількості авіаційних катастроф та середньорічного індексу сонячної активності дозволяє стверджувати, що на всьому просторі вибірки не існує значного статистичного зв'язку між цими явищами (коефіцієнт кореляції дорівнює 0,270).

Розраховані часткові значення коефіцієнта кореляції в шести циклах сонячної активності також підтверджують відсутність статистично значущого зв'язку. Тільки в першому періоді коефіцієнт кореляції перевищує значення 0,6.

Диференціювання кількості авіаційних катастроф за етапами польоту показало, що 72,9% авіаційних катастроф відбувається на етапах польоту за маршрутом та наближенням, тобто на етапах практично автоматичного польоту. Це також підтверджує те, що відсутній суттєво значущий вплив інтенсивності сонячного випромінювання на кібернетичні характеристики пілота літака.

Розрахована функція щільності ймовірності середньорічної кількості авіаційних катастроф близька до нормального закону розподілу випадкових величин з математичним сподіванням 42,4 і середньоквадратичним відхиленням 11,2.

На основі цих даних з імовірністю 0,75 можна прогнозувати, що у 2010 р. кількість авіаційних катастроф не буде більше 37.

### Література

1. Aviation Safety Database. – Сайт [www.aviation-safety.net](http://www.aviation-safety.net).
2. *Безпека авіації* / В.П. Бабак, В.П. Харченко, В.О. Максимов та ін. / за ред. В. П. Бабака.– К.: Техніка, 2004. – 584 с.
3. *Человеческий фактор: У 6-ти т. Т1. Эргономика – комплексная научно-техническая дисциплина: пер. с англ.* / Ж. Кристенсен, Д. Мейстер, П. Фоули и др.– М.: Мир, 1991.– 599 с.
4. *JAR-FCL Flight Crew Licensing (Medical)*.– К: Торгова промислова палата України, 2002. – 101 с.
5. *Поліщук С.Т. Методика прогнозування ймовірності виконання завдання людиною-оператором за критерієм ліміту часу* / С.Т. Поліщук // Вісник НАУ. – 2009. – №3. – С.83 – 90.
6. *Поліщук С.Т. Заявка на винахід: Спосіб прогнозування кібернетичної здатності людини-оператора в умовах дії дестабілізуючих чинників зовнішнього середовища* / С.Т. Поліщук. – U2009 13811 від 29.12.2009 р.
7. *Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бур* / А.Л. Чижевский. – М. Мысль, 1976, 367 с.
8. *Космическая екологія* / В.Г. Сидякин, Н.А. Темуриянц, В.Б. Макеев, Б.М. Владимирський. – К.: Наук. Думка, 1985,–176 с.
9. *Sunspot Data*. – Сайт [http //: sidc.oma.be/html/sunspot.html](http://sidc.oma.be/html/sunspot.html).