

УДК 621

Л.І. Сопільник, Т.П. Сумарук

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра “Метрологія, стандартизація та сертифікація”,**СТАТИСТИЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗМІН З ЧАСОМ АВАРІЙНОСТІ
НА ДОРОГАХ ТА ГЕОМАГНІТНОЇ АКТИВНОСТІ**

© Сопільник Л.І., Сумарук Т.П., 2002

Розглянуто закономірний зв'язок кількісних показників аварійності на дорогах та геомагнітної активності на автошляхах Львівської області.

In the article the objective connection of quantity indicators of an accident rate on roads that of geomagnetic activity is esteemed, is concrete on motorways of the Lvov area.

Людство живе всередині магнітного поля, джерело якого знаходиться в Землі. Магнітне поле Землі надійно захищає людину від корпускулярної радіації, яка надходить як від Сонця, так і з безмежного космічного простору, але воно постійно змінюється під дією цих корпускулярних потоків. Від Сонця безперервним потоком тече високоіонізована плазма, яка складається, в основному, з електронів, протонів та α -частинок. Густина плазми міняється з часом. Плазма несе “вморожене” магнітне поле Сонця. Залежно від напрямку цього поля змінюється кількість плазми, яка надходить в магнітосферу Землі. Завдяки геомагнітному полю Землі (ГМП) тільки приблизно один процент заряджених частинок від Сонця входить в магнітосферу. Частинки розсипаються у високих широтах. Під дією ГМП плазма поляризується, що веде до утворення сильних електричних полів і, як наслідок, електричних струмів у магнітосфері та іоносфері, які деформують постійне магнітне поле. Змінне магнітне поле іоносферних та магнітосферних струмів підмагнічує провідні шари Землі і пронизує все живе на ній. Частотний спектр цього поля дуже широкий.

Людський організм, безперечно, зазнає впливу цього поля. За останні сто років вчені підтвердили це. Проте дослідження мали якісний характер. Кількісно ця задача ще не розв'язана. Очевидно, що це багатофакторна задача і розв'язувати її потрібно статистичними методами. Останнім часом збільшується кількість робіт, які використовують статистичні методи вивчення інформації для розв'язання наукових та практичних задач. Це зумовлено тим, що в різних галузях людської діяльності виникає необхідність обробки даних, які представлені обмеженими вибірками і принциповою неможливістю повторних експериментів. До таких задач можна зарахувати і вивчення залежності аварійності на дорогах від різного типу факторів. Такими факторами можуть бути: метеорологічні умови та їх зміни з сезоном, електромагнітні поля природного та техногенного походження та їх варіації [1, 2], сезонні зміни кількості аварій на дорогах, індивідуальні особливості психофізіологічного стану водіїв та їх реакції на зміни в довкіллі і вмінні та можливості водіїв приймати правильні рішення в складних дорожніх умовах, які постійно і дуже швидко змінюються [3, 4], технічний стан автомобілів, стан доріг тощо. Ефективність впливу електромагнітних полів значною мірою залежить від місцезнаходження людини, тобто просторового фактора [1, 5]. За однакових збурень електромагнітного поля кількість дорожньо-транспортних пригод (ДТП) в деяких місцях значно більша, ніж в інших.

Для вивчення впливу варіацій магнітного поля Землі (геомагнітної активності) на кількість ДТП потрібно виключити з розгляду ті ДТП, які спричинені іншими факторами. Це не завжди можна зробити, оскільки немає систематизованих даних щодо деяких з них. Щодо геомагнітної активності є довгі ряди неперервних спостережень.

Метою роботи була спроба статистичними методами на основі довгих рядів спостережень встановити зв'язок між варіаціями геомагнітного поля та кількістю на автошляхах Львівської області ДТП, які супроводжувались загибеллю людей або їх травмуванням. Використані дані про кількість ДТП з людськими жертвами та варіації ГМП, виміряні на магнітній обсерваторії “Львів” за сім років (з 1994 до 2001 р). Основними показниками магнітної активності вибрані К-індекси та кількість магнітних бур у певному інтервалі часу. Використовували методику розрахунку дев'ятибального тригодинного К-індексу, подану в [6], добові та декадні суми К-індексів. Магнітні бурі згідно з [7] класифікувалися як малі, помірні, великі та дуже великі. Клас бурі залежить від амплітуди трьох взаємно перпендикулярних складових магнітного поля під час бурі. Бурі мали такі амплітудні границі: мала – 90-120 нТл, помірна – 121-180 нТл, велика – 181-240 нТл, дуже велика – більше за 240 нТл.

У табл. 1 подано кількість бур за кожний місяць відповідного року (м – малі, п – помірні, в – великі, дв – дуже великі). У передостанньому рядку табл. 1 підсумована кількість бур за кожен рік, а в останньому – кількість ДТП за відповідний рік. Простежується залежність між кількістю бур в році та кількістю ДТП. Різко зменшилась кількість ДТП в 1999 р., але в цьому році було мало великих та дуже великих бур, в той час як в попередньому та наступному роках спостерігалось по дев'ять таких бур.

Таблиця 1

місяць	рік	1994				1995				1996				1997				1998				1999				2000			
		м	п	в	дв																								
1		3	1	-	-	1	2	-	-	-	1	-	-	1	1	-	-	3	-	-	-	1	-	1	-	2	2	-	-
2		1	-	-	2	1	2	-	-	2	-	-	-	1	1	-	-	1	1	-	-	1	-	1	-	3	-	1	-
3		1	1	-	1	1	3	-	-	2	-	-	-	2	-	2	-	2	-	2	-	1	3	-	-	4	-	-	-
4		-	-	1	1	1	-	-	-	2	1	-	-	3	-	-	-	1	-	1	-	2	1	-	-	6	-	-	1
5		-	2	1	-	2	2	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	2	-	-	1	3	-	-	-	4	-	-	1
6		4	-	-	-	3	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	4	-	-	-	-	1	-	-	5	-	1	-
7		2	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	-	-	2	1	-	-	4	2	-	1
8		1	-	-	-	3	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	4	1	-	1	-	2	-	-	2	-	1	-
9		-	2	-	-	1	2	-	-	1	2	-	-	4	-	2	-	1	1	-	1	1	2	1	-	5	1	-	1
10		-	1	2	-	-	2	-	-	3	2	-	-	2	-	-	1	2	1	1	-	1	1	-	1	1	1	1	-
11		-	-	1	-	3	-	-	-	1	1	-	-	1	2	-	-	-	-	2	-	2	2	-	-	-	2	1	-
12		4	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-	2	-	-	-	3	-	-	-	2	-	-	-
Разом		32				33				21				36				46				34				55			
Разом ДТП		1421				1432				1406				1493				1492				1340				1464			

На рис. 1 показана кількість ДТП за досліджувані роки залежно від часу. Кожна точка на графіку відповідає кількості ДТП за одну декаду місяця. Добре видно залежність кількості ДТП від сезону. Найменша кількість ДТП трапляється в зимові місяці, вона поступово зростає до жовтня-листопада і знову спадає до кінця року. Найімовірніше, що така залежність кількості ДТП від сезону зв'язана зі зменшенням кількості автомобілів на дорогах у зимовий період та погіршенням стану доріг в осінній період. Для виключення залежності кількості ДТП від сезону ми вибрали змінний рівень відліку. На рис. 1 цей рівень відліку показано прямими суцільними лініями, які для кожного року складаються з двох відрізків, що перетинаються. Перший відрізок дає збільшення кількості ДТП з січня до листопада (за винятком 1995 року), другий спад кількості ДТП за листопад і грудень. Кутовий коефіцієнт кожного відрізка вибирався так, щоб прямі проходили через мінімальні значення кількості ДТП відповідного проміжку часу, а перетиналися в точці максимуму кількості ДТП за цей рік. Змінну кількість ДТП кожного року, які вкладаються на графіку під відповідними нульовими лініями, ми вважали незалежними від активності ГМП. Підтвердженням правильності такого припущення є те, що упродовж семи років явище регулярно повторюється. Різниця між всіма значеннями кількості ДТП за місяць (сума ДТП за три декади) і відповідними значеннями нульового рівня досліджувалась на предмет зв'язку з кількістю магнітних бур відповідного місяця. Оскільки магнітні бурі, як було сказано вище, поділяються на чотири види залежно від їх амплітуди і оскільки здебільшого чим більша амплітуда, тим довше триває буря, ми при визначенні кількості бур за місяць множили кількість помірних бур на два, великих – на три і дуже великих – на чотири.

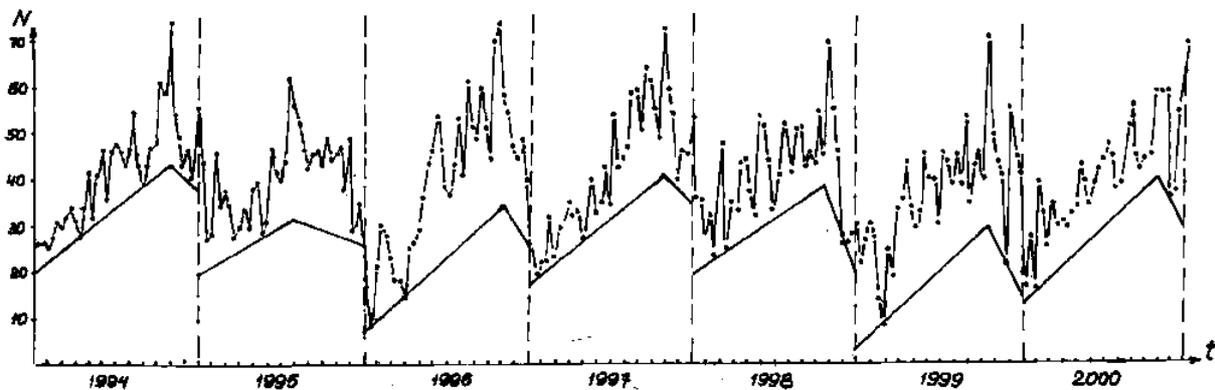


Рис. 1. Залежність кількості ДТП від часу

На рис. 2 показана залежність кількості ДТП за місяць ($N_{ав}$) від кількості всіх бур за місяць, помножених на відповідний коефіцієнт ($KN_{бур}$). Коефіцієнт кореляції між цими величинами $r \approx 0,47$, його дисперсія $\sigma_r = 0,09$. Хоч коефіцієнт кореляції невеликий та при обчисленні його використано по 84 значення $N_{ав}$ і $KN_{бур}$ і потрібне значення дисперсії

$$3 \cdot \sigma_r < r,$$

а згідно з [8] при таких співвідношеннях σ_r і r статистична залежність між величинами реально існує. Щоб переконатись в цьому, були використані детальніші дані.

На рис.3 нанесені добові значення кількості ДТП (N) та добові суми тригодинного індексу $K(\Sigma K)$ за три останні роки. У дні магнітних бур під сумою K -індексів на рис.3 нанесені: в дні малих бур – одна пряма лінія довжина якої відповідає тривалості бурі, помірних бур – дві паралельні лінії, великих – три і дуже великих – чотири паралельні лінії.

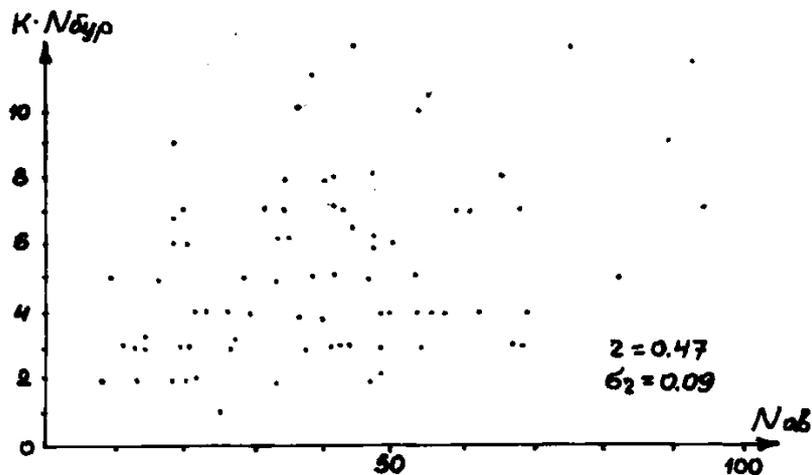


Рис. 2. Залежність кількості ДТП від кількості бур за даний місяць помножених на коефіцієнт ($KN_{бур}$)

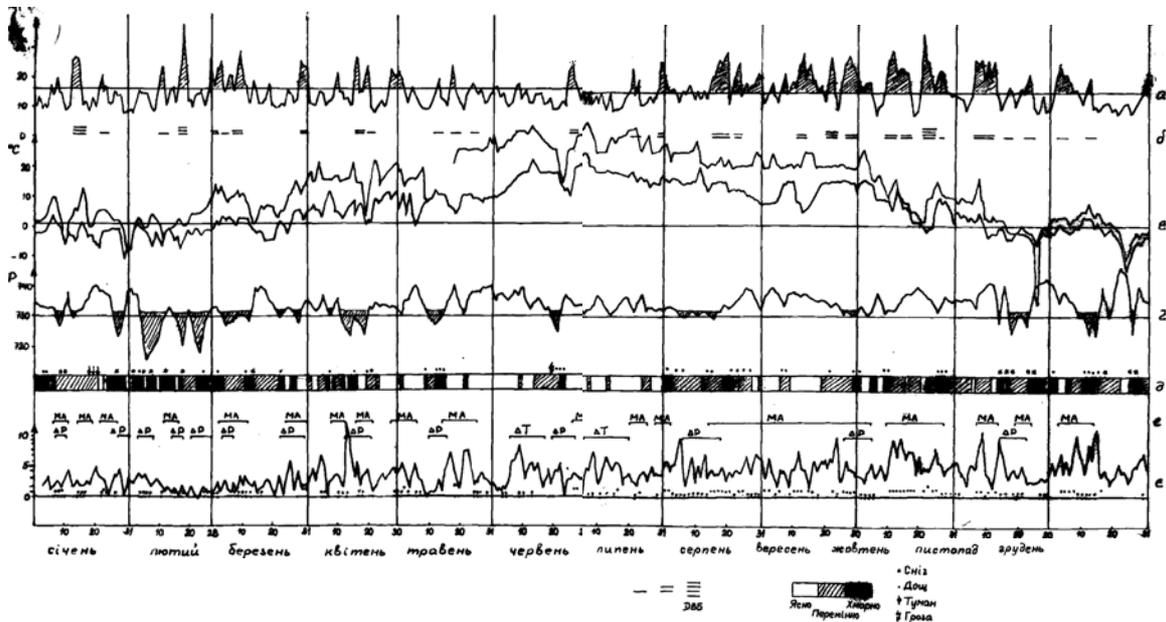


Рис. 3. Залежність добових значень $DTP(N)$ від індексу K

На перший погляд, картина виглядає дуже заплутаною. Проте виразно спостерігається збільшення кількості ДТП в дні, коли були магнітні бурі і великі ΣK . Деякі піки на графіку кількості ДТП випереджують магнітні бурі, інші запізнюються щодо бур. Такі події, найімовірніше, зв'язані зі зміною реакції організму людини на магнітні бурі [2]. Окремі піки ДТП видні в дні, коли немає магнітних бур, проте в ці дні ΣK досягає значної величини, тобто відбуваються магнітні збурення, амплітуда яких менша за 90 нТл, а за міжнародною класифікацією таку варіацію не можна назвати бурею, хоч магнітна активність висока. Крім того, треба врахувати, що на кількість ДТП впливають інші фактори, які ми не вміємо враховувати.

У табл. 2 підсумовані результати статистичного аналізу кількості ДТП та геомагнітної активності за 1998-2000 роки. Перший та другий рядки показують кількість збурених та спокійних днів кожного року. Магнітна активність зростає і максимум її буде спо-

стерігатись в 2001 – 2002 роках. Чотири останні рядки табл. 2 показують кількість збурених днів, у яких були ДТП в абсолютному та процентному відношенні (в дужках) і коли ДТП не було (третій і четвертий рядок) та кількість спокійних днів, в яких відбулись чи ні ДТП (п'ятий і шостий рядок). В усіх випадках в кількість ДТП вводилась відповідна поправка на вплив сезонного фактора згідно з рис. 1. Збуреними днями вважались ті, в яких значення К-індексу хоча б в одному тригодинному інтервалі часу за добу було не меншим від трьох балів [6]. Як приклад наведемо пояснення першої колонки табл. 2 за 1998 рік. В цьому році було 208 збурених днів і 157 спокійних. В 147 днях (71% від усіх збурених днів) стались ДТП, пов'язані зі збуренням магнітного поля (введена поправка на сезонний фактор) і в 61 збурений день (що становить 29% від усіх збурених днів) ДТП не було. Із 157 магнітоспокійних днів, у 80 днів (51% від усіх спокійних днів цього року) трапились ДТП і в 77(49%) не було ДТП. Аналізуючи табл. 2 загалом, можна сказати: в збурені дні ДТП трапились в 71 – 79% випадків і не було ДТП тільки в 21 – 29% випадків. У магнітоспокійні дні ДТП були в 45 – 51% днів і не було їх в 49 – 55% від усіх спокійних днів.

Таблиця 2

	1998	1999	2000
Кількість збурених днів	208	252	257
Кількість спокійних днів	157	113	109
Кількість днів з ДТП в збурених умовах	147 (71%)	199 (79%)	188 (73%)
Кількість днів без ДТП в збурених умовах	61 (29%)	53 (21%)	69 (27%)
Кількість днів з ДТП в спокійних умовах	80 (51%)	51 (45%)	50 (46%)
Кількість днів без ДТП в спокійних умовах	77 (49%)	62 (55%)	59 (54%)

Отже, в дні з низькою активністю магнітного поля Землі співвідношення між днями, в яких відбулись ДТП і коли їх не було, дорівнює 1:1. В збурені дні, кількість днів в яких трапились ДТП, втричі перевищує їх кількість, коли ДТП не було.

1. Сопільник Л.І. Дослідження впливу електромагнітних полів на інтенсивність дорожньо-транспортних пригод // Вісн. ДУ "Львівська політехніка." – Львів. – 1997. – № 314. – С. 74 – 49. 2. Сало М.О., Сопільник Л.І., Сумарук Т.П. Магнітні бурі та аварійність на дорогах // Безпека дорожнього руху: Наук.-техн. вісн. – 2000. – №3(8). – С. 16 – 23. 3. Кожухова Н.І. Методичні аспекти підготовки водіїв для роботи в складних дорожньо-транспортних ситуаціях // Безпека дорожнього руху: Наук.-техн. вісн. – 2000. – №3(8). – С. 29 – 36. 4. Сопільник Л.І. Моделювання реакції водія автомобіля на впливові фактори довкілля // Вісн. ДУ "Львівська політехніка." – 1998. – С. 167 – 171. 5. Сопільник Л.І. Вплив електромагнітного поля на дорожньо-транспортні пригоди (теорія і дослідження), Львів. Піраміда. – 2001. – 173 с. 6. Mayand P.N. Derivation, meaning and use of geomagnetic indices. Geophys. Monogr. Ser.22 AGU, Washington D.C. – 1980. 7. Афанасьєва В.И., Шевнин А.Д. Статистические характеристики магнитной активности // Геомагнитная активность и её прогноз. – М., – 1978. 8. Математическая статистика. – М., – 1975.