

УДК 57.026.4.

## АНАЛІЗ ВПЛИВУ СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ НА ЗАХВОРИЮВАНІСТЬ

Чуйков А.С., Філер З.Ю.

Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка, м. Кіровоград,  
Україна

Досліджується вплив річної та середньо-тижневої сонячної активності на захворюваність по Кіровоградській області. Встановлено високі коефіцієнти кореляції між ними. Помітні зсуви максимумів сонячної активності відносно максимумів різних хвороб, які пояснюються тим, що сонячний вітер доходить до Землі через 2–4 дні, а також соціальними причинами.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** сонячна активність, захворюваність, кореляція, математичне моделювання.

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ

Чуйков А.С., Филер З.Е.

Исследуется влияние годовой и средне-недельной солнечной активности на заболеваемость по Кировоградской области. Установлены высокие коэффициенты корреляции между ними. Заметные сдвиги максимумов солнечной активности в отношении максимумов различных видов заболеваний объясняются тем, что солнечный ветер доходит до Земли за 2–4 дня, а также социальными причинами.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** солнечная активность, заболеваемость, корреляция, математическое моделирование.

## ANALYSIS OF INFLUENCE OF SOLAR ACTIVITY ON SICKNESS RATE

Chuikov A.S., Filer Z. Yu.

The impact of annual and averaged weekly solar activity on the sickness rate in the Kirovograd region is examined. High correlation coefficients between the two sets of data are established. Notable shifts between the maxima of solar activity and the peaks of various kinds of diseases are explained by the fact that the solar wind reaches the Earth in 2–4 days as well as by social reasons.

**KEY WORDS:** solar activity, sickness rate, correlation, mathematical modeling.

**1. Вступ.** Захворюваність – це медично-статистичний показник, що визначає число захворювань, вперше зареєстрованих за календарний рік серед населення, яке проживає на якійсь конкретній території, і є одним з критеріїв оцінки здоров'я населення. При аналізі цього показника за ряд років можна одержати найбільш правильне уявлення про частоту виникнення і динаміку захворюваності, а також про ефективність комплексу соціально-гігієнічних і лікувальних заходів, спрямованих на її зниження.

**Актуальність** роботи полягає в тому, що захворюваність завдає значного збитку економіці країни та часто неоціненну шкоду окремим людям та їх близьким. **Метою** є дослідження особливостей впливу сонячної активності (СА) на захворюваність населення. **Задачею** є статистична перевірка гіпотези про вплив сонячної активності не тільки на епідемічні хвороби. **Новизною** роботи є дослідження залежності між річними та середньотижневими даними сонячної активності та захворюваності у Кіровоградській області.

**2. Аналіз найбільш суттєвих публікацій.** Вперше проблемами впливу сонячної активності на епідемії хвороб дослідив радянський вчений, основоположник космічної біології та геліобіології Олександр Леонідович Чижевський, який використав статистику епідемій з 430 року по 1899 рік [1, с. 177–180]. Розглянувши за такий довгий проміжок часу спалахи такого захворювання, як чума, вчений зауважив, що точки максимуму кривої, що зображувала хід сонячної діяльності, розташовувалися саме над підйомами кривої, що відображувала динаміку активності та розповсюдження чуми. З певною періодичністю активності Сонця пов'язано і посилення такого захворювання, як грип: в 19 столітті вісім періодів СА з дев'яти ознаменувалися грипозними епідеміями.

Один із напрямків дослідження економічних втрат капіталу здоров'я людини базується на концентрації вартості тягаря хвороб, згідно з яким економічно оцінюється його пряма і непряма вартість. Пряма враховує вартість лікування,

догляду і реабілітації хворих, інші витрати на заходи по охороні здоров'я населення, а також соціальні трансферти. Непряма вартість становить втрачену вигоду під час виробництва ВВП, що викликана трудовими втратами. У рамках широкого спектру профілактичних заходів, з позиції доказової медицини, що вимагає від лікаря регулярного перегляду нових даних наукових дослідників, найважливіше місце займає постійне відновлення і поповнення наукових знань серед медичного персоналу. Одним із джерел такого поповнення є статистичний аналіз.

**3. Зв'язок середньорічних даних захворюваності та сонячної активності.** Для дослідження впливу СА не тільки на епідемічні, а й на інші різні типи хвороб нами було використано статистичні дані Головного управління статистики у Кіровоградській області про захворюваність

населення в період з 1995 по 2010 рр. [2], а також дані Державного архіву Кіровоградської області з 1989 по 1994 рр.

З рис. 1 видно, що рівень загальної захворюваності зростає в роки максимуму СА та спадає у роки її мінімуму. Коефіцієнт кореляції виявився досить низьким (0,17), що свідчить про різні особливості впливу СА на різні типи хвороб та наявність коливань, пов'язаних з іншими соціально-економічними причинами.

Метод накладання епох дає змогу усереднити дані за багато років (рис. 2) та візуально побачити найбільш правильну закономірність зв'язку СА та захворюваності [3, с. 89]. Для побудови було використано дані по кількості вперше зареєстрованих захворювань у Кіровоградській області на 10000 населення в період з 1987 по 2010 роки.

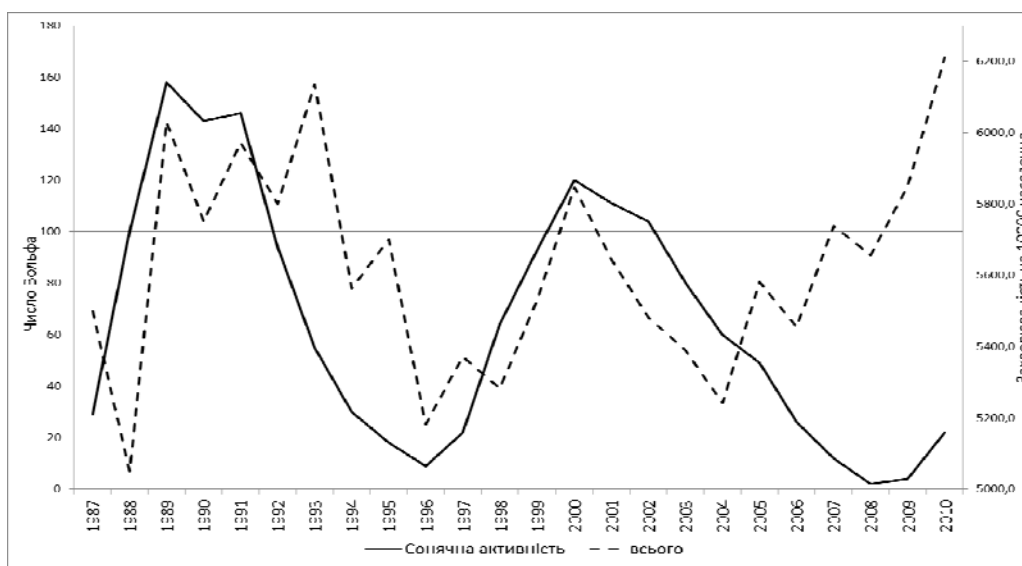


Рис. 1. Загальна захворюваність та СА. Порівняння даних за 1987–2010 рр.

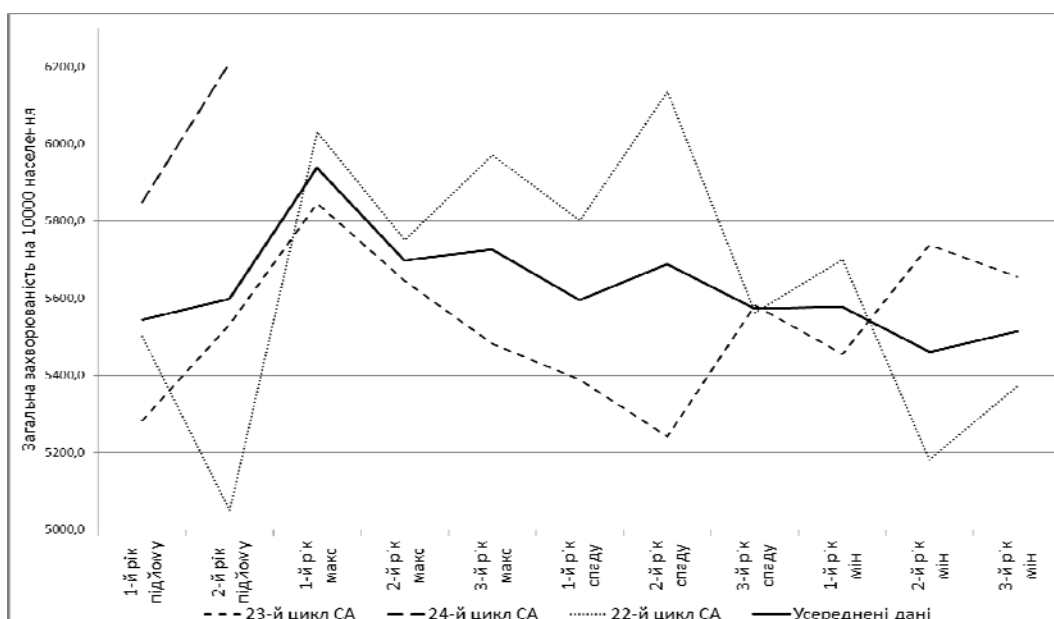


Рис. 2. Побудова методу накладання епох для загальної захворюваності у Кіровоградській області.

На кожний тип хвороб сонячна активність може впливати по-різному, отже доцільно їх розглянути окремо. На рис. 3 показаний зв'язок СА з хворобами системи кровообігу (ХСК); видно, що

захворюваність стрімко зростає в період зростання СА та спадає зі спадом СА.

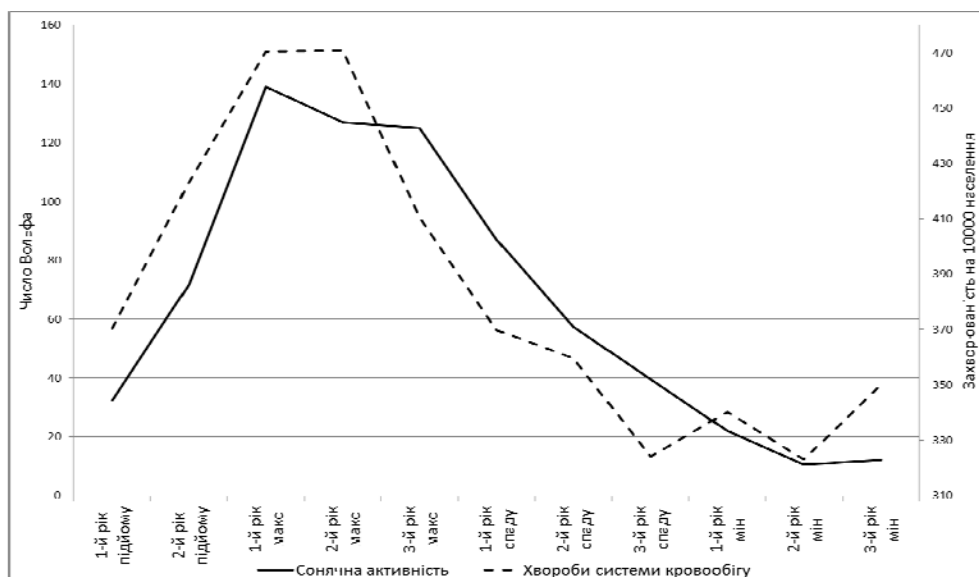


Рис. 3. СА та хвороби системи кровообігу (коєф. корел. 0,88).

Кров – найважливіший компонент організму, який визначає його життєву активність і чутливо вловлює зовнішні впливи, найбільш доцільно реагуючи на них своїми структурними і хімічними змінами [3, с. 185, 187–190].

О.Л. Чижевський в якості спрощеної моделі розглядав кров як колоїд, в якому роль електроліту виконує плазма, а роль зважених частинок – негативно заряджені еритроцити, які утримуються від злипання силами електростатичного розштовхування. Складна електрична система крові, підкреслював вчений, знаходиться у неперервному і багатогранному русі по кровоносним судинам різного діаметру, а отже, і різного режиму руху. Відстань між клітинними та колоїдними елементами крові постійно змінюється, пружини електростатичного розштовхування знаходяться у неперервній роботі. Електростатична система крові постійно балансує біля точки своєї рівноваги. Морфологічні компоненти крові прагнуть зберегти у кровотоці основні фізичні вектори при всіх можливих переміщеннях. Електростатичний розпір весь час утримує частинки крові на деякій відстані одна від одної, забезпечуючи їх орієнтацію в просторі. Як би гідродинамічні сили в умовах турбулентного режиму не порушували цю систему, сили електричної взаємодії і розпору намагаються вирівняти порушене положення елементів системи.

Отже, для організму небайдужа величина електростатичного заряду еритроцитів, більш того, ця величина є одним із важливих факторів транспортно-обмінної роботи всього кров'яного

русла. При достатній кількості зарядів, які несуть еритроцити, достатній і електричний розпір між ними, від чого залежить частково і надходження до еритроцитів поживних матеріалів і видалення відпрацьованих шлаків. Це сприяє нормальному обміну речовин. При нестачі зарядів на еритроциті розпір між ними теж невеликий, шляхи проходження плазми між еритроцитами обмежені, у зв'язку з чим транспортно-обмінна функція крові падає, обмін речовин у якійсь степені порушується, а звідси ризик виникнення патологічних явищ. Електричний заряд еритроцитів грає, ймовірно, суттєву роль і в запобіганні утворення еритроцитних тромбів. Таким чином, в області електростатики і електродинаміки крові відкривається широке поле для цікавих та перспективних досліджень.

Зсув кривої хвороб системи кровообігу на 1 рік вперед дещо збільшує коефіцієнт кореляції (рис. 4), отже, можна вважати, що захворюваність ХСК випереджає СА на один рік. Тобто, визначальним фактором є не абсолютне значення СА, а швидкість її зростання. Отримані дані показують, що в період максимуму СА захворюваність ХСК збільшується на 46% у порівнянні з етапом мінімуму.

З рис. 5 бачимо, що в роки зниженої СА захворюваність новоутвореннями збільшується, а найменша захворюваність має місце у роки високої СА. Це може бути пов'язане з тим, що космічні фактори при високій СА затримують ріст злоякісних пухлин, що зароджуються.

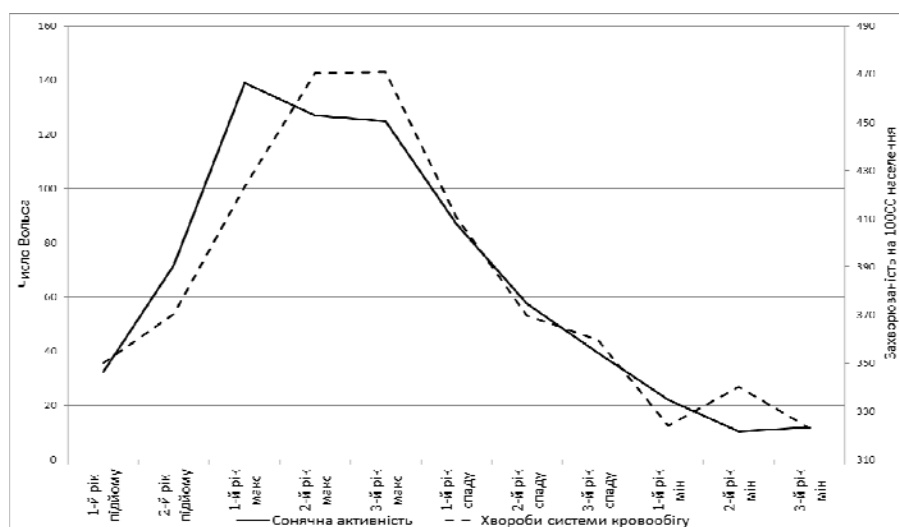


Рис. 4. СА та хвороби системи кровообігу зі зсувом на 1 рік вперед, коефіцієнт кореляції 0,94.

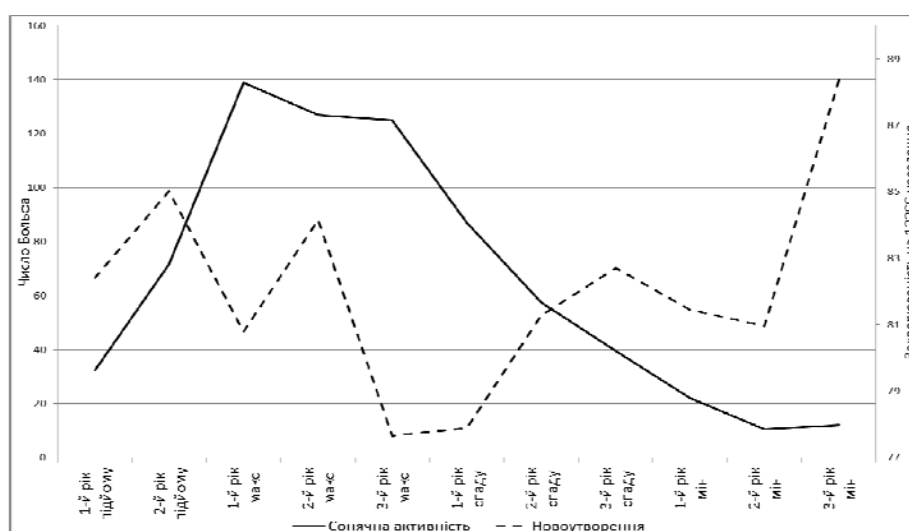


Рис. 5. СА та новоутворення.

Таблиця 1. Лаги та максимальні коефіцієнти кореляції між сонячною активністю та різними типами хвороб.

Типи захворюваності	Лаг	Макс. коефіцієнт кореляції
Всього	0	0,85
Новоутворення	-3	0,64
Хвороби системи кровообігу	-1	0,94
Хвороби органів дихання	-1	0,79
Хвороби шкіри та підшкірної клітковини	0	0,68
Хвороби кістково-м'язової системи і сполучної тканини	+1	0,82
Уроджені аномалії (вади розвитку), деформації та хромосомні порушення	-2	0,66
Травми, отруєння та деякі інші наслідки дії зовнішніх причин	0	0,51

#### 4. Вплив середньо-тижневих даних сонячної активності на захворюваність.

У статті використовуються щоденні дані захворюваності на Кіровоградщині, які були зібрані у відділі статистики Кіровоградської обласної лікарні. Вибірка складає 152 дні, і є репрезентативною для Кіровоградської області. Дослідження проводилось для трьох типів хвороб: судинних, ендокринних та неврологічних. За цей період було зареєстровано 414, 479 та 401 захворювань відповідно. В середньому за день реєструвалось 2.72, 3.15 та 2.64 хворих відповідно. Але розподіл хворих по дням тижня нерівномірний (рис. 6).

Наприклад, захворюваність судинними хворобами поступово зменшується протягом тижня. Це є наслідком соціальних причин – відсутність певних лікарів у вихідні дні. Для вилучення цієї закономірності знайдемо середньо-тижневі дані СА та захворюваності та порівняємо їх (рис. 7).

Коефіцієнт кореляції між процесами рівний 0,55 (зі зсувом захворюваності на 1 тиждень назад). Зсув хвороб відносно СА пояснюється, по-перше,

тим, що сонячний вітер доходить до Землі через 2–4 доби, по-друге, що люди звертаються до лікаря через деякий час після загострення хвороби. Обидва процеси є стаціонарними випадковими процесами; їх фази майже детерміновані, а амплітуди коливань є випадковими величинами. Цим пояснюється відносно невисокий коефіцієнт кореляції. Крім того, залежність між процесами нелінійна.

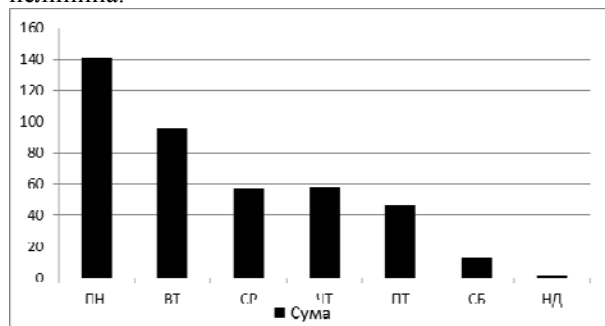


Рис. 6. Розподіл судинних хвороб по дням тижня.

*Неврологічні хвороби* – одні з найпоширеніших в Україні. У 2007 році в Україні зареєстровано 4 825 322 хворих, тобто близько 11% населення

країни мають неврологічну патологію. Загальна кількість нових випадків захворювань нервової системи у 2005 році у країнах Європи складає близько 9 млн. осіб. Ці хворі лягають тяжким тягарем на суспільство. Так, майже 35% усіх коштів охорони здоров'я європейських країн витрачається на хворих із неврологічною патологією та тривожними розладами. Основні причини зростання кількості хворих з цією патологією в Україні: інтенсивний вплив факторів ризику (старіння населення, артеріальна гіпертензія, гіперхолістеринемія, цукровий діабет, нерациональне харчування, гіподинамія, надмірна маса тіла, хронічний стрес, несприятлива екологічна ситуація тощо).

Є зв'язок неврологічних хвороб і з станом сонячної активності. На рис. 8 представлено середньо-тижневі дані активності Сонця та кількості зареєстрованих неврологічних хвороб по обласній лікарні м. Кіровограда за перші 16 тижнів 2012 року. Коефіцієнт кореляції складає 0.51, графік захворюваності зсунуто на одну одиницю (тиждень) назад відносно графіка СА.

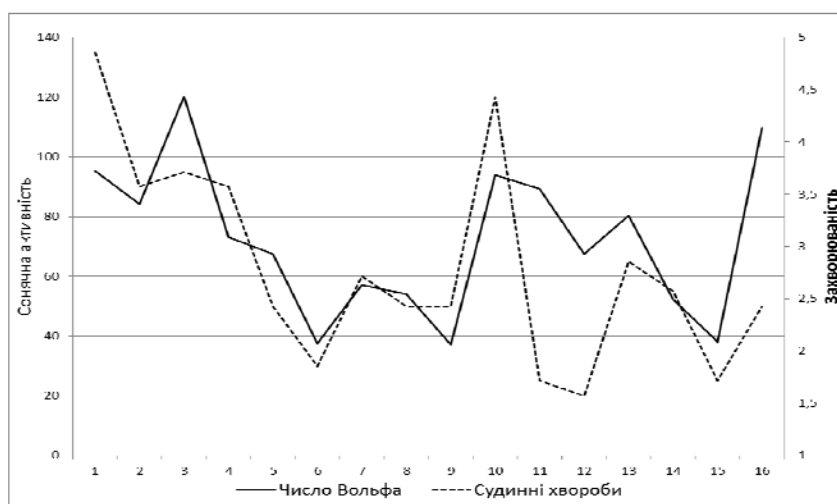


Рис. 7. Середньо-тижневі дані СА та судинних хвороб.

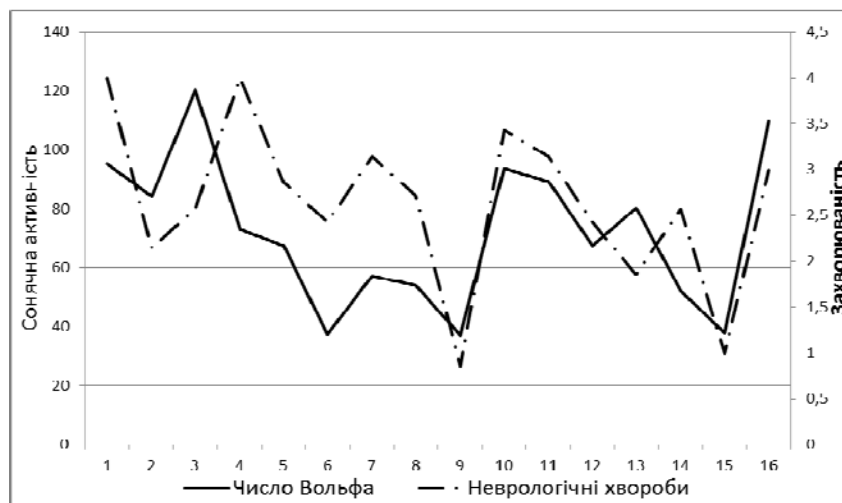


Рис. 8. Середньо-тижневі дані СА та неврологічних хвороб.

Для основних типів захворювань можна дати ймовірнісний прогноз на основі прогнозування СА, яке здійснюється НАСА та іншими міжнародними науковими організаціями не тільки на основі експертних оцінок, а й завдяки системі космічних супутників Землі та Сонця.

#### 5. Висновки:

1. Ставиться задача статистичної перевірки гіпотези про вплив сонячної активності не тільки на епідемічні хвороби.

2. Виявлено достатньо високі коефіцієнти кореляції між річними даними сонячної активності та хвороб системи кровообігу (0,88), шкіри та підшкірної клітковини (0,68), кістково-м'язової системи та сполучної тканини (0,67) та ін.

3. Висловлена гіпотеза про вплив СА на хвороби системи кровообігу змінами міжпланетних магнітних полів. Максимум захворюваності випереджає максимум СА на 1 рік, бо впливає не стільки величина СА, скільки швидкість її зміни.

4. Аналогічна ситуація з впливами на хвороби органів дихання, коефіцієнт кореляції найбільший зі зсувом захворюваності на 1 рік вперед і рівний 0,79.

5. Досліджено залежність між середньотижневими даними про захворюваність та СА. Встановлено, що загострення захворюваності відбувається через тиждень після спалахів на Сонці.

6. Аналіз захворюваності населення виявив підвищення випадків вперше зареєстрованих хвороб в роки «активного» та зниження захворюваності в роки «спокійного» Сонця. Помітний зсув максимумів СА та різних видів захворюваності.

7. Більш поглиблений аналіз фахівцями – епідеміологами і медиками в цій області, може дозволити надалі розробити ряд профілактичних заходів на основі прогнозування СА, що, в свою чергу, вплине на зниження ризику захворюваності й смертності серед певних груп населення не тільки в Кіровоградській області. Це буде суттєвим досягненням не тільки в медичній та соціальній сфері, а й матиме вагомий економічний ефект за рахунок зниження захворюваності.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Чижевский А.Л. *Земное ухо солнечных бурь*. 2-е изд. М.: Мысль. – 1976. – 367 с.
2. *Головне управління статистики в Кіровоградській області. Охорона здоров'я.* – [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://www.kirstat.kr.ua/stat\\_inf\\_rik\\_ox\\_zdor.htm#2](http://www.kirstat.kr.ua/stat_inf_rik_ox_zdor.htm#2).
3. Ягодинский В.Н. *Александр Леонидович Чижевский*. М.: Наука. – 1987. – 304 с.
4. Філер З.Ю., Чуйков А.С. Сонячна активність та захворюваність. *Укр. мед. альманах.* – 2012. – т. 15, N3 (додаток). – С. 59–63.