

**Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича**

**Географічний факультет
Кафедра гідрометеорології та водних ресурсів**

**ОЦІНКА ВПЛИВУ СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ
НА ВОДНІСТЬ РІЧОК УКРАЇНИ
(НА ПРИКЛАДІ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ)**

Дипломна робота

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Виконала:

Студентка 6 курсу, 617 групи,
Факультет: географічний
Спеціальність: 103 «Науки про Землю
(Гідрологія)»

БІЛЯ ІРИНА КОСТЯНТИНІВНА

Науковий керівник:

Канд. геогр. наук, доцент

НІКОЛАЄВ АНДРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ

До захисту допущено:

Протокол засідання кафедри № ____

від „____” _____ 20__р.

зав. кафедри, док. геогр. наук, проф. Ющенко Ю.С.

Чернівці – 2021

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 88 с., 30 рис., 20 табл., 1 додаток, 80 джерел.

Об'єкт дослідження – сонячна активність.

Предмет – сонячно-земні зв'язки.

Мета роботи – вивчення особливостей сонячної активності та її впливу на фізико-географічні процеси на Землі, підтвердження, чи спростування наявності сонячно-земних зв'язків з гідрометеорологічними, географічними та суспільними процесами на Землі.

Методи дослідження – історичний, літературно-описовий, статистичний аналіз, моделювання та прогнозування, порівняльний.

В першому розділі викладено загальні відомості про сонячну активність і саме Сонце.

У другому розділі можна побачити всю теоретичну базу впливу сонячної активності на різні процеси на Землі, такі як: метеорологічні, гідрологічні, небезпечні явища, економічні, соціальні і т. п.

Третій розділ містить в собі методику виконання практичної частини роботи (наведені приклади формул та розрахунків для графіків).

В четвертому розділі міститься вся практична частина роботи, наведені таблиці та графіки, що підтверджують, чи спростовують наявність зв'язку активності Сонця з різними природними, соціальними, економічними та історичними процесами на Землі. На основі останнього розділу були зроблені відповідні висновки.

Ключові слова: сонячна активність, числа Вольфа, сонцедіяльність, коефіцієнт кореляції, хронологічний графік, 11-річний цикл.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ПРИРОДА СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ	7
1.1. Наукові дослідження та вивченість сонячної активності.....	7
1.2. Основні уявлення про Сонце.....	9
1.3. Поняття про сонячну активність	14
1.4. Циклічність активності Сонця	16
1.4.1. 11-річний цикл	17
1.4.2. 22-річний цикл	18
1.4.3. Віковий цикл	19
2. ТЕОРЕТИЧНА БАЗА ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ НА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ ПРОЦЕСИ НА ЗЕМЛІ	21
2.1. Сонячна активність та гідрометеорологічні процеси та явища	21
2.1.1. Річковий стік	22
2.1.2. небезпечні гідрометеорологічні та природні явища	23
2.1.3. Сейсмічність та вулканізм.....	28
2.1.4. Глобальні кліматичні зміни	31
2.1.5. Епідемії та COVID-19.....	34
2.1.6. Біосфера та біологічні процеси	35
2.1.7. Вплив на людину	37
2.1.8. Історичні процеси в Україні та Світі	39
3. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ СОНЯЧНО-ЗЕМНИХ ЗВ'ЯЗКІВ	40
3.1. Кількісні показники сонячної активності	40
3.2. Побудова різницевого інтегральних кривих.....	45
3.3. Визначення коефіцієнту кореляції	46
4. ВПЛИВ СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ НА ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ТА ГЕОГРАФІЧНІ ПРОЦЕСИ НА ЗЕМЛІ, НА ПРАКТИЧНИХ ПРИКЛАДАХ.....	49
4.1. Вплив сонячної активності на температуру та опади в (на прикладі м. Чернівці)	49

4.2. Аналіз зв'язку водності (величини річного стоку).....	53
4.2.1. Річки України	53
4.2.2. Річки Українських Карпат.....	59
4.3. Небезпечні гідрометеорологічні та природні явища.....	65
4.4. Епідемії	77
4.5. Історичні процеси в Україні та світі	78
ВИСНОВКИ	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	84
ДОДАТКИ.....	90

ВСТУП

Актуальність: сонячна активність – динамічна та змінна, вона цікавила вчених споконвіків. Однак, однозначності на рахунок неї ще немає, науковці сперечаються між собою й досі. Для чого нам потрібне розуміння, чи є зв'язки між сонцедіяльністю та земними процесами? – Для прогнозування. При умові, якщо підтвердиться зв'язок активності Сонця, то можна буде спрогнозувати гідрологічні зміни, метеорологічні явища та географічні процеси. Тоді сонячна активність буде одним з показників прогнозування.

Мета роботи - вивчення особливостей сонячної активності та її впливу на фізико-географічні процеси на Землі, підтвердження наявності сонячно-земних зв'язків.

Об'єкт дослідження: сонячна активність.

Предмет: сонячно-земні зв'язки.

Для написання дипломної роботи ставились такі **завдання:**

- вивчити природу сонячної активності;
- розглянути циклічну діяльність Сонця;
- дослідити вплив Сонця на гідрологічні (а саме на річки України та Українських Карпат), метеорологічні (по м. Чернівці), та різнопланові соціально-економічні та історичні процеси.

Методологія і методи дослідження. Вирішення поставлених завдань забезпечувалося використанням цілого комплексу методів дослідження: історичного (на етапі з'ясування уявлень про об'єкт дослідження та його еволюцію), літературно-описового (огляд сучасних досліджень про сонячну активність), математичних. Дані систематизувалися в таблицях і піддавалися засобам статистичного аналізу (на етапах порівнянь та виявлення кореляційних зв'язків між явищами). Візуалізація одержаних результатів здійснена методами моделювання (побудови графіків і виявлення тенденцій розвитку явищ) та прогнозування (лінійна апроксимація даних). Основну вихідну інформацію дослі-

дження становили офіційні статистичні дані метеорологічної станції Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича, Чернівецького ЦГМ та Бельгійської Королівської обсерваторії.

Інформаційна база роботи: матеріали з інформаційної мережі Internet, літературні джерела, які висвітлюють питання про сонячну активність, зокрема, такі як праці Чижевського, Витинського та інших. Також дані спостережень Чернівецької метеостанції.

Структура та обсяг роботи: Дипломна складається із чотирьох розділів:

1. Природа сонячної активності;
2. Теоретична база досліджень впливу сонячної активності на фізико-географічні та соціальні процеси на Землі;
3. Методика досліджень сонячно-земних зв'язків;
4. Вплив сонячної активності на гідрометеорологічні та географічні процеси на Землі, на практичних прикладах.

1. ПРИРОДА СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ

1.1. Наукові дослідження та вивченість сонячної активності

Найдослідженіший тип активності Сонця – коливання чисел сонячних плям. Найпершими відомості про їх спостереження припадають на 800 роки до наших днів в Китаї, перші малюнки – 1128 р. Але з 1610 року астрономами почались застосовуватись телескопи для спостереженням за плямами на сонці, але, фізична природа плям залишалася не дуже зрозумілою до ХХ ст. У XV і XVI ст. була низька сонячна активність – Мінімум Маундера. В 1845 році двоє професорів Д. Генри і С. Александер з Принстонського університету спостерігали за Сонцем за допомогою термометра і зрозуміли, що плями випромінюють менше, порівняно з іншими ділянками на Сонці. Потім стало зрозуміло, що більше випромінювання дають сонячні факели.

Зв'язок активності Сонця та клімату Землі досліджувалось вже в 1900 р. Ч. Г. Абботом в Смітсоніанській астрофізичній обсерваторії (САО), котрий вивчав Сонце і став засновником сонячної обсерваторії в Чилі (Калама). Дослідження теж були проведені і в Маунт - Вільсоні. Внаслідок цієї роботи стало виділення 27 періодів активності Сонця в межах 22-річного циклу (Хейла), в свою чергу виділено цикли з періодом 39, 13 і 7 місяців. Також було проведено порівняння цих періодів та погоди за допомогою складання трендів активності на Сонці і температурою та рівнями опадів в населених пунктах. Одночасно з виділенням такої науки, як дендрохронологія, розпочався пошук зв'язку сонячної активності з ростом дерев, а саме, швидкості росту. Дослідження зв'язку активності Сонця з кліматом, статистичним шляхом, і погоди, популяризувались в 1801, коли В. Гершель зміг побачити зв'язок між плямами на Сонці і ціновою політикою злакових.

В роботах Рубанова, Вітінського і Вальдмайєра були висвітлені прикладні і наукові проблеми, котрі пов'язані із Сонцем.

У Радянському Союзі найвідомішим вченим, який вивчає сонячну активність, є Олександр Леонідович Чижевський. Найвідомішою його книгою є «Земное эхо солнечных бурь», яка описує та пояснює вплив сонячної активності на фізичну географію та соціально-економічні процеси. Суть пропонованої теорії полягає в існуванні сонячного кругообігу, який позитивно впливає на біосферу і суттєво змінює практично всі життєві процеси, починаючи від посухи і врожаю до епідемій і епідемічних бунтів і соціальних фобій. Іншими словами, сонячний цикл впливає на конкретні події та соціальні явища.

Пан Ейгенсон М. С. також вивчав зв'язок між сонцем і землею. Він одним із перших вчених довів, що між сонячними плямами і інтенсивністю земних процесів і явищ існує міцний зв'язок, довівши тим самим вплив сонячної активності на гідрометеорологічні процеси та біосферу. Його наукова праця неодноразово містила докази зв'язку між сонцем і землею. У середині 1960-х років за ініціативою члена-кореспондента АН Радянської Академії наук Е. Р. Мустеля було висунуто статистичний вплив сонячної активності на метеорологічний процес для аналізу можливості покращення прогнозів погоди. Підтверджено те, що на погоду впливають геомагнітні збурення, також виявлено багато її особливостей, отримано певні кількісні ознаки. Ці роботи викликали у людей великий інтерес до впливу сонячної активності на погоду та клімат і багато суперечливих поглядів.

У 1972 році для вирішення цієї проблеми було проведено першу повну зустріч альянсу різних експертів геофізиків, фізиків Сонця, метеорологів і гідрологів. У результаті досліджень останніх десятиліть взаємозв'язок Сонця з процесами нижньої атмосфери, гідросфери і біосфери Землі вважається встановленим фактом. Цей зв'язок виражається статистично. Щодо процесу літосфери Землі (землетруси, вулканічна активність), то дослідження, проведені на його рахунок (хоча обсяги значно менші, ніж у метеорології та гідрології), також показують досить достовірну кореляцію із сонячною активністю.

Сьогодні для дослідження цього зв'язку використовуються штучні супутники Землі та новітнє передове астрономічне обладнання. У наш час все більше метеорологів, кліматологів і гідрологів схиляються до думки, що сонячну активність слід враховувати при довгостроковому прогнозуванні гідрометеорологічних умов і кліматичних коливань. У сонячно-земному питанні люди мало знають про природу механізму, пов'язаного з сонячною активністю та геофізичними явищами. Швидкий розвиток ракетної техніки сприяв детальному вивченню верхніх шарів атмосфери, таким чином спростувавши деякі старі ідеї.

Що стосується сонячної активності та її проявів, то сьогодні ключовим завданням є забезпечення теоретичної бази для великої кількості емпіричних матеріалів. У деяких випадках це досягається шляхом критичного вивчення висунутих гіпотез, перевірки їх відповідності новим спостереженням і експериментам.

1.2. Основні уявлення про Сонце

Сонце — центральна зірка Сонячної системи. Сонце — типічна зірка спектрального класу G2. Зоря — сферична, майже ідеальної форми, складається з гарячої плазми. Її діаметр — близько 1,4 млн. км. Для порівняння, діаметр Землі в 110 разів менший. Термоядерні реакції — джерело енергії на Сонці. Вони відбуваються в ядрі зірки. Наша Земля та ще сім планет обертаються навколо Сонця.

Без сонячного випромінювання неможливе існування і підтримання життєдіяльності на Землі, так як при фотосинтезі необхідні фотони, а також Сонце відіграє основну роль в утворенні та зміні кліматі нашої планети.

«Сонце складається з водню (~73 % від маси і ~92 % від об'єму), гелію (~25 % від маси і ~7 % від об'єму) та інших елементів з меншою концентрацією

(менше 2 % від маси) — заліза, нікелю, кисню, азоту, кремнію, сірки, магнію, вуглецю, неону, кальцію та хрому. Середня густина Сонця становить 1400 кг/м³. Температура поверхні Сонця становить близько 6000 К. Сонце світить майже білим світлом, але через сильніше розсіювання і поглинання короткохвильової частини спектра атмосферою Землі пряме світло Сонця біля поверхні нашої планети набуває певного жовтого відтінку. Якщо небо ясне, то блакитний відтінок розсіяного світла складається з жовтуватим прямим сонячним світлом і загальне освітлення об'єктів на Землі стає білим.»[79]

«Сонячний спектр містить лінії іонізованих та нейтральних металів, а також іонізованого водню. У нашій Галактиці налічується понад 100 млрд зірок. При цьому 85 % зірок нашої галактики — це зірки, менші за Сонце (здебільшого — червоні карлики). Як і всі зорі головної послідовності, Сонце виробляє енергію шляхом термоядерного синтезу. У Сонця переважна частина енергії виробляється при синтезі гелію з водню».[79]

150 млн. км. – відстань Землі від Сонця, це значення – приблизна астрономічна одиниця. 26 тисяч світлових років – відстань Сонця від «Чумацького Шляху.

«Сонце — центральне і наймасивніше тіло Сонячної системи. Його маса приблизно в 333 000 раз більша за масу Землі та у 750 разів перевищує масу всіх інших планет, разом узятих. Сонце — потужне джерело енергії, яку воно постійно випромінює в усіх ділянках спектра електромагнітних хвиль — від рентгенівських і ультрафіолетових променів до радіохвиль. Це випромінювання сильно впливає на всі тіла Сонячної системи: нагріває їх, позначається на атмосферах планет, дає світло й тепло, необхідні для життя на Землі.»[1]

Разом з тим, зірка – найближча до нас, на котрій можна вивчати та спостерігати за її диском, Сонце – типічна зірка, що означає те, що людство має змогу вивчати її і водночас розуміти природу подібних їй зірок.

Хімічний склад Сонця: водень (90 %), гелій (9,89 %), інші хімічні елементи (0, 1 %) – кисень, вуглець та інші елементи.

Сонячна речовина – концентрована і дуже іонізована, що означає, що атоми залишаються без своїх зовнішніх електронів та стають частинками іонізованого газу, що ми називаємо плазмою.

«Середня густина сонячної речовини $\rho \approx 1400 \text{ кг/м}^3$. Це значення близьке до густини води та в 1000 разів більше густини повітря біля поверхні Землі. У зовнішніх шарах Сонця густина в мільйони разів менша, а в центрі — у 100 раз більша за середню».[66]

«Обчислення, які враховують зростання густини й температури до центра, показують, що в центрі Сонця густина становить близько $1,5 \times 10^5 \text{ кг/м}^3$, тиск — близько $2 \times 10^{18} \text{ Па}$, а температура — близько $15\,000\,000 \text{ К}$.» [75]

Умовно, Сонце ділиться на 4 частини:

- Ядро – де відбуваються термоядерні реакції. Воно займає третину радіуса Сонця;
- Промениста зона – також займає третину всієї площі. В ній, енергія «передається назовні»;
- конвективна зона — від верхньої частини «променистої» зони майже до видимої поверхні Сонця. Тут температура швидко зменшується з наближенням до видимої поверхні світила, внаслідок чого збільшується концентрація нейтральних атомів, речовина стає прозорішою, променисте перенесення стає менш ефективним і тепло передається здебільшого шляхом перемішування речовини (конвекція), подібно до кипіння рідини в посудині, яка підігрівається знизу;
- сонячна атмосфера, що починається відразу за конвективною зоною і сягає далеко за межі видимого диска Сонця. Нижній шар атмосфери — фотосфера, тонкий шар газів, який ми сприймаємо як поверхню Сонця. Верхніх шарів атмосфери безпосередньо (хромосфери та корони) не видно через значну розрідженість, їх можна спостерігати або під час повних сонячних затемнень, або за допомогою спеціальних приладів.

Внутрішня будова Сонця.

«Ядро Сонця – джерело енергії, де протікають ядерні реакції. Його радіус має значення 175 000 км. Температура дорівнює 15 000 000 К, що перевищує температуру поверхні Сонця в 2500 разів. Густина ядра – 150 000 кг/м³, тобто в 150 разів більше густини води. Ядро – єдина частина зорі, що виділяє енергію внаслідок термоядерних реакцій, інші ж складові Сонця тільки користуються нею. Ця енергія проходить через всі шари, після чого випромінюється у вигляді сонячного світла. Щосекунди в енергію перетворюється 4,26 млн. тон речовини за допомогою протон-протонної термоядерної реакції з утворенням гелій-4. Потужність ядра рівне 380 йоттаватів. За допомогою космічного апарату SOHO, досліджено, що ядро обертається значно швидше, ніж поверхня Сонця.» [27]

«Зона променистої рівноваги (переносу) – зона, що огортає ядро, в якій відбувається перенесення енергії за допомогою випромінювання і поглинання фотонів. Фотону властиво потрапляти до вищого шару променистої зони і зворотньо повертатися до центру, бо напрямок фотону-хаотичний. Середній термін шляху перевипроміненого фотона до конвективної зони – 170 000 років. Зміна температури в зоні променистої рівноваги сягає від 2 млн. К, до 7 млн. К, від поверхні до глибини, а густина ж, змінюється, від 0,2 г/см³ до 20 г/см³.» [24,27]

Зона конвекції – область, в котрій енергія переноситься через перемішування речовини. Цей процес дуже схожий на підігрів води в посуді. Нижній шар води гріється та піднімається вгору. Так само і на Сонці – ядро – її джерело енергії. Зона конвекції – важлива, тому що саме в ній відбувається перемішування та рух речовин.

«Як і внутрішня будова Сонця, атмосфера теж володіє неоднорідністю. Вона володіє диференціальним обертанням».[17]

Диференціальне обертання – тип обертання, при якому різні частини об'

екта обертаються навколо загальної осі обертання з різною кутовою швидкістю. Як правило, наявність диференціального обертання говорить або про рідкий або про газоподібний агрегатний стан фізичного тіла.

Атмосфера Сонця складається з наступних шарів: фотосфери, хромосфери та сонячної корони.

Фотосфера – найглибшого шару атмосфери, що бере свій початок на 200-300 км нижче видимого диска світила, який розташований на конвективній зоні. Температура ближче до поверхні фотосфери зменшується на 2200 К (від 6600 до 4400 К). У хімічному складі цієї зони присутній елемент, якого немає на Землі, – негативний іон водню з одним протоном і двома електронами. Структура фотосфери тонка з гранульованою структурою, через рух газів в конвективній зоні. Середня температура Сонця дорівнює 5778 К. Вона може розраховуватись за законом Стефана–Больцмана. Фотосфера утворює видиму поверхню Сонця. Від неї розраховують різноманітні розміри і сталі. У видимому спектрі Сонця існують так звані фраунгоферові лінії поглинання. Вони темні, тому сонячний диск по краях здається темнішим.

«Хромосфери – шари сонячної атмосфери, що не мають чіткого масштабу чи радіусу, а є низкою яскравих виступів та спікул, що постійно рухаються. Розмір цих явищ різний: від 200 до 2000 км, в окремих випадках до 10000 км, та висотою в кілька тисяч кілометрів. Це потоки плазми і розпеченого іонізованого газу. На відміну від інших шарів, хромосфера не має здатності знижувати свою температуру. Навпаки ж, вона різко її збільшує до 8000-10000 К, а на поверхні-20000 К. Щільність речовини в хромосфері досить незначна – 10-12 г/см³».[79]

Сонячна корона – зовнішня атмосфера Сонця, яка сформована з найбільш розрідженого іонізованого газу. Сонячна корона займає приблизно 5 діаметрів Сонця, у неї промениста будова і вона злегка світиться. Цю частину сонячної атмосфери можна спостерігати тільки під час повного сонячного затемнення. Хоча яскравість корони приблизно така ж, як у Місяця в повний місяць,

але це становить лише приблизно $5/1000000$ часткою яскравості Сонця. Гази, які знаходяться в сонячній короні, у високому ступені іонізовані, цей фактор визначає їх температуру приблизно в 1 млн.°С.

1.3. Поняття про сонячну активність

Активність Сонця – це утворення нестационарного формату, таких як: плями, факели та протуберанці. Активні області – зони, де спостерігається активність Сонця.

Сонячна активність – хаотичні спалахи на Сонці, що охоплюють всю поверхню на Сонці.

«Сонячні плями значно більші за гранули. Діаметри найбільших плям досягають десятків тисяч кілометрів. Плями – непостійні, мінливі частинки фотосфери, що існують від декількох днів до декількох місяців. Періодично на Сонці виникає багато плям, а інколи – жодної. Багаторічні спостереження показали циклічність сонячної активності – 11 років. Складається пляма з ядра (чи тіні) – оточена волокнистою півтінню. Біля краю сонячного диска круглу пляму видно як еліптичну, а зовсім близько від краю диска – як вузьку смужку півтіні, тому що пляма є конічною воронкою, глибина якої 300-400 км. Плями видаються темними лише на контрасті з фотосферою. Насправді ж, ядро плями має температуру 4300 К». [80]

Плями спостерігаються групами. Головна пляма в групі – пляма, що займає першу позицію по напрямку обертання Сонця, а хвостова – остання. Головні і хвостові плями мають протилежну полярність, тому, фактично, це-гігантський магніт. Магнітне поле даних плям значно перевершує магнітне поле Сонця. Тому сонячні плями подібні до «магнітних островів» у фотосфері Сонця. Цікавим є те, що кожного 11-річного циклу полярність змінюється протилежним чином.

«Магнітне поле плям пригнічує конвективні течії, що приносять енергію з надр Сонця, і тому газ в плямі остигає. Але повний потік енергії повинен зберігатися, тому її частина заблокована магнітним полем, повинна випромінюватися в околицях плями, утворюючи довкола нього яскравий ореол.»

«Протуберанці – утворення з розжарених газів, які виступають на краю сонячного диска яскравими спалахами». [80]

Протуберанці мають грандіозні розміри. Типові представники цих утворень досягають у висоту до 40 тисяч кілометрів, при цьому їх ширина може бути близько 200 тисяч кілометрів. Зафіксовано окремі випадки, коли розмір протуберанця становив 3 млн. км (серпень 2010 р). Протуберанці властиві характеристики:

спокійні – рухаються повільно;

активні – характерний швидкий рух потоку речовини;

петлеподібні (корональні) – володіють формою маленьких хмар, що з'єднуються в одну велику;

еруптивні - мають вигляд фонтану.

«Протуберанець можна спостерігати під час повного сонячного затемнення, тому вчені змоделювали спектральні прилади, що відтворюють штучне затемнення. Це телескопи з особливого скла, що імітує Місяць». [77]

Сонячні факели (смолоскипи) – яскраві поля, що оточують сонячні плями. Порівняно з іншими областями Сонця, факели – більш яскраві, вони складаються з великої кількості прожилок, яскравих вузликів, факельних гранул. Факели здатні об'єднуватись у факельні поля. Існують вони-3-4 місяці.

Сонячний вітер – потік заряджених частинок, зокрема протонів (ядер атомів водню) і електронів, зі швидкістю 300-1800 км/сек., тобто Сонце витрачає таким чином 300 білльйонів тонн своєї маси. Джерелом найінтенсивнішого потоку часток є діри в короні. При спалахах відбувається посилення сонячного вітру.

1.4. Циклічність активності Сонця

Однією з найважливіших і цікавих особливостей Сонця є періодичність спостережної діяльності. На рисунку 1.1 показані зміни сонячної активності з 1761 по 2014 рік. На ньому чітко видно 11-річний цикл.



Рис.1.1. Динаміка сонячної активності з 1761 по 2014 рік

Сонячний цикл – це періодична зміна сонячної активності. Існує багато категорій періодичності, але найпопулярнішими і поширеними є:

- Швабський цикл - 11-річний;
- Хейлівський цикл – 22-річний;
- Вічний цикл - близько 90 років.

Ці цикли детально показані на малюнку 1.1, де ви можете спостерігати за активністю Сонця з 1761 по 2014 рік (саме до 2014, тому що значення усереднювались). Розглянемо середнє значення. Як відомо, періодичність сонячної активності в основному проявляється в її 11-річному циклі. З опису його основної природи необхідно почати розгляд цього питання.

1.4.1. 11-річний цикл

Швабський цикл є найбільш вивченим сонячним циклом. Вперше відкрито астрономом Г. Швабе, а пізніше-Р. Вольфом. Назва циклу умовна, оскільки може становити від 7 до 17 років. Характерним для цього циклу є швидке поширення плям та інших продуктів життєдіяльності на початку циклу, а потім приблизно в наступні 7 років їх активність знижується. Ця періодичність характеризується теорією сонячного генератора, відповідно до якої на початку 11-річного циклу великомасштабне сонячне магнітне поле в основному орієнтоване уздовж меридіана і має дипольну конфігурацію, а на максимальних змінах його напрямок уздовж паралельної струни. Деталі сонячних генераторів глибоко не вивчені, тому вони досі є предметом досліджень.

Але 11-річний цикл відбивається не тільки на зміні частоти сонячних пухлин (включаючи сонячні плями). Його також можна знайти, змінюючи ширину групи плям з часом. Цей факт привернув увагу відомого британського дослідника Сан Р. Каррінгтона в 1859 р. Він і пізніше німецький учений Г. Шпеер показали, що на початку 11-річного циклу плями зазвичай з'являються у високих широтах, в середньому на відстані від екватор Сонця. В кінці циклу вони вважають за краще виникнути ближче до екватора, із середньою широтою $4'8^{\circ}$. Спочатку цей факт не сприймали всерйоз. Але потім ситуація різко змінилася, і виявилось, що зміна широти сонячної плями може точніше визначити середню тривалість 11-річного циклу, ніж зміна числа Вольфа.

Тому закон Шперера, який тепер показує, що ширина світлової плями змінюється в залежності від 11-річного циклу, разом із законом Швабі-Вольфа, став основним законом сонячного циклу. Вся подальша робота в цьому напрямку лише уточнювала деталі та по-іншому пояснювала цю зміну. Однак вони не змінили формулювання закону Шперера. 11-Річний цикл сонячних плям не тільки різний за довжиною, але й різний за інтенсивністю, тобто різні значення максимального числа Вольфа. Якщо в минулому відносно кількість циклів сонячних плям визначали регулярно — максимальне число Вольфа в середньому

становить 108, то протягом 11 років він зазнав коливань від 46 до 190 у кожному циклі.

Крайній період 11-річного циклу визначається шляхом розрахунку згладжування (або фільтрації) або побудови графіка шляхом відстеження середньомісячного (або квартального) відносного числа спостережуваних точок. Тому що майже всі пов'язані з ними співвідношення отримані за допомогою згладжених місячних чисел Вольфа в Цюріху. Однак слід розглянути наступні дві ситуації. По-перше, визначення екстремального періоду з точністю понад чверть майже безглузде, оскільки часовий момент наступного 11-річного циклу зазвичай настає за 1-1,5 роки до закінчення попереднього циклу. Однак, завдяки даним магнітного поля світлової плями, можна розділити суміжні періоди таким чином. Він доступний лише з 1917 року, а традиційний метод епохи мінімального значення, отриманого за 11-річний період, зазвичай є досі використовується. Період екстремального значення, визначений графічним методом, з точністю до кварталу.

Номер циклу дається відповідно до числа Цюриха, де нульове число присвоєно 11-річному циклу, а його максимальна епоха дорівнює 1750,3. У перші роки через недостовірність даних про екстремальне значення відносної кількості плям не наводилося.

1.4.2. 22-річний цикл

Після того, як Дж. Хейл відкрив магнітне поле сонячних плям на початку 21 століття, вчені підтвердили існування 22-річного циклу. Насправді, про існування такого циклу думав Рудольф Вольф. Хейл вважає, що полярність хвоста або провідної північної або південної півкулі змінить положення. Іншими словами, магнітне поле сонячної плями набуває початкової полярності через 22 роки. Згідно з Цюріхським числом сонячних циклів, кожен непарний цикл у північній півкулі Сонця має позитивну полярність, а парні числа – від'ємну.

Однак цей цикл не настільки очевидний, оскільки вказує прямо не на величину сонячної активності, а на зміну полярності.

На відміну від сонячних плям 11-річного і 22-річного (або магнітного) періодів, різниця полягає не в різних статистичних методах, а в зміні характеристик магнітного поля групи сонячних плям. Як зазначалося вище, головною характеристикою цього циклу є те, що під час переходу від одного 11-річного циклу до іншого полярності магнітних полів у провідних точках (і хвостах) двох півкуль Сонця змінюються. Подібні характеристики, лише поблизу епохи максимуму, характерні для сонячного полярного магнітного поля. Інші фізичні причини 22-річного циклу недостатньо надійні, щоб наводити їх як аргументи на підтвердження його реальності [9]. Існує дуже тісний взаємозв'язок між основними ознаками суміжних 22-річних циклів, які зводяться до таких моментів: Чим більша (менша) сума чисел Вульфа (або їх середнє значення) за 22-річний період, тим більша (менша) тривалість наступного 22-річного періоду;

Чим вищий попередній непарний 11-річний період, тим пізніша максимальна епоха наступного парного періоду і тим довша тривалість наступного 22-річного періоду; Чим вище попередній непарний 11-річний період, тим меншою буде сума найбільших чисел Вульфа в наступний 22-річний період. Слід зазначити, що всі ці моделі виведені з розгляду чисел Цюріхського Вульфа з 1749 по 1954 рік, за винятком циклічних пар 4-5 і 8-9. Тому їх можна розглядати лише за наявності певних застережень.

1.4.3. Віковий цикл

Р. Вольф вперше визначив віковий цикл і визначив середній діапазон його існування - 67-83 роки. Однак у 1940-х роках вважалося, що віковий цикл може існувати близько 100 років. Поки що недостатньо даних для визначення цього

циклу, оскільки моніторинг розпочався близько 250 років тому. Цюріхська обсерваторія (1749-2002) Середнє місячне число Вульфа протягом періоду спостережень виявляє цікаві закономірності довготривалих циклічних коливань. Віковий цикл, звичайно, проявляється, але його базова точка буде мати певну різницю. Перший відомий мінімальний вік спостерігався в 1749 році. З середньорічних даних (деякі спостережувані дані - починаючи з 1700 року) відомо, що це 1711 і 1712 роки. Далі є два найбільших 11-річних коливання: 1775-1784. (3-й номер, що нумерується за Цюріхом) та 1784-1798 (№ 4). Далі йде мінімум, який також включає два 11-річних періоди: 1798-1810 (період 5) і 1810-1823 (період 6). Наступний максимум (період) з'являється в 1837 р. № 8) і, серйозного мінімуму немає, знову ж таки - максимум у 1870 р. (11-й період) (такий же розмір, як і в 1837 р.). Слід зазначити, що жодне з двох максимальних значень не є відносно високим. Мінімальне значення відразу ж спостерігається знову-Випуск 12. Точніше, по суті, безперервно дотримувалися мінімальні значення трьох періодів: № 12, № 13, № 14 - до 1913 року. Можливо, в ньому «втрачений» мінімальний вік. Циклічні коливання сонячної активності можна простежити за принципом компенсації: мінімальне значення спостерігається відразу після максимального «сплеску», а сонце ніби «видихає». Тому спадаюча гілка може бути довшою, ніж зростаюча (також протягом 11-річного циклу).

На графіках 11-річних максимумів і 11-річних мінімумів можна добре відстежити динаміку сонячної активності у віковому циклі та існування столітнього циклу (цикл не менше 300 років). 80-90-літній цикл, а 11 Навпаки, схожий на вибух, він має характеристики вільного гармонічного коливання. Взагалі кажучи, за різними визначеннями, середня тривалість вікового циклу становить 80-90 років. На жаль, 250 років недостатньо для чіткого математичного статистичного методу. Тому дискусії про те, чи вона існує насправді, тривають донині.

2. ТЕОРЕТИЧНА БАЗА ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ НА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ ПРОЦЕСИ НА ЗЕМЛІ

2.1. Сонячна активність та гідрометеорологічні процеси та явища

Існує багато теорій і гіпотез, які вважають, що Сонце має здатність впливати на природні, біологічні та соціальні процеси Землі. Протягом майже століття сперечалися прихильники теорії сонячного впливу та його противники. Тому в цьому розділі ми проведемо дослідження, згідно з яким оберемо ту чи іншу сторону блокпосту. Як ми всі знаємо, коливання земного клімату є багатоперіодним. Це означає, що коливання клімату можна виразити як накладення великої кількості циклів різної тривалості. До них належать, наприклад, цикли тривалістю 2-3 роки (квазі-дворічні цикли), 3-7, 9-12, 21-23 і 79-90 років. Дослідники також звернули деяку увагу на майже 12-місячний цикл. Тому припустимо, що існують геофізичні цикли, які тривають 6-8, 11-13, 14, 16 і 32 місяці. Багато циклів можуть бути пов'язані з відповідними циклами сонячної активності, якщо розуміти останній як більше, ніж просто точкову активність Сонця. Насправді, самі сонячні плями не активні на Землі, і потоки частинок випускаються від спалахів хромосфери, тісно пов'язаних із цими сонячними плямами. Тому 11-річні періодичні характеристики сонячних плям і спалахів будуть відчувати атмосферні явища, пов'язані з потоком спалахових частинок, тобто максимум цих явищ буде відбуватися поблизу максимуму сонячної плями. [29,33] Як було показано, деякі процеси в атмосфері пов'язані з віялоподібною структурою міжпланетного магнітного поля, тобто через існування однополярного магнітного поля та його «духу» на Сонці. Як відомо, уніполярна магнітна область найсильніша в період спаду 11-річного циклу, а максимальне значення її розвитку припадає на мінімальний період сонячної активності. У цей час найбільшою мірою будуть розвинені атмосферні процеси, пов'язані з відомчою структурою. Ці процеси також пройдуть через 11-річний

цикл, але їх максимальне значення значно зміниться відносно максимального значення сонячної активності. Якщо атмосферне явище відбувається під впливом двох видів сонячної активності, а саме зв'язку зі спалахом і віялоподібної структури, то в 11-річному циклі воно виявить два максимуми: один з яких збігається з максимумом пляма, а інше Це станеться незабаром. До найменших плям. Цим пояснюється походження кліматичного циклу 5-6 років і його зв'язок із Сонцем. [43]

Слід зазначити, що основний цикл сонячної плямоутворення має велику амплітуду, а метеорологічні показники досить слабкі, амплітуда зазвичай нижча за 5-6 і 22-23-річні цикли. Цей факт привів багатьох дослідників до висновку про відсутність зв'язку між сонячною активністю та низькою циркуляцією атмосфери. Зауважимо, що, як ми бачили вище, напрямок ліній магнітного поля Сонця впливає на характер сонячного зв'язку — нижню тропосферу. Як ми всі знаємо, напрямок загального магнітного поля Сонця змінюється при наближенні до максимального значення 11-річного сонячного циклу, тому в цей період можна очікувати різкої зміни характеристик зв'язку. Це лише розумне пояснення відсутності чіткого 11-річного циклу в метеорологічному процесі. Можна також показати, що кореляція між фізичними факторами, що впливають на нижню атмосферу, і точковим рівнем сонячного диска досить слабка.

2.1.1. Річковий стік

«Збільшення опадів в епохи максимумів плямоутворення приводить до підвищення рівня річок і, накінець, до їх розливів. Дослідження великих річок: Ельби, Рейна, Одера, Ведера, Дунаю, Вісли та інших – показало, що середній рівень за три роки епохи максимумів відноситься до рівня за три роки епохи мінімумів, як $1.26 : 1.18 = 1.07 : 1.$ »[66]

Ніл також дає чіткі максимуми свого рівня в 1828, 1841, 1849, 1861, 1870

рр. досить близькі до років максимумів сонцедіяльності. І навпаки, мінімальні спади рівня Нілу в 1835, 1845, 1857, 1866 рр. співпадають з роками мінімумів діяльності Сонця.

Не можна сказати, що пошук зв'язків сонцедіяльності повинен бути лише з якоюсь одною характеристикою на землі, для прикладу, водність. Якщо цей зв'язок відсутній, то це не значить, що впливу Сонця на водність немає, так як на водність дуже впливає атмосферна циркуляція.

«Не можна шукати тільки неодмінно прямі зв'язки між сонячною активністю й земними процесами, зокрема, водоносністю річок. Якщо такого прямого зв'язку немає, то це не означає, що сонячна активність не впливає на стік річок. Також можна зробити такий висновок, що для кожного регіону Землі – водоносність, стік – формуються різнотипно.

«Це можна про ілюструвати ситуацією зі стоком рік в іншому, ближньому до Сибіру регіоні - Середньої Азії. Тут залежність водостоку річок від атмосферної циркуляції інша. Оскільки регіон Середньої Азії перебуває далі від Арктики, ніж Сибір, вплив холодних арктичних мас повітря на кількість опадів, а значить і на водоносність рік менша, ніж у Сибіру. В Середній Азії кількість опадів (і водоносність річок) залежать цілком від тональної циркуляції, тобто від теплих вологих мас повітря, що приходять із заходу.»[66]

Таким чином, сонячна активність впливає на водоносність річок шляхом зміни кількості опадів, що, у свою чергу, визначається характером атмосферної циркуляції. Останню ланку зв'язку ми з'ясували.

2.1.2. Небезпечні гідрометеорологічні та природні явища

Розглядати та вивчати надзвичайні ситуації з різних точок зору та методологічних позицій. Ці методи пов'язані з факторами, які можуть прямо чи

опосередковано впливати на такі явища. Відбулося накопичення нових фактів, гіпотез і парадигм, які дозволили вченим створити стійкі концепції небезпечних явищ. Відсутність води, повені, землетруси та вулканічна активність у цьому районі вбивають людей і роблять роботу мільйонів працівників безсилою. Тому до дослідження та розуміння подібних явищ мають залучатися не лише професіонали, такі як метеорологи та кліматологи, гідрологи та геологи, а й багато інших професій, таких як пожежна та медична служба, аварійні служби катастроф, та звичайні люди, котрі можуть бути заручниками таких подій.

До невирішених проблем науки відносять довгострокове передбачення небезпечних явищ, зв'язок із глобальними тенденціями зміни клімату, діяльністю людини, вплив одиничних і періодичних просторових процесів на Сонце. Для визначення хронологічної закономірності катастрофічних подій, їх зв'язку із сонячною активністю та глобальною зміною клімату ми використали матеріали та багаторічні дані вітчизняних та зарубіжних дослідників. Для аналізу беруть участь літописи, історико-хронологічні документи різних епох, а також сотні років історії, зафіксовані в інструментальних спостережних публікаціях вчених (істориків, географів, геофізиків, кліматологів та інших дослідників).

Щодня на Землі відбуваються тисячі землетрусів різної інтенсивності. Протягом десятиліть були розроблені різні варіанти прогнозування землетрусів. Тим не менш, точність прогнозу землетрусу дорівнює нулю. Загальна точка зору полягає в тому, що переважна більшість землетрусів є тектонічними (рух плит або зсув уздовж розломів). Більшість землетрусів відбувається через раптовий рух гірських мас. Згідно з багатьма публікаціями, землетруси часто мають електричний ефект. Перед землетрусом люмінофор світиться, дроти вироблятимуть іскри, а електричні конструкції виходять з ладу. У наукових публікаціях академічних видань обговорюється можливий процес великомасшта-

бних течій у сейсмічному центрі майбутнього, які будуть індукувати відповідні електричні поля в іоносфері. У більшості випадків ґрунт перед сильним ударом оглушливий, схожий на звук грому, світіння неба, зміну полярності атмосферного електричного поля на поверхні.

Повені і паводки відносяться до небезпечних природних явищ. Вважається, що повені являються причиною 40% всіх світових катастроф, котрі супроводжуються загибеллю людей і економічними втратами[15].

Найбільш руйнівною повинню, що зафіксована в історії, відбулася на річці Хуанхе в 1887 році, коли вода затопила греблю 20-ти метрової висоти, а 11 міст та 30 сільських пунктів було зруйновано. По приблизних підрахунках загинуло 900 тисяч людей.

В 1974 році в результаті повені викликаного ливнями в Бангладеші загинуло 25 тисяч людей.

Варто зазначити, що в останні роки частота повеней і їх масштабів – виросли, збільшилися втрати від них.

Аналіз даних що були зібрані мною, показує, що по числу повеней перше місце всі роки стабільно займає Азія, що йде зі значним відривом від інших континентів, при цьому із країн континенту передує Китай. На другому місці йде США.

В 90-х роках в Бангладеші, В'єтнамі, Індії, Індонезії, Тайланді, Філіппінах, Мексиці, Бразилії, Австралії, Сомалі, Росії, Румунії - відбулося більше 10 крупних повеней в кожній країні .

На всіх континентах повені і паводки відбуваються в усі місяці року. Найбільше їх число трапляється в квітні-травні і в червні, під час танення снігу в Північній півкулі, найменше - в грудні, січні, лютому, коли більшість річок сковані льодом.

За останні десятиліття кількість паводків , що тривали більше 30 днів – зросла.

Важливе значення в формуванні метеорологічних подій мають урагани,

тайфуни, шторми і смерчі.

Ці події викликають процеси котрі відбуваються в системі «Сонце – Земля». Сонячна активність виступає такого роду «спусковим крючком», що дає поштовх розвитку різноманітним природним нестійкостям. Зміна потоку сонячної плазми може викликати достатньо сильне відхилення від балансного стану та призвести до виникнення цілого ряду катастрофічних процесів в атмосфері Землі, таких як урагани, шторми і смерчі. Всі вони обумовлені вітром і класифікуються в залежності від його швидкості.

Ураган – циклон, що утворюється в тропічних. До географічних районів, що найбільш страждають від ураганів відносяться Карибські острови, Мексика і США. В останні роки географія ураганів значно розширилась, в тому числі і в Росії.

Варто відмітити, що за останні 20 років число сильних ураганів і тайфунів в світі збільшилось в півтора рази. Вчені дають достатньо погані прогнози на найближчі 50 років, по їх думці число катаклізмів пов'язані з ураганами може збільшитись мінімум в два рази, а їх сила може значно зрости.

Крім того, розширюється географія ураганів. Навіть області, що традиційно не знайомі з такими природними явищами не відчувають себе в безпеці до подібних природних явищ.

«Класичною» країною, де є найпоширенішими торнадо, являється США.

Наприклад в 90-х роках в США було зареєстровано 1100 руйнівних смерчей. На території США за період з 1961 по 2011 рік від торнадо загинуло в середньому 85 людей.

Посухи і морози мають великий вплив на людей. В першу чергу, під час таких погодніх умов можуть постраждати люди. Обмороження, смертність через високу температуру, загибель домашніх тварин, часто – пожежі. Кожна людина повинна розуміти, що в такі часи варто залишатися в місці, що максимально є комфортним для вашого організму.

Однак, для того, щоб прогнозувати ці події і зменшити кількість людських жертв, підготувати та адаптувати сільське господарство до таких часів варто визначити основні причини виникнення таких явищ.

Звісно, першопричини утворення таких явищ вже вивчені, і вони мають більш локальний характер, ніж космічний.

Та, щоб ці події не наставали зненацька і їх можна було визначити з достатнім інтервалом у часі для підготовки до них – варто включати більше методів і характеристик впливу на формування кліматичних аномалій.

З початку 19 століття і до середини 20 річка Рейн була судноплавною. Збереглися документи судноплавних компаній, в яких є дані, коли Рейн замерзав. З них випливає, що з 1780 по 1963 рік водна артерія 14 разів частково покривалася льодом. Це відбувалося, коли зими видавалися особливо холодними.

Тоді дослідники з інституту геологічних наук Університету Йоганна Гутенберга в Майнці (Institute of Geosciences of Johannes Gutenberg University) на чолі з професором Франком Сіроко (Frank Sirocko) взяли інформацію про замерзання Рейну і зіставили з даними про 11-річну циклом сонячної активності, коли число плям на Сонце збільшується, а потім різко знижується. І з'ясувалося, що 10 з 14 разів Рейн замерзав саме тоді, коли кількість плям на Сонці було мінімальним. Використовуючи статистичні методи, вчені визначили, що надзвичайно холодні зими Центральної Європи нерозривно пов'язані з низькою сонячною активністю.

При цьому один з учасників дослідження заявив, що сонячна активність не впливає на середню температуру на всій планеті, а лише призводить до регіональних кліматичних аномалій. Він також додав, що кількість плям на сонці може «заморозити» деякі області Центральної Європи, але в той же час викликати потепління в деяких інших країнах Старого Світу - наприклад, в Ісландії.

Автори дослідження також стверджують, що аномально холодна зима

2010-2011 року - це наслідок сонячної активності. Справа в тому, що противники антропогенного впливу на зміну клімату стверджують, ніби минула зима доводить, що клімат на землі не стає тепліше. Однак у Франка Сіроко інша думка: короткострокові і локальні спади температур лише маскують ефект глобального потепління.

На клімат впливають щонайменше п'ять або шість чинників. Безумовно, що на клімат сильний вплив надає вуглекислий газ, але також не можна виключати іншу змінну, а саме сонячну активність.

Крім того, хочу відзначити, що незважаючи на перспективу того, що кожна 11-а зима в Центральній Європі трохи холодніша звичайної, середня температура повітря взимку росте вже протягом останніх 30 років. Про це, до речі, свідчить той факт, що Рейн вперше з 1963 року покритися льодом тільки минулої зими.

Хочеться особливо відмітити активність Сонця та посухи. При дослідженні зв'язку цих параметрів було виявлено, що жодної засухи під час максимуму сонячних плям виявлено не було. Є теорія, за котрою засухи (та пожежі викликані ними) найчастіше відбувається при низькій кількості чисел Вольфа. В підтвердження цих слів хочеться навести в приклад 24-ий цикл сонячної активності та те, що його значення були низькими в порівнянні з іншими циклами в 1-1,5 рази. 24-ий цикл закінчився в 2020 році, значення чисел Вольфа дуже низькі. Саме в цей час низького рівня сонцедіяльності і відбулися великі пожежі в Росії, Австралії, Південній Америці та в Україні.

2.1.3. Сейсмічність та вулканізм

Щодня на Землі відбуваються тисячі землетрусів різної інтенсивності. Протягом десятиліть були розроблені різні варіанти прогнозування землетру-

сів. Тим не менш, точність прогнозу землетрусу дорівнює нулю. Загальна точка зору полягає в тому, що переважна більшість землетрусів є тектонічними (рух плит або зсув уздовж розломів). Більшість землетрусів відбувається через раптовий рух гірських мас. Згідно з багатьма публікаціями, землетруси часто мають електричний ефект. Перед землетрусом люмінофор буде світитися, дроти будуть генерувати іскри, а електричні конструкції вийдуть з ладу. У наукових публікаціях академічних видань обговорюється можливий процес великомасштабних течій у сейсмічному центрі майбутнього, які будуть індукувати відповідні електричні поля в іоносфері.

У більшості випадків ґрунт перед сильним ударом оглушливий, схожий на звук грому, світіння неба, зміну полярності атмосферного електричного поля на поверхні. Виходячи з запропонованої гіпотези зв'язку Сонце-Земля, механізм землетрусного процесу може бути таким. Зі збільшенням сонячної активності внаслідок впливу посиленої радіації на верхні шари атмосфери збільшується її іонізація і зростає напруженість електричного поля іоносфери. У цьому випадку земля отримує додаткове прискорення. Відповідно до запропонованої моделі генерації струму, інтенсивність струму, що збуджується в землі, буде зростати. Через недостатню діелектричну міцність деяких локальних об'ємів і збільшення електропровідності середовища (це найбільша особливість значної геотектонічної активної області) цей процес призведе до електричного пробоя середовища. Це своєрідний «тригер» для звільнення структурного напруження та енергії.

Тому підготовка до землетрусу та процес пробудження є головним чином електричним процесом. Структура плит, руйнування гірських порід відбувається в результаті дії електрики, а її енергія перетворюється в сонячну енергію. Для вирішення проблеми землетрусу необхідно вивчити електричну будову землі, особливо сейсмічної зони, навчитися контролювати накопичення локальної енергії (це можливо), вжити заходів для видалення надлишку енергії.

В даний час накопичено достатньо інструментальних спостережень, що

дозволяють встановити зв'язок загальної сейсмічності Землі з 11-річним сонячним циклом зв'язок часу виникнення окремих сильних землетрусів з активними областями (або моментами) на Сонці.

Проблема прогнозу землетрусів ще далеко не вирішена. Нам видається, що її рішення може бути отримано при комплексному дослідженні різних геофізичних явищ, в тому числі атмосферних, і явищ, пов'язаних із сонячною активністю.

Успішне вирішення проблеми прогнозу землетрусів значною мірою залежить від ступеня дослідження загальних фізичних законів, що регулюють процес землетрусу. Одним із режимів може бути сонячна активність, яка впливає на процеси на Землі шляхом чергування різних компонентів сонячної радіації. Вплив Сонця на літосферу планети визначається опосередковано через зовнішню оболонку і може бути спотворений. Можливо, саме тому гармоніки, що характеризують геологічні процеси, за тривалістю подібні до сонячних ритмів, але часто непостійні в періоди високої активності.

Є всі підстави вважати, що вулканічний процес має подібний механізм пробудження. У період до виверження стався землетрус (який можна зарахувати як електричний розряд). У районі виверження вулкана спостерігалися електромагнітні аномалії. Процес виверження супроводжується безжальним каскадом потужних електричних блискавок [38]. Вулканологи помітили, що опір змінюється в залежності від полярності електродів. Це тому, що кратер має потенціал. Все це свідчить про те, що причиною виникнення магми є також підземний розряд, що супроводжується виділенням великої кількості тепла, що призводить до термічних пошкоджень. За певних умов-порода плавиться, а потім розплав виходить на поверхню під високим тиском. Наприклад, той факт, що 75% сильних землетрусів в Ісландії супроводжуються сильними виверженнями вулканів, підтверджує подібний механізм пробудження процесу. Такі процеси і називаються «вулканічними землетрусами».

Виходячи з ролі електрики, ми можемо не тільки пояснити механізм обертання Землі, формування геомагнітного поля, зміни швидкості обертання та напруженості поля із сонячною активністю, а й переміщення магнітних полюсів. І пов'язаний льодовиковий період, і механізми інших природних процесів - циркуляція атмосфери і гідросфери, теплі і холодні течії, град, піщані бурі, тайфуни, урагани, зсуви тощо. Земля і навколоземний простір — це сукупність електричних явищ, енергія яких спричинена сонячним випромінюванням і залежить від нього. У цьому напрямку найкраще знайти конкретний фізичний механізм пробудження і розвитку процесу, його методи прогнозування, можливість впливу на інтенсивність і продуктивність природного процесу.

Ідея використання майже необмеженої енергії - Сонця - давно спантеличує вчених. Це не означає, що за допомогою спеціальних дзеркал і фотоелементів тепло і світло перетворюються в тепло і електрику за технологією денного світла. Вони намагаються знайти спосіб використовувати ту частину сонячної енергії, яка перетворюється в електрику в самій іоносфері. Крім того, якщо ви використовуєте цей ресурс з розумом, у вас є необмежені можливості більш-менш контролювати розвиток природних процесів.

2.1.4. Глобальні кліматичні зміни

Систематичні наукові спостереження за плямами на Сонці проводяться з 1755 року по даний час.

З початку стійких інструментальних спостережень і до теперішнього часу завершилося 23 повних цикли, а 24 йде до закінчення. 24 цикл приніс непередбачені сюрпризи, найважливішим з яких є різке падіння сонячної активності. Це наочно видно по найбільш всім відомому показнику - числу темних плям на поверхні сонячного диска. За даними американських дослідників показано його стан, а в порівнянні з попереднім 23-ім циклом відстає за числами Вольфа: у апогеї 23 циклу середньорічна кількість чисел Вольфа знаходиться на рівні

120-135, а в 24 - всього 70-85.



Рис.2.1. 23 та 24 цикли сонячної активності

Щорічного закономірного темпу наростання числа плям (чисел Вольфа) на поверхні Сонця не відбувається, що спостерігалася у всіх попередніх 15 циклах протягом 100 років, а можливо і 200, що може вказувати на подальше похолодання, як за часів Мінімуму Дальтона (рис. 2.2).



Рис.2.2. «Мінімум Дальтона»

Таблиця 2.1.

Тривалі мінімуми сонячної активності

Назва довготривалого мінімуму	Роки
Мінімум Оорта	Приблизно 1050
Мінімум Вольфа	1280 - 1340
Мінімум Шперера	1420 - 1530
Мінімум Маундера	1645 - 1715
Мінімум Дальтона	1790 - 1835
Новий мінімум	2015 – 2050 ?

У наступній таблиці показано мінімальне значення СА під час їх дослідження. У результаті нового дослідження, проведеного вченими Лондонського університету, вчені першими реконструювали сонячну активність останнього льодовикового періоду. Результати показують, що клімат на регіональному рівні залежить від сонця, з його допомогою вчені матимуть більше можливостей прогнозувати кліматичні умови в окремих регіонах. Вчені проаналізували елементи утворення льодовикового щита Гренландії та печер у Китаї, щоб вивчити діяльність Сонця під час останнього льодовикового періоду від 20 000 до 10 000 років тому. Нове дослідження показує, що зміни сонячної активності впливають на клімат, незалежно від того, чи є клімат екстремальним, як льодовиковий період чи сьогодні. Вплив сонця на клімат зараз є дуже актуальною проблемою, особливо пов'язаною з глобальним потеплінням, яке відбувалося повільніше, ніж очікувалося, протягом останніх 15 років.

Залишається багато питань про те, як сонце впливає на клімат, але результати досліджень показують, що пряма сонячна енергія не є найважливішим фактором, вона, ймовірно, опосередковано впливає на циркуляцію атмосфери [48]. Оскільки ультрафіолетове випромінювання сонця впливає на циркуляцію атмосфери, зниження сонячної активності може призвести до холодніших зим у Північній Європі. Цікаво, що завдяки такому ж процесу зима в Гренландії

стане теплішою, з більшою кількістю снігу та штормів. Аналогічно, дослідження показали, що для більш точного прогнозування майбутніх змін клімату на глобальному та регіональному рівнях у кліматичні моделі необхідно включати різні сонячні процеси. [55]

2.1.5. Епідемії та COVID-19

Думку про те, що багато епідемії можуть бути пов'язані з Сонцем, вперше висловив А. Л. Чижевський ще в 1922 році. Пізніше, в 1930 році, він написав монографію «Епідемічні катастрофи і періодична діяльність Сонця». Ця чудова книга багато в чому цілком сучасна. Багатьох медиків вона змусила по-новому зацікавитися Сонцем. У ній вперше Чижевський ввів термін «астромедицина», навіть тепер звучить незвично. Але як це не парадоксально, нинішні епідеміологи не можуть обійтися без астрономії.

Спалах пандемії коронавірусу COVID-19 через 11 років після грипу H1N1 призводить деяких учених до думки про їх зв'язок з сонячною активністю, в даному випадку - з її мінімумом.

Це пояснюється ослабленням ультрафіолетової складової сонячного випромінювання, ослабленням його дезинфікуючого впливу на атмосферу Землі.

Існує й інше пояснення. Сонячний вітер протистоїть галактичному випромінюванню, відносна частка якого в потоці на Землю в періоди сонячної активності зростає.

За прогнозами НАСА, збільшений потік ультрафіолетового випромінювання, пов'язаний з протуберанцем, що надійшов на земну поверхню у зв'язку з обертанням Сонця 7 квітня 2020 року міг би зменшити темпи зростання захворювання, але не виправдало себе.

І взагалі, за час поширення Коронавірусу минуло кілька років, змінилась низка активностей Сонця, як високої, так і низької, однак, як видно, змін особливих немає в поширенні цього вірусу.

2.1.6. Біосфера та біологічні процеси

Безсумнівно, що сонячна енергія — це також потужний біологічний образ, і коливання її кількості викличуть усі зміни в органічних властивостях, які ми спостерігаємо через широту, пору року та різноманітні інші геофізичні та сезонні фактори. [39] За кількістю променевої енергії, що протікає, відкривається багато важливих фізіологічних явищ — швидкість хімічних реакцій, а отже, і фізіологічних реакцій. Прискорення фізіологічної реакції невіддільне від засвоєння поживних речовин тваринами і рослинами, збільшення активності вигинів шкіри, підвищення активності ендокринних залоз — це основа найважливішого рідинного процесу організму, що визначає розумову діяльність. У міру зменшення енергії випромінювання всі ці явища будуть зменшуватися. Знижується діяльність тварин і рослин, збільшується загальна кількість патологічних процесів, зменшується загальна актуальність психологічних процесів. [49]

Тому разом з біологічними науками, щоб визнати очевидний факт, що життя на землі та її продукти є перетворенням енергії сонячного випромінювання, ми повинні будемо визнати, що якщо ці два явища є причинними, то розмір зміни збільшується або зменшує перше. Значення потрібно відповідно змінити друге значення, збільшити або зменшити його. Якщо нахил земної кулі та її осі спричиняє так вирішальний вплив зміни енергії випромінювання різних частин Землі на загальний розвиток органічного життя, то виникає проблема: зміни в органічній природі Земля та електромагнітна енергія та енергія частинок, що випромінюються сонцем. Чи актуально це?

З короткого переліку метеорологічних і геофізичних явищ, які так чи інакше залежать від ступеня активності періодичних процесів на Сонці, видно, що під впливом цього процесу змінилося багато фізичних і хімічних факторів. Він має найглибший вплив на біосферу. Земля в цілому, для всього органічного світу, починається з найпростіших рослинних організмів і закінчується

людиною. Не дивно, що органічний світ реагує на всі ці коливання своєю надзвичайною чутливістю, викликаючи кількісні та якісні зміни в своїх інгредієнтах. Тому, встановлюючи зв'язок між періодичною діяльністю Сонця та геофізичними явищами, не дивно, що люди виявили, що певні прояви органічного світу не захищені від коливань сонячної активності. [18]

Документів про вплив активності сонячного циклу на органічні явища світу порівняно небагато. За винятком деяких швидких порівнянь і загальних тверджень, майже нічого не було зроблено на цю тему до цього століття. Немає спеціального дослідження, присвяченого зв'язку процесу утворення плям з будь-яким явищем в органічному світі. Лише в останнє десятиліття минулого століття література все частіше стала показувати, що вплив утворення плям на органічні явища потребує ретельного вивчення. Переворот у поглядах на природу сонячних плям, викликаний недавніми відкриттями астрофізиків, викликав великий інтерес до вивчення впливу сонячних плям і вивержень вулканів на Землю, особливо на органічний світ.

Як часто буває під час великих відкриттів, цього разу з'являється багато припущень і тверджень про вплив сонячних процесів на різні біологічні явища. Більшість із цих тверджень є безвідповідальними та не підкріплені жодними доказами, хоча багато з них певною мірою відповідають дійсності [43]. Звичайні ЗМІ швидко повідомили про всі ці заяви і повністю їх знищили. Тема впливу сонячних плям загострилася, тому іноді навіть серйозні дослідники, які помічають явища, пов'язані з впливом сонячних плям, не наважуються оприлюднити це, бо бояться посміятися з боку саркастичних ЗМІ. Така ситуація триває до тих пір, поки наука не накопичить велику кількість матеріалів і не надасть переконливі докази певного явища.

Тоді серйозна наукова преса почала звільняти простір для досліджень з цього питання, а в стінах наукових установ почали друкувати доповіді на цю тему. Зараз, у зв'язку з деякими відкриттями останніх років, ця тема викли-

кала широкий інтерес не лише у метеорологів та біологів, а й у інших професійних науковців [34].

2.1.7. Вплив на людину

З давніх часів вчених цікавило питання про те, як Сонце впливає на здоров'я людини. Ще древні єгиптяни помітили, що на Сонці відбуваються різні зміни, і відносно цього змінюється стан людини. Перші відомості про плями на Сонці відносяться до спостережень 800 р. до н.е. в Китаї. У той же час спостерігачі висунули гіпотезу про вплив плям на людину. В даний час дослідження сонячної активності стає особливо актуальним, так як процеси зміни на Сонці відбуваються дуже активно. Ці зміни безпосередньо впливають на біосферу, і відповідно на людину. Найбільша актуальність полягає в тому, що необхідно передбачати наслідки впливу сонячної активності на організм людини.

Вплив сонячних плям на людину вперше було виявлено для пацієнтів, які страждають однією з найбільш поширених і небезпечних форм серцево-судинної патології - інфаркту міокарда. Це раптово виникаюче захворювання легше зіставляти з космічними явищами, що відбуваються на Сонці. У обстежених людей, що мають дану патологію, спостерігалися різкі ускладнення перебігу захворювань серцево-судинної системи, в періоди активного плямоутворення.

Одним із доказів впливу сонячних плям на організм людини є роботи французьких лікарів Сарду і Фора. В результаті своїх дев'ятимісячних спостережень за 298 хворими, лікарі прийшли до висновку, що проходження плям через центральний меридіан Сонця збігається з 84% випадків загострення різних симптомів хронічних захворювань і з появою важких ускладнень в перебігу хвороби. Також було встановлено паралелі між частотою епілептичних припадків і появою сонячних плям. Таким чином, можна сказати, що поява плям має

прямий вплив на різні системи органів людини.[56]

Іншим об'єктом, що викликає інтерес багатьох дослідників є сонячні спалахи, так як це найсильніший прояв сонячної активності впливає на нашу планету.

Спалахи безпосередньо впливають на стан людини. Медична статистика показує, що в день появи сонячного спалаху в 1,5-2 рази збільшується число людей зі скаргами на захворювання різних систем, а також число летальних випадків.

Наслідком сильних сонячних спалахів, є поява магнітних бур в одній із захисних оболонок Землі, магнітосфері. Ударні хвилі і викиди сонячної плазми після спалахів сильно збурюють магнітосферу Землі, викликають магнітні бурі. Характеристикою цього процесу є індекс магнітної збуреності. Він показує середньодобову еквівалентну амплітуду варіації магнітного поля Землі і вимірюється в нанотеслах. Існує сім градацій, що характеризують стан магнітного поля Землі: від спокійного поля, до дуже великої магнітної бурі (100 нТ).

Найбільш несприятливий вплив магнітосферної бурі Землі має на серцево-судинну систему. Дослідження частоти серцевих скорочень показали, що слабкі порушення магнітного поля Землі не призведуть до збільшення кількості аритмій. У дні з помірними та сильними геомагнітними бурями ймовірність виникнення аритмії є більшою, ніж коли її немає. Дослідження Чижевського також довели вплив магнітних бур на умови життя людини. У період геомагнітної турбулентності у хворих спостерігаються суб'єктивні симптоми погіршення, підвищення артеріального тиску, погіршення коронарного кровообігу. Дослідження показали, що в день спалаху сонця кількість інфарктів міокарда збільшиться. Максимального значення він досяг на другий день після спалаху (приблизно вдвічі більше, ніж магнітний день).

Того ж дня почалася магнітосферна буря, викликана виверженням. Слід зазначити, що сонце має великий вплив на функціональний стан людини. По-

перше, на людину впливають такі параметри, як сонячні плями. Сонячні спалахи та магнітосферні бурі однаково сильно впливають на умови життя людини.

2.1.8. Історичні процеси в Україні та Світі

Найбільший внесок у вивченні зв'язку між сонцедіяльністю історичними процесами вніс А. Л. Чижевський. В 1918 р. ним була представлена дисертація «Дослідження періодичності всесвітньо-історичного процесу». Не вдаючись в аналіз якісних сторін соціальної діяльності, але звертаючи увагу виключно на насиченість її різноманітними подіями в різний час за більш ніж тисячолітній період історії європейської цивілізації. А.Л. Чижевський встановлює статистичні закономірності загального протікання історичного процесу, в якому виявляється «сонячний» слід.

В кінцевому результаті історично - статистичних досліджень він хотів виявити існування, чи відсутність емпіричних закономірностей масової діяльності людства.

3. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ СОНЯЧНО-ЗЕМНИХ ЗВ'ЯЗКІВ

3.1. Кількісні показники сонячної активності

«Для з'ясування просторово-часових, а особливо часових, закономірностей сонячної активності потрібні такі чисельні характеристики, які давали б можливість формулювати уявлення щодо стану усього Сонця у відношенні якого-небудь із активних сонячних утворень за деякий проміжок часу (наприклад, сонячних плям, сонячних спалахів і т.ін.). Таким характеристикам відповідають індекси сонячної активності. Оскільки щодня ми маємо можливість спостерігати тільки одну півсферу Сонця, то в сутності багато які із цих індексів (або показників) відносяться саме до цієї півсфери».[78]

Число Вольфа(W) – індекс сонячної активності, що пов'язаний з кількістю сонячних плям. Першим індексом сонячної активності було число сонячних плям на видимому диску Сонця, що дозволило Швабу, ще в 1843 р. відкрити їх 11-літній цикл. Трохи пізніше цей індекс був замінений відносним числом сонячних плям, або числом Вольфа, по імені відомого дослідника Сонця, що вперше ввів і застосував цю характеристику сонячної активності. Числа Вольфа визначаються по формулі:

$$W = k(10g + f) \quad (3.1)$$

де g — число груп плям на видимому сонячному диску, а f — число плям (включаючи всі ядра й пори) у всіх групах. Коефіцієнт k виводять із порівняння різних рядів спостережень. Він визначається умовами видимості, використанням інструментом і методом спостережень (візуальними або фотографічним), а також індивідуальними особливостями спостерігача.

«Числа Вольфа відносять до суб'єктивних індексів сонячної активності, збереження стійкої системи яких становить труднощі. Якщо не враховувати інших розходжень у їхньому визначенні, властивим різним спостерігачам (або

тим більше обсерваторіям), нерідко несподівані зміни відбуваються в системі чисел Вольфа навіть одного досвідченого спостерігача. Тому ряди відносних чисел сонячних плям, строго говорячи, не є однорідними й перехід від однієї системи цього індексу до інших нерідко призводить до ненадійних результатів». [78]

Найдовший ряд чисел Вольфа, який прийнято вважати міжнародним, отримано у Цюріху (Швейцарія). Початок його відноситься до 1749 р., хоча в Цюріху за останні сто із зайвим років і відбулися деякі зміни в методиці спостережень, проте цей ряд вважають найстійкішим, судячи з результатів його порівняння із Гринвіцьким рядом сумарних площ сонячних плям (див. рис. 1.1). Інші ряди чисел Вольфа значно коротші. Зокрема, радянський ряд відносних чисел плям охоплює трохи більше 30 років.

З огляду на особливості чисел Вольфа, не можна надавати великої ваги щоденним їхнім значенням. Однак середньомісячні, середньоквартальні й середньорічні їх величини можуть використовуватися, тому що точність визначення їх, у силу усереднення, значно вища, ніж щоденних. Особливо це відноситься до середньорічних значень чисел Вольфа. Що ж стосується середньомісячних і середньоквартальних їхніх величин, то внаслідок нестійкості коефіцієнта k помилки їхнього визначення можуть досягати 15-25%.

«Для виявлення циклічних закономірностей частіше застосовують середньомісячні значення чисел Вольфа, отримані шляхом ковзаючого згладжування за 12 місяців по формулі:» [78]

$$W = \frac{1}{24(W_{i-6} + W_{i+6} + 2\sum_{j=i-5}^{j=i+5} W_j)} \quad (3.2)$$

де W_i – спостережені середньомісячні відносні числа плям, а W_j – цієї ж величини за місяці від $(i-5)$ -го до $(t + 5)$ -го. Цим способом намагаються, крім одержання ходу 11-літнього циклу, також виключити річну варіацію відносних чисел плям, існування якої зараз вважається досить сумнівним. Такі числа

Вольфа звичайно називають згладженими. За допомогою згладжених середньомісячних відносних чисел плям отримані всі основні закономірності циклів сонячної активності. Варто помітити, що згладжування чисел Вольфа за п'ять або сім місяців виявляється більш ефективним.

Дані числа були прийняті за міжнародну систему в 1849 р. при Цюрихській обсерваторії. Наразі числа Вольфа підраховуються в Центрі аналізу даних щодо впливу Сонця в Бельгії. Такий самий графік було виконано і мною.

Ми вже бачили, що від сонячної активності залежать на Землі практично всі процеси. Але сонячна активність змінюється не однаково. В деякі роки вона міняється дуже різко, стрибком, а в інші - плавно. Виникає питання, чи не впливає на природні процеси швидка, стрибкоподібна зміна сонячної активності? Учені це питання досліджували, і результати виявилися дуже важливими. У чому вони полягають?

Якщо яка-небудь речовина згоряє повільно, то при цьому виділяється тепло. Якщо згоряння відбувається більш швидко - то спостерігається спалах. Якщо ж воно горить ще швидше - то відбудеться вибух. Виходить, важливо не тільки кількість виділеного при згорянні тепла, але й час, за яке воно виділяється, тобто швидкість виділення тепла.

Від Сонця до Землі приходить енергія, від якої повністю залежить хід природних процесів. Якщо швидкість надходження цієї енергії міняється, то міняється й хід цих процесів. Це природно. Виходить, важливо знати не тільки величину сонячної активності, але й швидкість її зміни. Чим більша ця швидкість, тим більша швидкість зміни надходження на Землю й у навколишній її простір енергії. Тому повинні більше змінюватись природні процеси на Землі.

Учені досліджували швидкість зміни сонячної активності за період з 1749 р., з того моменту, коли вона почала визначатися регулярно. Виявилось, що найбільш різко та швидко змінювалася сонячна активність у наступні роки (якщо активність різко знижувалася, то перед роком зазначений знак мінус): 1749, -1751, -1754, 1757, 1761, -1762, -1765, 1769, -1771, -1773, -1778, 1777, -

1780, -1782, 1786, -1790, -1793, -1795, -1797, 1801, -1807, 1813, 1815, -1818, -1821, 1826, -1831, 1836, -1838, -1841, 1845, 1847, -1849-1859, -1854, 1859, -1861-1862, -1865, (1868), 1870, -1871, -1873, -1875, -1878, 1880, -1886, 1892, -1896, -1899, -1901, 1903, 1905, -1906, 1907, -1908, -1910, 1915, 1917, -1918, -1920, 1925, 1928, -1930, 1936 -1939, -1940, (-1942), 1946-1947, -1948, -1950, -1952, 1956, -1961, -1964, 1967, -1971 р. Ці дати були названі сонячними реперами, крапками відліку.

Що ж змінювалося в земних процесах у роки великої швидкості зміни сонячної активності? Оскільки різкі зміни сонячної активності впливають на всю Землю й навколоземний простір цілком, то одночасно на всій земній кулі повинні змінюватися різні природні процеси. Які це процеси? Одним з таких процесів є швидкість обертання Землі. Від неї залежать багато природних процесів, наприклад, рух атмосфери, її циркуляція. Відомо, що швидкість обертання Землі міняється. Є вікове уповільнення обертання Землі. Є також зміни швидкості обертання Землі з річним періодом. Але є також стрибкоподібні зміни швидкості обертання Землі. Саме ці зміни пов'язані з різкою зміною сонячної активності. Фахівці показали, що за період з 1821 по 1950 і з 1951 по 1957 р. сонячна активність стрибком змінилася 45 разів. Щораз спостерігалася стрибкоподібна зміна швидкості обертання Землі. Якщо точніше, то воно спостерігалось в 44 випадках. В одному випадку (1906 р.) воно не спостерігалось. Але виключення тільки підтверджують правило.

При різких змінах сонячної активності змінюється й атмосферна циркуляція. Це можна показати на конкретних прикладах. Так, у районі Ісландії атмосферний тиск, як правило, знижений. Він знижений в усі сезони року. Область низького атмосферного тиску називають Ісландським мінімумом атмосферного тиску, або Ісландською депресією. Але виявилось, що при різких змінах сонячної активності широта області зниженого тиску також різко змінюється. Тут не було ні одного виключення: 26 разів підряд різкі зміни широти Ісландської депресії збігалися з різкими змінами сонячної активності.

Цей факт ми навели як приклад. Насправді змінюється все, що пов'язане з атмосферою циркуляцією. Так, з різкою зміною сонячної активності щораз змінюється кількість атмосферних опадів (за рік). Фахівці вивчають не тільки зміну атмосферної циркуляції й швидкість обертання Землі при різкій зміні сонячної активності. Вони вивчали й наступні процеси: атмосферний тиск, температуру повітря, атмосферні опади, рівень океану й морів, льодовитість океану й морів, температуру морської води, солоність води, річковий стік, рівні озер, а також коливання льодовиків і снігової лінії. Вивчалися також процеси в рослинному й тваринному світі: річний приріст дерев, урожайність сільськогосподарських культур та ін. Виявилось, що всі ці процеси змінюють свій характер (випробовує перелом) при стрибкоподібній зміні сонячної активності.

Додамо до цього, що й землетруси залежать від різкої зміни сонячної активності. Землетруси характеризуються тією енергією, що виділяється. Досліджувалася також частота землетрусів. Виявилось, що при різкій зміні сонячної активності змінюється як річна сума енергії землетрусів у різних зонах на земній кулі, так й енергія землетрусів по всій земній кулі. Залежно від сонячної активності змінюються умови розвитку інфекційних хвороб. Під дією різкої зміни сонячної активності змінюються біологічні властивості мікроорганізмів, механізми передачі інфекції, а також їхня реактивність. У результаті відбувається виникнення або посилення епідемічного процесу [32].

У цьому ланцюзі між сонячною активністю й епідемічним процесом є ще одна ланка. Це посилення епізоотичного процесу. Під дією різкої зміни сонячної активності змінюються кліматичні й гідрологічні умови, а значить і кормова база тварин. Тому змінюється їхня чисельність й активність міграції, а це сприяє виникненню епізоотії (епідемії серед тварин), що у свою чергу сприяє зараженню людини інфекційними хворобами, стерпними тваринами.

При різких змінах сонячної активності підсилюється мінливість ознак вірусу грипу, в результаті чого підсилюється епідемічний процес. Збільшення мінливості призводить до того, що в бактерій можуть виникати зовсім нові

якості: стійкість до ліків, зміни інтенсивності утворення токсинів і збільшення швидкості розмноження.

Звідси випливає практичний висновок. Для пророкування зміни в земних процесах важливо знати не тільки сонячну активність. Дуже важлива й швидкість зміни сонячної активності. Якщо ця швидкість дуже велика, тобто зміни відбуваються стрибком, то змінюється характер ходу земних процесів, тобто спостерігається перелом у їхньому ході.

3.2. Побудова різницевої інтегральних кривих

У роботі для вивчення особливостей динаміки сонячної активності та сонячно-земних зв'язків, використовуючи дані чисел Вольфа, побудована різницева інтегральна крива модульних коефіцієнтів сонячної активності (див. рис. 3.1).



Рис.3.1. Різнцева інтегральна крива сонячної активності

Інтегральні криві відхилення річних чисел Вольфа від їх середнього значення будуються у відповідних величинах - модульних коефіцієнтах чисел Вольфа. Для вирахування ординат цієї кривої та норми сонячної активності складається таблиця, форма якої приведена в таблиці 3.2. За даними 3 колонки цієї таблиці вираховується середня величина чисел Вольфа, а за даними 6 колонки будується різницева інтегральна крива.

Для цього було визначено середню річну величину сонячної активності:

$$W_{сер} = (W_1 + W_2 + \dots + W_n) / n \quad (3.3.)$$

Потім знайшли K_i за формулою:

$$K_i = W_i / W_{сер} \quad (3.4.)$$

Дані 4 колонки отримані в результаті $K - 1$ безпосередньо вказують на періоди підвищеної чи послабленої сонячної активності. На побудованому графіку простежуються як класичні 11-літні цикли сонячної діяльності, так і не менш вагомі 80 - 90-річні вікові цикли.

Важливим висновком за аналізом різницевої інтегральної кривої сонячної активності є виявлення закономірної тенденції до загального підвищення сонячної активності. Причиною може бути накладання декількох циклів в даний період, а саме: 23-го 11-літнього та 3-го вікового циклів сонячної активності, що і вказує на загальну активність діяльності сонця.[38]

3.3. Визначення коефіцієнту кореляції

Дана робота базується на виявленні залежності між сонячною активністю і величиною значень температурі и кількості опадів(на прикладі м. Чернівці). Тому для більш точного аналізу існуючої залежності було побудовано різницеву інтегральну криву відхилення річних величин від середнього його значення за весь період спостережень. Для побудови такої кривої послідовно сумують відхилення модульних коефіцієнтів хронологічного ряду величин зна-

чень температур и опадів від їх середнього багаторічного значення, яке дорівнює одиниці [$\sum (K - 1)$].

$$\text{Модульний коефіцієнт: } K = M/M_0 \text{ або } K = Q/Q_0 \quad (3.5.)$$

Текучі ординати різницевої інтегральної кривої на кінець температурного року від початку побудови кривої відзначаються за формулою:

$$\sum(K - 1) = f(t) \quad (3.6.)$$

Відхилення середнього значення величини за любий інтервал часу n - років від середнього його значення за весь багатолітній період спостережень, який дорівнює одиниці, характеризується тангенсом кута нахилу лінії, яка з'єднує крапки початку та кінця інтервалу, до горизонтальної прямої. Кількість значення цього відхилення визначається відношенням різниці кінцевої до початкової ординати за цей інтервал до кількості років n у інтервалі за формулою:

$$K_f - 1 = (1_k - 1_b) / n \quad (3.7.)$$

де, 1_k та 1_b - кінцева та початкова ординати інтегральної кривої для даного відрізка часу, n - кількість років.

Період часу для якого ділянка інтегральної кривої має нахил вгору відносно горизонтальної лінії та значення величин $K_f - 1$ додатне відповідає багатотворній фазі циклу коливання значень, а період для якого ділянка кривої нахилена вниз та $K_f - 1$ має від'ємне значення відповідає холодним и сухим періодам.

Побудована крива має важливе значення для визначення співвідношення між сонячною активністю та величиною значень температур и кількості опадів.

Порівняння багаторічних коливань сонячної активності та величиною значень температур и кількості опадів на прикладі м. Чернівці показує, що між їх змінними спостерігаються постійні співвідношення. Коливання є синхронними.

В результаті аналізу хронологічних кривих змін сонячної активності та

величин значень температур (рис. 3.2) і кількості опадів (рис. 3.3) можна вказати на підвищення температури через 1-3 роки після кожного максимуму сонячності.



Рис.3.2. Хронологічні криві зміни температури та середніх значень сонячної активності

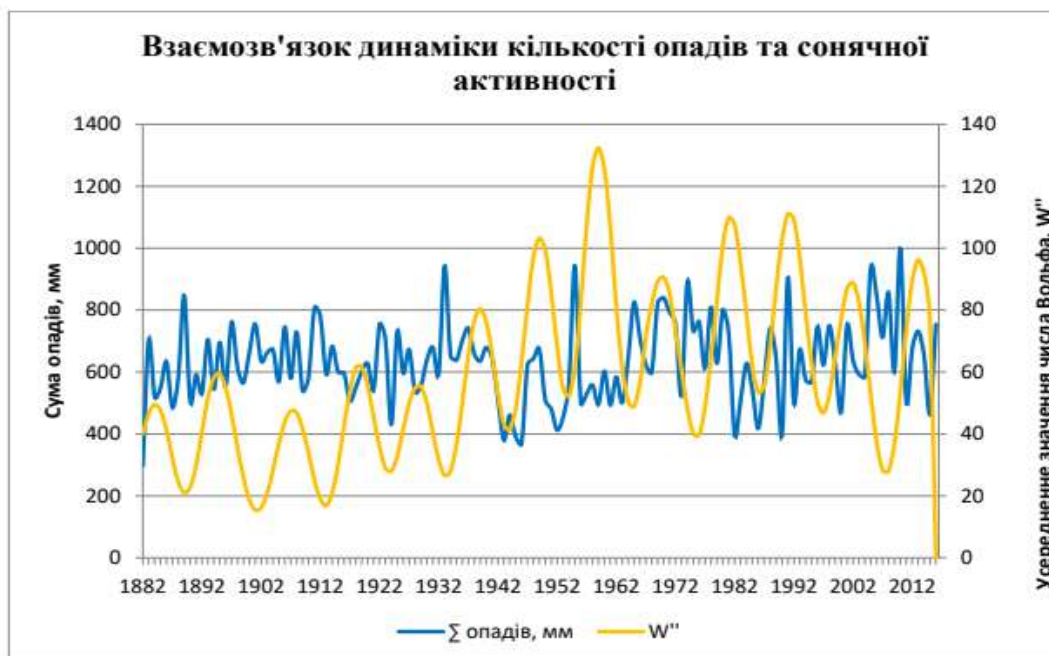


Рис.3.3. Взаємозв'язок динаміки кількості опадів та сонячної активності

Для підтвердження зв'язків між сонячною активністю та температурою і опадами в нашому регіоні розрахований коефіцієнт кореляції між даними показниками.

Кореляційний аналіз — це дослідження статистичного характеру (випадкового) зв'язку (кореляційного зв'язку) між величинами (випадковими). В елементарному випадку досліджуються дві проби водно-хімічних параметрів чи індикаторів.

« Коефіцієнт кореляції (r) – показник який відображає кількісну оцінку кореляційного зв'язку і є показником міри залежності між ймовірними величинами X та Y . Він використовується в тому випадку, якщо випадкові величини X та Y розподілені нормально або логнормально. За інших умов він не буде відображати дійсної величини зв'язку між показниками. Кореляційний зв'язок може бути додатнім або від'ємним. При цьому абсолютна величина коефіцієнта кореляції може варіювати від $+1$ до -1 . При прямому (додатному) зв'язку зі зростанням одного показника зростає і інший, а при зворотному (від'ємному) при зростанні одного показника, - інший зменшується. Якщо величина $r = 0$ досліджувані показники незалежні, а при значеннях $r = \pm 1$ вони зв'язані лінійною залежністю, хоча у випадку залежностей між гідрохімічними показниками такого практично не буває. Отже критерієм залежності випадкових величин x і y є відмінність коефіцієнта кореляції.» [77]

4. ВПЛИВ СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ НА ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ТА ГЕОГРАФІЧНІ ПРОЦЕСИ НА ЗЕМЛІ, НА ПРАКТИЧНИХ ПРИКЛАДАХ

4.1. Вплив сонячної активності на температуру та опади в (на прикладі м. Чернівці)

Важливою складовою даного дослідження є виявлення не лише глобаль-

них, а й регіональних, локальних зв'язків сонячної активності та метеоелементів. Для початку хотілося б більш детально вивчити і аналізувати графік з 11-річними циклами.

Отже, як видно з рисунку 1.1, то всього за час вивчення сонячної активності виділено 24 сонячні цикли, останній з яких не позначений на графіку, так як ще немає можливості врахувати всі дані для усереднення циклу, бо він от-от завершився.

11- річним циклам присвоюється номер по цюрихській нумерації. Цикл з номером один почався в 1749 році. Циклу, який розгортається в даний час, присвоєно номер 24.

На усередненому графіку динаміки сонячної активності протягом періоду з 1761 по 2014 роки чітко простежується, що з 1761 відбулися три повних та один не повний цикл з високими значеннями, але не аномальними, що завершилися приблизно в 1800 році. Далі ми спостерігаємо мінімум сонячної активності - два низькі цикли сонячної активності, котрі визначаються незначними числами Вольфа, в межах від 5-7 значень, до, приблизно, 35.

Починаючи з 1800-х років ми бачимо значний підйом чисел Вольфа, котрий завершується в 1870-х роках, а за ним ми прослідковується також спадання сонячної активності, але з не такою великою різницею, як попередній, однак він триває значні і довше.

Починаючи з 1930-х років видно дуже високу тенденцію зросту сонячної активності, при якій найвище значення сонячної активності за увесь період спостережень перепадає в районах 1950-х років. Сонячна діяльність значно спала в 2002-2003 роках.

А на сьогоднішній день визначено, що 24-й цикл сонячної активності буде мати мінімальні значення, а 23-й цикл сонячної активності був дуже високим. Це досить незвично, щоб так різко перепадала активність Сонця, тому науковці чекають наслідку таких різких змін.

Якщо подивитись на взаємозв'язок середньорічних температур і сонячної

активності в місті Чернівці, то спостерігається наявне візуальне співпадіння мінімумів температур зі змінами мінімумів сонячної активності, що утворюють так звані «ямки» в своїх графіках, однак, вже з 2000-х років ця ситуація змінюється, а під час мінімуму сонячної активності спостерігається максимум температур. Цьому може бути причиною глобальне потепління, яке в 2000 роках не яскраво проявлялося, однак старт цього процесу вже було запущено.

Різницева інтегральна крива сонячної активності показує, що вона трималася досить рівномірно в 1700 - 1799 роках, далі спадаючи до 1832, а починаючи з 1832 по 1876- 1890 роки вона залишається майже незмінною, однаковою, далі спадає і отримує свій мінімум в 1930-х роках і починає зростати з 1950-х по 2008 рр.

Різницева інтегральна крива температури атмосферного повітря в місті Чернівці (рис. 4.1) з 1882 року показує, що дана крива має спадний характер до 1990-х років, отримуючи свій мінімум, і почавши зростати з 1993, та знову втративши рівновагу приблизно в 2000 році і повернувшись на круги своя.



Рис.4.1. Різницева інтегральна крива температур атмосферного повітря в Чернівцях

Для повнішої перевірки сонячно-земних зв'язків, на прикладі даних по м. Чернівці, в роботі розраховані коефіцієнти кореляції між числами Вольфа та величиною температур і опадів у м. Чернівці, за період з 1882 по 2014 роки. Отримані коефіцієнти дозволяють вказати міру залежності між досліджуваними параметрами. Розрахований коефіцієнт кореляції підтвердив про наявність прямого зв'язку між сонячною діяльністю та температурою (див. табл. 3, Дод. Б). Так-як величина кореляції дорівнює $r = 0,73$, а отже вказує на взаємозалежність даної величини (температури).

Вплив сонячної активності на опади в місті Чернівці

На графіку взаємозв'язку динаміки кількості опадів (рис. 4.2) та сонячної активності на відміну від графіку взаємозв'язку середньорічних температур та сонячної активності можна сказати, що динаміка часового руху опадів та сонячної активності навпаки показують, що чим нижче число Вольфа, тим вища ймовірність випадання опадів. Опади і температура не мають циклічний характер, тому графік опадів вийшов досить «строкатий». На відміну від температури, опади проявляють себе рівномірно по відношенню до сонячної активності, чим вище сонячна активність, тим менше опадів, однак в періоді приблизно з 1940 по 1952 сонячна активність проявила себе в іншій мірі по відношенню до змін кількості опадів.

Для вивчення динаміки опадів у м. Чернівці була побудована крива модульних коефіцієнтів. Отримана різницева інтегральна крива опадів у місті Чернівці (див. рис. 4.2) має наступну динаміку: з 1882 року графік має спадний характер до 1894 - 1895-х років, а далі зростаючи на незначні значення до 1900 -1905 року та різко впавши 1906. Однак, різко повернулася на свої значення приблизно в 1900 до 1915 року, і, власне, будучи стабільною до 1930-х років. Різке зростання помітне до 1940 року та після цього, як видно на рисунку інтегральна крива має лише характер спадання з деякими спробами втриматися в 1950-х роках. Далі на графіку слід відзначити зростаючий характер до 1975 року та наступне спадання вниз, з певною рівновагою до 2003 року. Після 2003

року крива знову піднімається вгору і отримує значення вище нуля.



Рис.4.2. Різницєва інтегральна крива опадів в Чернівцях з 1882 по 2016 роки

Для дослідження зв'язку сонячної діяльності та опадами в роботі теж розрахований коефіцієнт кореляції за період з 1882 по 2014 роки. Отриманий результат не підтвердив тісноту зв'язку. Коефіцієнт кореляції становить 0, 49. Отже, між опадами та сонячною діяльністю виявлений зв'язок, однак він не є тісним, як між сонячною активністю і температурою.

4.2. Аналіз зв'язку водності (величини річного стоку)

4.2.1. Річки України

Як же проходить справа із залежністю між кінцевими ланками цього ланцюга, тобто між сонячною активністю й водоносністю річок?

Розглянемо графіки середньорічного стоку таких річок ,як Дунай-Рені,

Дніпро-Київ, Десна-Чернігів, Тиса-Вилок, Прип'ять-Мозир, Дністер-Заліщики, Прут-Чернівці (рис. 4.3 – 4.9).

Дані для графіків було використано з Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського.

Хронологічний зв'язок сонячної активності та середньорічним стоком річки Дунай – Рені (рис. 4.3). Дані про цю річку були отримані з 1921 року по 2000 роки. Що можна сказати по ньому? З 1927 гарно простежується підйом та спадання сонячної активності, а разом з ним і середньорічний стік річки.



Рис.4.3. Зв'язок сонячної активності з річкою Дунай - Рені

Далі стік веде себе синхронно на графіку та підіймається разом з підйомом сонячної активності, але разом з тим, трохи раніше ніж минулого разу. Далі, як ми бачимо на графіку, досить чітко видно, що максимумами середньорічного стоку приходять швидше, аніж значення чисел Вольфа, а от вже по усередненим даним гарно видно циклічність стоку, однак на два циклиу двох циклах ця система не спрацьовує.

Зв'язок сонячної активності з середньорічним стоком річки Дніпро – Київ представлений на рисунку 4.4. На даному графіку показано зв'язок сонячної активності з величиною стоку р. Дніпро за період 1885 по 1970 роки. Варто звернути увагу на те, що мінімуми співпадають з мінімумами, а максимумами з

максимумами. Звісно, це відбувається з деяким запізненням, однак загальна картина досить зрозуміла, зв'язок прямий. Як видно на графіку, починаючи з 1939 року, дані про середньорічний стік перериваються до 1947 року, хоча, при сьогоднішній активності з максимальними значеннями за весь період, все одно зберігається тенденція: чим вище сонячна активність тим вище середньорічний стік.



Рис.4.4. Зв'язок сонячної активності з річкою Дніпро - Київ

На графіку сонячної активності з середньорічним стоком Десни -Чернігів (рис. 4.5) - частково прослідковується зв'язок сонячної активності із водністю річки, однак виразної чіткості циклів не простежується. За період з 1919 по 1921 роки достовірних даних про середньорічний стік немає.

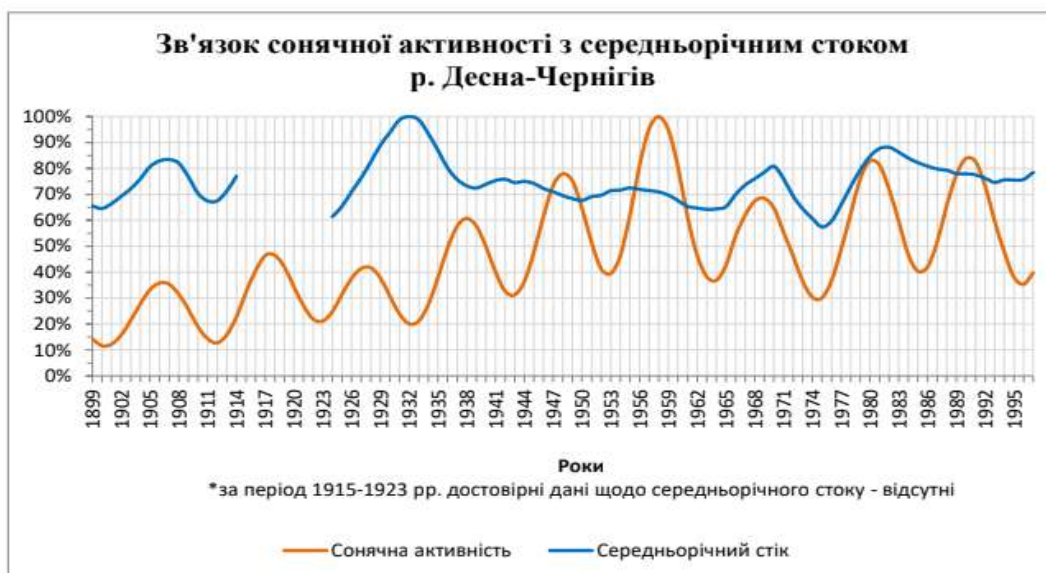


Рис.4.5. Зв'язок сонячної активності з річкою Десна - Чернігів

Зв'язок сонячної активності із водністю річок, на прикладі р. Прип'ять – Мозир представлений на рисунку 4.6. На представленому графіку прослідковуються деяка циклічність водності річки. Однак тенденція до зв'язків із динамікою чисел Вольфа трохи змінюється в порівнянні з вищепоказаними графіками. Зокрема, за період з 1914 по 22 роки даних про середньорічний стік немає, однак, можна зазначити, що циклічність добре представлена у 1950 - 70-х роках. Виокремлюється один цикл - з 42 по 50 роки. Але знову ж таки, не варто забувати про те, що інструментальні вимірювання середньорічного стоку можуть мати певну похибку.

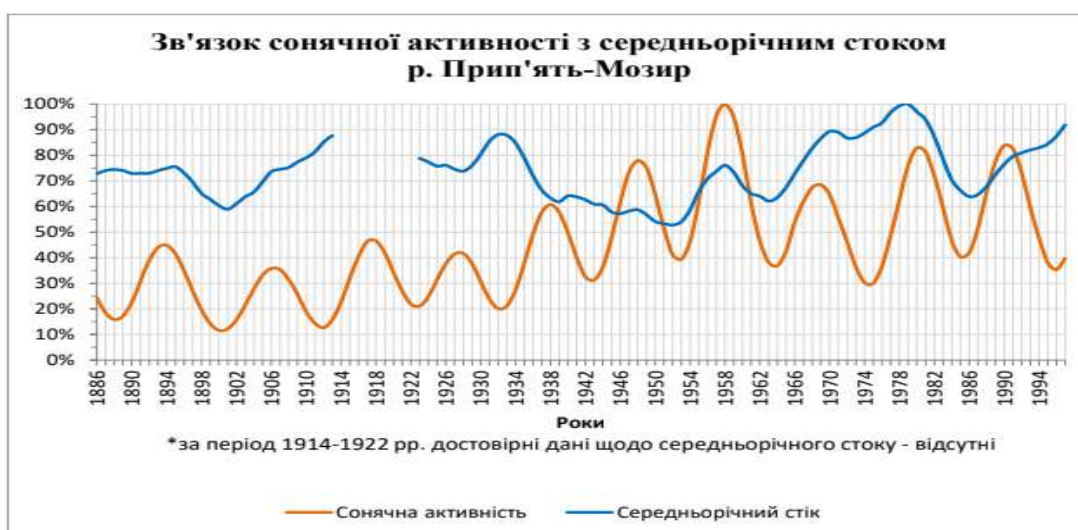


Рис.4.6. Зв'язок сонячної активності з річкою Прип'ять - Мозир

Зв'язок сонячної активності із середньорічним стоком річки Тиса – Вилок має свої особливості. На графіку (рис 4.7) представлений не тривалий інтервал динаміки середньорічного стоку та сонячної активності (з 1958 по 1998 роки). Та навіть при такому задіяному часовому проміжку виділяються 2 цикли, які чітко співпадають у часових проміжках, з однаковою кривизною на графіку. І в якійсь мірі, за ними теж можна припускати вплив сонце діяльності на зміну водності річок.



Рис.4.7. Зв'язок сонячної активності з річкою Тиса - Вилок

Актуальними дослідженнями сонячно-земних зв'язків є задіяні в роботі об'єкти, що локалізовані у нашому регіоні. Зокрема це р. Прут, та р. Дністер. Вивчаючи особливості впливу сонячної активності на водність р. Прут не виявлено чіткої тенденції між зміною чисел Вольфа та річного стоку Прута (рис 4.8) синхронність у зміні зазначених величин є, однак не є такою чіткою як на попередніх графіках, для інших водних об'єктів. Чітко виокремлюється один цикл – з 1975 року по 86 рік, попередні теж помітні піками, однак останній цикл не співпадає у часових інтервалах. Можливо, така особливість і відмінність від виявлених зв'язків для інших водних об'єктів пов'язана із водним режимом р. Прут, який формується у гірських умовах, з нестабільним стоком – що і може бути причиною несумісності.



Рис.4.8. Зв'язок сонячної активності з річкою Прут - Чернівці

Інша ситуація проявляється у зв'язках між зміною чисел Вольфа та водністю р. Дністер – м. Заліщики. За представлений період спостережень фактично усі виявлені цикли сонячної активності співпадають із циклічними змінами стоку річки. (рис. 4.9)



Рис.4.9. Зв'язок сонячної активності з річкою Дністер - Заліщики

Узагальнюючи усю динаміку річного стоку річок України можна зробити висновок: усі річки за представленими графіками візуально мають схожу кривизну динаміки стоку та сонячної активності. Однак по жодному водному об'єкту останній цикл водності не співпадає з останнім 11-річним циклом сонячності.

4.2.2. Річки Українських Карпат

Кожному з нас цікаво те, що відбувається навколо, і, звісно, що стосується, в першу чергу, нас. Карпатський регіон – зона нашого існування, і для того, щоб розуміти, чи вартує полягатись на діяльність Сонця, щоб спрогнозувати, як поведуть себе річки, котрі і так є непередбаченими, так як вони гірські.

Для цього я обрала наступні водні об'єкти Карпатського регіону:

1. Путила – Путила;
2. Ільця – Ільці;
3. Кам'янка – Дора;
4. Прут – Ворохта;
5. Прут – Кремінці;
6. Прут – Яремча;
7. Прут – Чернівці;
8. Сірет – Сторожинець.

В попередньому розділі також згадувалися річки Карпатського регіону, а точніше, Прут та Сірет, їх середньорічні витрати. Але так як ті дані були взяті з іншого ресурсу, мали глобальніший характер, тому я вирішила віднести їх до річок України, і не так деталізувати.

Тут же, я вдалась до більшої конкретики, та взяла за основу річки та їх

створи.

Отже, як характеристика річки, в нас будуть в подальшому середньорічні витрати. Для кожного створу я виконала наступні дії: зробила графік історичного плин (хронологічний) для створу, виділила такий же відрізок часу на графіку сонячної активності, та співставила їх. Також виконала різницеві інтегральні криві для кожної річки і його відрізка на графіку інтегральної кривої сонячної активності (по котрих і будуть проведені аналізи та опис), та вивела значення коефіцієнту кореляції.

Путила – Путила. Як видно з хронологічного рядка різницевих інтегральних кривих цієї річки, то схожість в динаміці проходження процесів, як на Сонці, так і на річці Путила – видно. Все таки, до 1989 року ці процеси протікають схожим чином, навіть, можна сказати, місцями, циклічно, однак, з 91 року, починаються розбіжності. Коефіцієнт кореляції для цього створу з активністю сонця = 0,81, зв'язок тісний.



Рис.4.10. Зв'язок сонячної активності з річкою Путила - Путила

Ільця – Ільці. На цьому графіку (рис. 4.10), в порівнянні з попереднім, візуально, не видно такого тісного зв'язку, що, власне, і підтверджує коефіцієнт кореляції, котрий = 0, 63.

Можна стверджувати, що один цикл, котрий тривав до 71 року, сходиться, одна решта не співпадають.



Рис.4.11. Зв'язок сонячної активності з річкою Ільця - Ільці

Кам'янка – Дора. Тут же, все навпаки. Коли сонячна активність – висока, то витрата – низька. Відповідно, коефіцієнт кореляції обернено пропорційний, та = - 0,45.

Вже з 1981 року витрата води є більшою, при тому, що сонцедіяльність знизилась, плюс, не видно циклічності в витраті води (рис. 4.12).



Рис.4.12. Зв'язок сонячної активності з річкою Кам'янка - Дора

Прут – Ворохта. На цьому створі вкрай схожа ситуація, як і в Кам'янка – Дора. Починаючи з 1983 року, річка веде себе абсолютно інакше, ніж Сонце. Коефіцієнт кореляції = -0, 6.

Починаючи з 1981 року, сонячна активність знижується, а витрата підвищується (рис. 4.13).



Рис.4.13. Зв'язок сонячної активності з річкою Прут - Ворохта

Прут – Кременці. На графіку (рис. 4.14) видно, що витрата води майже за

увесь час не змінюється. Коефіцієнт кореляції = 0,5.

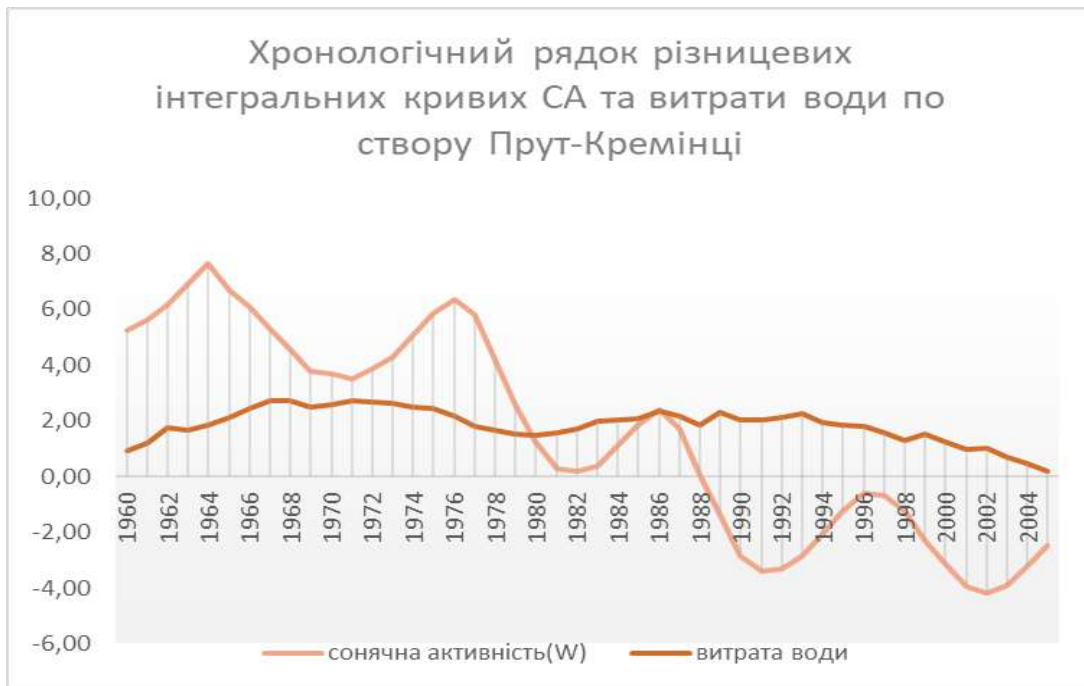


Рис.4.14. Зв'язок солярної активності з річкою Прут - Кремінці

Для Прута – Яремча = 0,3, що пояснює відсутність зв'язку.

Якщо оглянути графік, то видно, що динаміка річки майже однакова, значних перепадів немає, при тому, що солярна активність має то вищі, то нижчі значення.



Рис.4.15. Зв'язок солярної активності з річкою Прут - Яремча

Прут – Чернівці теж не тішить своїми показниками, лише 0,5.

І на графіку мінімуми не співпадають з мінімумами і навпаки.



Рис.4.16. Зв'язок сонячної активності з річкою Прут - Чернівці

Сірет – Сторожинець (рис. 4.17) = 0,4.

Тут же ж, з 1987 по 2000 рік сонячна активність на мінімумі, а стік – великий. А в 2007-2009 навпаки, тому і не дивно, що кореляції немає.



Рис.4.17. Зв'язок сонячної активності з річкою Сірет - Сторожинець

В таблиці 4.1 показані всі випадки зв'язку, чи його відсутності.

Таблиця 4.1.

Кореляційний зв'язок сонячної активності зі стоком річок Карпатського регіону

Річка - Створ	Наявність зв'язку	Відсутність
Путила - Путила	+	
Ільця - Ільці	+	
Кам'янка - Дора		-
Прут - Ворохта		-
Прут - Кремінці		-
Прут - Яремча		-
Прут - Чернівці		-
Сірет - Сторожинець		-

Отже, як видно з таблиці, лише в двох випадках з восьми є зв'язок, а це лише 25%. Можна припустити, що ці 25% просто співпадіння. Власне, маючи на увазі те, що на стік річок впливають багато факторів, а ще те, що ці річки – гірські, то і не дивно, що зв'язку немає.

4.3. Небезпечні гідрометеорологічні та природні явища

Для виявлення зв'язку руйнівних подій з 11-річною сонячною активністю нами на 243-річний графік цієї циклічності, що охоплює період часу з 1775 по 2018 рр. були нанесені найбільші катастрофічні події та явища обраних нами категорій:

- паводки та повені,

- виверження вулканів,
- землетруси,
- бурі, смерчі та урагани,
- посухи,
- морози,
- пандемії.

В роботі також було проаналізовано приблизно за 245 років (1775-2020 рр.) зв'язок катастрофічних подій з сонцедіяльністю (за числами Вольфа на хронологічному графіку) в кожному столітті. Для аналізу використана методика російських вчених К.Н.Кулика та А.Т.Барабанова (представлена у таблицях) У кожному циклі виділені 4 зони: зона мінімуму плям, середні ділянки зон на гілках підйому активності - від мінімуму до максимуму, зона максимуму плям, і середня зона на гілках спаду активності - від максимуму до мінімуму. [6]

Таблиця 4.2.

Алгоритм систематизації катастрофічних подій відносно сонячної активності

СА	Катастрофічна подія (кількість/ %) за 1755-2020 роки по століттям:			
Роки	До 1800	1801-1900	1901-2020	За увесь час
СА в мінімумі	x1/n	x2/n	x3/n	Ex(1-3)/n
СА в максимумі	x1/n	x2/n	x3/n	Ex(1-3)/n
СА на лінії підйому	x1/n	x2/n	x3/n	Ex(1-3)/n
СА на лінії спаду	x1/n	x2/n	x3/n	Ex(1-3)/n

Для того щоб вивчити варіації сейсмічних та вулканічних подій за 11-річний сонячний цикл, були використані каталоги сильних землетрусів та вивержень. Також був використаний каталог сонячних плям за період з 1775 по 2019 роки. Таким чином, в обробку увійшов і 24-й цикл сонячної активності.

По глобальним змінам геологічного середовища представлений графіки сильних землетрусів та вивержень вулканів з найбільшою магнітудою з початку ведення спостережень за плямо утвореннями на Сонці по 2019 рік включно.

Як видно з рисунку 4.18, дати сильних землетрусів носять досить циклічний характер, при чому з 2005 року почався дуже великий цикл сейсмічної активності.

Вулканічна активність являється невід'ємною частиною життя нашої планети. Вулкани не тільки представляють небезпеку для населення територій, але й роблять землю плодючою, віддають тепло і охороняють найбагатші запаси дорогоцінних металів і мінералів. Виверження вулканів викликають сильні розрухи за рахунок розповсюдження нових потоків.

Наочно видно, що з 1998 року почався новий цикл вулканічної активності.

В 2010 - 2012 роках прогноз вулканічної активності викликав серйозну тривогу, так як очікувалося, що виверження вулканів може бути рекордним. Саме в той час активізувалися найбільш крупні вулкани Японії і Індонезії, вулкани Камчатки і Курил. За прогнозами, в 2012 - 2014 роках багато вулканів мало би прокинутися, а пік вулканічної активності прогнозувалися на 2014-2015 рік. Так, власне, і сталося, і варто провести паралельну лінію з активністю Сонця, максимум котрої перепадала саме на ці роки. В ці роки стала підвищуватись вулканічна активність Альпійсько-Гімалайського сейсмічного поясу, а це перш за все найбільш крупні вулкани Італії – Везувій і Етна.

За рисунком 4.18 була виведена хронологічна таблиця найнебезпечніших

землетрусів за історію ведення спостережень за сонцевидальністю, узагальнивши яку я отримала наступні результати:

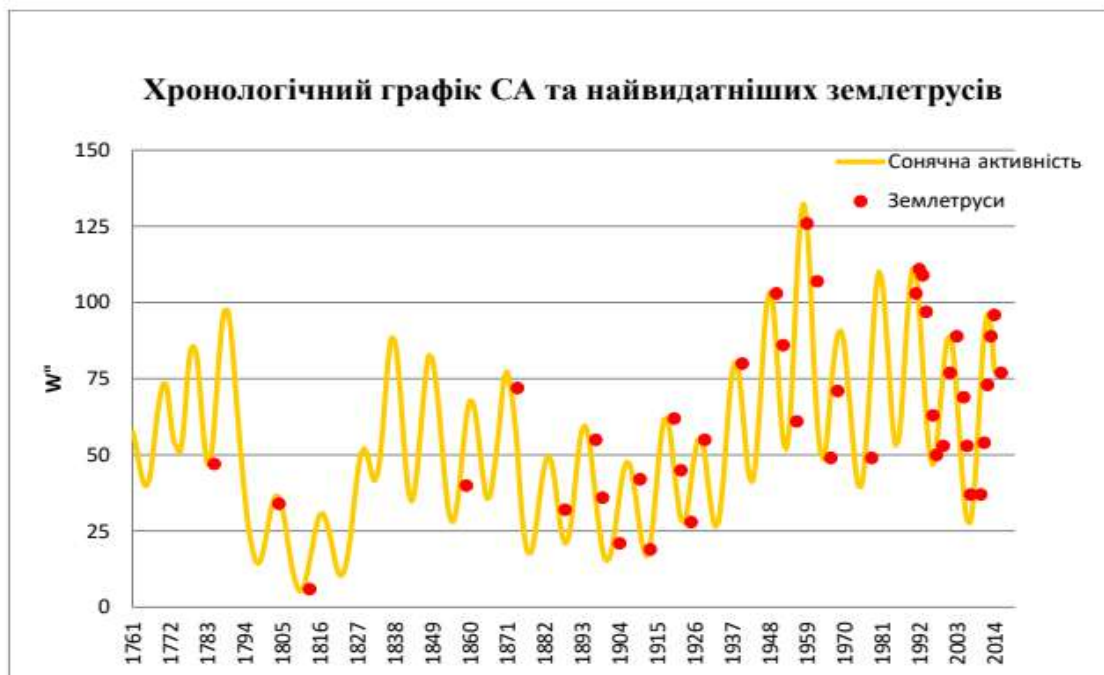


Рис.4.18. Зв'язок сонячної активності з землетрусами

Таблиця 4.3.

Відсоткове співвідношення землетрусів до циклічності СА

СА	Землетруси (кількість/ %) за 1755-2020 роки по століттям:				
Роки	До 1800	1801-1900	1901-2020	За увесь час	Процент
СА в мінімумі	1\1	1\7	3\34	5\21	12%
СА в максимумі	0	0	8\34	8\34	13%
СА на лінії підйому	0	4\7	10\34	14\21	37%
СА на лінії спаду	0	3\7	13\34	16\21	40%

Всього за цей період відзначено 40 значних землетрусів, з яких на міні-

муми чисел Вольфа в 11-річних циклах доводиться 5 випадків або 12%, на максимумах чисел Вольфа - 8 випадків або 13%, на гілках підйому 14 випадків або 37% і на галузі спаду активності 16 випадків або 40%. За представленими результатами видно, що в періоди, коли на Сонці як мало так і багато плям (низькі та високі величини чисел Вольфа), землетруси формуються майже однаково. На гілках спаду та підйому значень кількість землетрусів в порівнянні з мінімумами та максимумами більші приблизно в 3 рази. В даному перерахунку є похибка в 2%.

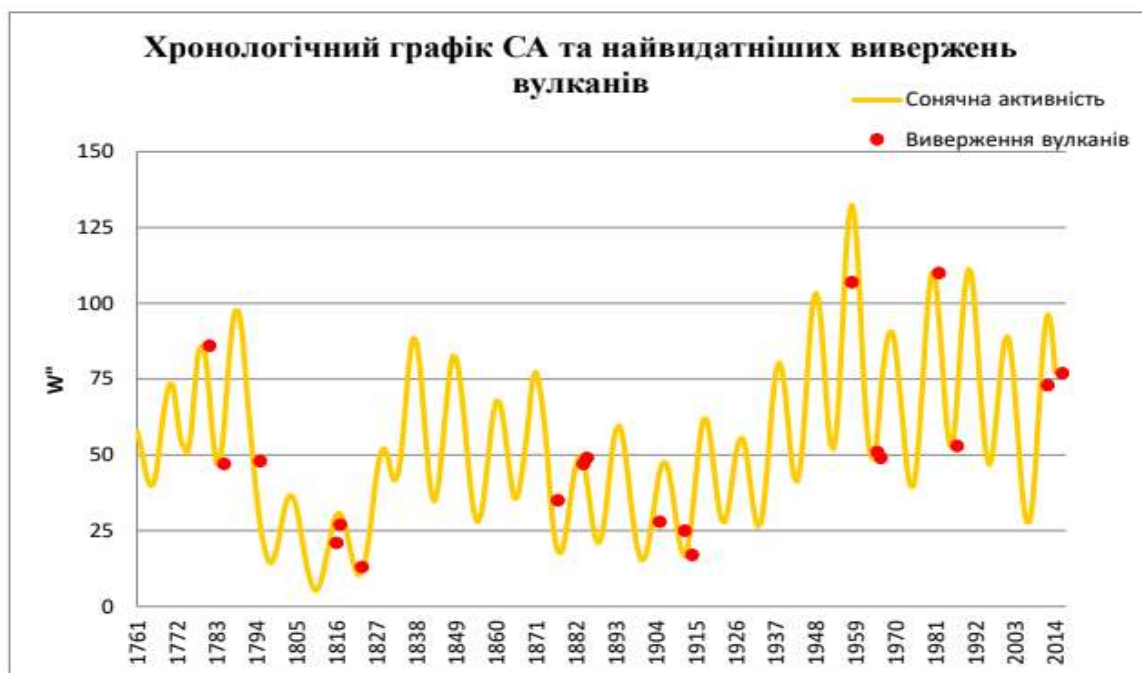


Рис.4.19. Зв'язок сонячної активності з вулканізмом

Якщо ми говоримо про виверження, то за рисунком 4.19 були виведені наступні значення:

Таблиця 4.4.

Відсоткове співвідношення вивержень до циклічності СА

СА	Виверження вулканів (кількість/ %) за 1755-2020 роки по століттям:					
Роки	До 1800	1801-1900	1901-2020	За увесь час	Процент	

СА в мінімумі	1\3	0	3\10	4\7	22%	*похибка 1%
СА в максимумі	1\3	1\6	1\10	3\9	13%	
СА на лінії підйому	0	2\6	5\10	7\8	33%	
СА на лінії спаду	1\3	3\6	2\10	6\7	33%	

Всього за цей період відзначено 19 значних вивержень, з яких на мінімуми чисел Вольфа в 11-річних циклах доводиться 4 випадки або 22%, на максимуми чисел Вольфа – 3 випадки або 13%, на гілки підйому по 7 та 6 випадків,кожен з яких = 33%. З цих даних зрозуміло, що в період мінімуму кількість землетрусів майже в два рази більша ,ніж при максимумах. На гілках спаду та підйому значень кількість вивержень дуже схожа та в загальному в 2-3 рази більша,ніж при мінімумах та максимумах. В даному перерахунку є похибка в 1%.

Хочеться додати,що тільки з розумним урахуванням багатьох, поки не врахованих факторів, умов і причин, таких як, наприклад, тектоніка, техногенність місцевості,механізми нагромадження напруження у земній корі, крипу і деформацій на розламах, залежності між тепловим потоком з надр Землі й просторовим розподілом землетрусів, можливість вулканічної діяльності даної локації - вдасться створити точну вірогідну модель зв'язку катастрофічних землетрусів з факторами,що їх породжують. Але і наведені матеріали свідчать про те, що є опосередкований імовірнісний зв'язок зародження і розвитку катастрофічних землетрусів з могутніми сонячно-космічними і глобальними явищами і процесами.

Варто відмітити, що разючі кількості небезпечних гідрометеорологічних

явищ в 1990 та 1993 роках цілком може бути через мінімум циклу СА, що варто вивчати в подальшому, маючи за основу не лише якісні характеристики цих страшних подій (лише найбільші і найвизначніші), а й кількісні за кожен рік, що може бути дуже складним завданням, через неймовірну кількість потрібних історичних дат і джерел, але, що може стати хорошою базою для подальшого вивчення сонячної активності.

Виходячи з виконаних досліджень, за рисунком 4.19, всього за цей період відзначено 27 значних бур, смерчів та ураганів, з яких на мінімуми чисел Вольфа в 11-річних циклах доводиться 2 випадки або 5%, на максимуми чисел Вольфа - 5 випадки або 22%, на гілки підйому 11 випадків або 34% і на галузі спаду активності 9 випадків або 40%. З цих даних наочно видно, що в періоди, коли на Сонці мало плям (низькі величини чисел Вольфа), бурі, смерчі та урагани майже не формуються, а при сонячному максимумі формується кожен 5-ий випадок. На гілках спаду та підйому значень кількість бурь, смерчів та ураганів в порівнянні з мінімумами та максимумами більша. В даному перерахунку похибка = 1%.

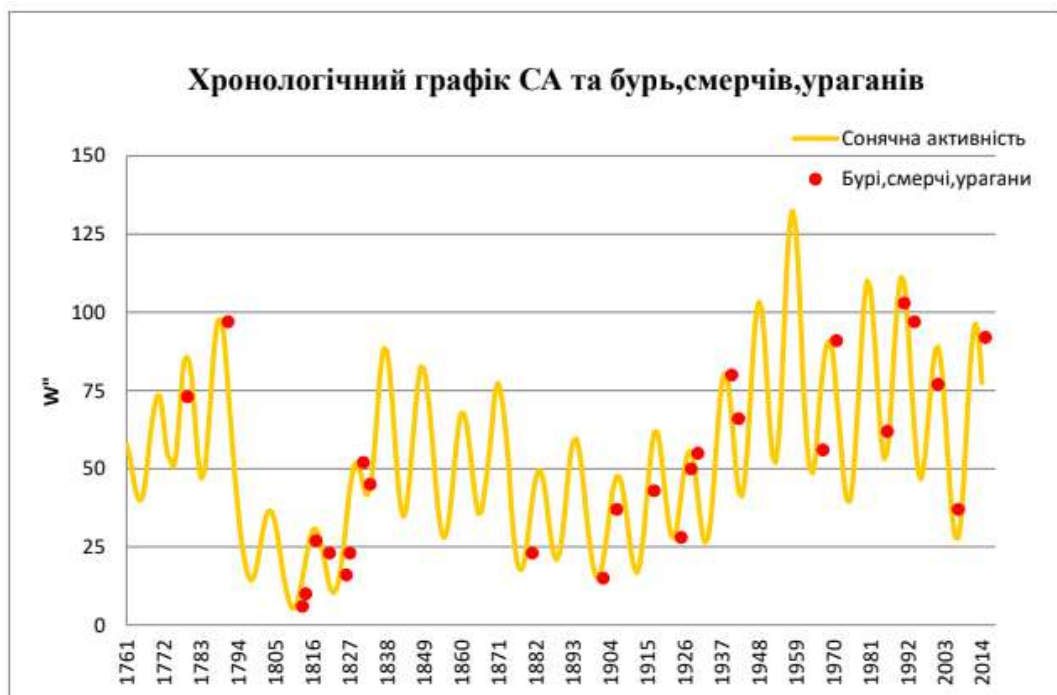


Рис.4.20. Зв'язок сонячної активності з бурями, смерчами та ураганами

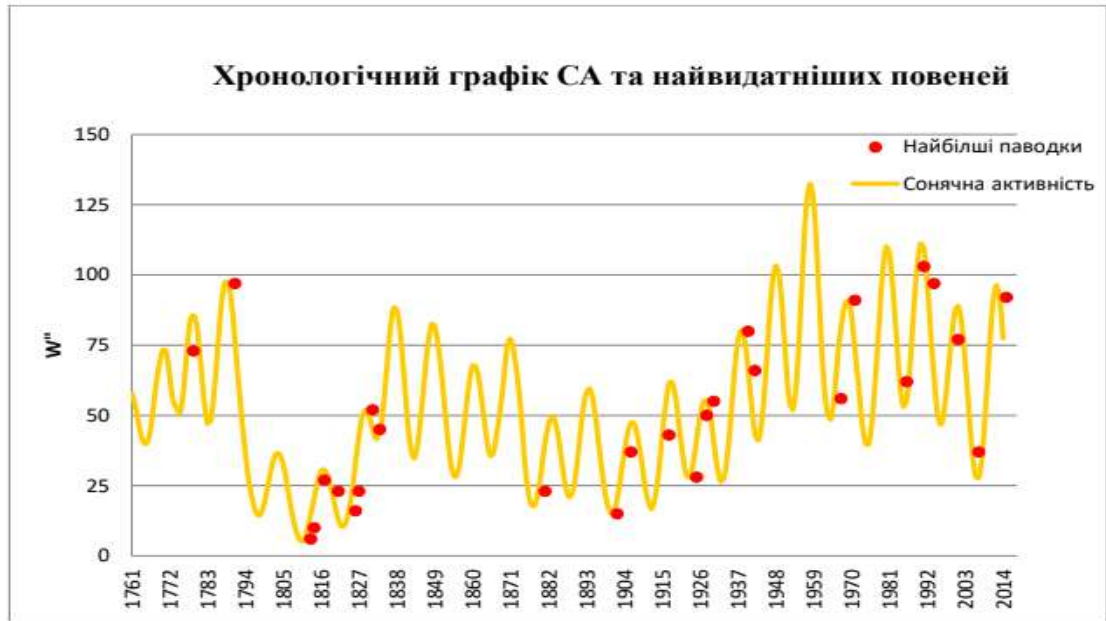


Рис.4.21. Зв'язок сонячної активності з повенями

Таблиця 4.5.

Відсоткове співвідношення бур, смерчів та ураганів до циклічності СА

СА	Бурі, смерчі та урагани (кількість/ %) за 1755-2020 роки по століттям:					
	Роки	До 1800	1801-1900	1901-2020	За увесь час	Процент
СА в мінімумі	0	0	2\16	2\16	5%	*похибка 1%
СА в максимумі	1\2	1\9	3\16	5\9	22%	
СА на лінії підйому	0	6\9	5\16	11\13	34%	
СА на лінії спаду	1\2	2\9	6\16	9\9	40%	

Хоча середньорічна температура вітру в останні роки була відносно високою, зміни температури атмосфери біля земної поверхні за останні 15 років не були такими, як комп'ютерні моделі та прогнози – глобальне потепління припинилося. Це здивувало кліматологів, і наразі цьому немає прийняттого пояснення. Взагалі кажучи, необхідно переглянути раніше встановлені моделі та знайти причини цієї таємничої кліматичної поведінки. Повторно аналізуючи ряд даних досліджень за останні півтора століття, вчені підтвердили існування загальної тенденції потепління. Але крім того, вони також вказали, що дані містять багато «шуму» — нахил температури, виміряний приладом, також свідчить про те, що температура коливається протягом тривалого часу.

Факти довели, що потепління відбувається не з безперервним зростанням, а відбувається хвилями - є періоди прискорення і уповільнення і охолодження. Починаючи з середини дев'ятнадцятого століття, три такі періоди запобігли потеплінню атмосфери: з 1878 по 1907, з 1945 по 1969 і з 2001 по теперішній час. У середньому період припинення потепління повторюється кожні 62 роки. [24.25]

Колівання температури атмосфери можна пояснити дією океану, особливо їх довготривалими циклами: Ла-Нінья та Ель-Ніньйо. У період Ла-Нінья тепло поглинало Тихий океан, а в період Ель-Ніньйо його повернення супроводжувалося потужними штормами і тайфунами. Однак подібні й відомі більш слабкі довгострокові цикли існують в Атлантичному океані. Тому вчені вважають, що сьогодні відбувається процес, за допомогою якого земні океани поглинають тепло з атмосфери.

Але основним гравцем у цій системі є Сонце, і його активність за останні десять років була нижчою, ніж раніше. Парникові гази, що виділяються діяльністю людини, не є ключовим фактором глобальної зміни клімату на Землі, оскільки збільшення концентрації вуглекислого газу з 0,03% до 0,04% у минулому столітті не призвело до очікуваного підвищення температури атмосфери.

Для виявлення зв'язку між сонцедіяльністю та морозами та посухами

були виконані хронологічні таблиці 4.5 та 4.6 (дод. А) і рисунки під номером 4.21 та 4.22.

На графік аномальних морозів на лінію спаду перепадає половина всіх дат. Морози отримують низький рівень відсотковості на мінімальних та максимальних значеннях чисел Вольфа.

Як видно з рисунку 4.22, то посилення аномальних холодів припадає на другу частину 20 століття, і ця тенденція продовжується.

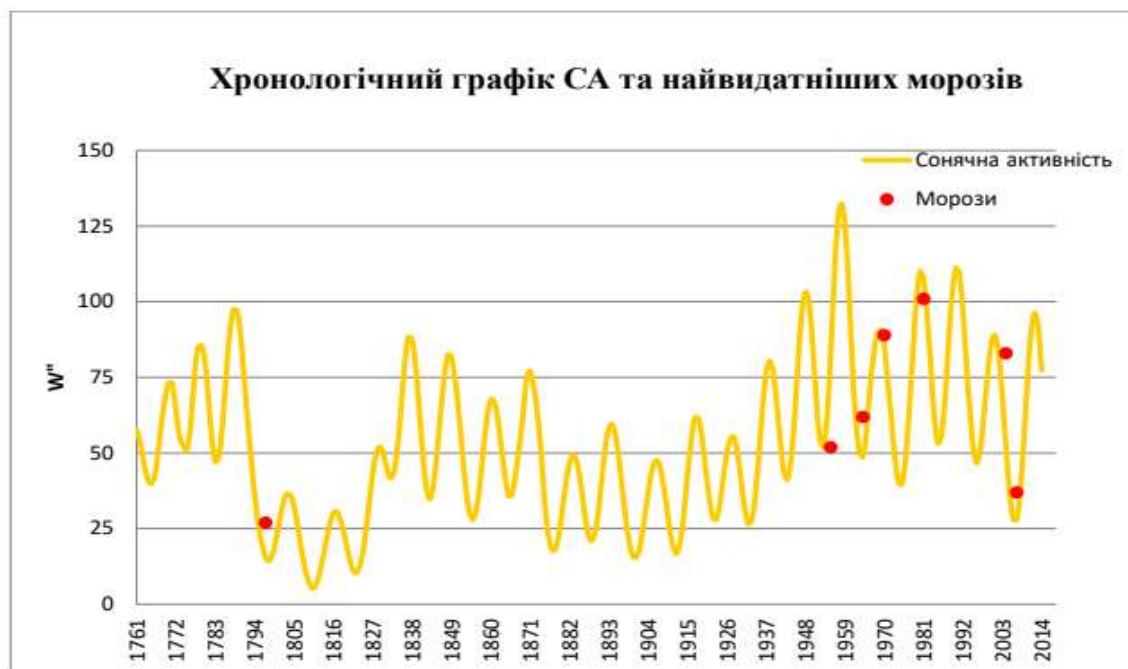


Рис.4.22. Зв'язок сонячної активності з морозами

Таблиця 4.6.

Відсоткове співвідношення морозів до циклічності СА

СА	Морози (кількість/ %) за 1755-2020 роки по століттям:					
	Роки	До 1800	1801-1900	1901-2020	За увесь час	Процент
СА в мінімумі		0	0	1\6	1\6	12%
СА в максимумі		0	0	1\6	1\6	12%

СА на лі- нії підйому	0	0	2\6	2\6	23%
СА на лі- нії спаду	1\1	0	2\6	3\4	53%

Всього за цей період відзначено 7 значних холодних зим, з яких на мінімуми та максимуми чисел Вольфа в 11-річних циклах доводиться по 1 випадку або 12% на кожен, на гілці підйому 2 випадки або 23% і на галузі спаду активності 3 випадки або 53%. З цих даних наочно видно, що в періоди, коли на Сонці як мало плям, так і багато (низькі та високі величини чисел Вольфа), то морозні зими майже не формуються. На гілках спаду та підйому значень кількість бурь, смерчів та ураганів в порівнянні з мінімумами та максимумами більша. На лінію спаду перепадає половина всіх дат.

Однак, посухи ж, в свою чергу в дати мінімумів сонячної активності на графіку 20 не перепадають. Слід відзначити, що на всіх графіках, крім посух, добре виражена збільшена концентрація кількості катастрофічних подій за 150 років. Лише починаючи з другої частини 20 століття, кількість небезпечних явищ збільшується з плином часу систематично.

Тому, зробити однозначний висновок про морози і посухи – неможливо. Це завдання потребує подальшого вивчення.

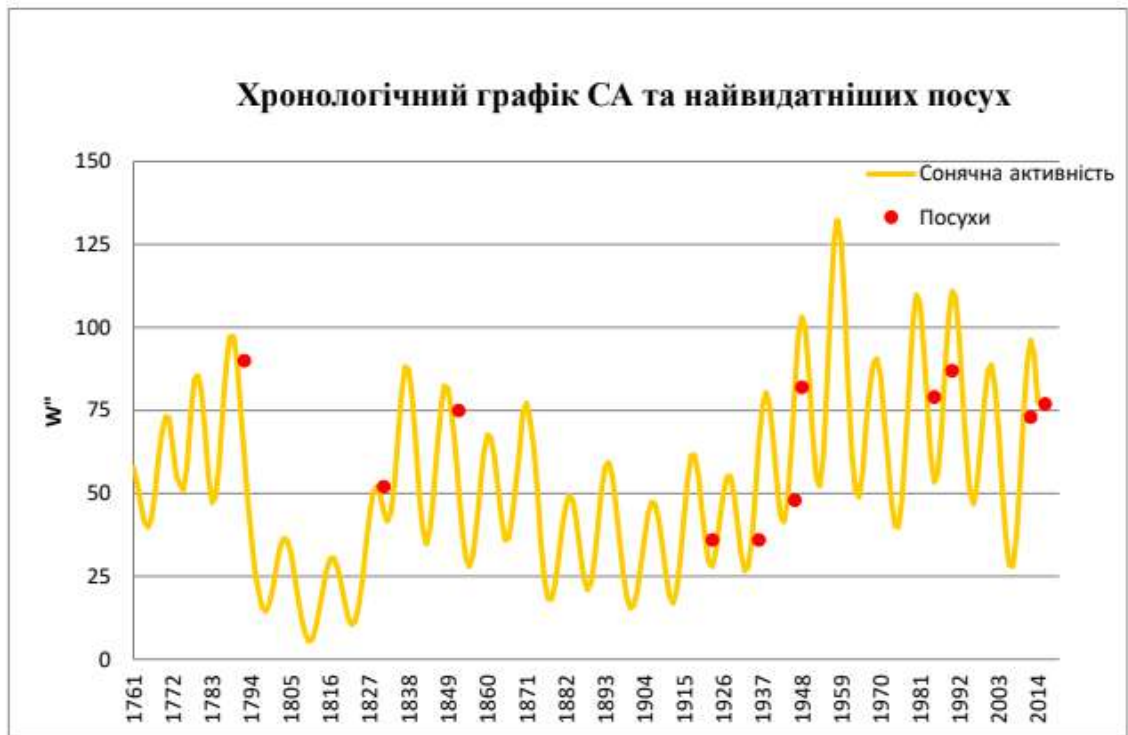


Рис.4.23. Зв'язок сонячної активності з посухами

Таблиця 4.7.

Відсоткове співвідношення засух до циклічності СА

СА	Засухи (кількість/ %) за 1755-2020 роки по століттям:				
Роки	До 1800	1801-1900	1901-2020	За увесь час	Процент
СА в мінімумі	0	1\2	0	1\2	21%
СА в максимумі	0	0	0	0	0
СА на лінії підйому	0	0	5\8	5\8	26%
СА на лінії спаду	1\1	1\2	3\8	5\4	53%

Всього за цей період відзначено 11 значних посух, з яких на максимумах чисел Вольфа в 11-річних циклах не передбачено жодного випадку, на мінімум

перепадає 2, або 21%, на гілки підйому 5 випадків або 26% і на лінії спаду активності 5 випадків або 53%. З цих даних наочно видно, що в періоди, коли на Сонці багато плям то посухи не формуються, при мінімумі формується 5-та частина посух. На гілках спаду значень кількість засух формується половина засушливих дат.

Всі ці дослідження повинні привести до прогнозування зміни клімату і дати хоча б якусь картину подій, які б мали відбутися в подальшому.

4.4. Епідемії

Було побудовано хронологічну таблицю 4.7., за котрою всі наймасштабніші і найсильніші пандемії були нанесені на хронологічний графік (рис. 4.24) СА по вже «класичній» схемі, і показали, що їх розміщення по часовій лінії досить рівномірне.

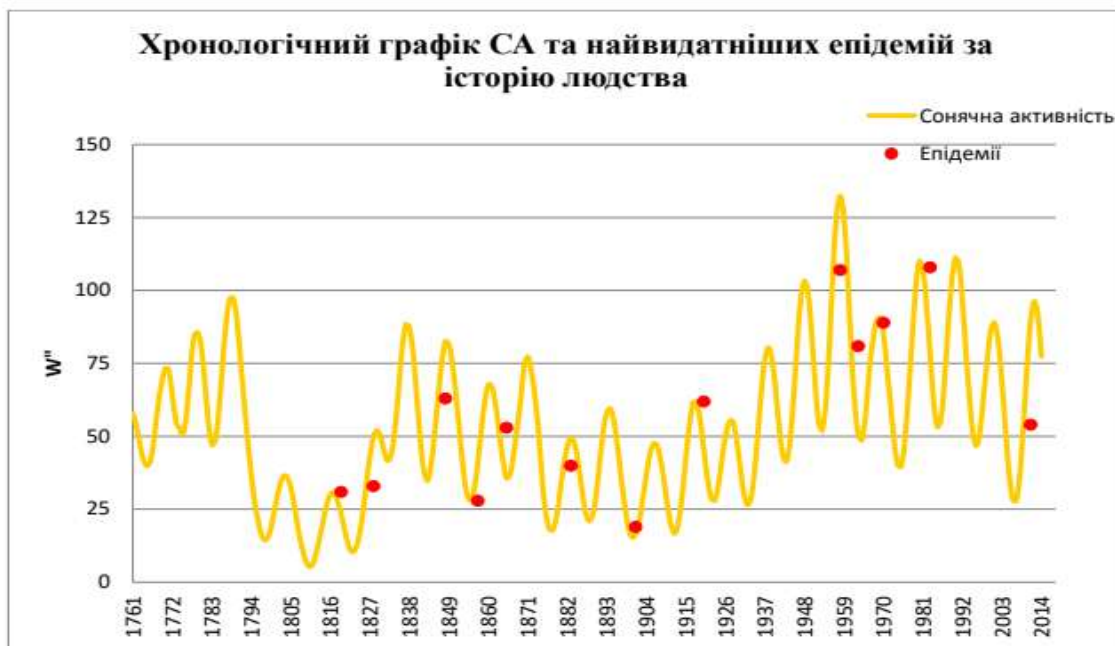


Рис.4.24. Зв'язок сонячної активності з епідеміями

Таблиця 4.8.

Відсоткове співвідношення епідемій до циклічності СА

СА	Епідемії (кількість/ %) за 1755-2020 роки по століттям:				
	До 1800	1801-1900	1901-2020	За увесь час	Процент
СА в мінімумі	0	1\6	1\7	2\7	14%
СА в максимумі	0	1\6	3\7	4\7	27%
СА на лінії підйому	0	2\6	2\7	4\7	27%
СА на лінії спаду	0	2\6	2\6	4\6	32%

Всього за цей період відзначено 14 епідемій, з яких на мінімуми чисел Вольфа в 11-річних циклах доводиться 2 випадки або 14%, на максимуми чисел Вольфа – двічі більше, або 27%, на гілки підйому рівно стільки ж, скільки при максимумі. При спаді чисел Вольфа кількість епідемій дорівнюють третині всієї суми.

4.5. Історичні процеси в Україні та світі

Я зробила своє статистичне дослідження історичних подій та спів ставила їх з СА.

Почнемо з максимуму сонячної активності в роках 1771-1772. У цей період по Україні прокотилася Коліївщина (1768), а в Росії почалося повстання Пугачова (1773-1774).[80]

Під час наступного максимуму в Європі панував відносний спокій, але в Америці з його наближенням в англійських колоніях почалася війна за незалежність і тривала, поки бурі на Сонці тривали (1776 -1783).

Велика Французька революція відреагувала на сонячну активність своєчасно, але порушені маси не могли вгамуватися ще довгі роки (1789-1794).

Наступні два сонячних циклу були відносно спокійними, але при максимумі 1830-го року у Франції вибухнула нова революція, так звана «липнева».

Черговий максимум стався швидше, ніж зазвичай, і під час нього, здається, нічого особливого не сталося, зате максимум 1848 перетворив всю Європу в справжній паровий котел, коли революції в Італії, Франції, Німеччини, Австрії, Угорщини вирували одночасно. Правда, в Росії було тихо, вона все ще чекала свого часу.

У наступні сто років під час максимумів сонячної активності можна відзначити наступні події:

«1860 р. - початок повстання Гарібальді в Італії і війна в наступних роках, в 1861 - одинадцять штатів США заявили про свою сецесію, чим спровокували громадянську війну.» [38]

1871 р. - Вибух чергової революції в Франції, Паризька комуна.

1905 р. - перша революція в Росії.

1917-1918 рр. - друга революція в Росії, а також революції в Німеччині, Австро-Угорщині.

1938-1939 рр. - агресивна політика Німеччини проти сусідів, початок Другої світової війни.

Події другої половини 20-го століття підтверджують зв'язок революційних подій з максимумами сонячної активності дуже добре:

1956 р. - революція в Угорщині

1968 р. - революція в Чехословаччині; масові заворушення молоді та студентів, загальний страйк у Франції.

1980-1982 рр. - революційні події в Польщі.

1990-1991 рр. - революційні події по всій Східній Європі, які привели до розвалу СРСР.

2001-2003 рр. - серія гучних терактів (США - 11 вересня 2001, Росія - Дубрівка, метро "Ризька" і ін.), Війни в Афганістані та Іраку. На спаді активності

Сонця почався а помаранчева революція і, напевно, тому не мала чіткого агресивного характеру. [80]

Листопад 2013 – лютий 2014 року – ці події відбулися на етапі бурхливої активності Сонця. Вчені стверджують, що під час бурхливої СА, нервовий стан людини загострюється, її легше підбурити, вона швидше виходить з емоційної рівноваги. Тому, СА може мати місце під час революційних протестів.

Наступний максимум сонячної активності пройде в 2024 році. Кажуть, що в цей час очікується розвал Росії, нам же ж лишається лиш спостерігати і робити висновки.

Невдоволення соціально - економічним станом в різних країнах буває не завжди і не скрізь, тому заворушення відбуваються не за будь-якої сонячної активності і не у всіх країнах світу одночасно, хоча були такі роки, коли в Європі революції і повстання проходили майже повсюдно. Як приклад, можна навести відомий в Україні 1648, коли заворушення прокотилися також і по всій Європі, і 1848 рік, відомий як «Весна народів». До того ж, в жодній науковій праці не представлено повну картину історичних подій, адже це неймовірна кількість статистичних даних, яку обробити цілком неможливо. Тому, зв'язок сонячної активності та історичних процесів є вкрай суб'єктивним. [80]

ВИСНОВКИ

Ціль дослідження полягала у висвітленні питання механізмів сонячно-земних зв'язків, наявності чи відсутності впливу зміни сонячної активності на різноманітні фізико-географічні та соціальні процеси на нашій планеті, а якщо точніше, то на гідрологічну мінливість річок Українських Карпат, річок України загалом, метеоеlementи Чернівців, географічні процеси світу загалом, соціально-економічні та біологічні події світу.

Основні висновки із результатів аналізу наступні:

1. Сонячна активність виглядає як безладні сонячні спалахи, що покривають поверхню Сонця. Свідченням сонячної активності є сонячні плями, протуберанці, факели та сонячний вітер.
2. Чисельність сонячних плям відображається числами Вольфа. Їх використовують для вивчення прояву сонячної активності у фізико-географічних, соціальних та ін. процесах на Землі.
3. Коливання сонячної активності є багаторічними, тобто мають поліциклічний характер. Виділяють 11-річний, 22-річний та 100-річні цикли.
4. Зміна сонячної активності по різному впливає на динаміку метеорологічних явищ. Зокрема, за розрахованими коефіцієнтами кореляції між числами Вольфа та часовою динамікою опадів і температури по м. Чернівці отримані наступні результати: досить високий коефіцієнт кореляції для сонцедіяльності і температури, 0,73, та коефіцієнт кореляції для сонцедіяльності і опадів 0,49. Отже, зв'язок між числами Вольфа і температурою м. Чернівці є досить тісним і прямим.
5. Гідрологічний стік річок, задіяних у представленому дослідженні водних об'єктів, не завжди представлений чіткими виразними циклами типу циклів сонячної активності, що може пояснюватись впливом значної кількості факторів на формування стоку, котрі і є головними чинниками його формування. Простіше кажучи, ці чинники просто «не дають можливості» бути сонячній активності провідною в формуванні

стоку. Однак, в загальному графіки середньорічного стоку таких річок, як Дунай-Рені, Дніпро-Київ, Десна-Чернігів, Тиса-Вилок, Прип'ять-Мозир, Дністер-Заліщики, Прут-Чернівці показали, що всі річки мають схожу кривизну динаміки по сонце діяльності. Однак, по усіх задіяних об'єктах останній 11-річний цикл сонячної активності календарно не збігається із останнім циклом зміни водності річок. Можливо це слід вважати систематичністю а не випадковістю.

6. Річки Українських Карпат, в свою чергу, теж не показали позитивних результатів.
7. Для дослідження було обрано 8 створів річок. Це - Путила – Путила, Ільця – Ільці, Кам'янка – Дора, Прут – Ворохта, Прут – Кремінці, Прут – Яремча, Прут – Чернівці, Сірет – Сторожинець. Всього лиш дві мають зв'язок з сонцедіяльністю – Путила та Ільця. Решта ж, жодного взаємозв'язку з активністю Сонця не мають. Можна припустити, що це пов'язано з тим, що річки гірські, тому їх стік дуже нерівномірний та неоднозначний. Але, так як річки рівнинної частини України теж не мають сильного зв'язку, то припущення – хибне.
8. Було досліджено мною також небезпечні географічні явища, такі як:
 - паводки та повені,
 - виверження вулканів,
 - землетруси,
 - бурі, смерчі та урагани,
 - посухи,
 - морози,
 - пандемії.

За виведеним середньоарифметичним значенням, можна сказати, що катастрофічна подія відбувається через два роки після максимуму активності Сонця.

До речі, якщо ми говоримо про COVID-19, то час його поширення співпадає з часом мінімуму активності Сонця, що може частково підтвердити, що при низьких «порціях» ультрафіолетового випромінювання – швидкість поширення епідемій та хвороб – збільшується.

9. Найбільш несприятлива дія буревіїв в магнітосфері Землі припадає на серцево-судинну систему. Дослідження показали, що в день, коли на Сонці відбувається спалах, число випадків інфаркту міокарда збільшується. Воно досягає максимуму наступного дня після спалаху (приблизно в 2 рази більше в порівнянні з магнітоспокойними днями). В цей же день починається магнітосферна буря, викликана спалахом. Слід зазначити, що Сонце має суттєвий вплив на функціональний стан людини. В першу чергу, людина підпадає під вплив такого параметра, як сонячні плями.

10. Невдоволення соціально - економічним станом в різних країнах буває не завжди і не скрізь, тому заворушення відбуваються не за будь-якої сонячної активності і не у всіх країнах світу одночасно, хоча були такі роки, коли в Європі 62 революції і повстання проходили майже повсюдно. До того ж, у жодній науковій праці не представлено повну картину історичних подій, адже це неймовірна кількість статистичних даних, яку обробити цілком неможливо. Тому, звісно, зв'язок сонячної активності із історичними процесами є вкрай суб'єктивним. В результаті виконаного у роботі аналізу можна сказати, що не всякий максимум сонячної діяльності супроводжується неспокоєм у військово-політичному житті людей. Однак всяка революційна чи повстанська подія намагаються співпасти із відповідним напруженням в Сонячній діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авакян С. В. Можливі механізми впливу геліогеофізичної активності на біосферу та по-году. / С. В. Авакян, Н. А. Воронін. // Оптич. Журн. Т. 73. - 2006. - №4. – С. 78–83.
2. Авдюшин С. І. Розповіді про космічну погоду / С. І. Авдюшин, А. Д. Данилов., 1993. – 159 с.
3. Авдюшин С. І. Сонце, погода та клімат: сьогоднішній погляд на проблему / С. І. Авдюшин, А. Д. Данилов. // Геомагн. та Аерон. – 2000. – С. 3–14.
4. Акатова Н. І. Сонячна активність та вміст радіовуглецю в атмосфері Землі / Н. І. Акатова, Г. Є. Кочаров. – 15 с.
5. Анщенко В. С. Динамічні системи / В. С. Анщенко. // Соросівський освітній журнал. – 1997. – №11. – С. 77–84.
6. Астаф'єва Н. М. Вейвлет-аналіз: основи теорії та приклади застосування / Н. М. Астаф'єва. // Успіхи Фіз. наук. Т. 166. – 1996.– С. 1145–1170.
7. Ахметкереев С. Х. Варіації концентрації стабільних ізотопів у датованих органічних зразках / С. Х. Ахметкереев, В. А. Дергачов, Г. Є. Кочаров. – 1978. – С. 71–111.
8. Ахметкереев С. Х. Зміни концентрації атмосферного радіовуглецю в останнє тисячоліття та їх зв'язок із кліматичними змінами. / С. Х. Ахметкереев, В. А. Дергачов. – 1979. – С. 273–287.
9. Бабаджанов П. Б. Споріднені метеорні потоки астероїдів комплексу Таурід. Астроіона / П. Б. Бабаджанов. // Вісник. – 1999. – №2. – С. 159–168.
10. Барляєва Т. В. Про природу декадної варіації у кліматичних даних у другій половині ХХ століття / Т. В. Барляєва, І. А. Миронова, Д. І. Понявін. // Доповіді Академії Наук. – 2009. – №3. – С. 395–399.
11. Протонна подія 23 лютого 1956 за даними нейтронних моніторів / А. В. Белов, Є. А. Єрошенко, Є. Мавромічалакі, В. Г. Янке. // РАН, Сер. Фіз. – 2005. – №6. – С. 800–804.
12. Блінов А. В. Сонячна активність / А. В. Блінов. // Соросівський освітній журнал. – 2004. – №2. – С. 64–68.
13. Борисенков Є. П. Розвиток паливно-енергетичної бази та її вплив на погоду та клімат / Є. П. Борисенков. // Метеорологія та гідрологія. – 1977. – №2. – С. 3–14.
14. Борисенков Є. П. Тисячолітня літопис надзвичайних явищ природи / Є. П. Борисенков, В. М. Пасецький., 1988. – 522 с.

15. Будико М. І. Вплив людини на клімат / М. І. Будико., 1972. – 47 с.
16. Будико М. І. Клімат у минулому та майбутньому / М. І. Будико., 1980. – 350 с.
17. Зміна середньої температури повітря північної півкулі за 1841-1985 роки / К. Я. Винников, П. Я. Гройсман, К. М. Путіна, А. А. Голубєв. // Метеорологія та гідрологія. – 1987. – №1. – С. 45–55.
18. Вігінський Ю. І. Сонячна циклічність / Ю. І. Вігінський., 1969. – 92 с.
19. Вігінський Ю. І. Статистика плямоутворювальної діяльності Сонця / Ю. І. Вігінський, М. Копецький, Г. В. Куклін., 1986. – 296 с.
20. Гапочка Л. Д. Вплив електромагнітного випромінювання КВЧ-і НВЧ-діапазонів на рідку воду / Л. Д. Гапочка, М. Г. Галочка, А. Ф. Корольов. // Вісник МДУ. – 1994. – №4. – С. 71–76.
21. Гладишева О. Г. До питання про речовину тунгуського метеориту. Астрона / О. Г. Гладишева. // Вісник. – 2007. – №4. – С. 296–303.
22. Гнедин Ю. Н. Космічний сонячний патруль і деякі фундаментальні питання астрофізики, геліофізики та геофізики / Ю. Н. Гнедин, А. А. Соловйов, С. В. Авакян. // Оптичний журнал. – 2006. – №4. – С. 5–10.
23. Голубєв В. М. Структурне льодознавство. Будова конжеляційних льодів / В. М. Голубєв., 2000. – 88 с.
24. Гончаренко Ю. В. Про розміри частинок атмосферного аерозолю в відбивають кулях, що з'являються після сильних сонячних спалахів / Ю. В. Гончаренко, Ф. В. Ківва. // Радіофізика та електроніка. – 2002. – №3. – С. 509–512.
25. Гончарова М. Ю. Зв'язок Кореляційного індексу з параметрами сонячного вітру / М. Ю. Гончарова, Ю. П. Мальцев. // Геомагнетизм та Аерономія. – 2001. – №3. – С. 317–321.
26. Дергачов В. А. Деякі питання вибору оптимальної моделі вуглецевого динамічного резервуара / В. А. Дергачов, А. В. Ступнева – 31 с.
27. Дергачов В. А. Застосування радіовуглецевого методу для вивчення природної середовища минулого / В. А. Дергачов, С. В. Векслер., 1991. – 428 с.
28. Дергачов В. А. Радіовуглецевий хронометр / В. А. Дергачов. // Природа. – 1994. – №1. – С. 3-15.
29. Дмитрієв А. А. Ефекти сонячної активності у нижній атмосфері / А. А. Дмитрієв., 1977. – 70 с.

- 30.Єрмаков В. І. Космічні промені у механізмі утворення грозових хмар. Короткі повідомлення з фізики. / В. І. Єрмаков, Ю. І. Стожков. // ФІАН. – 2003. – №1. – С. 23–35.
- 31.Єрмаков В. І. Вплив пилу космічного походження на хмарність, альbedo та клімат Землі / В. І. Єрмаков, В. П. Охлопков, Ю. І. Стожков. // Вісник Московського університету. 3. Фізика. Астрономія. – 2007. – №5. – С. 41–45.
- 32.Єрмолаєв Ю. І. Сонячні та геліосферні обурення, що призвели до сильної магнітної бурі 20 листопада 2003 року / Ю. І. Єрмолаєв, Л. М. Зелений, Г. М. Застенкер. // Геомагнетизм та Аерономія. – 2005. – №1. – С. 23–50.
- 33.Есімхан Є. Б. Аналіз палеокліматичних даних методами крос-рекурентних графіків / Є. Б. Есімхан, І. Т. Пак. // Вісник НАН РК. – 2007. – №4. – С. 8–11.
- 34.Жеребцов Г. А. Прояв сонячної активності у гідрометеорологічних характеристиках Прибайкалля / Г. А. Жеребцов, В. А. Коваленко. // Дослідження з геомагнетизму, аерономії та фізики Сонця. – 2001. – №113. – С. 172–181.
- 35.Модель впливу сонячної активності на кліматичні характеристики тропосфери Землі / Г. А. Жеребцов, В. А. Коваленко, С. І. Молодих, О. А. Рубцова. // Оптика атмосфери та океану. – 2005. – №12. – С. 1042–1050.
- 36.Жеребцов Г. А. Вплив сонячної активності на тропосферу Землі / Г. А. Жеребцов, В. А. Коваленко, С. І. Молодих. // Сонячно-земна фізика. – 2007. – №10. – С. 5–9.
- 37.Зуєв В. Є. Оптика атмосферного аерозолі / В. Є. Зуєв, М. В. Кабанов., 1987. – 256 с.
- 38.Ішков В. М. Сонячні екстремальні події, історія, здійснення, прогноз / В. М. Ішков. // Сонячно-земна фізика. – 2005. – №8. – С. 19–23.
- 39.Калітин Н. Н. Космічний пил з акгінометричних вимірів / Н. Н. Калітин. – 1944: ДАН. – 375 с.
- 40.Міхеєва І. Б. Сонячна активність у минулому і гамма-випромінювання наднових за даними про вміст ко-смогенних ізотопів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. фіз.-мат. наук / Міхеєва І. Б. – Петербург, 1996. – 18 с.
- 41.Монін А. С. Клімат як проблема фізики / А. С. Монін, Ю. А. Шишков. // Успіхи фізичних наук. – 2000. – №4. – С. 419–445.

42. Монін А. С. Коливання клімату / А. С. Монін, Д. М. Сонечкін., 2005. – 192 с.
43. Монін А. С. Прогноз погоди як завдання фізики / А. С. Монін., 1969. – 184 с.
44. Мошш А. С. Клімат як проблема Фізики / А. С. Мошш, Ю. А. Шишков. // УФН. – 2000. – №4. – С. 419–445.
45. Моттль Д. А. Сонячна активність та події в сонячних космічних променях / Д. А. Моттль, Р. А. Нимик. – 2001. – С. 403–405.
46. Мохов І. І. Про вплив CO₂ на термічний режим земної кліматичної системи / І. І. Мохов. // Метеорологія та гідрологія. – 1981. – №4. – С. 24–34.
47. Мусатенко С. І. Радіовипромінювання навколоземного космічного простору, як результат впливу сонячних спалахів на магнітосферу та іоносферу Землі / С. І. Мусатенко. // Геомагнетизм та Аерономія. – 1980. – №5. – С. 884–888.
48. Мустель Е. Р. Корпускулярні потоки та космічні промені сонячного походження та їх вплив на тропосферу Землі / Е. Р. Мустель, В. В. Кубишкін, І. В. Бонеліс. // Астрономія. – 1965. – №6. – С. 1232–1249.
49. Наговіцин Ю. А. Нелінійна математична модель сонячної циклічності та можливості для реконструкції активності у минулому / Ю. А. Наговіцин. // Астрономія. – 1997. – №11. – С. 859–862.
50. Наговіцин Ю. А. 11-річний сонячний цикл та космогенні архіви / Ю. А. Наговіцин, М. Г. Огурцов. // Вісті ГАО. – С. 271.
51. Наговіцин Ю. А. Сонячна активність двох останніх тисячоліть: «Служба Сонця» у стародавньому та середньовічному Китаї / Ю. А. Наговіцин. // Геомагнетизм та Аерономія. – 2001. – №5. – С. 711–720.
52. Наговіцин Ю. А. До опису довгострокових варіацій магнітного потоку плям: індекс площ плям / Ю. А. Наговіцин. // Астрономія. – 2005. – №8. – С. 622–627.
53. Наговіцин Ю. А. Квазіперіодичні прояви сонячної активності на різних тимчасових шкалах : дис. докт. фіз.-мат. наук / Наговіцин Ю. А. – Петербург, 2006. – 244 с.
54. Микільський Г. А. Спектрально-часові варіації залишкового ослаблення у ближній ультрафіолетовій області спектра / Г. А. Микільський, Е. О. Шульц. // Оптика атмосфери. – 1991. – №9. – С. 961–966.
55. Нусінов А. А. Дослідження довготривалих трендів геліогеофізич-

- них факторів методом кумулятивних сум / А. А. Нусінов. // Геомагнетизм та Аерономія. – 2008. – №4. – С. 491–498.
- 56.Обрідко В. М. Сонячні плями комплекси активності / В. М. Обрідко. – Москва: Наука, 1985. – 256 с.
- 57.Русанов А. І. До термодинаміки нуклеації на заряджених центрах / А. І. Русанов. // ДАН СРСР. – 1978. – №4. – С. 831–834.
- 58.Соцдатенко С. А. Синоптичні вихори в атмосфері та океані / С. А. Соцдатенко. // Соросівський освітній журнал. – 1999. – №2. – С. 78–84.
- 59.Соловйов А. А. Сонячна пляма як відокремлена магнітна структура: стійкість та коливання / А. А. Соловйов, Е. А. Киричек. // Астрофізичний Бюлетень. – 2008. – №2. – С. 180–192.
- 60.Старков Г. В. Про зв'язок варіацій прозорості атмосфери з геомагнітною активністю / Г. В. Старков, В. К. Ролдугін. // Геомагнетизм та Аерономія. – 1995. – №4. – С. 156–159.
- 61.Стожков Ю. І. Вплив потоків заряджених частин на інтенсивність опадів / Ю. І. Стожков, П. Є. Покревський, Ж. І. Зулло. // Геомагнетизм та Аерономія. – 1996. – №3. – С. 406–410.
- 62.Фукс Н. А. Успіхи механіки аерозолів / Н. А. Фукс. – Москва: АН СРСР, 1961. – 351 с.
- 63.Хромов С. П. Про деякі спірні питання, що відносяться до циклічності сонячної активності та її передбачуваних зв'язків із кліматом / С. П. Хромов. // Метеорологія та Гідрологія. – 1973. – №9. – С. 93.
- 64.Хргіан А. Х. Фізика атмосфери / А. Х. Хргіан., 1969. – 647 с.
- 65.Чижевський А. Л. Сонце та зростання дерев / А. Л. Чижевський. // Селянський журнал. – 1927. – С. 30.
- 66.Чижевський А. Л. Земне ехо сонячних бурь / А. Л. Чижевський. – Москва: Думка, 1973. – 349 с.
- 67.Шобаєв І. Г. Оцінка відновленої частини чисел Вольфа і можливість її коригування / І. Г. Шобаєв. // Астрономічний Вісник. – 2008. – №1. – С. 66–74.
- 68.Шустер Р. Детермінований хаос / Р. Шустер. – Москва: Світ, 1988. – 254 с

Електронні джерела

- 69.Аномальна спека в північній півкулі і незвичайна сонячна активність [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

- <http://www.fian-inform.ru/astrofizika/item/331-anomalnaya-zhara-v-severnom-polusharii-i-neobychnaya-solnechnaya-aktivnost>.
70. Будова Сонця [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://moyaosvita.com.ua/astronomija/budova-soncyu-2/>.
71. Графік сонячного циклу [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.spaceweatherlive.com/ru/solnechnaya-aktivnost/solnechnyy-cikl>.
72. Діяльність Сонця [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://solarscience.msfc.nasa.gov/SunspotCycle.shtml>.
73. Значення чисел Вольфа та їх метод розрахунку [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.astronet.ru/db/msg/1163053>.
74. Історичні етапи у вивченні багаторічних варіацій сонячної активності [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.solar-climate.com/sc/sactivnost.htm>.
75. Сонце [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5#cite_note-12.
76. Сонячна активність [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/104/284.htm>.
77. Сонячна активність: прояви та індекси, цикли та вплив на людину [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://osvita.ua/vnz/reports/astronom/22878>.
78. Сонце знижує активність [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://expert.ru/expert/2020/24/solntse-snizhaet-aktivnost/>.
79. Сонце стомилось. Що таке сонячний мінімум і чи призведе він до льодо-викового періоду [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://nv.ua/techno/popscience/solnechnaya-aktivnost-uchenye-obyasnili-chto-takoe-solnechnyy-minimum-i-kak-on-vliyaet-na-zemlyu-50089749.html>.
80. Стецюк В. В. Вплив Сонця на перебіг політичних подій на Землі [Електронний ресурс] / В. В. Стецюк – Режим доступу до ресурсу: <https://www.v-stetsyuk.name/uk/Analit/Sunspot.html>.

ДОДАТКИ

Таблиця А.3.1

**Числа Вольфа та їх усередненні значення за
багатолітній період 1755- 2018 рр.**

Рік	W	W'	W''
1755	10		
1756	10		
1757	32	31	
1758	48	41	
1759	54	57	51
1760	63	62	56
1761	86	62	58
1762	61	58	53
1763	45	50	47
1764	36	35	42
1765	21	30	40
1766	11	35	42
1767	39	49	50
1768	70	61	60
1769	106	76	68
1770	82	81	73
1771	82	74	73
1772	82	74	64
1773	66	59	55
1774	31	32	53
1775	7	37	51
1776	20	61	58
1777	92	66	73
1778	154	95	84
1779	126	105	86

1780	85	94	81
1781	68	68	69
1782	38	45	55
1783	23	33	47
1784	10	36	49
1785	24	54	59
1786	83	76	75
1787	132	98	89
1788	131	111	97
1789	118	108	97
1790	90	93	90
1791	67	76	76
1792	60	61	62
1793	47	41	48
1794	41	37	37
1795	21	26	27
1796	16	18	20
1797	6	11	16
1798	4	10	14
1799	9	13	17
1800	14	20	22
1801	34	29	28
1802	44	36	34
1803	43	42	36
1804	47	41	36
1805	42	34	32
1806	28	27	26
1807	10	18	19

1808	8	10	12
1809	2	4	8
1810	0	3	5
1811	1	4	6
1812	5	6	10
1813	12	13	15
1814	14	22	21
1815	35	30	27
1816	46	33	30
1817	41	35	31
1818	30	31	28
1819	24	24	23
1820	16	16	18
1821	7	11	13
1822	4	7	10
1823	2	6	11
1824	8	12	16
1825	7	21	23
1826	36	33	33
1827	50	44	43
1828	62	57	50
1829	67	60	52
1830	71	55	50
1831	48	44	45
1832	27	33	42
1833	8	31	44
1834	13	45	52
1835	57	67	66

1836	121	86	80
1837	138	101	88
1838	103	102	87
1839	86	85	79
1840	63	63	65
1841	37	44	49
1842	24	30	38
1843	11	25	35
1844	15	30	40
1845	40	45	50
1846	61	68	63
1847	98	84	75
1848	125	89	82
1849	96	90	82
1850	66	81	75
1851	64	64	64
1852	54	49	51
1853	39	37	39
1854	21	25	30
1855	7	19	28
1856	4	22	31
1857	23	37	40
1858	55	54	52
1859	94	69	62
1860	96	76	68
1861	77	74	67
1862	59	65	61
1863	44	51	52

1864	47	39	42
1865	30	29	36
1866	16	27	37
1867	7	33	44
1868	37	55	52
1869	77	74	63
1870	139	73	75
1871	111	78	77
1872	102	93	72
1873	66	68	63
1874	45	48	51
1875	17	30	35
1876	11	18	24
1877	12	10	18
1878	3	13	18
1879	6	20	23
1880	32	29	31
1881	45	41	40
1882	60	53	47
1883	64	57	49
1884	63	53	48
1885	52	43	41
1886	25	32	32
1887	13	21	24
1888	7	12	21
1889	6	14	23
1890	7	26	30
1891	36	41	41

1892	73	56	52
1893	85	67	58
1894	78	68	59
1895	64	59	55
1896	42	47	46
1897	26	34	36
1898	27	23	26
1899	12	15	19
1900	9	11	15
1901	3	11	16
1902	5	17	21
1903	24	27	28
1904	42	38	37
1905	63	49	44
1906	54	53	47
1907	62	53	47
1908	42	44	42
1909	44	35	34
1910	19	23	25
1911	6	15	19
1912	4	8	17
1913	1	14	21
1914	10	24	30
1915	47	44	43
1916	57	60	54
1917	107	71	61
1918	81	69	62
1919	63	63	56

1920	38	45	45
1921	26	30	36
1922	14	20	29
1923	6	21	28
1924	17	29	33
1925	44	40	42
1926	64	54	50
1927	69	64	55
1928	78	62	55
1929	65	54	50
1930	36	42	41
1931	21	28	32
1932	11	17	27
1933	6	17	28
1934	9	29	36
1935	36	49	50
1936	80	70	65
1937	114	86	76
1938	110	92	80
1939	88	85	76
1940	68	69	66
1941	47	50	53
1942	31	34	43
1943	16	27	41
1944	10	36	48
1945	33	60	63
1946	92	84	82
1947	151	109	97

1948	136	119	103
1949	135	114	100
1950	80	90	86
1951	69	66	68
1952	31	40	55
1953	14	31	52
1954	4	46	61
1955	38	78	82
1956	142	112	107
1957	190	143	126
1958	185	158	132
1959	159	140	126
1960	112	109	107
1961	54	78	81
1962	37	49	62
1963	28	30	51
1964	15	42	49
1965	15	54	56
1966	117	69	71
1967	94	87	82
1968	106	105	89
1969	105	95	91
1970	104	90	86
1971	66	76	73
1972	69	62	61
1973	38	44	48
1974	34	34	40
1975	15	25	40

1976	13	36	49
1977	27	60	65
1978	92	88	83
1979	155	114	101
1980	155	116	110
1981	140	126	108
1982	116	105	95
1983	66	77	79
1984	46	52	62
1985	18	34	53
1986	13	41	56
1987	29	63	68
1988	100	88	87
1989	157	115	103
1990	143	128	111
1991	146	119	109
1992	94	105	97
1993	54	80	79
1994	30	53	63
1995	15	38	50
1996	10	40	47
1997	21	41	53
1998	64	62	65
1999	93	82	77
2000	120	99	87
2001	111	101	89
2002	106	91	83
2003	74	71	69

2004	42	51	53
2005	20	32	37
2006	15	18	28
2007	8	15	28
2008	4	26	37
2009	27	49	54
2010	77	76	73
2011	129	103	89
2012	145	113	96
2013	137	106	92
2014	75	83	77
2015	42	55	
2016	15	30	
2017	4		
2018	14		

Таблиця А.3.2.

**Розрахунок різницевої інтегральної кривої чисел Вольфа
за період часу з 1755 по 2018 рік**

Рік	W	Vi	K	K-1	E
1755	10	52,6	0,19	-0,81	-0,81
1756	10	52,6	0,19	-0,81	-1,62
1757	32	52,6	0,61	-0,39	-2,01
1758	48	52,6	0,91	-0,09	-2,10
1759	54	52,6	1,03	0,03	-2,07
1760	63	52,6	1,20	0,20	-1,87
1761	86	52,6	1,63	0,63	-1,24
1762	61	52,6	1,16	0,16	-1,08

1763	45	52,6	0,86	-0,14	-1,22
1764	36	52,6	0,68	-0,32	-1,54
1765	21	52,6	0,40	-0,60	-2,14
1766	11	52,6	0,21	-0,79	-2,93
1767	39	52,6	0,74	-0,26	-3,19
1768	70	52,6	1,33	0,33	-2,86
1769	106	52,6	2,02	1,02	-1,84
1770	82	52,6	1,56	0,56	-1,29
1771	82	52,6	1,56	0,56	-0,73
1772	82	52,6	1,56	0,56	-0,17
1773	66	52,6	1,25	0,25	0,09
1774	31	52,6	0,59	-0,41	-0,32
1775	7	52,6	0,13	-0,87	-1,19
1776	20	52,6	0,38	-0,62	-1,81
1777	92	52,6	1,75	0,75	-1,06
1778	154	52,6	2,93	1,93	0,87
1779	126	52,6	2,40	1,40	2,26
1780	85	52,6	1,62	0,62	2,88
1781	68	52,6	1,29	0,29	3,17
1782	38	52,6	0,72	-0,28	2,89
1783	23	52,6	0,44	-0,56	2,33
1784	10	52,6	0,19	-0,81	1,52
1785	24	52,6	0,46	-0,54	0,98
1786	83	52,6	1,58	0,58	1,56
1787	132	52,6	2,51	1,51	3,06
1788	131	52,6	2,49	1,49	4,56

1789	118	52,6	2,24	1,24	5,80
1790	90	52,6	1,71	0,71	6,51
1791	67	52,6	1,27	0,27	6,78
1792	60	52,6	1,14	0,14	6,92
1793	47	52,6	0,89	-0,11	6,82
1794	41	52,6	0,78	-0,22	6,60
1795	21	52,6	0,40	-0,60	6,00
1796	16	52,6	0,30	-0,70	5,30
1797	6	52,6	0,11	-0,89	4,41
1798	4	52,6	0,08	-0,92	3,49
1799	9	52,6	0,17	-0,83	2,66
1800	14	52,6	0,27	-0,73	1,93
1801	34	52,6	0,65	-0,35	1,57
1802	44	52,6	0,84	-0,16	1,41
1803	43	52,6	0,82	-0,18	1,23
1804	47	52,6	0,89	-0,11	1,12
1805	42	52,6	0,80	-0,20	0,92
1806	28	52,6	0,53	-0,47	0,45
1807	10	52,6	0,19	-0,81	-0,36
1808	8	52,6	0,15	-0,85	-1,21
1809	2	52,6	0,04	-0,96	-2,17
1810	0	52,6	0,00	-1,00	-3,17
1811	1	52,6	0,02	-0,98	-4,15
1812	5	52,6	0,10	-0,90	-5,05
1813	12	52,6	0,23	-0,77	-5,83
1814	14	52,6	0,27	-0,73	-6,56

1815	35	52,6	0,67	-0,33	-6,89
1816	46	52,6	0,87	-0,13	-7,02
1817	41	52,6	0,78	-0,22	-7,24
1818	30	52,6	0,57	-0,43	-7,67
1819	24	52,6	0,46	-0,54	-8,21
1820	16	52,6	0,30	-0,70	-8,91
1821	7	52,6	0,13	-0,87	-9,78
1822	4	52,6	0,08	-0,92	-10,70
1823	2	52,6	0,04	-0,96	-11,66
1824	8	52,6	0,15	-0,85	-12,51
1825	7	52,6	0,13	-0,87	-13,38
1826	36	52,6	0,68	-0,32	-13,69
1827	50	52,6	0,95	-0,05	-13,74
1828	62	52,6	1,18	0,18	-13,56
1829	67	52,6	1,27	0,27	-13,29
1830	71	52,6	1,35	0,35	-12,94
1831	48	52,6	0,91	-0,09	-13,03
1832	27	52,6	0,51	-0,49	-13,51
1833	8	52,6	0,15	-0,85	-14,36
1834	13	52,6	0,25	-0,75	-15,11
1835	57	52,6	1,08	0,08	-15,03
1836	121	52,6	2,30	1,30	-13,73
1837	138	52,6	2,62	1,62	-12,11
1838	103	52,6	1,96	0,96	-11,15
1839	86	52,6	1,63	0,63	-10,51
1840	63	52,6	1,20	0,20	-10,32

1841	37	52,6	0,70	-0,30	-10,61
1842	24	52,6	0,46	-0,54	-11,16
1843	11	52,6	0,21	-0,79	-11,95
1844	15	52,6	0,29	-0,71	-12,66
1845	40	52,6	0,76	-0,24	-12,90
1846	61	52,6	1,16	0,16	-12,74
1847	98	52,6	1,86	0,86	-11,88
1848	125	52,6	2,38	1,38	-10,50
1849	96	52,6	1,83	0,83	-9,68
1850	66	52,6	1,25	0,25	-9,42
1851	64	52,6	1,22	0,22	-9,21
1852	54	52,6	1,03	0,03	-9,18
1853	39	52,6	0,74	-0,26	-9,44
1854	21	52,6	0,40	-0,60	-10,04
1855	7	52,6	0,13	-0,87	-10,91
1856	4	52,6	0,08	-0,92	-11,83
1857	23	52,6	0,44	-0,56	-12,39
1858	55	52,6	1,05	0,05	-12,35
1859	94	52,6	1,79	0,79	-11,56
1860	96	52,6	1,83	0,83	-10,73
1861	77	52,6	1,46	0,46	-10,27
1862	59	52,6	1,12	0,12	-10,15
1863	44	52,6	0,84	-0,16	-10,31
1864	47	52,6	0,89	-0,11	-10,42
1865	30	52,6	0,57	-0,43	-10,85
1866	16	52,6	0,30	-0,70	-11,54

1867	7	52,6	0,13	-0,87	-12,41
1868	37	52,6	0,70	-0,30	-12,71
1869	77	52,6	1,46	0,46	-12,24
1870	139	52,6	2,64	1,64	-10,60
1871	111	52,6	2,11	1,11	-9,49
1872	102	52,6	1,94	0,94	-8,55
1873	66	52,6	1,25	0,25	-8,30
1874	45	52,6	0,86	-0,14	-8,44
1875	17	52,6	0,32	-0,68	-9,12
1876	11	52,6	0,21	-0,79	-9,91
1877	12	52,6	0,23	-0,77	-10,68
1878	3	52,6	0,06	-0,94	-11,62
1879	6	52,6	0,11	-0,89	-12,51
1880	32	52,6	0,61	-0,39	-12,90
1881	45	52,6	0,86	-0,14	-13,05
1882	60	52,6	1,14	0,14	-12,91
1883	64	52,6	1,22	0,22	-12,69
1884	63	52,6	1,20	0,20	-12,49
1885	52	52,6	0,99	-0,01	-12,50
1886	25	52,6	0,48	-0,52	-13,03
1887	13	52,6	0,25	-0,75	-13,78
1888	7	52,6	0,13	-0,87	-14,65
1889	6	52,6	0,11	-0,89	-15,53
1890	7	52,6	0,13	-0,87	-16,40
1891	36	52,6	0,68	-0,32	-16,71
1892	73	52,6	1,39	0,39	-16,33

1893	85	52,6	1,62	0,62	-15,71
1894	78	52,6	1,48	0,48	-15,23
1895	64	52,6	1,22	0,22	-15,01
1896	42	52,6	0,80	-0,20	-15,21
1897	26	52,6	0,49	-0,51	-15,72
1898	27	52,6	0,51	-0,49	-16,21
1899	12	52,6	0,23	-0,77	-16,98
1900	9	52,6	0,17	-0,83	-17,81
1901	3	52,6	0,06	-0,94	-18,75
1902	5	52,6	0,10	-0,90	-19,65
1903	24	52,6	0,46	-0,54	-20,20
1904	42	52,6	0,80	-0,20	-20,40
1905	63	52,6	1,20	0,20	-20,20
1906	54	52,6	1,03	0,03	-20,18
1907	62	52,6	1,18	0,18	-20,00
1908	42	52,6	0,80	-0,20	-20,20
1909	44	52,6	0,84	-0,16	-20,36
1910	19	52,6	0,36	-0,64	-21,00
1911	6	52,6	0,11	-0,89	-21,89
1912	4	52,6	0,08	-0,92	-22,81
1913	1	52,6	0,02	-0,98	-23,79
1914	10	52,6	0,19	-0,81	-24,60
1915	47	52,6	0,89	-0,11	-24,71
1916	57	52,6	1,08	0,08	-24,62
1917	107	52,6	2,03	1,03	-23,59
1918	81	52,6	1,54	0,54	-23,05

1919	63	52,6	1,20	0,20	-22,85
1920	38	52,6	0,72	-0,28	-23,13
1921	26	52,6	0,49	-0,51	-23,64
1922	14	52,6	0,27	-0,73	-24,37
1923	6	52,6	0,11	-0,89	-25,25
1924	17	52,6	0,32	-0,68	-25,93
1925	44	52,6	0,84	-0,16	-26,10
1926	64	52,6	1,22	0,22	-25,88
1927	69	52,6	1,31	0,31	-25,57
1928	78	52,6	1,48	0,48	-25,08
1929	65	52,6	1,24	0,24	-24,85
1930	36	52,6	0,68	-0,32	-25,16
1931	21	52,6	0,40	-0,60	-25,76
1932	11	52,6	0,21	-0,79	-26,56
1933	6	52,6	0,11	-0,89	-27,44
1934	9	52,6	0,17	-0,83	-28,27
1935	36	52,6	0,68	-0,32	-28,59
1936	80	52,6	1,52	0,52	-28,06
1937	114	52,6	2,17	1,17	-26,90
1938	110	52,6	2,09	1,09	-25,81
1939	88	52,6	1,67	0,67	-25,13
1940	68	52,6	1,29	0,29	-24,84
1941	47	52,6	0,89	-0,11	-24,95
1942	31	52,6	0,59	-0,41	-25,36
1943	16	52,6	0,30	-0,70	-26,05
1944	10	52,6	0,19	-0,81	-26,86

1945	33	52,6	0,63	-0,37	-27,24
1946	92	52,6	1,75	0,75	-26,49
1947	151	52,6	2,87	1,87	-24,62
1948	136	52,6	2,59	1,59	-23,03
1949	135	52,6	2,57	1,57	-21,46
1950	80	52,6	1,52	0,52	-20,94
1951	69	52,6	1,31	0,31	-20,63
1952	31	52,6	0,59	-0,41	-21,04
1953	14	52,6	0,27	-0,73	-21,78
1954	4	52,6	0,08	-0,92	-22,70
1955	38	52,6	0,72	-0,28	-22,98
1956	142	52,6	2,70	1,70	-21,28
1957	190	52,6	3,61	2,61	-18,67
1958	185	52,6	3,52	2,52	-16,15
1959	159	52,6	3,02	2,02	-14,13
1960	112	52,6	2,13	1,13	-13,00
1961	54	52,6	1,03	0,03	-12,97
1962	37	52,6	0,70	-0,30	-13,27
1963	28	52,6	0,53	-0,47	-13,73
1964	15	52,6	0,29	-0,71	-14,45
1965	15	52,6	0,29	-0,71	-15,16
1966	117	52,6	2,22	1,22	-13,94
1967	94	52,6	1,79	0,79	-13,15
1968	106	52,6	2,02	1,02	-12,14
1969	105	52,6	2,00	1,00	-11,14
1970	104	52,6	1,98	0,98	-10,16

1971	66	52,6	1,25	0,25	-9,91
1972	69	52,6	1,31	0,31	-9,60
1973	38	52,6	0,72	-0,28	-9,87
1974	34	52,6	0,65	-0,35	-10,23
1975	15	52,6	0,29	-0,71	-10,94
1976	13	52,6	0,25	-0,75	-11,70
1977	27	52,6	0,51	-0,49	-12,18
1978	92	52,6	1,75	0,75	-11,43
1979	155	52,6	2,95	1,95	-9,49
1980	155	52,6	2,95	1,95	-7,54
1981	140	52,6	2,66	1,66	-5,88
1982	116	52,6	2,21	1,21	-4,67
1983	66	52,6	1,25	0,25	-4,42
1984	46	52,6	0,87	-0,13	-4,54
1985	18	52,6	0,34	-0,66	-5,20
1986	13	52,6	0,25	-0,75	-5,95
1987	29	52,6	0,55	-0,45	-6,40
1988	100	52,6	1,90	0,90	-5,50
1989	157	52,6	2,98	1,98	-3,52
1990	143	52,6	2,72	1,72	-1,80
1991	146	52,6	2,78	1,78	-0,02
1992	94	52,6	1,79	0,79	0,76
1993	54	52,6	1,03	0,03	0,79
1994	30	52,6	0,57	-0,43	0,36
1995	15	52,6	0,29	-0,71	-0,35
1996	10	52,6	0,19	-0,81	-1,16

1997	21	52,6	0,40	-0,60	-1,76
1998	64	52,6	1,22	0,22	-1,55
1999	93	52,6	1,77	0,77	-0,78
2000	120	52,6	2,28	1,28	0,50
2001	111	52,6	2,11	1,11	1,61
2002	106	52,6	2,02	1,02	2,63
2003	74	52,6	1,41	0,41	3,03
2004	42	52,6	0,80	-0,20	2,83
2005	20	52,6	0,38	-0,62	2,21
2006	15	52,6	0,29	-0,71	1,50
2007	8	52,6	0,15	-0,85	0,65
2008	4	52,6	0,08	-0,92	-0,27
2009	27	52,6	0,51	-0,49	-0,76
2010	77	52,6	1,46	0,46	-0,30
2011	129	52,6	2,45	1,45	1,16
2012	145	52,6	2,76	1,76	2,91
2013	137	52,6	2,60	1,60	4,52
2014	75	52,6	1,43	0,43	4,94
2015	42	52,6	0,80	-0,20	4,74
2016	15	52,6	0,29	-0,71	4,03
2017	4	52,6	0,08	-0,92	3,10
2018	14	52,6	0,27	-0,73	2,37

**Розрахунок різницевої інтегральної кривої
температури (м. Чернівці) за період з 1885 по 2016**

Роки	t	Vi	K	K-1	E
1882	9	8,09	1,11	0,11	0,11
1883	7,1	8,09	0,88	-0,12	-0,01
1884	8,1	8,09	1,00	0,00	-0,01
1885	7,9	8,09	0,98	-0,02	-0,03
1886	8,2	8,09	1,01	0,01	-0,02
1887	8,1	8,09	1,00	0,00	-0,02
1888	7,5	8,09	0,93	-0,07	-0,09
1889	7,6	8,09	0,94	-0,06	-0,15
1890	6	8,09	0,74	-0,26	-0,41
1891	7,8	8,09	0,96	-0,04	-0,45
1892	8,2	8,09	1,01	0,01	-0,43
1893	6,7	8,09	0,83	-0,17	-0,61
1894	7,8	8,09	0,96	-0,04	-0,64
1895	7,4	8,09	0,91	-0,09	-0,73
1896	7,6	8,09	0,94	-0,06	-0,79
1897	7,8	8,09	0,96	-0,04	-0,82
1898	8,3	8,09	1,03	0,03	-0,80
1899	8,2	8,09	1,01	0,01	-0,78
1900	8,9	8,09	1,10	0,10	-0,68
1901	7,9	8,09	0,98	-0,02	-0,71
1902	6,7	8,09	0,83	-0,17	-0,88
1903	8,5	8,09	1,05	0,05	-0,83
1904	7,2	8,09	0,89	-0,11	-0,94
1905	8	8,09	0,99	-0,01	-0,95
1906	8,1	8,09	1,00	0,00	-0,95
1907	6,8	8,09	0,84	-0,16	-1,11
1908	7,4	8,09	0,91	-0,09	-1,19
1909	7,5	8,09	0,93	-0,07	-1,27
1910	8,5	8,09	1,05	0,05	-1,22

1911	7,8	8,09	0,96	-0,04	-1,25
1912	6,9	8,09	0,85	-0,15	-1,40
1913	8,1	8,09	1,00	0,00	-1,40
1914	7,6	8,09	0,94	-0,06	-1,46
1915	7,8	8,09	0,96	-0,04	-1,49
1916	8,3	8,09	1,03	0,03	-1,47
1917	7,4	8,09	0,91	-0,09	-1,55
1918	8,2	8,09	1,01	0,01	-1,54
1919	7,4	8,09	0,91	-0,09	-1,62
1920	7,9	8,09	0,98	-0,02	-1,65
1921	8,1	8,09	1,00	0,00	-1,65
1922	7,1	8,09	0,88	-0,12	-1,77
1923	8,8	8,09	1,09	0,09	-1,68
1924	7,6	8,09	0,94	-0,06	-1,74
1925	9	8,09	1,11	0,11	-1,63
1926	8,8	8,09	1,09	0,09	-1,54
1927	8,2	8,09	1,01	0,01	-1,53
1928	7,2	8,09	0,89	-0,11	-1,64
1929	6,8	8,09	0,84	-0,16	-1,80
1930	8,8	8,09	1,09	0,09	-1,71
1931	7,6	8,09	0,94	-0,06	-1,77
1932	8	8,09	0,99	-0,01	-1,78
1933	6,2	8,09	0,77	-0,23	-2,01
1934	9,2	8,09	1,14	0,14	-1,88
1935	7,9	8,09	0,98	-0,02	-1,90
1936	8,1	8,09	1,00	0,00	-1,90
1937	8,3	8,09	1,03	0,03	-1,87
1938	8,5	8,09	1,05	0,05	-1,82
1939	8,6	8,09	1,06	0,06	-1,76
1940	7	8,09	0,87	-0,13	-1,89
1941	7,4	8,09	0,91	-0,09	-1,98
1942	6,7	8,09	0,83	-0,17	-2,15
1943	7,5	8,09	0,93	-0,07	-2,22

1944	8,3	8,09	1,03	0,03	-2,20
1945	7,3	8,09	0,90	-0,10	-2,30
1946	8,4	8,09	1,04	0,04	-2,26
1947	7,4	8,09	0,91	-0,09	-2,34
1948	8,1	8,09	1,00	0,00	-2,34
1949	8,2	8,09	1,01	0,01	-2,33
1950	8,3	8,09	1,03	0,03	-2,30
1951	8,6	8,09	1,06	0,06	-2,24
1952	7,8	8,09	0,96	-0,04	-2,28
1953	7,7	8,09	0,95	-0,05	-2,32
1954	6,6	8,09	0,82	-0,18	-2,51
1955	7,5	8,09	0,93	-0,07	-2,58
1956	6,5	8,09	0,80	-0,20	-2,78
1957	8,2	8,09	1,01	0,01	-2,76
1958	8,5	8,09	1,05	0,05	-2,71
1959	8,4	8,09	1,04	0,04	-2,67
1960	8,4	8,09	1,04	0,04	-2,64
1961	6,6	8,09	0,82	-0,18	-2,82
1962	7,9	8,09	0,98	-0,02	-2,84
1963	7,8	8,09	0,96	-0,04	-2,88
1964	7,9	8,09	0,98	-0,02	-2,90
1965	8,2	8,09	1,01	0,01	-2,89
1966	9	8,09	1,11	0,11	-2,78
1967	6,9	8,09	0,85	-0,15	-2,92
1968	8,2	8,09	1,01	0,01	-2,91
1969	6,6	8,09	0,82	-0,18	-3,10
1970	7,9	8,09	0,98	-0,02	-3,12
1971	7,8	8,09	0,96	-0,04	-3,15
1972	7,9	8,09	0,98	-0,02	-3,18
1973	7,9	8,09	0,98	-0,02	-3,20
1974	8,2	8,09	1,01	0,01	-3,19
1975	9	8,09	1,11	0,11	-3,08
1976	6,9	8,09	0,85	-0,15	-3,22

1977	8,2	8,09	1,01	0,01	-3,21
1978	7,3	8,09	0,90	-0,10	-3,31
1979	8	8,09	0,99	-0,01	-3,32
1980	6,8	8,09	0,84	-0,16	-3,48
1981	7,9	8,09	0,98	-0,02	-3,50
1982	8,3	8,09	1,03	0,03	-3,47
1983	9,1	8,09	1,12	0,12	-3,35
1984	7,9	8,09	0,98	-0,02	-3,37
1985	6,8	8,09	0,84	-0,16	-3,53
1986	8,1	8,09	1,00	0,00	-3,53
1987	6,8	8,09	0,84	-0,16	-3,69
1988	7,9	8,09	0,98	-0,02	-3,71
1989	9,6	8,09	1,19	0,19	-3,53
1990	9,9	8,09	1,22	0,22	-3,30
1991	8,1	8,09	1,00	0,00	-3,30
1992	8,7	8,09	1,08	0,08	-3,23
1993	7,9	8,09	0,98	-0,02	-3,25
1994	9,5	8,09	1,17	0,17	-3,08
1995	8,3	8,09	1,03	0,03	-3,05
1996	7	8,09	0,87	-0,13	-3,19
1997	7,9	8,09	0,98	-0,02	-3,21
1998	8,4	8,09	1,04	0,04	-3,17
1999	9,2	8,09	1,14	0,14	-3,03
2000	9,8	8,09	1,21	0,21	-2,82
2001	8,7	8,09	1,08	0,08	-2,75
2002	9,3	8,09	1,15	0,15	-2,60
2003	8,7	8,09	1,08	0,08	-2,52
2004	9,1	8,09	1,12	0,12	-2,40
2005	8,8	8,09	1,09	0,09	-2,31
2006	8,8	8,09	1,09	0,09	-2,22
2007	10,1	8,09	1,25	0,25	-1,97
2008	9,9	8,09	1,22	0,22	-1,75
2009	9,7	8,09	1,20	0,20	-1,55

2010	8,9	8,09	1,10	0,10	-1,45
2011	9,4	8,09	1,16	0,16	-1,29
2012	9,4	8,09	1,16	0,16	-1,13
2013	9,6	8,09	1,19	0,19	-0,94
2014	10,1	8,09	1,25	0,25	-0,69
2015	10,8	8,09	1,33	0,33	-0,36
2016	11,1	8,09	1,37	0,37	0,02

Таблиця А.3.4.

**Розрахунок різницевої інтегральної кривої опади
(м. Чернівці) за період часу з 1882 по 2016 рр.**

Рік	Σ опадів, мм	V_i	K	$K-1$	E
1882	297	631,3	0,47	-0,53	-0,53
1883	703	631,3	1,11	0,11	-0,42
1884	520	631,3	0,82	-0,18	-0,59
1885	549	631,3	0,87	-0,13	-0,72
1886	633	631,3	1,00	0,00	-0,72
1887	485	631,3	0,77	-0,23	-0,95
1888	582	631,3	0,92	-0,08	-1,03
1889	847	631,3	1,34	0,34	-0,69
1890	506	631,3	0,80	-0,20	-0,89
1891	591	631,3	0,94	-0,06	-0,95
1892	531	631,3	0,84	-0,16	-1,11
1893	705	631,3	1,12	0,12	-0,99
1894	544	631,3	0,86	-0,14	-1,13
1895	696	631,3	1,10	0,10	-1,03
1896	551	631,3	0,87	-0,13	-1,16
1897	761	631,3	1,21	0,21	-0,95
1898	615	631,3	0,97	-0,03	-0,98

1899	565	631,3	0,89	-0,11	-1,08
1900	662	631,3	1,05	0,05	-1,03
1901	755	631,3	1,20	0,20	-0,84
1902	636	631,3	1,01	0,01	-0,83
1903	662	631,3	1,05	0,05	-0,78
1904	672	631,3	1,06	0,06	-0,72
1905	569	631,3	0,90	-0,10	-0,81
1906	746	631,3	1,18	0,18	-0,63
1907	579	631,3	0,92	-0,08	-0,72
1908	729	631,3	1,15	0,15	-0,56
1909	540	631,3	0,86	-0,14	-0,71
1910	582	631,3	0,92	-0,08	-0,78
1911	806	631,3	1,28	0,28	-0,51
1912	780	631,3	1,24	0,24	-0,27
1913	593	631,3	0,94	-0,06	-0,33
1914	683	631,3	1,08	0,08	-0,25
1915	600	631,3	0,95	-0,05	-0,30
1916	596	631,3	0,94	-0,06	-0,36
1917	507	631,3	0,80	-0,20	-0,55
1918	550	631,3	0,87	-0,13	-0,68
1919	601	631,3	0,95	-0,05	-0,73
1920	627	631,3	0,99	-0,01	-0,74
1921	542	631,3	0,86	-0,14	-0,88
1922	754	631,3	1,19	0,19	-0,68
1923	706	631,3	1,12	0,12	-0,57
1924	430	631,3	0,68	-0,32	-0,88

1925	731	631,3	1,16	0,16	-0,73
1926	596	631,3	0,94	-0,06	-0,78
1927	672	631,3	1,06	0,06	-0,72
1928	536	631,3	0,85	-0,15	-0,87
1929	556	631,3	0,88	-0,12	-0,99
1930	638	631,3	1,01	0,01	-0,98
1931	680	631,3	1,08	0,08	-0,90
1932	595	631,3	0,94	-0,06	-0,96
1933	943	631,3	1,49	0,49	-0,46
1934	652	631,3	1,03	0,03	-0,43
1935	638	631,3	1,01	0,01	-0,42
1936	702	631,3	1,11	0,11	-0,31
1937	742	631,3	1,18	0,18	-0,13
1938	659	631,3	1,04	0,04	-0,09
1939	635	631,3	1,01	0,01	-0,08
1940	679	631,3	1,08	0,08	-0,01
1941	647	631,3	1,02	0,02	0,02
1942	513	631,3	0,81	-0,19	-0,17
1943	380	631,3	0,60	-0,40	-0,57
1944	461	631,3	0,73	-0,27	-0,84
1945	391	631,3	0,62	-0,38	-1,22
1946	368	631,3	0,58	-0,42	-1,64
1947	623	631,3	0,99	-0,01	-1,65
1948	642	631,3	1,02	0,02	-1,63
1949	674	631,3	1,07	0,07	-1,56
1950	510	631,3	0,81	-0,19	-1,76

1951	481	631,3	0,76	-0,24	-1,99
1952	412	631,3	0,65	-0,35	-2,34
1953	453	631,3	0,72	-0,28	-2,62
1954	561	631,3	0,89	-0,11	-2,74
1955	944	631,3	1,50	0,50	-2,24
1956	499	631,3	0,79	-0,21	-2,45
1957	529	631,3	0,84	-0,16	-2,61
1958	558	631,3	0,88	-0,12	-2,73
1959	495	631,3	0,78	-0,22	-2,94
1960	603	631,3	0,96	-0,04	-2,99
1961	493	631,3	0,78	-0,22	-3,21
1962	584	631,3	0,93	-0,07	-3,28
1963	501	631,3	0,79	-0,21	-3,49
1964	641	631,3	1,02	0,02	-3,47
1965	825	631,3	1,31	0,31	-3,17
1966	710,5	631,3	1,13	0,13	-3,04
1967	622,6	631,3	0,99	-0,01	-3,06
1968	599,3	631,3	0,95	-0,05	-3,11
1969	822,6	631,3	1,30	0,30	-2,80
1970	840,2	631,3	1,33	0,33	-2,47
1971	792,6	631,3	1,26	0,26	-2,22
1972	756,8	631,3	1,20	0,20	-2,02
1973	524,2	631,3	0,83	-0,17	-2,19
1974	890,8	631,3	1,41	0,41	-1,78
1975	733,3	631,3	1,16	0,16	-1,62
1976	760,9	631,3	1,21	0,21	-1,41

1977	611,5	631,3	0,97	-0,03	-1,44
1978	809,5	631,3	1,28	0,28	-1,16
1979	627,3	631,3	0,99	-0,01	-1,17
1980	800,1	631,3	1,27	0,27	-0,90
1981	726,2	631,3	1,15	0,15	-0,75
1982	397,3	631,3	0,63	-0,37	-1,12
1983	507,7	631,3	0,80	-0,20	-1,31
1984	627,2	631,3	0,99	-0,01	-1,32
1985	540,5	631,3	0,86	-0,14	-1,46
1986	417,4	631,3	0,66	-0,34	-1,80
1987	570,3	631,3	0,90	-0,10	-1,90
1988	740	631,3	1,17	0,17	-1,73
1989	645,3	631,3	1,02	0,02	-1,71
1990	396	631,3	0,63	-0,37	-2,08
1991	905	631,3	1,43	0,43	-1,64
1992	501	631,3	0,79	-0,21	-1,85
1993	673	631,3	1,07	0,07	-1,78
1994	574	631,3	0,91	-0,09	-1,88
1995	568	631,3	0,90	-0,10	-1,98
1996	747	631,3	1,18	0,18	-1,79
1997	622	631,3	0,99	-0,01	-1,81
1998	750	631,3	1,19	0,19	-1,62
1999	628	631,3	0,99	-0,01	-1,62
2000	470	631,3	0,74	-0,26	-1,88
2001	751	631,3	1,19	0,19	-1,69
2002	638	631,3	1,01	0,01	-1,68

2003	591,8	631,3	0,94	-0,06	-1,74
2004	584,5	631,3	0,93	-0,07	-1,82
2005	935,7	631,3	1,48	0,48	-1,33
2006	845,7	631,3	1,34	0,34	-0,99
2007	711,5	631,3	1,13	0,13	-0,87
2008	856	631,3	1,36	0,36	-0,51
2009	601,9	631,3	0,95	-0,05	-0,56
2010	999,5	631,3	1,58	0,58	0,02
2011	504,6	631,3	0,80	-0,20	-0,18
2012	674,2	631,3	1,07	0,07	-0,11
2013	731,6	631,3	1,16	0,16	0,05
2014	654	631,3	1,04	0,04	0,09
2015	464	631,3	0,73	-0,27	-0,18
2016	754	631,3	1,19	0,19	0,02

Таблиця А.4.1.

Історично зафіксовані землетруси з 1755 по нині

Дата	Назва	Місце	Магнітуда(Richter)	Коментарі
1755	Лісабонський землетрус	Португалія	8,5–9,0	загинуло біля 60 000 і 100 000 чоловік і цунамі, який торкався частини Європи, Північної Африки і Карибського моря
1783	Землетрус Калабрії	Італія	не менше 7 балів	ряд з шести землетрусів, що забрали життя 50 000 людей
1802		Румунія та Молдова	7,9	зруйнувало багато міст, в т. ч. Бухарест. Земля в постраждалих районах пішла тріщинами, звідки за твердженнями очевидців, «виходив сірчаний чад». Підземні по-

				штовхи відчувалися на величезній відстані від епіцентру лиха - в тому числі в Москві та Петербурзі.
1811-1812	Новий Мадридський Землетрус	США	7,5-7,9	також вдарило маленьке місто Міссурі, за повідомленнями, найсильніший землетрус в Північній Америці, що змусило річку Міссісіпі тимчасово змінити її напрямок і постійно змінило її курс в регіоні
1857	Форт Тејонземлетрус	США	більше 8	найсильніший землетрус в історії Південної Каліфорнії
1872	Самотній Сосновий землетрус	США	8,1	
1886	Чарлстонський землетрус	США	6,6-7,3	найбільший землетрус в південно-східних Сполучених Штатах, вбило 100 осіб
1895	Землетрус Любляни	Австро-Угорщина	6,1	ряд потужних землетрусів, які в кінцевому рахунку мали життєвий вплив на місто Любляни, будучи каталізатором її міського відновлення
1897	землетрус Ассама	Британська Індія	більше 8	землетрус, який зруйнував всі структури масонства
1902	Шемахінський землетрус	Азербайджан	6,9	понад 3 000 жертв
1908		Італія	7,1	загинуло 100-200 тисяч чоловік
1911	Кеминський землетрус	Середня Азія	8,2	загинуло 452 і поранено 740 осіб, зруйновано 1094 будинки і 4545 юрт, також загинуло близько 13 000 голів худоби
1918		Філіппіни	8,3	

1920		Китай	7,3-8,5	загинуло 200 000 чоловік
1923	Великий Землетрус Канто	Японія	8,3	загинуло 143 000 чоловік
1927		Китай	7,9	загинуло 40 000 чоловік
1927	Кримський землетрус	Україна	6	без особливих жертв
1938	Кеміно-Чуйський землетрус	Казахстан	немає інформації	пов'язане зі складним тектонічним вузлом, де сполучаються розломи Північно-Тянь-Шаньської, Кемін-Чілікської і Південно-Чуйської сейсмогенних зон. Епіцентр приурочений до місця злиття річок Чон-Кемін з Чу.
1948	Ашхабадський землетрус	Туркменія	7,5	загинуло 100 000 чоловік (за іншими оцінками - 175 000)
1950	Великий Перуанський землетрус	Перу		загинуло 75 000 осіб
1950	Ассамський землетрус	Британська Індія	9	загинуло 1500 осіб
1954	Камчатський землетрус	Росія		
1957	Гобі-алтайський землетрус	Монголія	8	
1960	Великий Чилійський землетрус	Чилі	9,5	загинуло 6000 осіб
1964	Великий Аляскінський землетрус	Аляска	9,1-9,2	
1966	Ташкентський землетрус	Узбекистан	5,2	
1976	Тянь-Шань-	Китай	8,2	загинуло 255 000 чоловік

	ський землетрус			
1989	Гіссарська катастрофа	Таджикістан	10(МСК)	хвиля, викликана землетрусом, обійшла планету 2 рази і була зареєстрована науковими лабораторіями в Європі, Азії, Америці та Австралії.
1989	Землетрус Лома-Пріета	США	7,1	загальна кількість загиблих склала 62 людини, 3757 отримали поранення.
1990	Зайсанський землетрус	Східний Казахстан	6,8	
1990	Байсорунський землетрус	Казахстан	7-8	
1991	Рачинський землетрус	Грузія	7-7,2	
1992	Сусамірський землетрус	Киргизія	7,2	
1994	Шикотанський землетрус	Росія	8,1	
1994		Філіппіни	7,1	цунамі змило 1530 будинків. Загинуло 78 осіб
1995	Нефтегорський землетрус	Росія	7,6	приурочений до активної зони розломів, що порушує Сахалино-Японську острівну дугу на активній континентальній околиці Північної Євроазії
1997	Кроноцький землетрус	Росія	7,7	
1999	Ізмітський землетрус	Туреччина	7,6	загинуло 40 000 чоловік
2001	Гуджаратський землетрус	Індія	7,7	загинуло 30 000 чоловік
2003	Алайсь-	Росія	7,3	найсильніший на території центральної Росії за останні

	кий(Чуйський) землетрус			десятиліття
2004	Індонезійський(Суматранський) землетрус	о.Суматра	9,1-9,3	в Південно-Східній Азії загинуло від 100 до 200 тисяч осіб.За величиною він зайняв 4 місце серед землетрусів, зареєстрованих за всю історію інструментальних сейсмічних спостережень, починаючи з 1900 року
2005		Пакистан	7,6	загинуло 85 000 чоловік.
2008		Китай	8	загинуло 70 000 чоловік
2009		Мексика	5,6	
2010		Гаїті	7	загинуло 300 000 чоловік
2011	Сендайський(Тохоку)землетрус	Японія	7,9	причиною цього сильного землетрусу за всю історію Японії стали процеси, що відбуваються на Сонці а також нинішня наближеність Місяця. Аналогічної небезпеки зараз піддаються Курили і Сахалін
2012		Філіппіни	6,7	загинуло 112 людей
2015		Непал	7,8	загинули 5 000 людей, пропали 10 000
2018		Філіппіни	7,2	
2019		Філіппіни	6,3	

Таблиця А.4.2.

Хроніка історично відомих вивержень з 1779 по нині

Рік	Назва вулкану	Країна	Коментарі
1779	Везувій	Італія	загинуло близько тисячі чоловік
1783-1784	Лакі	Ісландія	став причиною зниження середньої температури повітря у північній півкулі майже на 1°C,померло близько 10 тисяч

			осіб, тобто 1/5-1/4 населення країни
1793	Везувій	Італія	загинуло близько тисячі чоловік
1793	Асама	Японія	острів Унсен розвалився на частини і повністю пішов під воду, загинули всі його жителі - 53 тис.ос.
1814	Майон	острів Лусон (Філіппіни)	загинуло понад 2200 осіб
1815	Тамбора	Вест-Індія	загинуло 80 000 чол.З-за скупчення вулканічного пилу в верхніх шарах атмосфери в Північній Америці і Європі протягом літа стояли холоду, кілька разів випадав сніг. Морози погубили весь урожай. У європейських країнах це призвело до голоду, який став причиною смерті тисяч людей.
1821-1823	Ейяфьядлайекюдль	Ісландія	виверження Катли
1875	Котопахі	Еквадор	
1882	Ель-Чічіон	Мексика	викликало в Північній півкулі падіння вмісту озону на 10%.
1883	Кракатау	Вест-Індія	загинуло 36 тис. чоловік
1903	Пектусан	Корея	
1910	Баурдарбунг	Ісландія	
1912	Катмай	Аляска	
1956	"Безымянный"	Росія	жертв не було
1963	Агунг	Вест-Індія	були евакуйовані близько 120 тис. чоловік
1964	Шивелуч	Росія	жертв не було
1980	Сент-Хеленс	США	загинуло 57 осіб
1985	Невадо дель Руїс	Колумбія	смерть 25 000 колумбійців
2010	Ейяфьядлайекюдль	Ісландія	
2014	Баурдарбунга	Ісландія	

Таблиця А.4.3.

Хроніка катастрофічних паводків та повеней в світі з 1775 по нині

Рік	Гідрологічний об'єкт	Країна	Причина	Наслідки
1755		Португалія (Ліссабон)	Землетрус, хвилі цунамі висотою 15-20 метрів	60-70 тис. осіб загиблих, масові розрухи
1777	Фінська затока	Росія (Санкт-Петербург)	нагін води з Фінського заливу, що підвищив рівень води Неві на 310 см	перший катастрофічний паводок в Санкт-Петербурзі, що викликало масову гибель людей
1780		острови Карибського моря	ураган, нагон води, дощові паводки	загибель 20 000 осіб
1864		Індія	тайфун, нагін води	загибель 50 000 осіб
1876	Бенгальська затока	Індія	тайфун, нагін води хвилею 12-14 метрів	загибель 100 000 осіб
1882		Індія	тайфун, нагін води	загибель 100 000 осіб
1883		острови Ява та Суматра	виверження Кракатау, землетрус та цунамі	загибель 36 - 80 000 осіб
1887	басейн Хуанхе	Китай	дощовий паводок	загибель 1,2-2,5 млн. осіб
1896		Японія	цунамі	загибель 27 000 осіб
1898	ріка Ганг	Індія	нагін води хвилею близько 12 метрів	загибель 300 000 осіб
1905		Індія	землетрус	загибель 19 000 осіб
1911	басейн Янцзи	Китай	дощовий паводок	загибель 200 000 осіб
1912		Тайвань	тайфун, нагін води	загибель 107 000 осіб
1923		Японія	землетрус, цунамі	загибель 200 000 осіб
1931	Дніпро	УРСР	весняний паводок внаслідок швидкого танення снігів та льоду	великі розрушення
1931	ріки Хуанхе та Янцзи	Китай	дощові паводки	смерть 3,7 млн. осіб, постраждало 60 млн.
1938	ріка Хуанхе	Китай		смерть 500 000 осіб

1942		Бангладеш	нагін води	смерть 40 000 осіб
1950		Індія	землетрус	смерть 1-2 000 осіб
1954	басейн ріки Ян-цзи	Китай	дощові паводки, підйом рівня води в річці на 30 метрів	смерть 40 000 осіб
1960		Марокко	землетрус, цунамі	загибель близько 12 000 осіб
1963	ріка Пьяве	Італія	землетрус, що витіснив воду з водосховища, що створив гігантську 70-метрову хвилю	загибель близько 2 500 осіб
1966		Гаїті, Куба	ураган, нагін води	загибель 2 500 осіб
1968	ріка Строна	Італія	дощові паводки	надання травм 3 500 особам
1970		Бангладеш	тайфун	загибель 200 000 осіб
1976		Гватемала	землетрус, селі	загибель 22 000 осіб
1998		США	ураган, дощові паводки	загибель 11 000 осіб
1999		Венесуела	дощові паводки, селі	загибель 20 000 осіб
2000		Центральна Африка	дощові паводки	загибель 4 000 осіб
2004	східна частина Індійського океану	східна частина Індійського океану	підводний землетрус	одне з найбільших стихійних лих в історії людства, де загинуло від 140 до 300 000 людей. Збитки - 20 млрд. долл.
2008		Мьянма	тропічний циклон	загинули 90 000 осіб
2008		Україна, Молдова, Румунія, Словаччина, Угорщина	дощові паводки	евакуйовано 40 тис. осіб, загибель 42 людей. Збитки лише для України склали 0,6-1 млрд. долл.
2011		Таїланд	дощові паводки	загибель 600 осіб

Таблиця А.4.4.

Хроніка катастрофічних бур, смерчів і ураганів з 1775 по нині

Рік	Назва(якщо є)	Тип стихії	Країна	Коментарі
1775		ураган	о.Ньюфаундленд	сотні рибальських судів потоплені ураганом. Загинули не менше 4 тис. ос.
1777		буря	Росія(Санкт-Петербург)	Заподіяні значні руйнування
1789		ураган	Індія	повністю зруйнував індійське місто Корінга в дельті Гангу і забрало життя 20 тис. чоловік.
1811		смерч	США(Південна Кароліна-Чарлстон)	величезні руйнування і смерть близько 500 осіб
1812		ураган	США(Луїзіана)	На річці Міссісіпі він буквально розніс на шматки 50 кораблів. Були зруйновані багато населених пунктів. Загинуло кілька сотень людей.
1815		ураган	Північно - Східне узбережжя США	Затонуло 85 судів. У ряді місць хвилі затопили прибережні райони, заливши навіть місця розташовані в 60 км. від моря.
1819		ураган	США (штат Алабама)	Загинуло понад 200 осіб. Крім того, в морі затонули або були розбиті хвилями об берег сотні судів.
1824		нагінна хвиля	Росія(Санкт-Петербург)	Неву вийшла з берегів. Затоплено був все місто, вода знесла з лиця землі цілі квартали. За офіційними даними загинуло 208 осіб.
1825		ураган	Пуерто-Рико	Загинуло 374 людини.
1829		ураган	Шотландія	Загинули сотні людей.
1831		ураган	о.Барбадос	Загинуло 15 тис. осіб.

1879	Ірвінґській смерч	смерч	США	постраждалих немає
1900	Галвестонський ураган	ураган	США	ураган забрав життя від 6 до 12 тис. осіб.
1904		смерч	Росія(Москва)	основна воронка висмоктала воду з Москви-ріки, оголивши її дно
1915	Ураган Галвестон	ураган	Гаїті, Куба, Техас	цей тропічний циклон викликав значні руйнування на своєму шляху, убивши 275-400 чоловік і завдавши збитків в 50 млн доларів США
1923		смерч	США	постраждалих немає
1926	Великий Майамський ураган	ураган	США	ураган 4 категорії за шкалою Саффіра-Сімпсона, який у вересні 1926 року зруйнував місто Майамі, штат Флорида. Шторм також заподіяв значних руйнувань і в інших районах Флориди, штаті Алабама і на Багамських островах.
	Окічобі	ураган	США	ураган спричинив убивства щонайменше 4078 осіб і завдав збитки приблизно в 100 млн доларів США (за цінами 1928 роки) на своєму шляху.
1938	Великий новоанглійський ураган	ураган	США	ураган убив від 682 до 800 чоловік, зруйнував або значно пошкодив 57 тис. будинків і завдала збитків в 306 млн доларів США
1940		смерч	Росія	спостерігався дощ зі срібних монет. Виявилося, що під час грозового дощу на території Горьківської області був розмитий скарб з монетами. Проходив поблизу смерч підняв монети в повітря і викинув їх у села Мещери
1965		торнадо	США	одночасно виникли 37 різних за потужністю торнадо, висотою до 10 км і в діаметрі близько 2

				км, зі швидкістю вітру до 300 км на годину. Ці вихори виробили величезні руйнування в шести штатах. Число загиблих перевищила 250 осіб, а 2500 отримали поранення.
1969	Камілли	ураган	Куба	В цілому ураган забрав життя 259 осіб і завдав збитків на суму близько 1,42 мільярдів доларів США в цінах 1969 року
1984		смерч	СРСР	пройшло не менше 8 смерчів
1989		смерч	Бангладеш	викликав загибель близько 1300 осіб. Вихор мав діаметр 1,5 кілометра, швидкість вітру в ньому оцінюється в 180-350 км / ч. Найбільших збитків смерч завдав містах Даулатпур і сатури
1992		ураган	США	викликав значні руйнування, оцінка збитку склала від 26,5 до 34 млрд доларів США за цінами 1992 року
1999	Ендрю	смерч	США	найвища швидкість вітру на поверхні Землі була зареєстрована під час смерчу в США, що пройшов по територіях Оклахоми і Канзасу 3 травня - 500 км/год
2005	Катріна	ураган	США	найбільш руйнівний ураган в історії США, найбільш важкий збиток від урагану «Катріна» було завдано Новому Орлеану в Луїзіані, де під водою опинилося близько 80% площі міста, а своїх будинків позбулися приблизно 700 000 чоловік, загинули 1836 жителів.
2013		смерч	США	Найбільші смерчі за всю історію спостережень відбулися в штаті Оклахома Сполучених Штатів Америки під час серії торнадо в другій половині тра-

				вня 2013 року.ід час цього торнадо загинуло 8 осіб, включаючи знаменитого в США «мисливця за смерчами» Тіма Самараса і його сина Пола, а також їх колегу Карла Йонга .
--	--	--	--	--

Таблиця А.4.5.

Хроніка катастрофічних морозів 1795 по нині

Рік	Місце	Коментарі
1795	Франція	багато загиблих
1953-1954	від Атлантики до Уралу	замерзла північна частина Чорного і вся акваторія Азовського морів.
1962-1963	Франція	Лід скував зазвичай не замерзаючу Датську протоку, знову замерзли канали Венеції і річки Франції.
1968-1969		"Зима шалених морозів"
1979	пустеля Сахара	в пустелі пішов сніг
2002	Німеччина, Італія	через морози повністю було зупинено рух суден по каналу Майн-Дунай, що є важливою європейською водною транспортною артерією. Товщина льоду, в який вмерзли більше 20 судів, досягала місцями 70 см. Тоді ж через сильні холоди замерзла лагуна Венеції, гондоли, вмерзли в лід.
2005	більшість країн Центральної та Західної Європи	привели до обмерзання і обриву ліній електропередач

Таблиця А.4.6.

Хроніка катастрофічних посух з 1790 по нині

Рік	Країна	Наслідки
1790	Індія	1 млн. осіб померли від голоду
1850	Австралія	Одна з найбільш важких засух австралійського континенту, що бере перше місце за весь XIX століття. Через відсутність опадів пішли незліченні смерті від спеки і голоду в Новому Південному Уельсі.
1829	Австралія	ця катастрофа не пощадила жодного австралійського фермера, знищивши в той рік на корені весь вирощений урожай. Люди були змушені покинути західну Австралію в пошуках нового місця для життя.
1921	Україна	на тлі неймовірних зернових поборів і посухи почався голод. Точна кількість померлих не встановлено. Історики наводять цифри від 235 тис. До 500 тис. Чоловік.
1934	США	поширювалася на 71,6% західній частині Північної

		Америци, найбільша посуха за останні 1000 років. По-перше, високий атмосферний тиск на західному узбережжі сприяло значному зменшенню опадів. По-друге, навесні того року відбулися пилові бурі, викликані нераціональним використанням земельних ресурсів (тобто вплинув і антропогенний фактор). Пил відображала сонячне світло і таким чином заважала випаровуванню води з поверхні Землі, що, в свою чергу, перешкоджало утворенню дощових хмар.
1934	Україна	Сильна посуха охопила майже всю Україну, не зачепила тільки західні регіони. Дуже сильно постраждало сільське господарство.
1944	В'єтнам	Той рік у В'єтнамі для фермерів став справжнім кошмаром. Спочатку вдарила посуха, що знищила близько 20% врожаю, потім прийшли паразити, сталася повінь і, нарешті, війна.
1946	Україна	не стихія, а саме сталінська політика хлібозаготівель стала визначальною причиною голоду 1946-1947 рр. в Україні. За вказівкою з Москви було затверджено річний план здачі зерна державі врожаю 1946 року в кількості 340 тис. пудів
1983	США	Пізня весна в районі Середнього Заходу і Великих рівнин в той рік викликала різке підвищення температури влітку - вона стабільно трималася на 40 градусах кілька місяців поспіль. Від спеки загинуло безліч людей, що вже говорити про посіви.
1988–1989	США	Збиток на 60 мільярдів доларів. Супроводжувалася масовою загибеллю кукурудзи і жахливими пожежами, які привели до смерті тисяч людей.
1888	Африканський ріг	Африканський Ріг - сам по собі дуже сухий регіон, але той рік видався особливо жахливим. Через повну відсутність опадів, почався голод, що забрав життя близько мільйона чоловік в Ефіопії, Судані та Сомалі.
2010	Китай	Катастрофічна спека накрила не тільки Китай, а й частину В'єтнаму і Таїланду. Вважається однією з найсильніших засух південно-західній Азії за всі часи.
2010-2011	США	За масштабом вона не зрівняється з посухою 1988 року, але все одно змогла завдати важкого удару по ключовому сільськогосподарському штату США. Збиток оцінюється в 5.2 мільярда доларів.
2014	Іспанія	одне з найтяжчих лих, які країна відчувала за останні 150 років. Деякі експерти прогнозували, що Іспанія

		може повністю втратити запасів питної води, а світу загрожував найсильніший дефіцит оливкового масла.
2017	Україна	ця спека призвела до загибелі 3-х чоловік: в Луцьку в тролейбусі померла 60-річна жінка, у Львові на вулиці - 60-річний чоловік, який мав проблеми з серцем і їх могла загострити спека, а в Одесі - 55-річний начальник одного з клінік. Лікарі сказали, що серцеву недостатність могла спровокувати аномальна спека.

Таблиця А.4.7.

Пандемії в історії людства з 1817 по нині

Початок	Закінчення	Назва	Хвороба	Місце	Померло
1817	1824	Перша холерна пандемія	холера	Південно-Східна Азія, Індія, Близький Схід, Східна Африка, Південна Європа	бл. 1 млн.
1826	1837 (може аж до 1851 року)	Друга холерна пандемія	холера	Південно-Східна Азія, Індія, Європа, Північна Америка, Японія, Китай	бл. 2 млн.
1846	1860 (може 1837—1863 рр.)	Третя холерна пандемія	холера	Азія, Європа, Північна і Південна Америка, Африка	бл. 10 млн.
1855	1921	3-я пандемія чуми (Портова смерть)	чума	Східна Азія, узбережжя Індійського океану, обидві Америки, Австралія	20 млн.
1863	1875	Четверта холерна пандемія	холера	Азія, Європа, Північна і Південна Америка, Африка	бл. 2 млн.

1881	1896	П'ята холерна пандемія	холера	Земля	бл. 1 млн.
1899	1923	Шоста холерна пандемія	холера	Земля	бл. 1 млн.
1961	триває	Сьома холерна пандемія	холера	Азія, Африка	бл. 2 млн.
1918	1919	Іспанка	грип	Земля	50-80 млн.
1956	1958	Азійський грип	грип	Земля	1-4 млн.
1968	1972	Гонконзький грип	грип	Земля	1 млн.
1981	триває	пандемія ВІЛ-інфекції	ВІЛ-інфекція	Земля (особливо континент Африка)	35 млн.
2009	2010	Пандемія «свинячого» грипу	свинячий грип	Земля	18 500 осіб(лабораторно підтверджено)
2019-досі.	триває	Пандемія COVID-19	Коронавірусна хвороба 2019 (COVID-19)	Земля	