

Всеукраїнський інтерактивний конкурс «МАН-ЮНІОР ДОСЛІДНИК - 2026»

Номінація «Астрономія»

Конотопська міська Мала академія наук
Конотопської міської ради Сумської області

**ВПЛИВ СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ НА
ДИНАМІКУ ГЕОЛОГІЧНИХ ТА КЛІМАТИЧНИХ
АНОМАЛІЙ ЗЕМЛІ**

Роботу виконала:

Коломієць Софія Ігорівна

Учениця 7-Б класу

Конотопського ліцею №10

Конотопської міської ради

Сумської області

Науковий керівник:

Коломієць Юлія Борисівна,

Вчитель математики

Конотопського ліцею №10

Конотопської міської ради

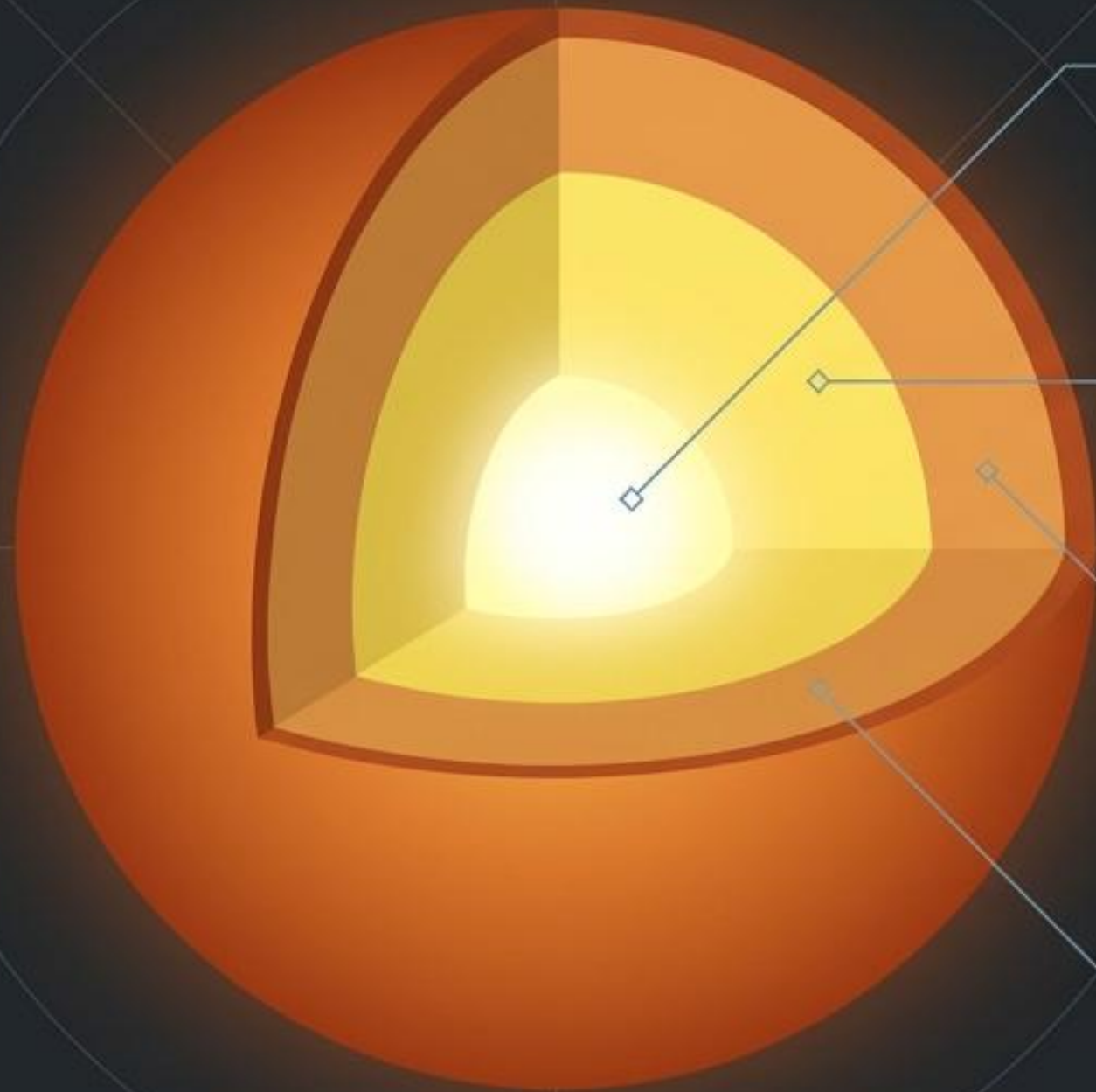
Сумської області

Мета роботи: з'ясувати вплив циклічності сонячної активності на частоту виникнення катастрофічних землетрусів, вулканічних вивержень, а також екстремальних кліматичних явищ (морозів і посух) на Землі.

Завдання дослідження:

- вивчити фізичну природу Сонця та основні прояви сонячної активності;
- проаналізувати ієрархічну структуру сонячних циклів та динаміку з 1700 року;
- обґрунтувати статистично частоту вивержень вулканів та землетрусів у різні фази сонячного циклу.
- обґрунтувати статистично частоту екстремальних морозів та посух у різні фази сонячного циклу.
- виявити найбільш критичні фази сонячного циклу для кожного виду природних аномалій.

Сонце як космічний термоядерний двигун



Ядро

Температура 15 млн К. Кожної секунди 4 млн тонн маси перетворюється на енергію ($E=mc^2$).

Зона променистого переносу

Енергія переноситься фотонами. Час руху одного фотона до поверхні – близько 170 000 років.

Конвективна зона

Рух плазми генерує потужні магнітні поля, які відповідають за всі прояви сонячної активності.

Атмосфера

Від видимої поверхні (6000 К) до зовнішньої корони (1-2 млн К), яка генерує сонячний вітер.

Фізичні прояви магнітної нестабільності



4000-4500 K

Сонячні плями

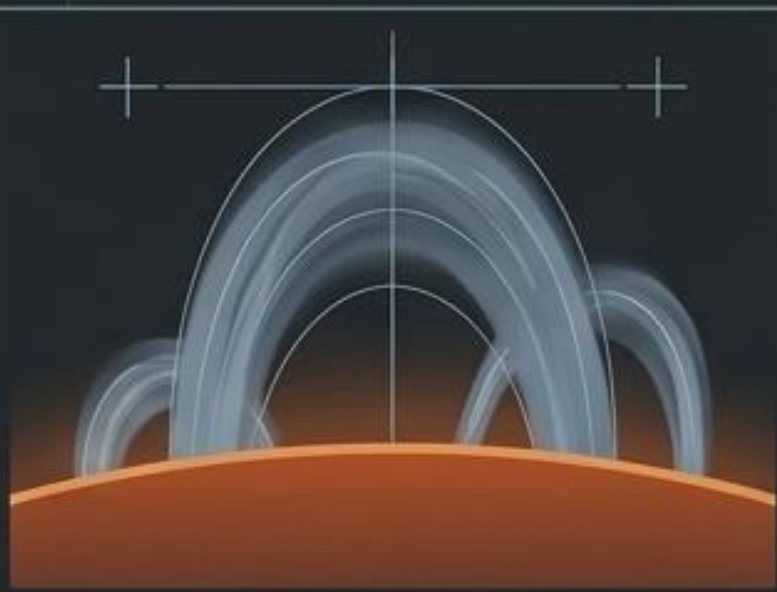
Темні ділянки фотосфери (4000-4500 K). Виникають там, де сильне магнітне поле (до 4000 Гаусів) блокує потік тепла з глибин.



Підвищена

Факели та Флокули

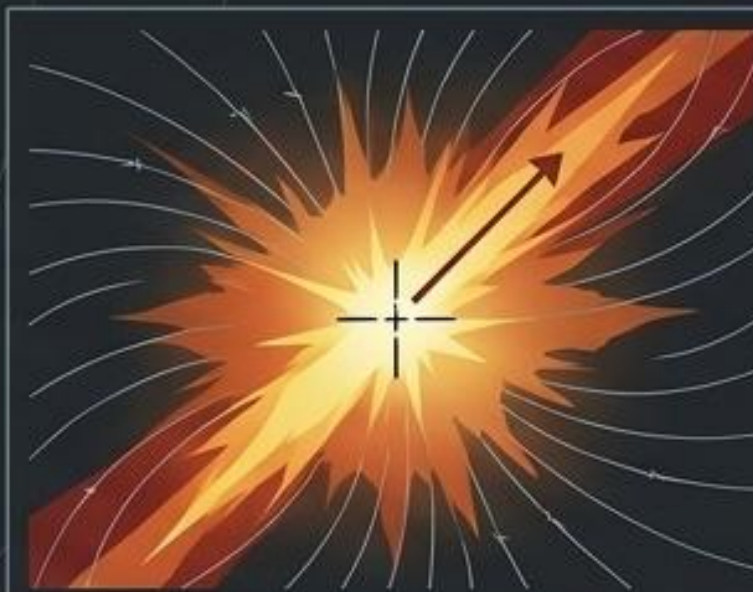
Яскраві хромосферні утворення з підвищеною температурою. Вісники магнітних полів, що передують появі плям.



5000-8000 K

Протуберанці

Арки холодної плазми (5000-8000 K), що піднімаються на висоту до 600 тис. км. Активні протуберанці викидають речовину зі швидкістю до 1000 км/с.



10-40 млн K

Сонячні спалахи

Раптові вибухи енергії. За лічені хвилини виділяють енергію мільярдів атомних бомб. Температура сягає 10-40 млн K. Створюють магнітні бурі на Землі.

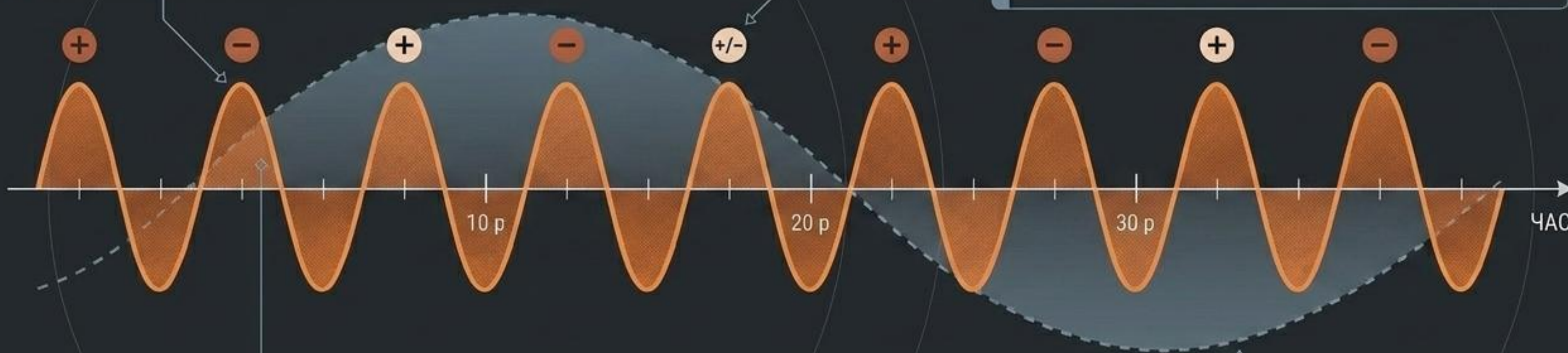
Математика космічного ритму

Цикл Швабе (11 років)

Асиметричний ритм. Швидке зростання активності (4–5 років) та повільніший спад (6–7 років).

Цикл Хейла (22 роки)

Магнітний цикл. Повна зміна полярності сонячних плям і загального магнітного поля Сонця на протилежну та повернення до вихідного стану.



Цикл Гляйсберга (80-90 років)

Вікові варіації амплітуди. Пов'язані з глобальними кліматичними змінами (наприклад, Мінімум Маундера 1645–1715 рр., що збігся з Малим льодовиковим періодом).

Число Вольфа: Математичний індекс сонячної активності

g (групи плям): Множитья на 10, оскільки групи репрезентують набагато глибші магнітні збурення.

$$W = k(10g + f)$$

W : Відносне число сонячних плям (загальний індекс активності).

k : Нормувальний коефіцієнт телескопа обсерваторії.

f (окремі плями): Загальна кількість індивідуальних плям.

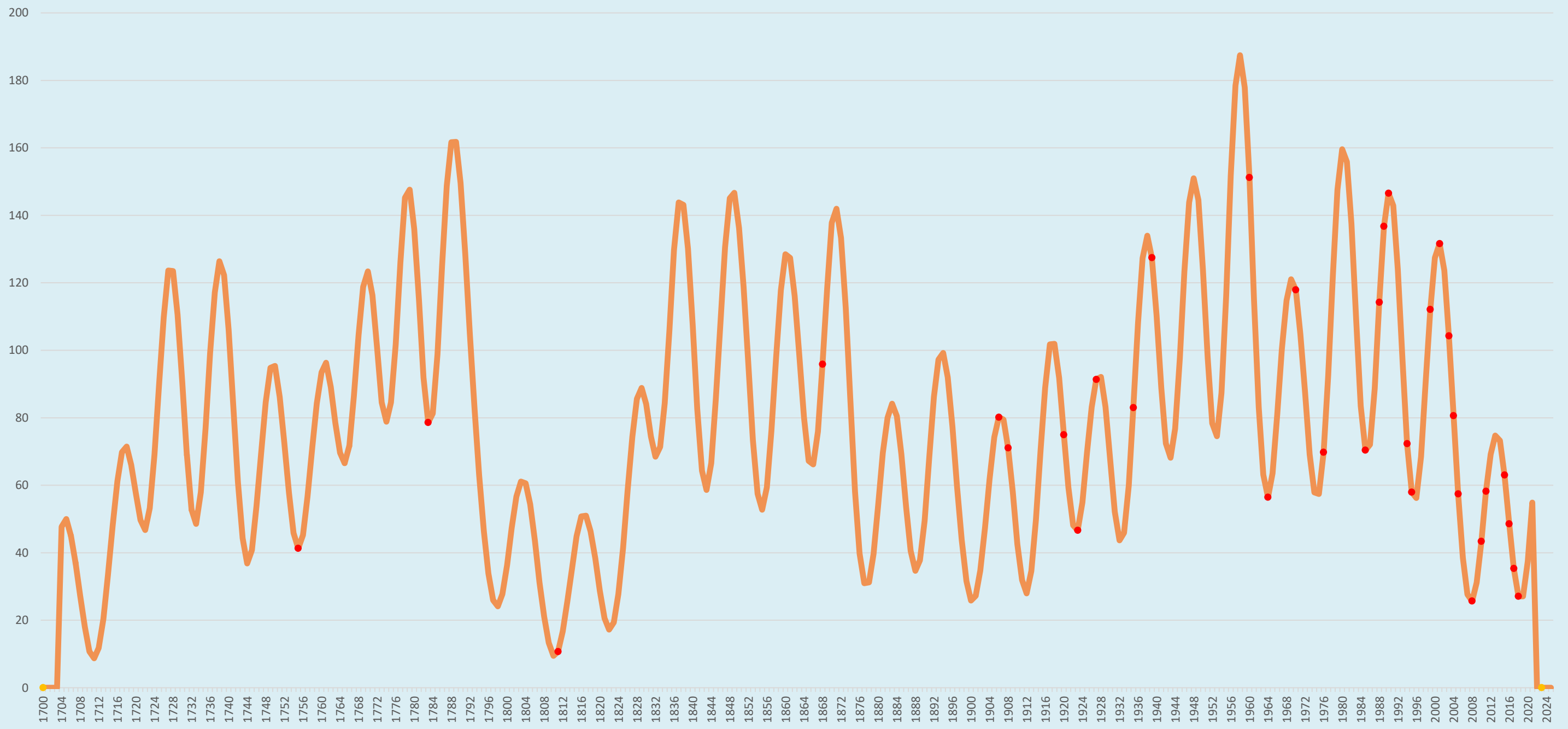
g (окремі плями): Загальна кількість індивідуальних плям.

MINIMUM

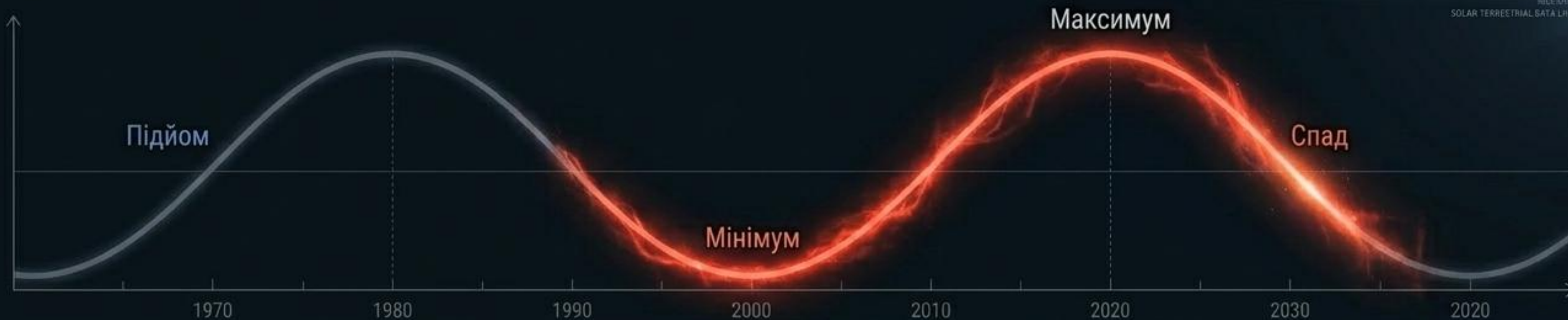
Для виявлення циклічних закономірностей використовують ковзаюче згладжування за 12 місяців, що нівелює похибки щоденних коливань.

MINIMUM

Графік сонячної активності та наймаштабніших землетрусів з 1700 по 2025 рік



Літосферний удар: Сейсмічна активність



Аналіз 31 сильного землетрусу (1701–2023 рр.):

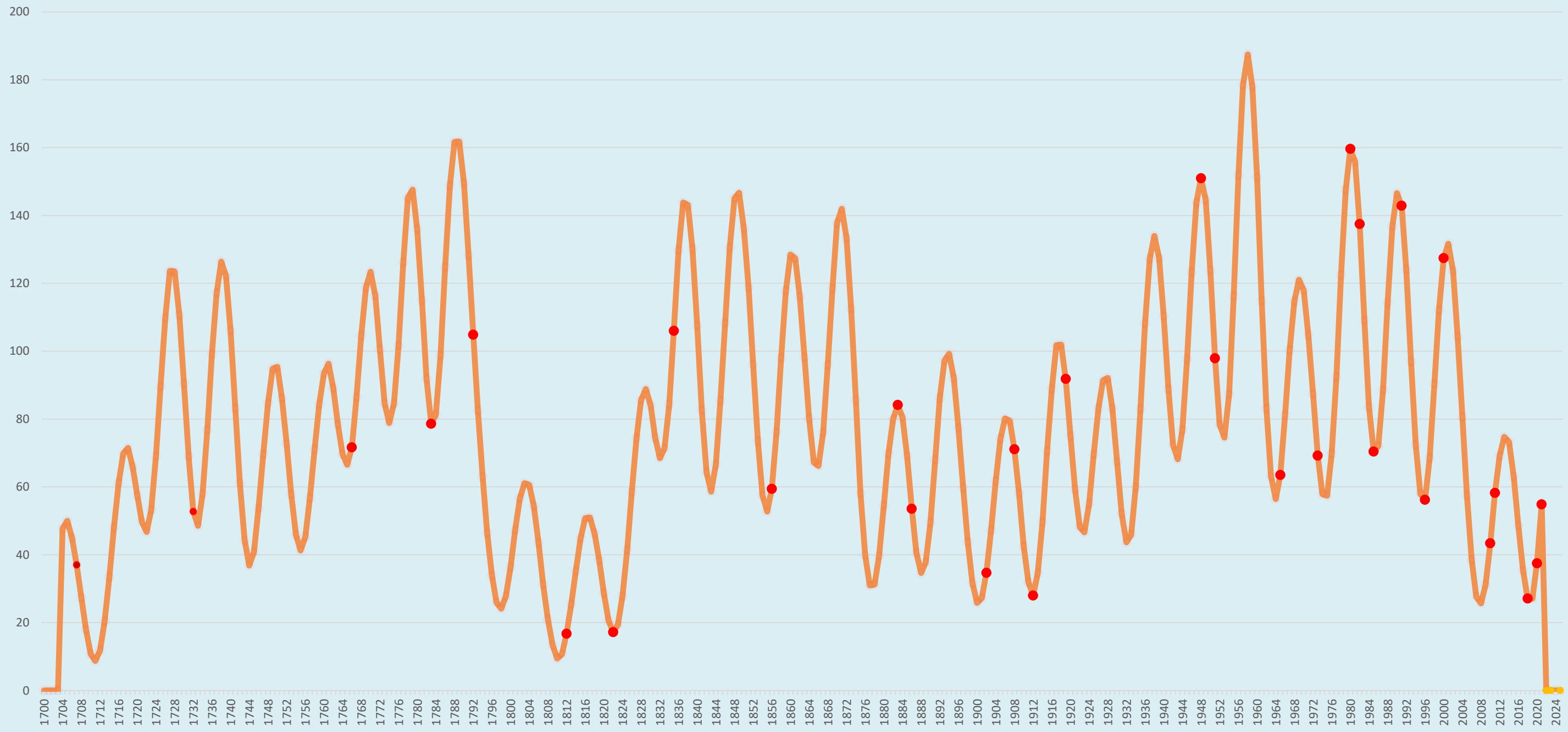


Ключовий висновок:

Періоди **мінімальної сонячної активності** є значно небезпечнішими для літосфери, ніж періоди максимуму. У **фазі мінімуму** кількість катастрофічних землетрусів майже в 1,5 раза вища, ніж на піку сонячної активності. Головний удар припадає на **фазу стрімкого спаду**.



Графік сонячної активності та наймасштабніших вивержень вулканів з 1700 по 2025 рік



Пробудження надр: Вулканічні виверження



Аналіз 26 значних вулканічних вивержень:

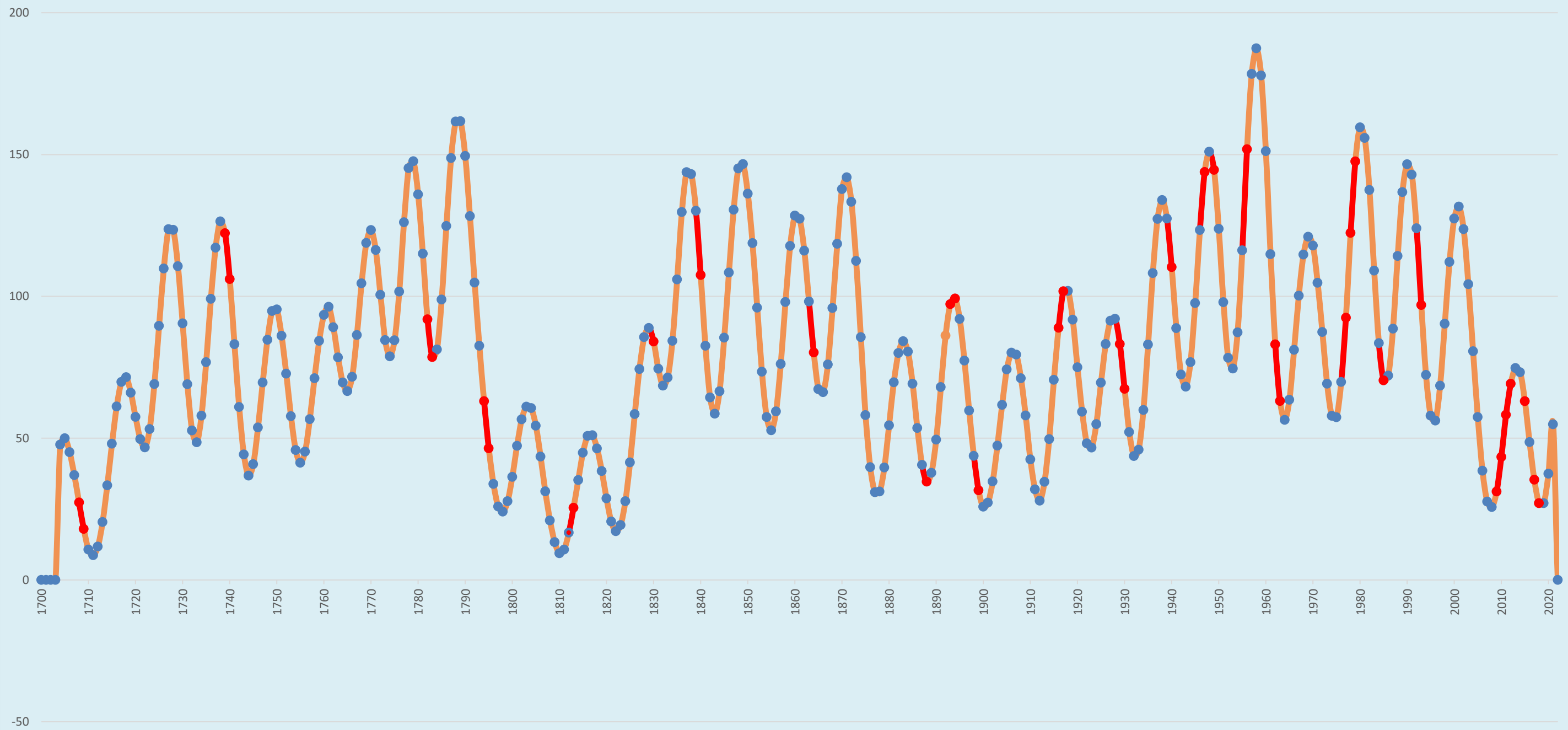


Ключовий висновок:

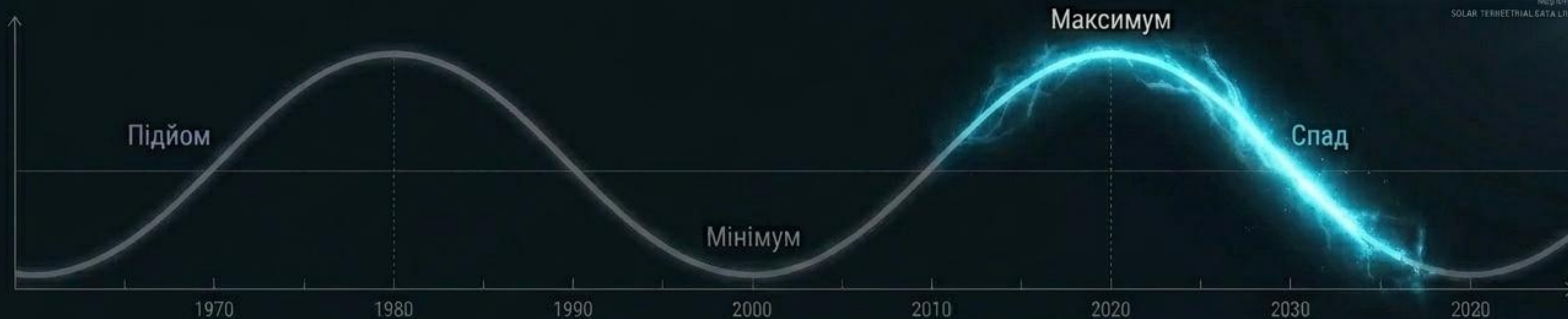
Фаза **підйому сонячної активності** є критичним тригером для вулканічних процесів. Кількість вивержень на лініях підйому та спаду майже вдвічі перевищує показники у стабільних фазах спокою (мінімум та максимум).



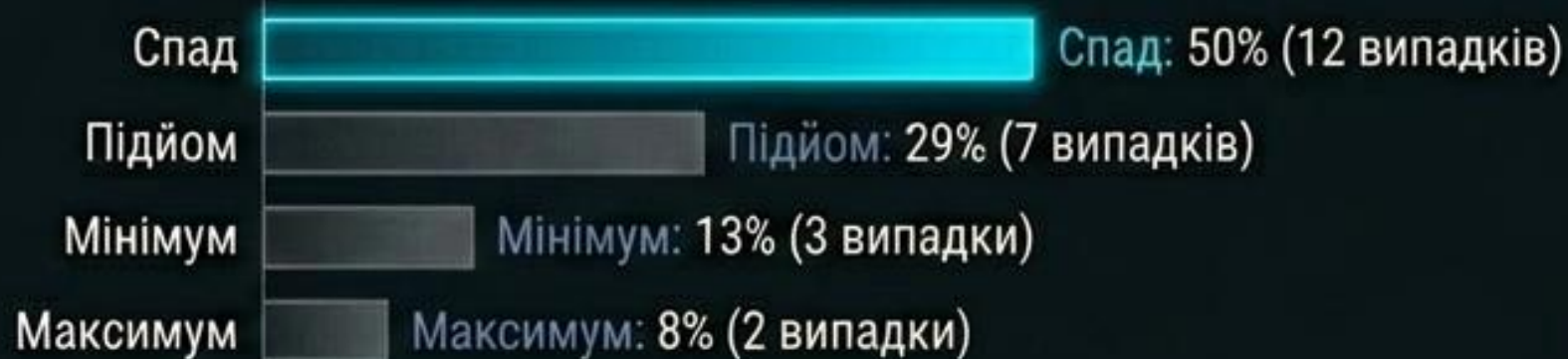
Графік сонячної активності та катастрофічні морози з 1700 по 2021 рік



Кліматичні аномалії: Екстремальні морози



Аналіз 24 екстремальних зим:

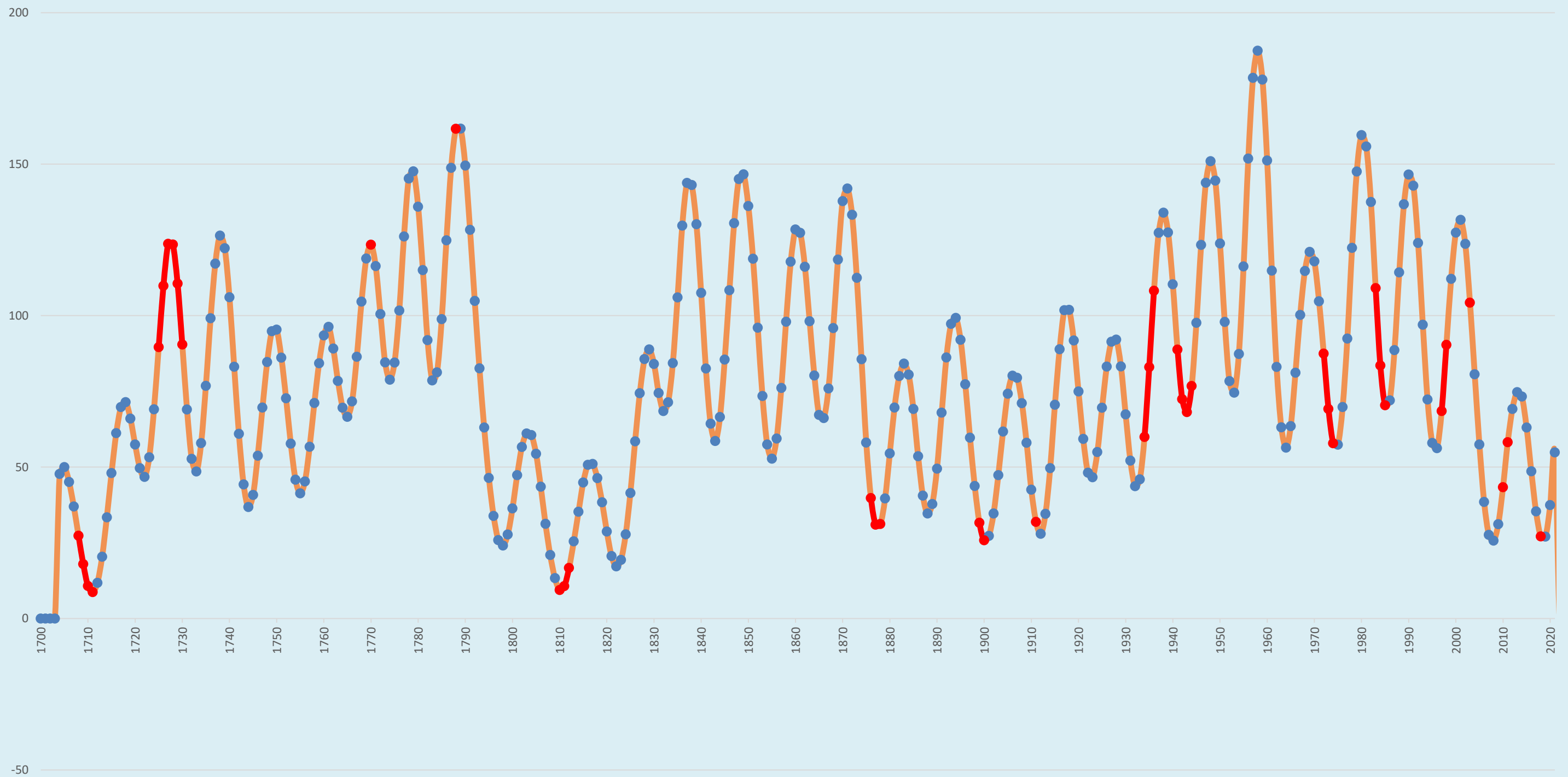


Ключовий висновок:

Імовірність суворих морозів у фазі спаду сонячної активності майже у вісім разів вища, ніж у фазі максимуму. Динаміка спаду виступає найточнішим прогностичним маркером аномальних похолодань, демонструючи інерційний вплив на циркуляцію атмосфери.



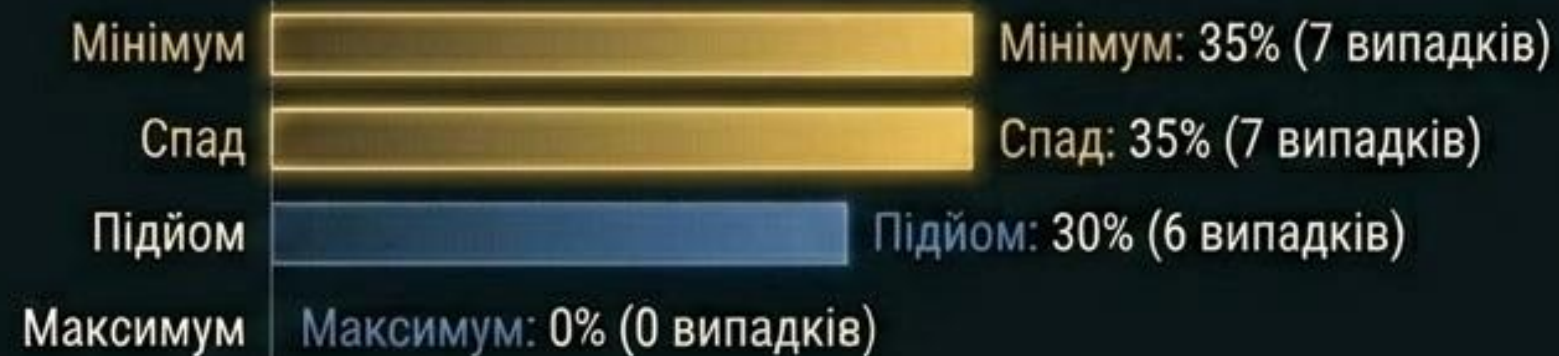
Графік сонячної активності та посухи з 1700 по 2021 рік



Дефіцит вологи: Глобальні посухи



Аналіз 20 найсильніших посух:



Ключовий висновок:

Посухи зберігають стійку залежність від низької енергетики Сонця (70% випадків припадає на спад та мінімум). Унікальна риса сучасності — повна відсутність (0%) катастрофічних посух під час сонячного максимуму за останні два століття.



Матриця сонячно-земних ризиків



Callout Box

Різні системи Землі резонують з різними фазами Сонця. Максимум активності Сонця є парадоксально «найбезпечнішим» періодом для екстремальних катаклізмів.

Висновки

Встановлено, що періоди мінімальної сонячної активності є більш небезпечними для літосфери, ніж періоди максимуму: кількість землетрусів у мінімумах майже в 1,5 рази вища.

Виявлено, що фаза підйому сонячної активності є критичною для активізації вулканічних процесів.

З'ясовано, що фаза спаду сонячного циклу є головним прогностичним маркером екстремальних морозів (50% випадків) та посух (35%).

Отримані результати свідчать про наявність опосередкованого, але статистично значущого зв'язку між геліофізичними процесами та природними катастрофами. Врахування сонячної циклічності разом із тектонічними та техногенними факторами є необхідною умовою для побудови точних моделей глобальної безпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Білецький Є. М. Зв'язок, взаємодія та синхронізація сонячних, кліматичних, трофічних та популяційних циклів: Цикли сонячної активності. *Масові розмноження комах. Історія, теорія, прогнозування*. URL: https://agromage.com/stat_id.php?id=98.
2. Королівська обсерваторія Бельгії : офіц. сайт. URL: <https://www.sidc.be/#services>.
3. Лозицький В. До проблеми зовнішнього впливу на сонячну активність: наукові дані й пошуки їхнього пояснення. *Світогляд*. 2014. № 6 (50). С. 11–17. URL: <https://www.mao.kiev.ua/biblio/jscans/svitoglyad/svit-2014-09-6/svitoglyad-2014-6-11-lozickiy.pdf>.
4. Пічура В. І., Потравка Л. О., Рутта О. В. Просторово-часовий аналіз і прогноз кліматичних змін в зоні Степу України. *Екологічні науки*. 2022. № 6 (45). С. 118–124. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.6-45.18>.
5. Статистичні особливості 24-го циклу сонячної активності. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Астрономія*. 2016. Вип. 53. С. 52–55. URL: [http://www.astrobulletin.knu.ua/wp-content/uploads/file/53/Visnik_Astronomy_53_16%20\[Pages%2052%20-%2055\].pdf](http://www.astrobulletin.knu.ua/wp-content/uploads/file/53/Visnik_Astronomy_53_16%20[Pages%2052%20-%2055].pdf).
6. Черногор Л. Ф. Фізика геокоосмічних бур. *Космічна наука і технологія*. 2021. Т. 27, № 1. С. 3–43. DOI: <https://doi.org/10.15407/knit2021.01.003>.
7. Chen F., Rempel M., Fan Y. Emergence of Magnetic Flux Generated in a Solar Convective Dynamo. I. The Formation of Sunspots and Active Regions, and the Origin of Their Asymmetries. *The Astrophysical Journal*. 2017. Vol. 846, № 2. arXiv:1704.05999. URL: <https://arxiv.org/abs/1704.05999>.
8. Engls S., van Geel B. The effects of changing solar activity on climate: contributions from palaeoclimatological studies. *Journal of Space Weather and Space Climate*. 2012. Vol. 2. A09. URL: <https://www.swsc-journal.org/articles/swsc/abs/2012/01/swsc120022/swsc120022.html>.
9. Solomon S. C. et al. Whole atmosphere climate change: Dependence on solar activity. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*. 2019. Vol. 124, Iss. 5. P. 3799–3809. URL: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2019JA026678>.
10. NASA Goddard. URL: <https://science.nasa.gov/blogs/the-sun-spot/2023/09/26/layers-of-the-sun/>