

# ТЕОРІЯ І МЕТОДОЛОГІЯ ВСЕСВІТНЬОЇ ІСТОРІЇ

УДК: 94:[551.583.2+551.590.21+523.98]“627”

<https://doi.org/10.46869/2707-6776-2024-28-1>

Батенко Т.І.

<https://orcid.org/0009-0005-6588-2192>

## МАЛИЙ ЛЬОДОВИКОВИЙ ПЕРІОД: ПРОБЛЕМИ ДАТУВАННЯ

*Датування початку та кінця Малого льодовикового періоду (Little Ice Age) досі залишається предметом наукових дискусій. Точне визначення періоду Малого льодовикового періоду дає нам змогу порівняти кліматичні дані у різні періоди історії та у різних куточках світу, щоб накласти ці дані на суспільно-політичні процеси й зрозуміти їхню взаємопов'язаність. Метою цього дослідження є аналіз праць відомих вчених істориків та кліматологів, порівняння їхньої аргументації та датування ЛІА. Використовувані методи включають аналітичний метод, метод класифікації, систематичний огляд та аналіз моделей, а також синтез метод. Дослідження показало, що використання різноманітних проксі-даних, таких як аналіз деревних кілець, льодові керни, відкладення в озерах і морях, мають важливе значення для реконструкції кліматичних умов та визначення точних часових рамок ЛІА. Порівняння кліматичних аномалій, таких як «Мінімум Маундера» або «Середньовічний теплий період», використовуються для з'ясування подібностей і відмінностей у їхніх впливах та часових рамках. Зрештою, врахування історичних згадок, описів погоди, врожайів і природних катастроф суттєво допомагає у підтвердженні кліматичних змін. Встановлення точних дат початку і закінчення ЛІА є складним завданням через різні підходи до визначення кліматичних змін і неоднорідність географічного розподілу цих змін. У висновку, дослідження ЛІА вимагає комплексного підходу і врахування різноманітних чинників, таких як варіабельність інтерпретацій, контекстуальна важливість та методологічні обмеження, для досягнення найбільш точних та об'єктивних результатів щодо характеру та хронології цієї кліматичної аномалії.*

**Ключові слова:** *Малий льодовиковий період, Середньовічний кліматичний оптимум, Мінімум Маундера, Мінімум Шперера, Мінімум Дальтона, кліматологія.*

**Постановка проблеми.** Знаходячись з початку ХХ ст. у найсприятливішій кліматичній фазі з початку ХІV ст., історики часто повертаються до минулого, щоб знайти аргументовані попередження для сьогоdnішніх поколінь щодо негативних впливів зміни клімату на суспільства. Шляхом реконструкцій минулих температур вони узалежнюють розвиток політичних та соціально-економічних систем Європи за останні 1000 років від кількох холодних періодів. На ці температурні зміни, періоди похолодань, зокрема у Західній і Центральній Європі, впливали певні формуючі фактори, такі як коливання сонячного випромінювання (зменшення сонячного надходження) на тлі повільних коливань орбіти Землі, зниження океанічної циркуляції, вулканічні радіаційні зміни (охолодження сульфатними аерозолями внаслідок вибухового вулканізму) тощо [1, р. 91-108; 2].

Малий льодовиковий період (LIA) є одним із найважливіших кліматичних феноменів пізнього голоцену, що вплинув на розвиток природних і соціальних процесів у багатьох регіонах світу. Хоча загальноприйнятою є думка, що цей період тривав приблизно від XIV до XIX століття, датування його початку, піків активності та завершення є предметом активних наукових дискусій. Попри численні дослідження, встановити чіткі межі LIA в різних частинах світу залишається складним завданням через різноманітні кліматичні, соціальні й економічні фактори, що впливали на його прояв.

Проблема датування LIA ускладнюється також через використання різних методологій і джерел даних, таких як історичні документи, дендрохронологія, льодовикові керни, морські осади та інші. Різні джерела часто надають суперечливу інформацію про періоди екстремальних кліматичних явищ, що вимагає багатодисциплінарного підходу для коректного датування й аналізу феномену. Це породжує необхідність перегляду існуючих датувальних методик та розробки нових моделей, що дозволять точніше визначити хронологічні межі LIA на основі об'єктивних даних.

Отже, основною проблемою є не лише відсутність узгоджених хронологічних меж LIA, але й різні інтерпретації його причин і наслідків, що мають важливе значення для розуміння кліматичних змін і їхнього впливу на природні та соціальні системи.

Період приблизно з 900-950 pp. і до 1250-1300 pp. на земній кулі у **науковій літературі** називають міжконтинентальна «Середньовічна кліматична аномалія» (англ. «Medieval Climate Anomaly», MCA, термін, що використовується міжнародними кліматичними експертними організаціями) [3]. Її ще називають «Середньовічним теплим періодом» (англ. Medieval Warm Period, MWP, термін запропонований Г'юбертом Лембом, якого дотримується низка провідних вчених-кліматологів, зокрема Крістіан Пфістер) [4; 5, p. 168]. Ле Руа Ладюрі називав цей період «Малим (середньовічним) оптимумом», часові рамки якого визначив приблизно від 900 і до 1300 р. н.е. Він характеризується незначним підвищенням спеки, аграрною експансією до часу появи готики. Попри складність калібрування даних та реконструкції клімату за історичними джерелами Середньовіччя, історики усе ж здійснили реконструкцію теплих і холодних аномалій під час MCA. Пфістер зауважує, що випадкові фенологічні спостереження, які повідомляють про несвочасну активність рослинності в зимові місяці, з'являються в Європі з початку XII ст. Перше відоме спостереження такого роду міститься в римованій хроніці з Льежа (Бельгія), де повідомляється, що стигла полуниця була знайдена на Різдво 1116 р. н.е., що підтверджує враження про виключно теплий період [4, p. 538]. Це, однак, не означає, що не було холодних зим; лише на рубежі XIII ст. окремі літописці почали описувати зими, зокрема зими з фазами сильних морозів (1205/06, 1206/07 і 1220/21 pp.) [4, p. 538]. За висновками Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC), «реконструкції

температури поверхні в континентальному масштабі показують багатодесятирічні періоди під час середньовічної кліматичної аномалії (950-1250 рр.), які в деяких регіонах були такими ж теплими, як в середині XX ст., а в інших такими ж теплими як наприкінці XX ст. Існує велика впевненість, що не тільки зовнішні орбітальні, сонячні та вулканічні впливи, але й внутрішні (хаотичні) мінливості (клімату) внесли значний внесок у просторовий малюнок і час зміни температури поверхні між середньовічною кліматичною аномалією та малим льодовиковим періодом (його найхолодніший період експерти IPCC зазвичай позначають між 1450 і 1850 рр. – *Т.Б.*)» [3, р. 37-38]. Проте «дуже мало ймовірно, що коливання температури від 1400 до 1850 рр. можна пояснити тільки внутрішньою (хаотичною) мінливістю, – зазначає далі група експертів IPCC. – Існує середня впевненість, що зовнішні впливи сприяли коливанням температури Північної півкулі від 850 до 1400 рр., і що зовнішні впливи сприяли коливанням температури в Європі протягом останніх п'яти століть» [3, р. 77]. Американський астролог Джон Едді виділяв можливий період аномально високої сонячної активності, який припадав на XII – початок XIII ст. Про цей період можна судити як про «Великий максимум сонячного циклу», який називають ще «Середньовічним сонячним максимумом» (англ. «Medieval Solar Maximum», MSM). Під час цього «Великого максимуму», на думку Дж. Едді, Сонце могло бути більш активним, ніж ми звикли спостерігати в сучасну епоху [6, р. 1196]. В цьому контексті між науковцями тривають дискусії на тему наступного після MSM кліматичного періоду, названого «Малим льодовиковим періодом». У 1939 р. цей термін вжив голландсько-американський геолог Франсуа Еміль Маттес (François Émile Matthes, 1874-1948), хоча спершу це визначення використовувалося для позначення останнього 4000-річного періоду розширення та відступу гірських льодовиків. Упродовж останніх близько ста років дискусії на тему LIA тривали на трьох рівнях. На першому рівні учені збирали аргументи, щоб підтвердити чи спростувати Малий льодовиковий період за останні бл. 1000 рр. На другому рівні, після незаперечних доказів існування холодного розширення у двох півкулях, все ще тривають наукові суперечки щодо доцільності використання у науці терміну LIA. Третій рівень дискурсу: які часові рамки початку і завершення останнього LIA.

**Постановка завдання.** Метою статті є розгляд аспектів, пов'язаних з точністю і надійністю встановлення часових рамок цього історичного кліматичного періоду.

**Виклад основного матеріалу.** Перший рівень дискусії – доведення значного похолодання між 1300 і 1850 рр. (з певною похибкою), як вже було зазначено значною мірою у минулому, не викликає сумнівів: період похолодання як аномалія підтверджується великим числом всесвітніх проксі-даних. Повторимося, що дослідження клімату за останні 1000 років здійснюється вченими на основі даних з природничих архівів, метеорологічних вимірювань

(reconstructions) та модельної імітації (model simulation), які постійно вдосконалюються [2]). Існування холодної аномалії підтверджують не лише дослідження кілець дерев у Європі, але й різноманітні регіональні (нематерикового європейського походження) проксі-дані – від гренландських льодових кернів і до південноафриканських спелеотем (печерних відкладів). Врешті, зауважує американо-фінський історик і кліматолог Сем Уайт, навіть в Антарктиці дані про температуру у свердловинах вказують на ЛІА як на «найбільшу кліматичну аномалію за останні 1000 років» із середньою температурою на  $0,52 \pm 0,28^{\circ}\text{C}$  нижчою, ніж у ХХ ст. Для Європи похолодання з бл. 1300 до приблизно 1800 р. підтверджують також німецькі дослідження спелеотем [7, р. 328]. Незаперечним фактом залишається те, що людство, починаючи з XIV ст., зіткнулося з найвиразнішою глобальною кліматичною аномалією за останні 8000 р. (до сучасного глобального потепління). Тому наступний рівень дискусії в наукових середовищах – це доцільність називати період нижчих температур саме «Малим льодовиковим періодом» (див., зокрема, полеміку між Семом Уайтом [7] та Морганом Келлі та Кормаком О Града [8]). Низка американських та європейських дослідників історії клімату схильні розглядати ЛІА як кліматичний термін, який використовується для вільного опису періоду нижчих глобальних температур. Британський вчений-кліматолог Філ Дуглас Джонс (P. D. Jones, 1952) та американський вчений-кліматолог Майкл Еван Манн (M. E. Mann, 1965) на основі своїх досліджень приходять до висновку, що різкі відмінності між регіональними та півкульними/глобальними минулими тенденціями, а також відмінності між змінами температури поверхні та опадами/посухами підкреслюють обмежену корисність у використанні таких термінів, як «Малий льодовиковий період» і «Середньовічний теплий період» для опису минулих кліматичних епох [9, V.42/2:1; 10, р. 111].

Нині також триває дискусія щодо різної історичної періодизації ЛІА, МСА (акцентується увага лише на регіональному їх застосовуванні). Якщо період похолодання, умовно названий ЛІА таки мав місце в півкульному вимірі, то коли він розпочався та наскільки точними (хибними) можуть бути хронологічні дати ЛІА; якою мірою коливання клімату ЛІА призвело до екстремальних подій в історії, скажімо, у XIV ст. (бубонна чума тощо) і далі; чи могли ці події (легко) відбутися без «втручання» ЛІА, – ці та інші питання все ще актуальні, полемічні в академічних міжнаціональних дискусіях і панелях [11; 12; 7; 8]. Велика регіональна відмінність у термінах льодовикових просувань можуть давати значні регіональні варіації охолодження. Відтак початок ЛІА для різних регіонів коливається між 1300 і 1450 рр., а його завершення між 1850 і 1900 рр<sup>1</sup>, що може робити термін ЛІА до певної міри суперечливим [9, V.42/2:1]. Сем Уайт і інші історики та «кліматологи-адвокати»

<sup>1</sup> Провідний історик-кліматолог, швейцарець Крістіан Пфістер (нім. Christian Pfister, (нар. у 1944 р.) вважає, що переважання аномалії холоду, відтак ЛІА завершився у 1895 році [31].

загальноживаного для Північної півкулі (NH) терміну LIA вважають, що «основні докази для LIA походять саме з проксіданих, тоді як документальні реконструкції можуть допомогти нам зрозуміти (лише) конкретні періоди та деталі клімату, а також людські виміри клімату та погоди». Тому більш корисно і точніше було б застосувати термін LIA, ніж відхилити його; і в цьому питанні ученими нині скоріш досягнуто консенсусу [7, р. 336, 351-352]. Учені з Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC), услід за ними й інші науковці вважають, що «немає точної згоди щодо того, які дати позначають початок і кінець «Малого льодовикового періоду», але період приблизно від 1350 до приблизно 1850 рр. є розумною оцінкою» [7, р. 347].

Е. Ле Руа Ладюрі [13, р. 9], низка сучасних вчених (Метью Дж. Оуенс, Майк Локвуд, Ед Хокінс, Ілля Усоскін, Гарет С. Джонс, Люк Бернард, Ендю Шурер, Джон Фасуло [14] та інші ведуть початок останнього LIA (або «Бореального Малого льодовикового періоду», англ. «Boreal Little Ice Age» (BLIA)) приблизно з 1300 р. Історики клімату також неодмінно зауважують, що згадувані роки, які відокремлюють один період від іншого, необхідно інтерпретувати як приблизні орієнтири [5, р. 172]. Поява близько 1300 р. LIA або «Раннього сучасного охолодження» (Early modern cooling) була спричинена, на думку кліматологів, сукупністю кількох кліматичних впливів – зовнішнього орбітального, сонячного та вулканічного [3, р. 37-38]. На думку Сема Уайта, одного із найбільш палких захисників терміну LIA, можливо, саме орбітальний вплив був найвагоміший, «адже невеликі зміни в обертанні Землі навколо своєї осі та обертанні навколо Сонця повільно зменшили інтенсивність сонячного випромінювання, що досягає Північної півкулі NH з моменту свого піка принаймні вісім тисячоліть тому, що призвело до поступового охолодження, яке прискорилося приблизно в 1300 р. н.е.» [7, р. 345]. Історики-медієвісти продовжують сперечатися про початок LIA і зазвичай датують завершення перехідного періоду від «Середньовічної кліматичної аномалії» (MCA) до LIA приблизно 1300 р. Проте окремі вчені схильні продовжувати перехідний період від MCA до LIA роками посухи у континентальній Європі 1302-1307 рр. (унікальна суха аномалія у XIII й XIV ст.), інтерпретуючи її як показник швидкої зміни клімату на початку XIV ст. [15, р. 2343-2344]. І навіть холодну та вологу аномалію 1315-1321 рр., яка призвела до голоду у північно-західній Європі («аномалія Данте») [16] і холодну аномалію 1340-х рр. інколи розглядають як частину кліматичного зсуву від MCA до LIA [15, р. 2343]. Пфістер разом зі швейцарськими колегами-кліматологами зауважує, що зими протягом 1300-1329 рр. були вже на 1,0°C холоднішими ніж у XIII та XX ст. Це приблизно відповідає найхолоднішому чітко задокументованому 30-річному інтервалу 1781-1810 рр. І власне це яскраво виражене похолодання в перші три десятиліття XIV ст. знаменує перехід від MCA до LIA [4, р. 541].

Ми використовуємо часове визначення LIA – бл. 1300-1850 рр. – для країн Центрально-Західної Європи та басейну Середземномор'я, що дозволяє більш

точно виміряти його регіональні типові дати й вплив на клімат та суспільства у цих регіонах. Тут ми стикаємося з кількома визначеннями ЛІА. Поряд із часовим визначенням ЛІА, який швидше використовується у природничих науках (його хронологічні рамки охолодження бл. 1400-1850 рр.), учені окремо виділяють ЛІА з людським виміром і євроцентричним ухилом. Його часові рамки – від 1310-х рр. (Великий голод у Європі) до останньої кризи прожиткового мінімуму у західному світі у 1790-1810-х рр. «Хоча тенденція до охолодження не стала глобальною до 1400 р., вона вже була очевидна в найбільш густонаселених частинах світу бл. 1300-х рр.», зазначає Уайт [7, р. 349]. Тому у цьому контексті для євроцентричного ЛІА виправдана і припустима більш рання ширша періодизація.

Останній ЛІА, який в різний спосіб задокументувала природа і людство поділяють на кілька етапів, найбільш характерних для Центрально-Західної Європи. Його перша фаза холодного розширення – XIV ст., почалася приблизно з 1303 і тривала до 1380-1400 рр., і характеризується сильним просуванням швейцарських льодовиків, зима у Європі стає більш холодною та часто сніжною; літо прохолодне, дощове та шкідливе для зернових. У XIV ст. задокументовано 89 європейських зим, 22 сезони були холодними, а п'ять екстремально холодними [5, р. 173]; замерзали основні озера та річки материкової Європи, включаючи Сену, Луару, Рейн, Рону, навіть По на півночі Італії (вважається, що товщина льоду на Нижній Роні сягала приблизно 4,5 м). У 1306 р. у французькому місті Валансьєнн (фр. Valenciennes, північний схід Франції) морози тривали сім місяців [5, р. 173]. Дощові сезони 1314-1316 рр. спричинили Великий європейський голод часів Середньовіччя, який символізує собою кінець золоті доби економічного зростання та оптимізму XIII ст. 1315 р. у Західній та Центральній Європі дослідники називають «роком без літа», коли проливні дощі лили майже безперервно протягом середини квітня – початку серпня, а рідкісні холоди затримували врожай зернових та дозрівання винограду [5, р. 175].

На початок ЛІА припадає Столітня війна (1337) та «Велика чума» (англ. Great Plague (1348-1349)) або «Чорна смерть». Холодний літній сезон 1347 р. також став іменуватись «роком без літа». Пфістер припускає, що літо та осінь 1347 р., напередодні спалаху «Великої чуми» – були, мабуть, найхолоднішими в тисячолітті, а 1340-і рр. були найгіршим десятиліттям XIV ст. [5, р. 176, 181]. Англійський історик Ієн Мортімер, спираючись на сучасні дослідження, припускає, що від «Великої чуми» загинуло 60% населення в більшості регіонів Франції; можливо трохи більше ніж 60% в Англії, Каталонії та Наваррі; близько 50-60% в Італії; лише рівень британської смертності в 1348-1349 рр. був майже у 200 разів більшим, ніж під час Першої світової війни [17, р. 96-99]. За якихось півстоліття (XIV ст.) Європа, ймовірно, змінилася до невпізнання у порівнянні з теплим XIII ст. Хвиля пандемії могла вбити у середині 1300-х рр. до 50 млн. людей, включаючи до третини населення Європи. Це єдиний раз (до середини

XXI ст., коли аналітики прогнозують зменшення населення світу вперше після «Чорної смерті»), коли кількість людей на Землі скоротилася із приблизно 400 мільйонів до 350 мільйонів [18].

Необхідно звернути увагу на те, що протягом останніх кількох десятиріч років учені виділяють різні рівні прямої й непрямой взаємодії між кліматом і суспільством минулого. Так, хвилі пандемій бубонної чуми у ЛІА стали регулярними, вона поверталася у Європу приблизно кожні вісім – дванадцять років: у 1361-1362, 1369, 1374-1375 рр. На цьому фоні поширюється рух антипап у Католицькій церкві (з 1378 р.) та проповіді про наближення кінця світу; численні катастрофи та зміни пір року пояснювались зіпсованими моральними установками. У XV ст. менш інтенсивні наступні спалахи чуми продовжували забирати життя мільйонів людей; у 1478-1480 рр. чергова хвиля великої пандемії забрала життя від 10 до 15% населення. Однак, як справедливо зауважує Іен Мортімер, «загибель більше ніж половини населення не означає, що люди зреклися прав власності або відмовилися від циклів сівби та збирання врожаю» [17, р. 99]. Протягом XVI та XVII ст. чума кілька разів завдавала хаосу у Франції. Пік епідемії чуми припадає у Франції на 1583-89 рр. [19, р. 708] – критичний для французької історії період, коли «очікуваний випадок» (вбивство Генріха III) достроково завершив правління династії Валуа.

Структуруючи вплив клімату на суспільства історик Ян Де Вріз (Jan de Vries) ще у 1980 р. запропонував розрізнити довгостроковий, кон'юнктурний і короткостроковий вплив клімату на суспільство (long-term, conjunctural, and short-term climate impacts on society) [20]. Серед наслідків довгострокового впливу клімату були руйнування держав і імперій, міграція народів тощо; клімат водночас лише один із факторів – більших чи менших, що спричинювали епохальні зміни. Кон'юнктурний або середньостроковий вплив – це повторюваний вплив на певні важливі соціальні інструменти життя як, скажімо, вплив погодних умов на величину врожаю, відтак ціну на зерно. Короткостроковий вплив – це кризи прожиткового мінімуму та короткочасні екстремальні погоди, стихійні лиха [21].

К. Пфістер, Ш. Каменіш, Ф. Жауме-Сантеро, С. Уайт, Е. Гарньє, М. Шабалова, Ван Енгелен та інші дослідники на основі документальних свідчень здійснили реконструкції сезонних температур у низці європейських країн і визначили найбільш контрастні роки ЛІА у Центрально-Західній Європі. Індeksi Пфістера (названі на честь Крістіана Пфістера) – це кліматичні індeksi реконструкції температур минулого за 7-бальною шкалою. Ці реконструкції проводяться шляхом кількісної оцінки інформації з історичних архівів (нотатки і якісні спостереження, що збереглися в історичних документах) і, одночасно, оцінки невизначеності, пов'язаної з тими ж історичними документами з погляду надійності джерела, якості даних і регіонального впливу. Отже, індeksi Пфістера нині важлива частина методології для дослідження клімату і температур в певному історичному масштабі на основі відомих даних для

певних територій [22]. Для різних періодів кінця Середньовіччя і раннього Нового Часу Крістіан Пфістер виділяв періоди соціальної вразливості до клімату. Швейцарський учений запропонував у таких випадках використовувати термін «Малий льодовиковий період – Тип впливу» – «Little Ice Age - Type Impacts» (LIATIMP). Виходячи з базових моделей кліматичного впливу на суспільство (спричинених головним чином прохолодною весною і дощовим літом), запропонованих Пфістером, можна по-новому визначати рівень впливу кліматичного стресу на політичні кризи та війни [23; 21, р. 101-102]. Це стосується як релігійних війн, кількох революцій у Франції, так і загальноєвропейського військового катаклізму під назвою «Тридцятилітня війна» у Центральній Європі. Підходи Пфістера щодо типів впливу клімату на суспільство нині відображені у низці досліджень, що стосуються аналізу впливу погоди та клімату на країни Західної і Центральної Європи.

Разом з індексами Пфістера в історичній кліматології для реконструкції сезонних температур застосовується Байєсівський метод (Bayesian method) [24], також він важливий для інших галузей науки про клімат: зокрема для палеокліматичних реконструкцій, повторного аналізу та інтеграції письмових описів із фізичними проксі-джерелами тощо. Для застосування цього методу повинна бути достатня кількість історичних інструментальних записів для певного регіону чи країни у певному часовому масштабі. Відповідно до цієї реконструкції зимових і літніх температур (зокрема це стосується сучасних Нідерландів та бельгійської Фландрії, беручи до уваги те, що більша частина інформації з документальних даних доступна лише для літа та зими) з середини VIII – до початку XVIII ст. н.е. й з продовженням спостережень до кінця XX ст., можемо констатувати, що XX ст. було найтеплішим століттям за останні принаймні 1000 років з погляду зимових температур.<sup>2</sup> Наступне десятиліття XXI ст. теж підтверджує цю тенденцію (найтеплішого періоду) у той час, як XIII ст. було найтеплішим з погляду літніх температур. В обох сезонах найхолодніший столітній період припадав приблизно на 1600 р. [25, р. 219-242].

В рамках наукової доктрини останніх десятиріч прийнято вважати, що близько 1400 р. була перервана перша фаза холодного розширення LIA [26, р. 61]. Малий льодовиковий період за своє майже 600-літнє просування європейськими регіонами, включав десятиліття з екстремальними позитивними та негативними коливаннями температури, а також фази без будь-яких аномалій, до яких країни Центрально-Західної Європи підходили з рівним рівнем готовності та адаптації, що своєю чергою позначалося на стабільності політичних режимів. Вважається, що у період між 1500 і 1560 рр. у Європі в рамках LIA були досить м'які температури. Щодо абсолютних літніх

---

<sup>2</sup> Згідно з висновками експертів IPCC (2013), для середньорічних температур NH період 1983-2012 рр., ймовірно, був найтеплішим 30-річним періодом за останні 800 років (висока ймовірність) і, ймовірно, найтеплішим 30-річним періодом за останні 1400 років (середня ймовірність) [3, р. 77]



температурних рекордів і антирекордів у рамках «Малого льодовикового періоду» науковцям відомо, що літо 1540 р. виявилось найпосушливішим і найтеплішим у XVI ст.; літо 1556 р. – найтеплішим за останні 500 років в Альпах, а також в Нідерландах і, ймовірно, в Європі в цілому. Натомість літо 1627 р. було найбільш вологим за останні 500 років, зокрема й в Нідерландах. З приватного листування Ордену єзуїтів у Кастилії (Іспанія), дослідникам стало відомо, що у період 1634-1648 рр. (Тридцятилітня війна) переважали інтенсивні опади й холодні хвилі, зокрема це складало 500-річний рекорд сезонних опадів в Іспанії [27, р. 41]. Літо 1719 р. було одним із найспекотніших у XVIII ст. у Франції та Нідерландах. 1816 р. – найхолодніше літо в історії Європи (унаслідок виверження вулкана Тамбора в Індонезії у 1815 р., одного з найбільш відомих вивержень вулканів в історії) з початку документування метеорологічних спостережень; цей тотальний «рік без літа» спровокував бунти, політичні розбрати, широкомасштабні епідемії холери та погіршив соціально-політичні наслідки наполеонівських війн у Європі [28; 29]. 1816 р. ознаменував собою «останню ізольовану глобальну катастрофу» LIA [7, р. 350]. Натомість вже через кілька років – 1822-го, літо було дуже теплим у більшій частині Європи, зокрема в Альпах [19, р. 711].

Протягом останніх 1000 років відбулося п'ять великих сонячних мінімумів і одне тривале холодне коливання – проміжки часу, коли спостерігалася низька або найнижча у порівнянні з іншими періодами сонячна активність. Низька активність сонячних плям була пов'язана з меншим викидом на Сонці, відтак менша кількість сонячної енергії відобразилася на ступені нагрівання поверхні Землі. Вченими здійснена низка спроб дослідити виникнення нетипово низької активності сонячних плям – великих сонячних мінімумів у минулому, використовуючи дані радіовуглецю <sup>14</sup>C у кільцях дерев.

Перші два мінімуми – Оорта (англ. Oort, бл. 1021-1060 рр. н.е.) та Вольфа (англ. Wolf, бл. 1279-1349 рр. н.е.) припадають на «Середньовічний сонячний максимум». Мінімум Вольфа слугував переходом до «Малого льодовикового періоду»; під час цього періоду у всьому світі відбувалось зниження сонячного випромінювання [30, р. 301-309]. Три інші мінімуми припадають на «Малий льодовиковий період» і складають періоди помітної сонячної аномалії за останні 1000 років, найнижчої сонячної активності, що відбилося на кліматі. Вони відображені екстремальними холодами, якщо брати до уваги індекс суворості зими в Парижі та Лондоні [6, р. 1196, 1202]. Різні моделювання виявили середнє зниження температури Північної півкулі з 1050-1079 до 1450-1479 рр. приблизно на 0,4 °C [32; 2].

Перший «період сонячної тиші», що відбився на пониженні температури принаймні на європейському континенті – це сонячний «мінімум Шперера» (англ. The Spörer Minimum, SPM), який дослідники ще визначають як «Великий сонячний мінімум Шперера». Визначення «мінімум Шперера» було запропоноване американським фізиком-астрономом Джоном Алленом Едді

(англ. John Allen Eddy (1931-2009)) у 1976 р. на честь німецького астронома Густава Шперера (нім. Gustav Spörer (1822-1895)), відомого своїми дослідженнями сонячних плям і сонячних циклів плям. Досі тривають дискусії щодо хронологічного періоду «мінімуму Шперера». Джон А. Едді вважав, що цей період розтягнувся з 1460 до 1550 рр. (або ж з 1450 по 1540 рр.). Хоча згодом на основі різноманітних проксі-даних дослідники почали схилитися до того, що «мінімум Шперера» був більш тривалим – близько 160 років, з 1390 до 1550 рр. Період приблизно встановлений на основі дотелескопічних випадкових спостережень неозброєним оком сонячних плям і полярних сьйв, що здійснювались переважно на Далекому Сході й були описані у XV-XVI ст., а також з вимірювань вуглецю  $^{14}\text{C}$  у кільцях дерев.

Швейцарські науковці та вчені з низки європейських університетів на основі кліматичних реконструкцій та новітніх моделювань дійшли висновку, що період раннього «мінімуму Шперера» взимку 1431-1440 рр. був найхолоднішим десятиліттям у Західній та Центральній Європі в XV ст., який спричинив замерзання річок і озер у Центральній Європі, Англії та Нідерландах з періодичними хвилями морозів у квітні та травні [7, р. 2116-2117]. Холодний період був викликаний вибуховим вулканізмом та зниженням сонячного опромінення. Вчені констатували, що «сильний сезонний перепад температур зменшив виробництво продуктів харчування та призвів до підвищення цін на продукти, кризи прожиткового мінімуму та голоду в деяких частинах Європи» [2, р. 2108]. Європейські суспільства в цілому не були готові впоратися з падінням ринків і перерваними торговими шляхами та влада змушена була шукати шляхи адаптації до холодів, зокрема було запроваджено потужності для зберігання зерна на випадок повторення скорочення виробництва [2, р. 2108]. Основний кліматичний вплив першого порядку характеризується зниженням, починаючи з 1430 р. виробництва їжі. Неврожаї майже кожного року цього десятиліття фіксувалися у Франції, Англії, Німеччині, Нідерландах, Чехії. В архівних джерелах згадуються замерзлі виноградники, спустошене озиме зерно, нестача дров і деревного вугілля. Вплив другого порядку позначився в цілому на зростанні економік західно- та центральноєвропейських країн. Зростання цін на дефіцитні товари, продукти харчування та дрова (1432-1433 рр.) спостерігалися у Парижі, Кельні, Аугсбурзі, Магдебурзі, а також у Шотландії, Ірландії, Австрії, Чехії. Учені простежують очевидні зв'язки між холодною вологою погодою та епідеміями й різноманітними інфекціями. Проте зв'язок між погодними умовами та чумою залишається все ще дискусійним [2, р. 2116-2117]. Кліматичний вплив третього порядку є демографічним і соціальним. Вважається, що внаслідок SPM, а також голоду у 1438-39 рр., випадків смерті від чуми у 1440-1450-х рр. населення Європи впало до найнижчого рівня у Пізньому Середньовіччі. Вплив четвертого порядку під час «мінімуму Маундера» характеризувався культурними реакціями європейських суспільств. Шанування святих, релігійні процесії, звинувачування ромів у здатності

змінювати й впливати на погоду, а також звинувачування євреїв у лихварстві у кількох частинах Священної Римської імперії, підозри «вільдом» у впливі на зміни погоди у XV, XVI, XVII ст. тощо [2, р. 2119].

Після «мінімуму Шперера» наступило нове явище охолодження, назване «коливанням Гріндельвальда» (від назви льодовиків в Гріндельвальді, Швейцарія), яке тривало приблизно протягом 1560-1628-х рр. Вважається, що температура під час цього періоду була на 1-2 градуси Цельсія нижчою, ніж середні показники XX ст. Причиною коливання також була вулканічна та сонячна активність, зміни в атмосферній та океанічній циркуляціях, що спричинило зміни опадів та шторми в різних регіонах. Після цього холодного коливання – наприкінці 1620-х рр. наступила тепліша, більш суха коротка перерва в LIA, що було лише затишшям перед його найхолоднішою фазою.

Другий, найбільш резонансний сонячний мінімум LIA відомий як «мінімум Маундера» (англ. The Maunder Minimum, MM). Він складає, як було уже сказано, найхолодніший екскурс Малого льодовикового періоду у проміжку від 1645 по 1715 р. та відзначається надзвичайно низькою активністю Сонця і майже повною відсутністю сонячних плям. Тому його ще називають «останнім великим мінімумом». Джон Аллен Едді, перерахувавши кількісні описи «мінімуму Маундера» вказав на періоди, коли сонячних плям не було видно взагалі: у періоди між 1656 і 1660, 1661-1670, 1689-1695, 1695-1700 та 1710-1713 рр. Загальна кількість плям, які спостерігалися з 1645 по 1715 р., була меншою, ніж ми бачимо в один активний рік за нормальних нинішніх умов [6, р. 1192, 1201]. Звернемо увагу, що коли у серпні 1671 р. французький астроном Жан Пікар (фр. Jean-Felix Picard (1620-1682)) опублікував резонансне відкриття першої за останні 10 років спостережень (з 1661 р.) сонячної плями, він викликав неабиякий резонанс у наукових колах. Цю резонансну подію – першу побачену за довгий період спостережень сонячну пляму – високо оцінив італійський та французький астроном, керівник Паризької обсерваторії Джовані Доменіко Кассіні (іт. Giovanni Domenico, фр. Jean-Dominique Cassini (1625-1712)), її незалежно спостерігав польсько-німецький астроном Ян Гевелій (Johannes Hevelius (1611-1687)); в цілому відомо про шість досліджень сонячної плями 1671 р. і це говорить про те, що Сонце протягом цих років ретельно досліджувалося [33, р. 22]. Однак у XVIII ст. про важливе відкриття тривалої відсутності сонячних плям забули, поки наново до цієї теми не повернулися наприкінці XIX ст. Густав Шперер і Едвард Маундер.

Густав Шперер першим ґрунтовно науково узагальнив (1889) тривалий період низької активності сонячних плям і майже повну відсутність таких. Після його смерті це дослідження активно продовжив і розвинув Едвард Волтер Маундер. Тож цей період найнижчої сонячної активності згодом був названий на честь англійського астронома, засновника Британської астрономічної асоціації Едварда Волтера Маундера (англ. Edward Walter Maunder (1851–1928)). Проте наприкінці XIX – початку XX ст. наукові кола холодно сприйняли

дослідження Густава Шперера і його продовжувача Едварда Маундера про відсутності сонячних плям у другій половині XVII ст., поки у 1976 р. американський астроном Джон Аллен Едді не опублікував своє історично важливе дослідження в одному із провідних академічних журналів світу «Science» під назвою «Мінімум Маундера» [33, р. 24-25]. Джон А. Едді наново інтерпретував найрізноманітніші джерела, доводячи надзвичайно низьку сонячну активність у другій половині XVII ст. Зокрема, разом з іншими дослідниками він виявив, що тривала аномалія деревних кілець охоплювала той самий період, що й «мінімум Маундера» – з 1645 по 1715 р. [6, р. 1199]. Цей найхолодніший період LIA розглядається науковцями як переконливий доказ значного прямого впливу Сонця на клімат [14]. Згодом вченими було здійснено перехресну перевірку минулої сонячної активності завдяки даним про північні (полярні) сьйва. У результаті проведеної перевірки учені виявили, що у період між 1645 і 1715 рр. була помітна відсутність полярних сьйв, які є історичними індикаторами сонячної активності. Отже, разом зі спостереженнями за затемненнями Сонця було підтверджено мінімум сонячних плям у цей історичний період [6, р. 1192-1193, 1199, 1201; 34] і доведено у такий спосіб найхолодніший період LIA. Необхідно зауважити, що для вивчення впливу циклів сонячних плям на охолодження LIA кліматологи не можуть опиратися на локальні реконструкції погоди на основі різноманітних документів. Вони беруть температурні реконструкції зі всього світу, зокрема конкуруючі: таке явище океанічної атмосфери як El Niños і виверження вулканів [7, р. 335].

У наукових колах прийнято окремо розглядати «пізній мінімум Маундера» (LMM), який датують з 1675 по 1715 р. [35, р. 29-54]. Цей період збігається з посиленою вулканічною активністю та, знову ж таки, зі суттєвим зменшенням кількості сонячних плям. Зазначимо також, що група англійських, фінських та американських вчених [14], піднявши поріг кількості сонячних плям у 20 для визначення ММ і його впливу на клімат, ведуть початок «мінімуму Маундера» не від традиційного 1645 р., а від 1637-го, закінчують його 1719 р.

Третій період зниження активності сонячних плям під час LIA – це «мінімум Дальтона» (англ. The Dalton Minimum, DM), названий на честь англійського метеоролога Джона Дальтона (англ. John Dalton (1766-1844)). Його називають ще «сучасним мінімумом». Він стався приблизно між 1790 і 1830 рр. Кількість сонячних плям на піку сонячних 11-річних циклів становив у цей період приблизно одну третину від тої кількості плям, яка звично спостерігається під час нормальних сонячних циклів. Виверження вулканів, разом зі зменшенням загального сонячного опромінення сприяли чи призводили, як доводять численні дослідження, до великомасштабних змін температур [14]. До того ж учені вважають, що першим задокументованим визнанням того, що вулканічна активність може впливати на погоду було припущення Бенджаміна Франкліна, висловлене ним у 1784 р. (його доповідь під назвою «Meteorological Imaginations and Conjectures») [28, р. 125].

Реконструкцію сонячних плям вчені здійснюють також на основі надлишку вуглецю 14C (вступаючи у реакцію з киснем, він утворює вуглекислий газ, який потрібен рослинам у процесі фотосинтезу); ці вимірювання здійснюються в живих і стародавніх деревах, таких як американська секвоя тощо. При тім реконструкція вуглецю 14C після 1900 р. ускладнюється спалюванням викопного палива та використанням атомної зброї, що спотворює сонячний сигнал у даних 14C. Варто зауважити, що для реконструкції кліматичних даних до 1610 р. (часу застосування телескопа для спостережень за Сонцем) сонячну активність вимірюють виключно вмістом вуглецю 14C [14].

Сонячна активність під час ММ була близькою до найнижчого рівня за останні 8000 років. Пфістер і Ваннер у своєму дослідженні «Клімат і суспільство в Європі – останнє тисячоліття» пишуть, що «після 1560 р. суворі зими стали майже правилом до середини 1890-х рр. Періоди між 1573 і 1608 і 1684 і 1740 рр. були екстремальними з погляду частоти замерзання озер і річок» [5, р. 298]. Зима 1708-1709 рр. стала найхолоднішою в Європі принаймні за останні 500 років, із нижчою на 3°C середньою температурою в Європі. Усі ці зими, на думку кліматолога Юрга Лютербахера, збігаються з дуже холодними умовами за європейською шкалою. Відповідно до виведеної шкали опадів, на початку XVIII ст. (в самому кінці «пізнього мінімуму Маундера») опади демонструють сильну мінливість із постійними дощами взимку 1706-1707 до літа 1709 р. та посухами протягом зими 1711-1712 рр. та між весною 1714 та осінню 1715 рр. [27, р. 43]. Це багато що пояснює, аналізуючи економічні кризи в низці європейських країн, зокрема у Франції, де смерть короля Людовика XIV у 1715 р. від гангрені мало хто оплакував. В цілому щодо повеней міжнародні кліматологи з високою впевненістю стверджують, що за останні п'ять століть у північній і центральній Європі, західному Середземноморському регіоні відбулося повеней більше, ніж вони були зареєстровані з XX ст. [3, р. 50]. Особливо суворі зими траплялися і після завершення «мінімуму Маундера», зокрема зими 1739-1742 і 1788-1789 рр. Проте вчені на основі реконструкцій зимових і літніх температур у Центрально-Західній Європі останнього тисячоліття стверджують, що період між приблизно 1400 і 1900 рр., за винятком помірної фази в середині 1700-х рр., був у середньому помітно холоднішим, ніж століття до чи після цього періоду [25; 7, р. 335].

Важливим перехресним доказом холодних мінімумів ЛІА стали задокументовані дати весняного цвітіння японської вишні в Кіото, Японія (фенологічні дані починаючи з IX ст.). Результати аналізу японських даних засвідчили існування чотирьох холодних періодів, 1330-1350, 1520-1550, 1670-1700 та 1825-1830, протягом яких розрахункова середня температура березня у Японії становила 4-5 °C, приблизно на 3-4 °C нижче нинішньої нормальної температури. Ці холодні періоди збіглися з менш екстремальними холодними періодами у Європі, відомими як мінімуми Вольфа, Шперера, Маундера та Дальтона [36, р. 905-914].

За різними оцінками, у період з 1850 по 1900 рр. метеорологи, дослідники історії клімату мають справу з початком нового «малого оптимуму», або з «Модерним теплим періодом» (англ. Modern Warm Period, MWP). Також існує думка про остаточний початок цього періоду з 1900 р. У 1856 р. американська дослідниця Юніс Ньютон Фут (англ. Eunice Newton Foote (1819-1888)) була першим ученим, яка (під чоловічим іменем) опублікувала статтю, де продемонструвала зв'язок між надмірною кількістю вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>) та підвищенням атмосферних температур; це було перше в історії обґрунтування явища, яке ми називаємо «парниковим ефектом». Через три роки (1859) цю ж гіпотезу незалежно обґрунтував ірландський фізик Джон Тіндаль (англ. John Tyndall; 1820–1893), якого також називають засновником науки про клімат.

Модерний теплий період учені-кліматологи поділяють на «Коротке двадцяте століття» (англ. Short Twentieth Century, STC), з 1900 до 1988-89 рр. і подальший «Недавній теплий період» (англ. Recent Warm Period, RWP), який почався у 1989 р. і характеризується швидким потеплінням [5, р. 172]. Сучасні зміни клімату (з середини ХІХ ст. і до нинішнього часу) викликані в основному антропогенними факторами, включаючи збільшення концентрації парникових газів, аерозолів, результату спалювання викопного палива тощо [3; 10, р. 112]. Проте Перша світова війна, на думку Е. Ле Руа Ладюрі, тимчасово відтворює умови впливу клімату, які панували до 1860 – 1900 рр. Холодна зима 1916-1917 рр. вразила посіви, спровокувала дефіцит їжі в кайзерівській Німеччині й була однією з причин німецької революції 1918 р. [13, р. 12]. Невелике охолодження середньорічних показників спостерігалось протягом 1939-1940 рр. Фактор впливу клімату на перебіг військових кампаній в різні періоди історії (1709, 1812, 1918, 1940-1942, 2022-2024 рр.) потребував би детального розгляду й аналізу у кожному окремому випадку. У роки Другої світової війни мали місце три сильні зими одна за одною (1940, 1941, 1942), що частково відбилосся на Зимовій війні СРСР проти Фінляндії (1939-1940, морози до -40 °С). На думку Ле Руа Ладюрі холодні зими також сприяли поразці гітлерівських військ в СРСР (т.зв. кліше «генерал мороз») [13, р. 14]. Натомість радянський та польський маршал, в'язень сталінських таборів Костянтин Рокоссовський, згадуючи наступ німецьких військ на Москву, писав, що в середині листопада 1941 р. «холоди скували болота і німецькі танкові та моторизовані з'єднання... отримали більшу свободу дій (поза дорогами)» [37, р. 78] (температура коливалася тоді в межах -5...-10 °С). Аналогічно французький генерал, маркіз Жорж де Шамбре (фр. Georges de Chambray), аналізуючи «наполеонівську експедицію» в Росію 1812 р. (його праця «Історія експедиції в Росію», фр. «Histoire de l'Expedition de Russie») зауважував, що «холоднеча, суха і помірна, що супроводжувала війська від Москви до першого снігу, була більш корисна, ніж згубна (для французьких військ – Т.Б.)» (температура коливалася в межах 0°С до -3°С).

Очікування скосування доріг морозами, з розрахунку на коротку військову кампанію, було однією з причин відтермінування і початку повномасштабного вторгнення путінської Росії в Україну у лютому 2022 р. (температура у Києві в лютому 2022 р. коливалася від +11 до -4°C, у березні від +9°C до -10°C). Наприкінці лютого 2022 р. російська армія все ще хотіла повторити гітлерівську армію листопада-грудня 1941 р., сподіваючись на швидку стратегічну наступальну операцію, зокрема завдяки морозній погоді. Також Росії у перший рік повномасштабного вторгнення не вдалося знеструмити Україну і її столицю Київ, адже у листопаді – грудні 2022 р., під час тривалих ракетних обстрілів енергетичних об'єктів, більш тривала відсутність електроенергії й централізованого тепlopостачання змушувала б український уряд зайнятися питанням можливої евакуації киян. Теплий грудень 2022 р. значною мірою зірвав наміри росіян [38]. У грудні наступного, 2023 р., у Києві метеорологи фіксували новий метеорологічний рекорд теплої погоди, який побив 40-річний рекорд: 20 грудня 2023 р. температура досягла максимуму +10,6°C, перевищивши рекорд у столиці 1982 р. [39]. В цілому тепла зимова пора у Києві 2023/24 рр., яка у грудні 2023 р. відповідала температурі повітря на 1 квітня, значною мірою дозволила зберегти енергетичний баланс і уникнути ризиків відключень незруйнованої ще ракетними обстрілами української тепло- та гідроелектроенергії. Натомість на лінії українсько-російського фронту у цей час дощі та тумани впливали на бойові дії та бойовий дух, оскільки не дозволяли використовувати безпілотники; за мінусової температури та заморозків відбувалося обмерзання техніки.

Називаючи у лютому 2024 р. Путіна «божевільним S.O.B.», президент США Джоозеф Байден заявляв своїм виборцям, що «екзистенційна загроза людству» навіть не ядерна загроза, а саме клімат<sup>3</sup> [40]. Як показав згодом науковий й експертний аналіз, кліматична вартість перших двох років війни Росії з Україною (2022-2024) була більшою, ніж щорічні викиди парникових газів, що генеруються окремо 175 країнами, що посилює глобальну кліматичну надзвичайну ситуацію. Викиди парникових газів, пов'язані з 24 місяцями війни, зросли до 175 млн. тонн вуглекислого газу (tCO<sub>2</sub>e). У перші місяці війни більшість викидів були спричинені масштабним руйнуванням цивільної інфраструктури; після двох років війни найбільша частка викидів походила від поєднання бойових дій, ландшафтних пожеж і пошкодження енергетичної інфраструктури [41]. Війна Росії в Україні – це один з найбільших прикладів впливу на клімат за весь час спостережень за військовими конфліктами.

В рамках глобального потепління потребує окремих вивчень вплив клімату на зміни в політичному масштабі окремих регіонів. Е. Ле Руа Ладюрі дещо

---

<sup>3</sup> Повна цитата Байдена англійською звучала так: «We have a crazy S.O.B. that guy, Putin, others. And we always have to be worried about a nuclear conflict. But the existential threat to humanity is climate»; при тому SOB – son of a bitch перекладається як «сучий син» [40]

іронічно пов'язував «теплі» («оксамитові») революції у Східній Європі 1988-1989 рр. з новим і сильним кліматичним стрибком у напрямку тепла. Хоча в останні десятиріччя революції відбувалися не лише в діапазоні теплої погоди. Серед результативних революцій Східної Європи останніх десятиріч українська революція 2013-2014 рр. («Революція гідності») відбувалася за екстремальних холодних кліматичних умов: розпал революції у Києві припав на відчутні морози (температура наприкінці січня – початку лютого 2014 р. у Києві опускалася до  $-19^{\circ}\text{C}$ ) [29]; вже символічними стали слова одного із загиблих майданівців («Небесна сотня»), адресованих матері: «Мамо, чи це вже весна?» (температура в останні дні революції у лютому 2014 р. у Києві коливалася в межах  $3\dots-3^{\circ}\text{C}$ ) [42].

Чимало наукових оцінок підтверджують висновок про те, що наприкінці ХХ ст. подальше потепління є безпрецедентним у НН і, ймовірно, у глобальному масштабі [3; 10, р. 111]. Останній теплий кліматичний стрибок, який усе ще триває, змушує вчених досліджувати можливі кореляції впливу Сонця з екстремальними подіями Землі, прогнозувати кліматичні ризики. Так само як учені намагаються дослідити можливі соціальні зміни, до яких причетна погода за останні 500-700 років, нині учені намагаються захистити нації від небезпек космічної погоди, ґрунтуючись на знаннях минулого. І хоча ми не схильні підганяти причини історичних подій до сонячних мінімумів чи максимумів, певні часові кореляції суспільних подій та активностей Сонця, у першу чергу в комбінації з вулканічними виверженнями змушують переглядати й ширше аналізувати причинно-наслідкових зв'язків. «Вплив Сонця на наше повсякденне життя реальний», і треба бути готовим, що «Сонце завжди здатне дати нам щось для прогнозування», вважає американський фізик сонячної енергії в Центрі прогнозування космічної погоди NOAA (SWPC) в Боулдері, штат Колорадо, США Даг Бісекер (англ. Doug Biesecker) [43]. Важливі дослідження активності Сонця минулого дають відповіді на питання нинішніх сонячних циклів. У 2020 р. НАСА було зроблено заяву [43] про те, що у 2019 р. почався 25-й цикл 11-річної сонячної активності.<sup>4</sup> Приміром, наприкінці 2024 – початку 2025 р. відбувається «сонячний максимум» 25-річного циклу активності Сонця [43; 44]. Попередній такий «сонячний максимум», який припав на 2014 р., був слабким. «Може статися, – вважає норвезький дослідник космічної фізики в Геофізичній обсерваторії Тромсе Нйол Гулбрадсен (норв. Njål Gulbrandsen), – що (у 2024 р.) активність (Сонця) найактивніша за майже 20 років. Нам потрібно повернутися далеко в минуле, щоб збагнути цей рівень активності» [44].

У наукових виданнях та періодиці в перші десятиріччя ХХІ ст. проблематика глобальних кліматичних змін періодично виринає з новою гостротою. Ось лише

---

<sup>4</sup> Один цикл – це приблизно 11-річний період активності Сонця, який ще називають «законом Швабе-Вольфа» і який проявляється у збільшенні кількості сонячних плям та спалахів, які видимі на поверхні. Перший сонячний цикл зафіксованих ученими у 1755 р.



одна з типових численних статей, яка вийшла у липні 2023 р., під час чергової хвилі екстремальної спеки у Європі, у найстарішій щоденній газеті США «Нью-Йорк таймс» під назвою «Потепління може підштовхнути Атлантику до «переломного моменту» цього століття» («Warming Could Push the Atlantic Past a «Tipping Point» This Century»). У статті йшлося про те, що «система океанських течій, яка регулює клімат певної частини планети, може зруйнуватись раніше, ніж очікувалось вченими. Останній раз, коли потужна циркуляція океанських течій, які формують клімат довкола Північної Атлантики, значно сповільнилась, Європу скував глибокий холод» [45]. Ризики, що веде за собою глобальне потепління, займають перші місця у звітах авторитетних експертів і учасників Всесвітнього економічного форуму у Давосі (2023–2024). Перші три глобальні ризики наступного (після 2023 року) десятиріччя, на їхню думку, це: 1) неспроможність пом'якшити наслідки зміни клімату; 2) провал адаптації до зміни клімату; 3) стихійні лиха та екстремальні погодні умови [46; 47].

У звіті Всесвітнього економічного форуму в Давосі 2024 р. йшлося про те, що глобальні зміни клімату коштуватимуть світові 12,5 трлн. дол. до 2050 р. Такі зміни можуть призвести приблизно до 14,5 млн смертей через повені, посухи та хвилі аномальної спеки. А найбільш постраждалими регіонами стануть Азія (втрати можуть становити 3,5 трлн. дол.), Європа (2,6 трлн. дол.) та Південна Америка (2,2 трлн. дол.) [47]. Крістіан Пфістер справедливо зауважував, що «нинішнє глобальне суспільство, що зароджується, здається, нарешті зрозуміло, що проблема майбутніх кліматичних змін може стати випробуванням вогнем для забезпечення його виживання» [23, р. 66].

**Висновки.** Існують певні складнощі щодо встановлення точної хронології тривалості Малого Льодовикового періоду. Дослідники, серед яких Е. Ле Руа Ладюрі, К. Пфістер, ведуть початок останнього ЛІА приблизно з 1300 р. Окремі експерти, серед яких Міжурядова група експертів зі зміни клімату (IPCC), схильні датувати Малий Льодовиковий період з 1450 до 1850 рр., а період до 1450 р. називають перехідним – від Середньовічного сонячного максимуму до ЛІА. Загальноприйняте часове визначення ЛІА – бл. 1300-1850 рр. – використовують для країн Центрально-Західної Європи та басейну Середземномор'я.

Для кращого визначення хронології Малого Льодовикового періоду використовують перехресний аналіз кліматичних умов в інших куточках світу. Це, наприклад, задокументовані дати весняного цвітіння японської вишні в Кіото, Японія (фенологічні дані починаючи з IX ст.). Результати аналізу японських даних засвідчили існування чотирьох холодних періодів, 1330-1350, 1520-1550, 1670-1700 та 1825-1830 рр., протягом яких розрахункова середня температура березня у Японії становила 4-5 °С, приблизно на 3-4 °С нижче нинішньої нормальної температури. Важливо, що ці періоди збіглись з

періодами кліматичних аномалій у Європі, відомими як мінімуми Вольфа, Шперера, Маундера та Дальтона.

Окремої уваги заслуговує розподіл впливу клімату на суспільство, визначений істориком Яном Де Врізом (Jan de Vries), на довгостроковий, кон'юнктурний і короткостроковий вплив (long-term, conjunctural, and short-term climate impacts on society). Ці наслідки мали суттєвий вплив на цілі держави та народи, а також на певні важливі соціальні інструменти життя.

Для подальших досліджень важливо продовжувати вдосконалювати методи датування і використовувати мультидисциплінарний підхід для збільшення достовірності інтерпретацій кліматичних змін в історичному контексті.

#### Список використаних джерел та літератури

1. Pfister C., Schwarz-Zanetti G., Wegmann M. Winter severity in Europe: the fourteenth century. *Climatic Change*. 1996. Vol. 34. P. 91-108.
2. Camenisch C., Keller K.M., Salvisberg M., Amann B., Bauch M. et al. The early Spörer Minimum – a period of extraordinary climate and socio-economic changes in Western and Central Europe. *Climate of the Past*. 2016. Vol. 12. P. 2107-2126. URL: <https://cp.copernicus.org/articles/12/1847/2016/>
3. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2013) Summary for Policymakers. URL: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5\\_SummaryVolume\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL.pdf)
4. Pfister C., Luterbacher J., Schwarz-Zanetti G., Wegmann M. Winter air temperature variations in western Europe during the Early and High Middle Ages (AD 750-1300). *The Holocene*. 1998. Vol. 8. P. 535-552.
5. Pfister C., Wanner H. *Climate and Society in Europe – the Last Thousand Years*. Austria: Haupt Verlag, 2021.
6. Eddy J.A. The Maunder Minimum. *Science*. 1976. Vol. 192, Issue 4245. P. 1189-1202.
7. White S. The Real Little Ice Age. *Journal of Interdisciplinary History*. 2014. Vol. 44, No. 3. P. 327-352. URL: <https://direct.mit.edu/jinh/article-abstract/44/3/327/48859/The-Real-Little-Ice-Age?redirectedFrom=fulltext>
8. Kelly M., Ó Gráda C. Debating the little ice age. UCD Centre for Economic Research Working Paper Series. No. WP14/06. URL: <http://hdl.handle.net/10419/96273>
9. Jones P.D., Mann M.E. Climate over past millennia. *Reviews of Geophysics*. 2004. Vol. 42, Issue 2.
10. Mann M.E. Climate Over the Past Two Millennia. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. 2007. Vol. 35. P. 111-136.
11. Bradley R.S., Hughes M.K., Diaz H.F. Climate Change: Climate in Medieval Time. *Science*. 2003. Vol. 302. P. 404-405. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14563996/>
12. Charpentier Ljungqvist F., Zhang Q. et al. Centennial-Scale Temperature Change in Last Millennium Simulations and Proxy-Based Reconstructions. *Journal of Climate*. 2019. Vol. 32. P. 2441-1482. URL: <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-18-0525.1>
13. Le Roy Ladurie E. *Histoire du climat depuis l'an mil*. Barcelona: Champs histoire, 2022.
14. Owens M.J., Lockwood M., Hawkins E. et al. The Maunder minimum and the Little Ice Age: an update from recent reconstructions and climate simulations. *Journal Space Weather Space Clim*. 2017. Vol. 7. Article A33.
15. Bauch M., Labbé T., Engel A., Seifert P. A prequel to the Dantean Anomaly: the precipitation seesaw and droughts of 1302 to 1307 in Europe. *Climate of the Past*. 2020. Vol. 16. P. 2343-2358.
16. Brown N. *History and climate change. A eurocentric perspective*. London: Routledge, 2005. 406 p.

17. Мортімер І. Століття змін. Яке століття бачило найбільше змін і чому це важливо для нас. Харків: Фабула, 2018.
18. Searles M. World's population to fall for first time since the Black Death. *The Telegraph*. 21.03.2024.
19. Garnier E., Daux V., Yiou P., Garcia de Cortazar-Atauri I. Grapevine harvest dates in Besançon (France) between 1525 and 1847: Social outcomes or climatic evidence? *Climatic Change*. 2011. Vol. 104. P. 703-727.
20. De Vries J. Measuring the impact of climate on history: The search for appropriate methodologies. *The Journal of Interdisciplinary History*. 1980. Vol. 10, No. 4. P. 599-630. URL: <https://www.jstor.org/stable/203061>
21. Camenisch C., Rohr C. When the weather turned bad. The research of climate impacts on society and economy during the Little Ice Age in Europe // Cuadernos de Investigación Geográfica. 2018. Vol. 44, No. 1. P. 99-114. URL: <https://publicaciones.unirioja.es/ojs/index.php/cig/article/view/3395>
22. Pfister C., Brázdil R., Glaser R., Barriendos M., Camuffo D. et al. Documentary Evidence on Climate in Sixteenth-Century Europe. *Climatic Change*. 1999. Vol. 43. P. 55-110. URL: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1005540707792>
23. Pfister C. Little Ice Age-type impact and the mitigation of social vulnerability to climate in the Swiss canton of Bern prior to 1800. Costanza R., Graumlich L.J., Steffen W. (Eds.), *Sustainability or collapse? An integrated history and future of people on Earth*. Cambridge: The MIT Press, 2007. P. 197-212.
24. Camenisch C., Jaume-Santero F., White S., Pei Q., Hand R. et al. A Bayesian Approach to Historical Climatology for the Burgundian Low Countries in the 15th Century. *Clim. Past*. 2022. Vol. 18. P. 2449-2462. URL: <https://cp.copernicus.org/articles/18/2449/2022/>
25. Shabalova M.V., van Engelen A.F.V. Evaluation of a Reconstruction of Winter and Summer Temperatures in the Low Countries, AD 764-1998. *Climatic Change*. 2003. Vol. 58. P. 219-242.
26. Garnier E. Les Dérangements du Temps. 500 ans de chaud et de froid en Europe. Paris: Plon, 2010.
27. Luterbacher J., Xoplaki E., Casey C., Wanner H. et al. Development of Earth and environmental Sciences. *Journal of Geophysical Research*. 2006. Vol. 4. P. 27-148.
28. Zeilinga de Boer J., Sanders D.T. Volcanoes in Human History. The Far-Reaching Effects of Major Eruptions. Princeton: Princeton University Press, 2005. 295 p.
29. Klingaman W.K., Klingaman N.P. The Year Without Summer: 1816. Find the Volcano that darkened the World and changed History. New York: St. Martin's Griffin, 2014. 338 p.
30. Usoskin I.G., Solanki S.K. et al. Grand minima and maxima of solar activity: new observational constraints. *Astronomy&Astrophysics*. 2007. Vol. 471. P. 301-309.
31. Pfister C. Weeping in the snow. The second period of Little Ice Age-type impacts, 1570-1630. Behringer W., Lehmann H., Pfister C. (Eds.), *Kulturelle Konsequenzen der «Kleinen Eiszeit»*. Veröffentlichungen des Max-Planck-Instituts für Geschichte. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 1999. P. 31-86.
32. Fernández-Donado L., González-Rouco J.F., Raible C.C., Ammann C.M., Barriopedro D. et al. Large-scale temperature response to external forcing in simulations and reconstructions of the last millennium. *Climate of the Past*. 2013. Vol. 9. P. 393-421.
33. Hoyt D.V., Schatten K.H. The Role of Sun in Climate Change. New York, Oxford: Oxford University Press, 1997.
34. Usoskin I., Arlt R., Asvestari E., Hawkins E. et al. The Maunder minimum (1645-1715) was indeed a grand minimum: A reassessment of multiple datasets. *Astronomy&Astrophysics*. 2015. Vol. 581.

35. Luterbacher J. The Late Maunder Minimum (1675-1715) – Climax of the ‘Little Ice Age’ in Europe. In: Jones P.D., Ogilvie A.E.J. (Eds.), *History and Climate. Memories of the Future*. 2001. P. 29-54.
36. Aono Y., Kazui K. Phenological Data Series of Cherry Tree Flowering in Kyoto Japan and Its Application to Reconstruction of Springtime Temperatures since the 9th Century. *International Journal of Climatology*. 2008. Vol. 28. P. 905-914. URL: <http://dx.doi.org/10.1002/joc.1594>
37. Рокоссовский К.К. Солдатский долг. Москва: Воениздат, 1988.
38. Meteoblue. Kyiv. (Груд. 2022). URL: [https://www.meteoblue.com/uk/weather/historyclimate/weatherarchive/kyiv\\_ukraine\\_703448?fcstlength=1m&year=2023&month=3](https://www.meteoblue.com/uk/weather/historyclimate/weatherarchive/kyiv_ukraine_703448?fcstlength=1m&year=2023&month=3)
39. UNN.UA. Pohoda v Kyeve pobyla 40-letnyi rekord. (2023) URL: <https://UNN.UA/ru/news/pogoda-v-kieve-pobila-40-letnii-rekord>
40. CNN. (2024). Biden calls Putin a ‘crazy SOB’ and criticizes Trump’s Navalny comments during fundraiser. URL: <https://edition.cnn.com/2024/02/21/politics/biden-putin-crazy-sob/index.html>
41. Lakhani N. Russia’s war with Ukraine accelerating global climate emergency, report shows. *The Guardian*. 13.06.2024. URL: <https://www.theguardian.com/environment/article/2024/jun/13/russia-war-with-ukraine-accelerating-global-climate-emergency-report-shows>
42. Meteoblue. Kyiv. (Січ.-лют. 2014). URL: [https://www.meteoblue.com/uk/weather/historyclimate/weatherarchive/kyiv\\_ukraine\\_703448?fcstlength=1m&year=2023&month=3](https://www.meteoblue.com/uk/weather/historyclimate/weatherarchive/kyiv_ukraine_703448?fcstlength=1m&year=2023&month=3)
43. NASA. Solar Cycle 25 is here. (2020). URL: <https://www.nasa.gov/news-release/solar-cycle-25-is-here-nasa-noaa-scientists-explain-what-that-means/>
44. Bryant M. Winter to bring best northern lights displays for 20 years, scientists say. *The Guardian*. 06.11.2023. URL: <https://www.theguardian.com/world/2023/nov/06/winter-best-northern-lights-displays-for-20-years-scientists-say>
45. Zhong, R. Warming Could Push the Atlantic Past a ‘Tipping Point’ This Century. *The New York Times*. 2023, July 25. URL: <https://www.nytimes.com/2023/07/25/climate/atlantic-ocean-tipping-point.html>
46. Global Risks Report 2023. URL: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Global\\_Risks\\_Report\\_2023.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2023.pdf)
47. Global Risks Report 2024. URL: <https://reliefweb.int/report/world/global-risks-report-2024-19th-edition-insight-report>

### References

1. Pfister, C., Schwarz-Zanetti, G., Wegmann, M. (1996). Winter severity in Europe: the fourteenth century. *Climatic Change*, 34, pp. 91-108. [In English].
2. Camenisch, C., Keller, K.M., Salvisberg, M., Amann, B. & Bauch, M. et al. (2016). 'The early Spörer Minimum – a period of extraordinary climate and socio-economic changes in Western and Central Europe'. *Climate of the Past*, 12, pp. 2107-2126. [Online]. Available from: doi:10.5194/cp-2016-7ipcc.ch. [In English].
3. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2013). Summary for Policymakers. [Online]. Available from: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5\\_Summary\\_Volume\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_Summary_Volume_FINAL.pdf) [In English].
4. Pfister, C., Luterbacher, J., Schwarz-Zanetti, G., Wegmann, M. (1998). Winter air temperature variations in western Europe during the Early and High Middle Ages (AD 750-1300). *The Holocene*, 8, pp. 535-552. [In English].
5. Pfister, C., Wanner, H. (2021). *Climate and Society in Europe – the Last Thousand Years*. Austria: Haupt Verlag. [In English].
6. Eddy, J.A. (1976). 'The Maunder Minimum'. *Science*, 192(4245), pp. 1189-1202. [In English].
7. White, S. (2014). The Real Little Ice Age. *Journal of Interdisciplinary History*, (44), 3, pp. 327-352. [Online]. Available from: doi:10.1162/JINH\_a\_00574. [In English].

8. Kelly, M. & Ó Gráda, C. (2014). 'Debating the little ice age', UCD Centre for Economic Research Working Paper Series, No. WP14/06. [Online]. Available from: <http://hdl.handle.net/10419/96273> [In English].
9. Jones, P.D. & Mann, M.E. (2004). 'Climate over past millennia'. *Reviews of Geophysics*, 42(2). [In English].
10. Mann, M.E. (2007). 'Climate Over the Past Two Millennia'. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 35, pp. 111-136. [In English].
11. Bradley, R.S., Hughes, M.K. & Diaz, H.F. (2003). 'Climate Change: Climate in Medieval Time'. *Science*, 302, pp. 404-405. [Online]. Available from: doi:10.1126/science.1090372. [In English].
12. Charpentier Ljungqvist, F. & Zhang, Q. et al. (2019). 'Centennial-Scale Temperature Change in Last Millennium Simulations and Proxy-Based Reconstructions'. *Journal of Climate*, 32, pp. 2441-1482. [Online]. Available from: doi:10.1175/JCLI-D-18-0525.1. [In English].
13. Le Roy Ladurie, E. (2022). *Histoire du climat depuis l'an mil*. Barcelona: Champs histoire. [In French]
14. Owens, M.J., Lockwood, M. & Hawkins, E. et al. (2017). 'The Maunder minimum and the Little Ice Age: an update from recent reconstructions and climate simulations'. *Journal Space Weather Space Clim*, 7, Article A33. [In English].
15. Bauch, M., Labbé, T., Engel, A. & Seifert, P. (2020). 'A prequel to the Dantean Anomaly: the precipitation seesaw and droughts of 1302 to 1307 in Europe'. *Climate of the Past*, 16, pp. 2343-2358. [In English].
16. Brown, N. (2005). *History and climate change. A eurocentric perspective*. London: Routledge. [In English].
17. Mortimer, I. (2018). *Stolittia zmin. Yake stolittia bachylo naibilshe zmin i chomu tse vazhlyvo dlia nas*. Kharkiv: Fabula. [In Ukrainian].
18. Searles, M. (2024). World's population to fall for first time since the Black Death. *The Telegraph*, 21 Mar. [Online]. Available from: doi:10.1162/JINH\_a\_00574 [In English].
19. Garnier, E., Daux, V., Yiou, P. & Garcia de Cortazar-Atauri, I. (2011). 'Grapevine harvest dates in Besançon (France) between 1525 and 1847: Social outcomes or climatic evidence?'. *Climatic Change*, 104, pp. 703-727. [In English].
20. De Vries, J. (1980). 'Measuring the impact of climate on history: The search for appropriate methodologies'. *The Journal of Interdisciplinary History*, 10(4), pp. 599-630. [Online]. Available from: doi:10.2307/203061. [In English].
21. Camenisch, C. & Rohr, C. (2018). 'When the weather turned bad. The research of climate impacts on society and economy during the Little Ice Age in Europe'. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 44(1), pp. 99-114. [Online]. Available from: doi:10.18172/cig.3395. [In English].
22. Pfister, C., Brázdil, R., Glaser, R., Barriendos, M. & Camuffo, D. et al. (1999). 'Documentary Evidence on Climate in Sixteenth-Century Europe'. *Climate Change*, 43, pp. 55-110. [Online]. Available from: doi:10.1023/A:1005540707792. [In English].
23. Pfister, C. (2007). 'Little Ice Age-type impact and the mitigation of social vulnerability to climate in the Swiss canton of Bern prior to 1800'. In: Costanza, R., Graumlich, L.J. & Steffen, W. (Eds.). *Sustainability or collapse? An integrated history and future of people on Earth*. Cambridge: The MIT Press, pp. 197-212. [In English].
24. Camenisch, C., Jaume-Santero, F., White, S., Pei, Q. & Hand, R. et al. (2022). 'A Bayesian Approach to Historical Climatology for the Burgundian Low Countries in the 15th Century'. *Clim. Past*, 18, pp. 2449-2462. [Online]. Available from: doi:10.5194/cp-18-2449-2022. [In English].
25. Shabalova, M.V., van Engelen A.F.V. (2003). Evaluation of a Reconstruction of Winter and Summer Temperatures in the Low Countries, AD 764-1998. *Climatic Change*, 58, pp. 219-242. [In English].

26. Garnier, E. (2010). *Les Dérangements du Temps. 500 ans de chaud et de froid en Europe*. Paris: Plon. [In French].
27. Luterbacher, J., Xoplaki, E., Casey, C. & Wanner, H. et al. (2006). 'Development of Earth and environmental Sciences'. *Journal of Geophysical Research*, 4, pp. 27-148. [In English].
28. Zeilinga de Boer J., Sanders, D.T. (2005). *Volcanoes in Human History. The Far-Reaching Effects of Major Eruptions*. Princeton: Princeton University Press. [In English].
29. Klingaman, W.K. & Klingaman, N.P. (2014). *The Year Without Summer: 1816. Find the Volcano that darkened the World and changed History*. New York: St. Martin's Griffin. [In English].
30. Usoskin, I.G., Solanki, S.K. et al. (2007). Grand minima and maxima of solar activity: new observational constraints. *Astronomy & Astrophysics*, 471, pp. 301-309. [In English].
31. Pfister, C. (1999). 'Weeping in the snow. The second period of Little Ice Age-type impacts, 1570-1630'. In: Behringer, W., Lehmann, H. & Pfister, C. (Eds.). *Kulturelle Konsequenzen der «Kleinen Eiszeit»*. Veröffentlichungen des Max-Planck-Instituts für Geschichte. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, pp. 31-86. [In English].
32. Fernández-Donado, L., González-Rouco, J.F., Raible, C.C., Ammann, C.M., Barriopedro, D. et al. (2013). 'Large-scale temperature response to external forcing in simulations and reconstructions of the last millennium'. *Climate of the Past*, 9, pp. 393-421. [In English].
33. Hoyt, D.V. & Schatten, K.H. (1997). *The Role of Sun in Climate Change*. New York, Oxford: Oxford University Press. [In English].
34. Usoskin, I., Arlt, R., Asvestari, E., Hawkins, E. et al. (2015). The Maunder minimum (1645-1715) was indeed a grand minimum: A reassessment of multiple datasets. *Astronomy & Astrophysics*, 581. [In English].
35. Luterbacher, J. (2001). 'The Late Maunder Minimum (1675-1715) – Climax of the 'Little Ice Age' in Europe'. In: Jones, P.D. & Ogilvie, A.E.J. (Eds.). *History and Climate. Memories of the Future*, pp. 29-54. [In English]
36. Aono, Y. & Kazui, K. (2008). 'Phenological Data Series of Cherry Tree Flowering in Kyoto Japan and Its Application to Reconstruction of Springtime Temperatures since the 9th Century'. *International Journal of Climatology*, 28, pp. 905-914. [Online]. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/joc.1594>. [In English].
37. Rokossovskiy, K.K. (1988). *Soldatskiy dolh*. Moskva: Voenyzdat. [In Russian].
38. Meteoblue (2022). 'Kyiv (Dec. 2022)'. [Online]. Available from: [https://www.meteoblue.com/uk/weather/historyclimate/weatherarchive/kyiv\\_ukraine\\_703448?fcs\\_tlength=1m&year=2023&month=3](https://www.meteoblue.com/uk/weather/historyclimate/weatherarchive/kyiv_ukraine_703448?fcs_tlength=1m&year=2023&month=3) [In English]
39. UNN.ua. Pohoda v Kyeve pobyla 40-letnyi rekord. (2023). [Online]. Available from: <https://UNN.UA/ru/news/pogoda-v-kieve-pobyla-40-letnii-rekord/> [In Russian].
40. CNN (2024). 'Biden calls Putin a 'crazy SOB' and criticizes Trump's Navalny comments during fundraiser'. [Online]. Available from: <https://edition.cnn.com/2024/02/21/politics/biden-putin-crazy-sob/index.html> [In English].
41. Lakhani, N. (2024). 'Russia's war with Ukraine accelerating global climate emergency, report shows'. *The Guardian*. 13 June. [Online]. Available from: <https://www.theguardian.com/environment/article/2024/jun/13/russia-war-with-ukraine-accelerating-global-climate-emergency-report-shows> [In English].
42. Meteoblue (2014). 'Kyiv (jan.-feb. 2014)'. [Online]. Available from: [https://www.meteoblue.com/uk/weather/historyclimate/weatherarchive/kyiv\\_ukraine\\_703448?fcs\\_tlength=1m&year=2023&month=3](https://www.meteoblue.com/uk/weather/historyclimate/weatherarchive/kyiv_ukraine_703448?fcs_tlength=1m&year=2023&month=3) [In English].
43. NASA (2020). 'Solar Cycle 25 is here'. [Online]. Available from: <https://www.nasa.gov/news-release/solar-cycle-25-is-here-nasa-noaa-scientists-explain-what-that-means/> [In English].
44. Bryant, M. (2023). 'Winter to bring best northern lights displays for 20 years, scientists say'. *The Guardian*. 6 November. [Online]. Available from: <https://www.theguardian.com/world/2023/nov/06/winter-best-northern-lights-displays-for-20-years-scientists-say> [In English].

45. Zhong, R. (2023). Warming Could Push the Atlantic Past a ‘Tipping Point’ This Century. *The New York Times*. July 25. [Online]. Available from: <https://www.nytimes.com/2023/07/25/climate/atlantic-ocean-tipping-point.html> [In English].
46. Global Risks Report 2023 (2023). [Online]. Available from: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Global\\_Risks\\_Report\\_2023.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2023.pdf) [In English].
47. Global Risks Report 2024 (2024). [Online]. Available from: <https://reliefweb.int/report/world/global-risks-report-2024-19th-edition-insight-report> [In English]

***Batenko T. Little Ice Age: Dating Issues.***

*The dating of the beginning and end of the Little Ice Age (LIA) remains a subject of scientific debate. Precisely determining the period of the Little Ice Age allows us to compare climate data from different historical periods and various parts of the world, in order to map these data onto socio-political processes and understand their interconnectedness. The aim of this study is to analyze the works of prominent historians and climatologists, compare their arguments, and date the LIA. The methods used include the analytical method, classification method, systematic review, and model analysis, as well as the synthesis method. The research showed that the use of diverse proxy data, such as tree ring analysis, ice cores, and lake and sea sediments, is crucial for reconstructing climate conditions and determining the exact time frame of the LIA. Comparing climatic anomalies, such as the “Maunder Minimum” or the “Medieval Warm Period”, is used to clarify similarities and differences in their impacts and time frames. Ultimately, the consideration of historical references, descriptions of weather, harvests, and natural disasters significantly aids in confirming climate changes. Establishing the precise dates of the start and end of the LIA is a complex task due to the different approaches to defining climate changes and the uneven geographical distribution of these changes. In conclusion, studying the LIA requires a comprehensive approach and the consideration of various factors, such as interpretive variability, contextual importance, and methodological limitations, to achieve the most accurate and objective results regarding the nature and chronology of this climatic anomaly.*

**Keywords:** *Little Ice Age, Medieval Climate Optimum, Maunder Minimum, Spörer Minimum, Dalton Minimum, climatology*