

УДК 551.58

DOI <https://doi.org/10.24919/2312-2595.15/57.7>

Тарас БАТЕНКО

кандидат політичних наук, народний депутат України, Верховна Рада України, вул. Михайла Грушевського, 5, м. Київ, Україна, індекс 01008
(batenko.scientist@gmail.com)

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

Бібліографічний опис статті: Батенко, Т. (2024). До питання формування дисципліни «Історична кліматологія» (пам'яті Емануеля Ле Руа Ладюрі, 1929–2023) *Проблеми гуманітарних наук: збірник наукових праць Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка. Серія Історія*, 15(57). 69–81. doi: <https://doi.org/10.24919/2312-2595.15/57.7>

ДО ПИТАННЯ ФОРМУВАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ІСТОРИЧНА КЛІМАТОЛОГІЯ» (ПАМ'ЯТІ ЕМАНУЕЛЯ ЛЕ РУА ЛАДЮРІ, 1929–2023)

Анотація. Мета дослідження спрямована на аналіз дослідницького потенціалу кліматичних даних з огляду на їхню значущість у вивченні історичних процесів. Історична кліматологія – це між-дисциплінарна галузь дослідження, яка охоплює знання про клімат і погоду в минулому з письмових джерел та артефактів, а також застосування цих знань для вивчення суспільно-політичних процесів у минулому. Основний акцент робиться на взаємозв'язку між змінами клімату та ключовими історичними подіями, такими як голодомори, війни, міграції та епідемії. За останні роки історична кліматологія зростає та диверсифікувалася, включно з новими джерелами та методами, охоплюючи нові регіони й епохи. Поєднання історичної кліматології, економічної та сільськогосподарської історії продовжує уточнювати розуміння історичних взаємодій між погодою, урожаєм, цінами, війнами, міграційними процесами та смертністю. **Методологія дослідження** базується на принципах історизму, об'єктивізму та системності, а також використовуються методи періодизації, історико-системний та історико-порівняльний підходи, дослідження розкриває нові грані в розумінні взаємодії клімату та історії. **Наукова новизна** полягає в тому, що вперше в українській історичній науці узагальнено потребу вивчення наукової дисципліни «Історична кліматологія». **Висновки.** Результати дослідження вказують на те, що кліматичні зміни впливали на сільське господарство, міграційні процеси, економіку, культуру та суспільно-політичні аспекти цивілізацій у різні періоди минулого. Сполучення історичних даних із сучасними спостереженнями дає змогу отримати повний обсяг розуміння кліматичних змін. Історична кліматологія виступає як важливий елемент сучасних кліматичних досліджень, надаючи цінний контекст для аналізу й інтерпретації сучасних суспільно-політичних, економічних, демографічних явищ. Враховуючи ці аспекти, можна стверджувати, що історична кліматологія стає потрібною складовою для комплексного розуміння динаміки клімату та його впливу на різні аспекти суспільства.

Ключові слова: кліматологія, малий льодовиковий період, історичне джерелознавство, зміни клімату.

Taras BATENKO

PhD (Political Sciences), People's Deputy of Ukraine, Verkhovna Rada of Ukraine, str. Mykhailo Hrushevskyyi, 5, Kyiv, Ukraine, index 01008
(batenko.scientist@gmail.com)

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

To cite this article: Batenko, T. (2024). Do pytannia formuvannia dystsypliny «Istorychna klimatolohiia» (pam'iyati Emanuela Le Rua Ladiuri, 1929–2023) [To the question of the formation of the discipline “Historical climatology” (in memory of Emmanuel Le Roy Laduree, 1929–2023)]. *Problemy humanitarnykh nauk: zbirnyk naukovykh prats Druhobytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Ivana Franka. Seriya Istorii – Problems of Humanities. History Series: a collection of scientific articles of the Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University*, 15(57). 69–81. doi: <https://doi.org/10.24919/2312-2595.15/57.7> [in Ukrainian].

© Батенко Тарас, 2024

ISSN 2312-2595 (Print) ISSN 2664-3715 (Online)

**TO THE QUESTION OF THE FORMATION
OF THE DISCIPLINE “HISTORICAL CLIMATOLOGY”
(IN MEMORY OF EMMANUEL LE ROY LADUREE, 1929–2023)**

***Summary.** The purpose of the study is to analyze the research potential of climate data, taking into account their significance in the study of historical processes. Historical climatology is an interdisciplinary field of study that encompasses the knowledge of climate and weather in the past from written sources and artifacts, and the application of this knowledge to the study of social and political processes in the past. The main emphasis is on the relationship between climate change and key historical events such as famines, wars, migrations and epidemics. In recent years, historical climatology has grown and diversified, incorporating new sources and methods, covering new regions and eras. The combination of historical climatology, economic and agricultural history continues to refine understanding of the historical interactions between weather, crops, prices, wars, migration processes and mortality. **The research methodology** is based on the principles of historicism, objectivism and systematicity, as well as periodization methods, historical-systemic and historical-comparative approaches are used, the research reveals new facets in understanding the interaction of climate and history. **The scientific novelty** is that for the first time in Ukrainian historical science, the need to study the scientific discipline “Historical Climatology” has been generalized. **Conclusions.** The results of the study indicate that climate changes affected agriculture, migration processes, economy, culture and socio-political aspects of civilizations in different periods of the past. Combining historical data with modern observations provides a comprehensive understanding of climate change. Historical climatology acts as an important element of modern climate research, providing a valuable context for the analysis and interpretation of modern socio-political, economic, and demographic phenomena. Considering these aspects, it can be argued that historical climatology becomes a necessary component for a comprehensive understanding of climate dynamics and its impact on various aspects of society.*

Key words: climatology, Little Ice Age, historical source study, climate change.

Постановка проблеми. Історична кліматологія відіграє важливу роль у розкритті та розумінні взаємозв'язків між кліматичними змінами й розвитком суспільств у різні історичні періоди. Незважаючи на значний прогрес у цій галузі, залишається багато невирішених питань і можливостей для подальших досліджень. Сучасна наука повинна вирішити ряд ключових питань, зокрема: реконструкція історичних кліматичних змін, вплив історичних кліматичних змін на суспільство, перспективи історичної кліматології для майбутнього, роль історичної кліматології в сучасних кліматичних дослідженнях.

Аналіз досліджень і публікацій. Велику роль у дослідженні та становленні «Історичної кліматології» як самостійної наукової дисципліни зробили авторитетні іноземні дослідники: Еммануель Ле Руа Ладюрі (Emmanuel Le Roy Ladurie. L'État royal. De Louis XI à Henri IV. 1460–1610; The Ancien Régime A History of France, 1610–1774; Histoire humaine et comparée du climat. Canicules et glaciers. XIII–XVIII siècles; Histoire humaine et comparée de climat. Disettes et révolutions 1740–1860. Tome 2), Г'юберт Лемб (H. H. Lamb. Climate, History and the Modern World. Second edition), Христіан Пфістер (Christian Pfister. Wetternachhersage. 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen. 1496–1995; Christian Pfister, Heinz Wanner. Climate and Society in Europe – the Last Thousand Years. Printed in Austria), Еммануель Гарньє (Emmanuel Garnier. Les Dérangements du Temps. 500 ans de chaud et de froid en Europe; Fausse science ou nouvelle frontière? Le climat dans son histoire / Revue d'histoire moderne & contemporaine; E. Garnier, V. Daux, P. Yiou, I. Garcia de Cortazar-Atauri. Grapevine harvest dates in Besançon (France) between 1525 and 1847: Social outcomes or climatic evidence? / Climatic Change), Юрг Лютербакер (Jürg Luterbacher. The Late Maunder Minimum. 1675–1715. Climax of the 'Little Ice Age' in Europe; J. Luterbacher, E. Xoplaki, C. Casey, H. Wanner... / Development of Earth and environmental Sciences) та інші.

Мета дослідження – здійснити узагальнення дослідження змін клімату у Європі в контексті впливу цих змін на суспільно-політичний і соціально-економічний розвиток Європи з XIV ст. і по сьогодні.

Виклад основного матеріалу. Льодовиковий період, який завершився близько 11 700 років тому і скував Європу більш як на тисячоліття, не міг вкарбуватися в історичну пам'ять європейця, якого тоді ще просто не існувало. Під кінець цього зледеніння homo sapiens

(палеолітична людина) мігрувала в Євразію та Австралію і там його пережила. Натомість обізнаний європеець із сучасних наукових досліджень, які представляють цілі наукові школи, має можливість у деталях відтворити період так званого малого льодовикового періоду, який європейський континент «зустрів» на своїй території в часи Середньовіччя і який завершився відносно недавно, за мірками політичної історії – близько 150 років тому. Цей останній малий льодовиковий період залишив чималий слід у соціально-економічному та політичному розвитку Європи.

Переломним для дослідження історії клімату став період із середини 1960-х років, коли з'явилось кілька «революційних», новаторських робіт на цю тему – англійського історика Г'юберта Горація Лемба (англ. Hubert Horace Lamb, 1913–1997), який у 1965 році опублікував дослідження на тему «Ранній середньовічний теплий період і його продовження» (англ. *The early medieval warm epoch and its sequel*) та французького історика Еммануеля Ле Руа Ладюрі (1929–2023), який у 1967 році опублікував свою «Історію клімату з тисячного року» (фр. *Histoire du climat depuis l'an mil*); ці праці до певної міри мали міжнародний науковий вплив і фактично дали піонерський поштовх до формування міждисциплінарної наукової течії «історичної кліматології» та ряду наукових шкіл в Англії та країнах Європи.

У Франції ця робота не розвинулася в школу (за винятком кількох дослідників, серед яких продовжувач справи Е. Ле Руа Ладюрі – Еммануель Гарньє). Через ранні марксистські погляди Е. Ле Руа Ладюрі у своїй праці 1967 року частково відкинув ідею про зв'язок між кліматичними коливаннями та соціально-економічними й політичними змінами. Проте в більш зрілому віці Е. Ле Руа Ладюрі переглянув свої погляди. (Le Roy Ladurie, 1987, 1996, 2004, 2006, 2022).

Дослідження історії клімату сьогодні представляє об'єднання декількох міждисциплінарних або самостійних наук. Йдеться про дендрохронологію (аналіз кілець дерев), фенологію (вивчення варіацій, залежно від клімату, періодичних явищ життя рослин і тварин) і гляціологію (наука про льодовики та сніговий покрив), які разом утворюють своєрідний науковий триптих для вивчення історії клімату. Сюди ж ми можемо додати палінологію (вивчення особливостей палеокліматів через дослідження пилку та спор минулих геологічних епох) і океанографію. Разом з історичними джерелами синтезування всіх розрізнених джерел дає максимально точну картину історії клімату в розрізі років (принаймні за останні 500 років).

Історичні джерела є надзвичайно багатими з точки зору хронології клімату. Формуючи історію клімату, дослідники опираються на «прямі» та «непрямі дані», або «проксі», опосередковані історичні дані. Їх детально описав, разом з аналізом розвитку сучасних наукових результатів щодо історичної кліматології, Еммануель Гарньє (Garnier, 2010/3: 7–41); Юрг Лютербахер і багато інших вчених (Luterbacher, Хорлакі, 2006: 27–148). «Прямі дані» являють собою архівні джерела, опис погоди на певну дату, метеорологічні дані з обсерваторій, опис екстремальних кліматичних явищ тощо. «Непрямі дані» для дослідника, або «проксі», мінливості клімату – це показники, записані в природних «архівах» (коралові рифи, рух льодовиків, вимірювання росту та щільності деревних кілець, а також інформація про повені, крижані пробки або навіть дати збору врожаю зернових і винограду); також ми говоримо про «проксі» в документальних архівах (початок сільськогосподарської діяльності, час замерзання чи відкриття водних шляхів, релігійні церемонії на користь припинення «метеорологічного стресу») (Luterbacher, Хорлакі, 2006: 38).

Історик клімату бере до уваги всі джерела, як-от інституційні, церковні, муніципальні, приватні, преса тощо. Для послідовної хронології дослідження історії клімату важливим скарбом, на думку Е. Гарньє, може виступати «сільська історія» – максимально збережені сільські, а також муніципальні архіви (такого типу архівні зберігання часто починаються з кінця XV століття). Науковці називають такі архіви «матрицею історії клімату» за Старого режиму. Також це церковні парафіяльні книжки, звіти з хронік, щоденники подорожей, суднові журнали тощо. Зібрана з таких архівних джерел велетенська інформація уточнює і доповнює метеорологічну картину року чи сезону. До цих джерел слід додати інформацію метеорологічного характеру з централізова-

них органів влади – департаментів поліції, юстиції, фінансів у монархічних (насамперед Франції) і князівських (для прикладу, курфюрство Пфальц) державних утворень.

Усі ці дані підлягають відкалібруванню, а для їх надійності вчені застосовують процедуру перехресних перевірок усього масиву доказів. Постійне кропітке уточнення кліматичних тенденцій дає змогу реконструювати європейські сезонні поверхневі температури до 1500 р. н. е. на основі комбінації опосередкованих, гіпотетичних і раних інструментальних даних та отримати температурну картину минулих століть у розрізі регіонів (Mann, 2007: 113). Причому більшість попередніх спроб моделювання змін клімату в минулі століття ґрунтувалася саме на непрямих даних. Надалі зібрана максимально достовірна температурна картина дає змогу максимально точно оцінити вплив клімату на економіку, демографію Середньовіччя та раннього Нового часу (XVI–XVIII століть), політичні кризи цих періодів тощо.

Наклавши отримані кліматичні зміни на соціально-політичні картини минулого, можемо по-новому пояснити причини тих чи інших історичних подій. Скажімо, одним із важливих індикаторів кліматичних змін у європейських країнах було різке зростання ціни на зерно (відповідні щорічні графіки цін на пшеницю та жито в період XIV–XIX ст. містяться в дослідженнях Г. Ламба, Г. Флона й інших дослідників) (Lamb, 1997. 2nd edition: 88, 213). Врожайність сільськогосподарських культур, особливо зернових, перебувала під значним впливом погодних умов у різні періоди історії; погодні умови впливали як на терміни, так і на врожайність зернових (Brázdil, Dobrovolný, Pfister... 2023: 1877). Зростання цін на зернові створювало нестачу продовольства, отже, було причиною різноманітних заворушень, повстань, революцій, голоду й епідемій; якщо ж в цей час відбувалися зовнішні війни, це призводило до зменшення населення або ж демографічних криз і важких соціально-економічних наслідків (Столітня війна, Тридцятилітня війна, війни за Іспанську спадщину тощо). Водночас сучасний дослідник, який відстежує причинно-наслідковий зв'язок масштабних людських криз, великих військових конфліктів зі зміною клімату, повинен брати до уваги не лише прості кількісні фактори (війна – це не лише математична модель), але й не кількісні дані (врахування почуттів і настроїв простого сільського населення тощо). В іншому випадку неминуча «помилка Мак-Намари» (також відома як кількісна помилка), названа на честь Роберта Мак-Намари, міністра оборони США з 1961 по 1968 рік, передбачає прийняття рішення виключно на основі кількісних спостережень (або метрики) та ігноруючи всі інші. Науковці доходять висновку, що «зміни клімату в історії не завжди призводили до колапсу або ж катастрофи, і населення не раз виживало і навіть процвітало в умовах кліматичного тиску» (Degroot et al., 2021: 540–541), (Brázdil, Dobrovolný, Pfister... 2023: 1864).

Слід визнати, що судження людей щодо погоди, які залишилися зафіксованими в архівах, завжди можуть бути суб'єктивними і дещо перебільшеними. Перші «прямі» кліматичні дані починають фіксуватися у європейській історії з другої половини XVII століття, коли у Європі почали створюватися перші метеорологічні товариства.

Йдеться про створення у 1653 році за ініціативи Великого герцога Тосканського, кардинала і мецената Леопольдо Медічі метеорологічної мережі під назвою Rete Medicea, а у 1657 році разом з учнями Галілео Галілея Академії експерименту (італ. *Accademia del Cimento*), винайдення сучасних метеорологічних приладів (насамперед астрономічного телескопа, вдосконаленого Галілеєм у 1609 році, згодом рефлекторного телескопа Ньютона) і початок регулярних спостережень з Болоньї, Падуї, Мілана, низовини По. З 1610 року ведуться прямі спостереження Сонця. У 1669 році за ініціативи Людовика XIV було також створено Паризьку обсерваторію при Академії наук; у 1675 році засновано королем Карлом II Грінвіцьку обсерваторію в Лондоні.

У XVIII столітті почали розвиватися метеорологічні мережі в Англії та Центральній Європі. На думку Е. Гарньє, серед усього різноманіття товариств тільки Палатинське метеорологічне товариство (*Societas Meteorologica Palatina*), засноване у 1783 році за ініціативи пфальцького курфюрста Карла Теодора (нім. *Karl Theodor*, 1724–1799), могла по-справжньому претендувати на конкуренцію зі своїми колегами з Парижу. Не в останню чергу завдячу-

ючи цінним даним із метеорологічних станцій *Societas Meteorologica Palatina* (їх мережа простягнулася від Гренландії до Рима та від Ла-Рошеля, Франція, до Пишмінська, Уральські гори, Росія) дослідники сьогодні можуть, скажімо, оцінити масштаб серії європейських повеней 1783–89 років, їхній вплив на соціально-економічний і політичний розвиток ряду країн Європи, зокрема Франції, у переломний період історії, який завершив ранній Новий час (Brazdil, Demarée 2010: 164). До курфюрста Пфальц ми не раз будемо повертатися в цьому дослідженні як до важливого осередку розвитку залізорудної промисловості, а також із міркувань важливого історико-політологічного дискурсу (пфальцьський курфюрст був однією із центральних постатей Тридцятилітньої війни та подальших війн Людовика XIV). Тож уже з XVIII століття вчені активно обговорювали зміни клімату, пропонували пояснення причин його посушливих років змінами в землекористуванні та великою вирубкою лісів (Luterbacher, Хорлакі, 2006: 30). Але найбільш надійна частина кривої спостережень за Сонцем з'являється лише після 1848 року, коли вона базується на контрольованих спостереженнях. До цього часу це результат історичної реконструкції, повторних аналізів старих даних про Сонце в літературі й архівах обсерваторій (Eddy, 1976: 1189).

У 1970-х роках англійський науковець Г'юберт Горацій Лемб, який започаткував кліматичну школу в себе в країні, здійснив сміливий методологічний виклик. Він зібрав і переклав тисячі переважно письмових даних у цифрові метеорологічні ряди. Такий кількісний процес, започаткований Г. Лембом, дає змогу постійно систематизувати дані для подальшої статистичної обробки й виведення синтетичного та хронологічного бачення результатів. Такий метод є важливим у контексті розробки політики запобігання сучасним кризам чи управління ними.

Також важливим залишається питання суб'єктивної інтерпретації кліматичних змін. Ось як ставить питання Е. Гарньє: «Чи такі ж сьогодні (станом на 2010 рік. – Т. Батенко) критерії оцінки холоду й тепла, як і п'ятсот років тому? Хіба зима, яка вважалася холодною у 1920-х роках, не вважалася б лише прохолодною наприкінці XVI століття? Іншим параметром, який важко приховати, є регіональна диференціація, яка свідчить про те, чи бретонець не обов'язково мав таке ж сприйняття тепла, як каталонець» (Garnier, 2010/3: 7–41).

Аналогічно може піддаватися сумніву застосування істориками клімату фенологічного методу, інакше кажучи вивчення дат появи певних вегетативних явищ, таких як цвітіння або зрілість плодів (вишневі дерева, яблуні тощо).

Найчастіше класичним історичним джерелом для кліматичних реконструкцій є дати збору врожаю виноградної лози. Першими значення цих дат для реконструкцій температур виявили швейцарський фізик Луї Дюфур (фр. Louis Dufour) (1870) і французький кліматолог Альфред Анго (фр. Alfred Anfot) (1885). Дослідження дат збору винограду залишаються традиційними інструментами для історичної кліматології, особливо у випадку Франції та Швейцарії (Garnier, Daux 2011: 704). Однак за останні десятиліття непомильність цієї реконструкції зазнала критики. За результатами окремого дослідження на прикладі збору врожаїв виноградної лози в Безансоні (головне місто провінції Франш-Конте, Східна Франція) група вчених дослідила, що пізніші збори врожаїв у другій половині XVI і XVII століть у цій місцевості були наслідками культурних і соціально-економічних змін, а не погіршення кліматичних умов. Зокрема, таким наслідком стали періоди релігійних війн і Тридцятилітньої війни. Остання була періодом надзвичайної геополітичної нестабільності, яка наче землетрусом пройшла окремими територіями. Дослідження архівів показало, що неодноразові переходи швейцарських найманців і воїнів різних воюючих армій становили, за формулюванням кліматологів, грізне, антропогенне «формування», яке підштовхнуло не до зрілості винограду, а до його передчасного або пізнього збору або ж до повної заборони владою збирати врожай через військові ризики та ризики заражень. З огляду на обставини антропогенного впливу (військові загрози, складна політична обстановка, епідемії), зв'язок між датами і температурою не може бути стабільним. Із 250 років досліджень зборів виноградної лози в окремих регіонах антропогенний вплив міг стосуватися 30 % усіх дат. Однак для блмзько 70 % дат збори врожаю визначалися лише метеорологічними умовами – це достатньо високий показник для історичної кліматології (Garnier, Daux, 2011: 704, 708).

Е. Ле Руа Ладюрі наводить наступні періоди чергувань для Європи малих періодів потепління, або ж малих оптимумів (фр. *petits optima*), – фаз кількох століть трохи теплішого і, можливо, більш сухого клімату відповідно до регіонів, сприятливого для сільськогосподарського виробництва (Франція, Центральна Італія), і малих льодовикових періодів (англ. *The Little Ice Age, LIA*) – більш прохолодних періодів, які супроводжувалися наступом альпійських льодовиків (Le Roy Ladurie 2022: 7–26).

Перший (знайдений дослідниками) малий період потепління, або ж оптимум, припадає на бронзовий вік: приблизно між 1500 і 1000 роками до н. е. З 900 по 400 рік до н. е. – невеликий (помірний) льодовиковий період, або малий льодовиковий період, який характеризувався більшою прохолодою з наступом альпійських льодовиків. З 200-го року до н. е. і до 200-го року н. е. знову тривав малий (римський) оптимум (класифікація Е. Ле Руа Ладюрі), який збігається з найкращим періодом процвітання Римської республіки та імперії. Між 270 роком і 600 роком н. е. – новий малий льодовиковий період, під час якого відбувається занепад Римської імперії, перша пандемія чуми (541), яка зберігала свою активність протягом VI століття, та германське вторгнення. Ладюрі припускає, що цей LIA не відіграв особливої ролі в ослабленні та зникненні римської влади (Le Roy Ladurie 2022: 8).

Приблизно від 900 і до 1300 року н. е. тривав малий (середньовічний) оптимум (за Ладюрі), який частіше називають «середньовічною кліматичною аномалією» (англ. *Medieval Climate Anomaly, MCA*, іспано-португальські дослідники клімату Хосе М. Вакеро та Рікардо М. Триго) (Vaquero, Trigo 2012: 289–294) або «середньовічним теплим періодом» (англ. *Medieval Warm Period, MWP*, термін, уведений Г'юбертом Лембом, якого дотримується ряд провідних вчених-кліматологів, зокрема Крістіан Пфістер) (Pfister, Wanner 2021: 168). Цей період характеризується незначним підвищенням спеки, аграрною експансією до часу появи готики. Англійський астролог Джон Едді виділяв можливий період аномально високої сонячної активності, який припадав на XII – початок XIII століття; 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 (Eddy, 1976: 1196).

Слід зауважити, що сучасні англійські й американські вчені схильні згадувати LIA як кліматичний термін, який використовується для вільного опису періоду більш низьких глобальних температур.

Е. Ле Руа Ладюрі (Le Roy Ladurie, 2022: 9) і ряд сучасних вчених (Метью Дж. Оуенс, Майк Локвуд, Ед Хокінс, Ілля Усоскін, Гарет С. Джонс, Люк Бернард, Ендю Шурер, Джон Фасуло (Owens, Lockwood, 2017) ведуть початок останнього LIA (або бореального малого льодовикового періоду, англ. *Boreal Little Ice Age (BLIA)*) приблизно з 1300 року. Історики клімату притім неодмінно зауважують, що згадувані роки, які відокремлюють один період від іншого, слід інтерпретувати як приблизні орієнтири (Pfister, Wanner 2021: 172). Огляд клімату за 1000 років здійснювався на основі даних з природничих архівів, метеорологічних вимірювань і модельної імітації (*model simulation*).

Завершують LIA, за різними оцінками, 1850–1900 роками. Існує також критика експлуатації терміну LIA. Британський вчений-кліматолог Філ Дуглас Джонс (P. D. Jones, нар. 1952) і американський вчений-кліматолог Майкл Еван Манн (M. E. Mann, нар. 1965) на основі своїх досліджень доходять 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», які описують минулі кліматичні епохи (Mann, 2007.35: 111). Справді велика регіональна відмінність у термінах льодовикових просувань можуть давати значні регіональні варіації охолодження (отже, початок LIA для різних регіонів коливається між 1300 і 1450 роками, а його завершення – між 1850 і 1900 роками), що робить термін LIA до певної міри суперечливим (Jones, Mann, 2004). Провідний історик-кліматолог, швейцарець Крістіан Пфістер (нім. *Christian Pfister*, нар. 1944) вважає, що переважання аномалії холоду, а отже, LIA завершилося у 1895 році (Pfister, 1999: 202).

Ми послуговуємося часовим визначенням ЛІА для країн Центрально-Західної Європи та басейну Середземномор'я, що дає змогу більш точно виміряти його регіональній типові дати і вплив на клімат у цих регіонах.

Цей останній ЛІА Е. Ле Руа Ладюрі поділяє на кілька етапів. Його перша фаза – XIV століття, почалася приблизно з 1303 року і тривала до 1380–1400 років, вона характеризується сильним просуванням швейцарських льодовиків, зима у Європі стає більш холодною та часто сніжною; літо прохолодне, дощове та шкідливе для зернових. У XIV столітті задокументовано 89 європейських зим, 22 сезони були холодними, а п'ять екстремально холодними (Pfister, Wanner, 2021: 173); замерзли основні озера та річки материкової Європи, включно із Сеною, Луаром, Рейном, Роною, навіть По на півночі Італії (скажімо, вважається, що товщина льоду на Нижній Роні сягала була приблизно 4,5 м). 1306 року у французькому місті Валансьєнн (фр. Valenciennes, північний схід Франції) морози тривали сім місяців (Pfister, Wanner, 2021: 173). Уже 1309 року надмірна кількість опадів спричинила великий голод по всій Європі. Через кілька років (1314–1315) відбувається один із найстрашніших голодоморів Середньовіччя, який символізує собою кінець золотої доби економічного зростання й оптимізму XIII століття. 1315 рік 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 і дозрівання винограду (Pfister, Wanner, 2021: 175).

На початок ЛІА припадає Столітня війна (1337) та Велика чума (анг. Great Plague (1348–1349)). Холодний літній сезон 1347 року також став іменуватися «роком без літа». К. Пфістер припускає, що літо й осінь 1347 року напередодні спалаху Великої чуми були, мабуть, найхолоднішими в тисячолітті, а 1340-ті роки були найгіршим десятиліттям XIV століття (Pfister, Wanner, 2021: 176, 181). Англійський дослідник Ієн Мортімер, опираючись на сучасні дослідження, припускає, що від Чорної смерті 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 роках був майже у 200 разів більший, ніж під час Першої світової війни (Мортімер, 2018: 96–99). За якихось півстоліття (XIV ст.) Європа, ймовірно, змінилася до невпізнання порівняно з теплим XIII століттям.

Хвилі пандемій чуми в ЛІА стали регулярними, вона поверталася у Європу приблизно кожні вісім-дванадцять років: у 1361–1362, 1369, 1374–1375. На цьому фоні поширюється рух антипап у Католицькій церкві (з 1378 року) та проповіді про наближення кінця світу; численні катастрофи та зміни пір року пояснювалися зіпсутими моральними установками. Хоч XV століття загалом не зазнало такого холоду, який був у XIV столітті, менш інтенсивні наступні спалахи хвороби все одно забирали життя мільйонів людей; у 1478–1480 роках чергова хвиля великої пандемії забрала життя від 10 до 15 % населення. Однак, як справедливо зауважує Ієн Мортімер, «загибель більше ніж половини населення не означає, що люди зреклися прав власності або відмовилися від циклів сівби та збирання врожаю» (Мортімер, 2018: 99). Протягом XVI і XVII століть чума кілька разів завдавала хаосу у Франції. Пік епідемії чуми припадає у Франції на 1583–89 рр. (Garnier, Daux... 2011: 708) – критичний для французької історії період, коли очікуваний випадок (смерть Генріха III) достроково завершив правління династії Валуа.

Е. Ле Руа Ладюрі, Е. Гарнье, Х. Пфістер (Pfister), М. Шабалова (Shabalova), Ван Енгелен (Van Engelen) та інші дослідники, здійснивши реконструкцію зимових і літніх температур у ряді європейських країн на основі документальних свідчень, визначили найбільш контрастні роки ЛІА у Європі.

Відповідно до цієї реконструкції зимових і літніх температур (зокрема, у низинних країнах, сучасні Нідерланди та Бельгійська Фландрія) із середини VIII до початку XVIII століття нашої ери і з продовженням спостережень до кінця XX століття, можемо констатувати, що XX століття було найтеплішим століттям останнього тисячоліття з точки зору зимових температур, тоді як XIII століття було найтеплішим з точки зору літніх температур. В обох сезонах найхолодніший столітній період припадав приблизно на 1600 рік (Shabalova & Van Engelen, 2003/58: 219–242).

У рамках наукової доктрини останніх десятиріч заведено вважати, що близько 1400 року була перервана перша фаза холодного розширення LIA (Garnier 2010: 61).

Малий льодовиковий період за своє майже 600-літнє просування європейським материком включав десятиліття з екстремальними позитивними і негативними коливаннями температури, а також фази без будь-яких аномалій. Вважається, що в період між 1500 і 1560 роками у Європі в рамках LIA були досить м'які температури. Щодо абсолютних літніх температурних рекордів і антирекордів у рамках малого льодовикового періоду науковцям відомо, що літо 1540 року виявилось найпосушливішим і найтеплішим у XVI столітті, літо 1556 року – найтеплішим за останні 500 років в Альпах, а також у Нідерландах і, ймовірно, у Європі загалом. Натомість літо 1627 року було найбільш вологим за останні 500 років, у т. ч. і в Нідерландах. З приватного листування Ордену єзуїтів у Кастилії (Іспанія) дослідникам стало відомо, що в період 1634–1648 років (Тридцятилітня війна) переважали інтенсивні опади й холодні хвилі, зокрема, це становило 500-річний рекорд сезонних опадів в Іспанії (Luterbacher, Хорпакі... 2006: 41). Літо 1719 року було одним із найспекотніших у XVIII столітті у Франції та Нідерландах. Літо 1816-го – найхолодніше літо в історії Європи (унаслідок виверження вулкана Тамбора в Індонезії в 1815 році, одного з найбільших і найсмертоносніших 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 (de Boer, Sanders, 2004), (Klingaman, Klingaman, 2014). Натомість уже через кілька років – 1822 року літо було дуже теплим у великій частині Європи, у тому числі в Альпах (Garnier, Даух... 2011: 711).

Протягом останніх 1000 років відбулося п'ять великих мінімумів – проміжки часу, коли спостерігалася низька або найнижча порівняно з іншими сонячна активність. Ученими здійснено ряд спроб дослідити виникнення великих мінімумів у минулому, використовуючи дані радіовуглецю ^{14}C у кільцях дерев.

Перші два мінімуми – Оорта (англ. Oort, бл. 1021–1060 роки н. е.) і Вольфа (англ. Wolf, бл. 1279–1349 роки н. е.) припадають на середньовічний сонячний максимум. Мінімум Вольфа слугував переходом до малого льодовикового періоду; під час цього періоду у всьому світі відбувалося зниження сонячного випромінювання (Usoskin, Solanki... 2007: 301–309).

Три інші мінімуми припадають на малий льодовиковий період і становлять 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 (Eddy, 1976: 1196, 1202).

Перший період сонячної тиші, який відбився на пониженні температури, принаймні на європейському континенті, – це мінімум Шперера (англ. The Spörer Minimum, SPM). Це визначення було запропоноване американським фізиком-астрономом Джоном Едді (англ. John A. Eddy, 1931–2009) у 1976 році на честь німецького астронома Густава Шперера (нім. Gustav Spörer, 1822–1895), відомого своїми дослідженнями плям і сонячних циклів плям. Дискусії викликає хронологічний період мінімуму Шперера. Джон Едді вважав, що цей період розтягнувся з 1460 до 1550 року. Хоча згодом на основі різноманітних проксі-даних дослідники почали схилитися до того, що мінімум Шперера був більш тривалим – близько 160 років, з 1390 по 1550 рік. Він приблизно встановлений на основі дотелескопічних випадкових спостережень неозброєним оком сонячних плям і полярних сьайв, які здійснювалися переважно на Далекому Сході і були описані в XV–XVI століттях, а також із вимірювань вуглецю ^{14}C у кільцях дерев. Швейцарські науковці на основі кліматичних реконструкцій і новітніх моделювань дійшли висновку, що період раннього мінімуму Шперера взимку 1431–1440 років був найхолоднішим десятиліттям у Західній і Центральній Європі в XV столітті, який спричинив замерзання річок і озер у Центральній Європі, Англії та Нідерландах з періодичними періодами морозів у квітні та травні (Camenisch, Keller, 2016: 2116–2117).

Другий – це мінімум Маундера (англ. The Maunder Minimum, MM), який становить найхолодніший екскурс малого льодовикового періоду в проміжку від 1645 по 1715 рік. Тому

його ще називають «останнім великим мінімумом». Густав Шперер першим відмітив тривалий період низької активності сонячних плям і майже повну відсутність плям. Після його смерті це дослідження продовжив Е. Маундер. Тож цей період найнижчої сонячної активності згодом був названий на честь англійського астронома, засновника Британської астрономічної асоціації Едварда Маундера (англ. Edward Maunder, 1851–1928). Джон Едді разом з іншими дослідниками виявив, що тривала аномалія деревних кілець охоплювала той самий період, що й мінімум Маундера, – з 1645 по 1715 рік (Eddy, 1976: 1199). Цей найхолодніший період малого льодовикового періоду розглядається науковцями як переконливий доказ значного прямого впливу Сонця на клімат (Owens, Lockwood... 2017).

У наукових колах прийнято окремо розглядати пізній мінімум Маундера (LMM), з 1675 по 1715 рік (Luterbacher, 2001: 29-54). Цей період збігається з посиленою вулканічною активністю та суттєвим зменшенням кількості сонячних плям. Джон Едді, перерахувавши кількісні описи Маундера, вказав на періоди, коли сонячних плям не було видно взагалі: у періоди між 1656 і 1660, 1661–1671, 1689–1695, 1695–1700 та 1710–1713 рр. Загальна кількість плям, які спостерігалися з 1645 по 1715 рік, була меншою, ніж ми бачимо в один активний рік за нормальних нинішніх умов (Eddy, 1976: 1192, 1201). Згодом вченими було здійснено перекресну перевірку минулої сонячної активності завдяки даним про полярні сніжки, унаслідок чого було виявлено, що в період між 1645 і 1715 роками була помітна відсутність полярних сніжків, які є історичними індикаторами сонячної активності; разом із спостереженнями за затемненнями Сонця було підтверджено мінімум сонячних плям у цей історичний період (Eddy, 1976: 1192–1193, 1199, 1201), (Usoskin, Arlt...2015).

Зазначимо також, що група англійських, фінських та американських вчених (Owens, Lockwood... 2017), піднявши поріг кількості сонячних плям до 20 для визначення ММ і його впливу на клімат, ведуть початок мінімуму Маундера не від традиційного 1645 року, а від 1637-го і закінчують 1719 роком.

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 роками. Кількість сонячних плям на піку сонячних 11-річних циклів становила в цей період приблизно одну третину від тої кількості плям, яка звично спостерігається під час нормальних сонячних циклів. Виверження вулканів разом із зменшенням загального сонячного опромінення сприяли, як доводять численні дослідження, великомасштабним змінам температур (Owens, Lockwood... 2017).

Реконструкцію сонячних плям учені здійснюють також на основі надлишку вуглецю ^{14}C (вступаючи в реакцію з киснем, утворює вуглекислий газ, який потрібен рослинам у процесі фотосинтезу); ці вимірювання здійснюються в живих і стародавніх деревах, таких як американська секвоя тощо. Водночас реконструкція вуглецю ^{14}C після 1900 року ускладнюється спалюванням викопного палива й використанням атомної зброї, що спотворює сонячний сигнал у даних ^{14}C . Притім треба зауважити, що для реконструкції кліматичних даних до 1610 року (часу застосування телескопа для спостережень за Сонцем) сонячну активність вимірюють виключно вмістом вуглецю ^{14}C (Owens, Lockwood... 2017).

Сонячна активність під час ММ була близькою до найнижчого рівня за останні 8000 років. У рамках LMM спостерігалися, скажімо, снігопади в Лісабоні після 1693 року. Зима 1708–1709 стала найхолоднішою в Європі принаймні за останні 500 років, із нижчою на 3 °С середньою температурою в Європі.

Усі ці зими, на думку Юрга Лютербахера, збігаються з дуже холодними умовами за європейською шкалою. Відповідно до виведеної шкали опадів, на початку XVIII століття (у самому кінці пізнього мінімуму Маундера) опади демонструють сильну мінливість із постійними дощами взимку 1706–1707 років до літа 1709 р. та посухами протягом зими 1711–1712 років і між весною 1714 р. і осінню 1715 р. (Luterbacher, Хоплаккі... 2006: 43). Це багато що пояснює, якщо аналізувати економічні кризи в ряді європейських країн, зокрема у Франції, де смерть

короля Людовика XIV у 1715 році мало хто оплакував. Особливо суворі зими траплялися і після завершення мінімуму Маундера, зокрема зими 1739–1740 і 1788–1789 років.

За різними оцінками, у період з 1860 по 1900 рік метеорологи, дослідники історії клімату мають справу з новим малим оптимумом, або модерним теплим періодом (англ. Modern Warm Period, MWP). Також існує думка про початок цього періоду з 1900 року. У 1856 році американський науковець 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 (CO₂) 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 дехто називає засновником науки про клімат.

Модерний теплий період учені-кліматологи поділяють на «коротке двадцятье століття» (англ. Short Twentieth Century, STC), з 1900 по 1988–89 роки, і подальший «недавній теплий період» (англ. Recent Warm Period, RWP), який почався в 1989 році і характеризується швидким потеплінням (Pfister, Wanner, 2021: 172).

Перша світова війна, на думку Е. Ле Руа Ладюрі, тимчасово відтворює умови впливу клімату, які панували до 1860–1900 років. Холодна зима 1916–1917 років вразила посіви, спровокувала дефіцит їжі в кайзерівській Німеччині й була однією з причин німецької революції 1918 року (Le Roy Ladurie, 2022: 12). Невелике охолодження середньорічних показників спостерігалось протягом 1939–1940 років. Фактор впливу клімату на перебіг військових кампаній в різні періоди історії (1709, 1812, 1918, 1940–1942, 2022 роки) потребує детального розгляду й аналізу в кожному окремому випадку. У роки Другої світової війни мали місце три сильні зими одна за одною (1940, 1941, 1942), що частково відбилося на Зимовій війні СРСР проти Фінляндії (1939–1940, морози до –40 °С). На думку Ле Руа Ладюрі, холодні зими також сприяли поразці гітлерівських військ у СРСР (т. зв. кліше генерал Мороз) (Le Roy Ladurie, 2022: 14). Натомість радянський і польський маршал, в'язень сталінських таборів Костянтин Рокоссовський, згадуючи наступ німецьких військ на Москву, писав, що всередині листопада 1941 року «холоди скували болота, і німецькі танкові та моторизовані з'єднання... отримали більшу свободу дій (поза дорогами)» (Рокоссовский, 1988: 78) (температура коливалася тоді в межах –5...–10 °С). Очікування скоування доріг морозами з розрахунку на коротку військову кампанію було однією з причин відтермінування й початку повномасштабного вторгнення путінської Росії в Україну в лютому 2022 року (температура в Києві в лютому 2022 року коливалася від +11 до –4 °С, у березні – від +9 до –10 °С). Наприкінці лютого 2022 року російська армія все ще хотіла повторити гітлерівський наступ у листопаді – грудні 1941 року, сподіваючись на швидку стратегічну наступальну операцію, у тому числі завдяки морозній погоді.

Е. Ле Руа Ладюрі також дещо іронічно пов'язує «теплі» («оксамитові») революції у Східній Європі 1988–1989 років із новим і сильним кліматичним стрибком у напрямі тепла. Цей останній кліматичний стрибок, який усе ще триває, привертає увагу вчених усього світу до дослідження екстремальних подій і ризиків останніх 700–500 років, які, можливо, дадуть відповідь на питання, яких змін чекати в майбутньому і як ці зміни впливатимуть на політичні та соціально-економічні, демографічні процеси.

Чимало наукових оцінок підтверджують висновок про те, що наприкінці ХХ століття подальше потепління є безпрецедентним у північній півкулі і, ймовірно, у глобальному масштабі (Mann, 2007.35: 111). Вважають, що сучасні зміни клімату (з ХІХ по ХХІ ст.) викликані здебільшого антропогенними факторами, включно зі збільшенням концентрації парникових газів, аерозолів, наслідками спалювання викопного палива тощо (Mann, 2007.35: 112).

У наукових виданнях і періодиці ця проблематика періодично виринає з новою гостротою. Ось лише одна з типових статей, яка вийшла в липні 2023 року, під час чергової хвилі екстремальної спеки у Європі, у найстарішій щоденній газеті США «Нью-Йорк Таймс» (The New York Times) 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 зруйнуватися раніше, ніж очікувалося вченими. Останній раз, коли потужна циркуляція океанських течій, які формують клімат довкола Північної Атлантики, значно сповільнилася, Європу скував глибокий холод» (Zhong. NYT. July 25, 2023).

Глобальні ризики, які веде за собою глобальне потепління, зазначаються першими у звітах, здійснюваних експертами й учасниками в рамках Всесвітнього економічного форуму в Давосі (2023–2024). Перші три глобальні ризики наступного (після 2023 року) десятиріччя такі: 1) неспроможність пом'якшити наслідки зміни клімату; 2) провал адаптації до зміни клімату; 3) стихійні лиха й екстремальні погодні умови (Global Risks Report, 2023, 2024).

Висновок. У європейській історіографії останніх десятиріч усе більш актуальною є висунення «кліматичної гіпотези», кліматозалежності соціально-політичних змін у Європі за останні 500 і більше років. Наукові спроби довести взаємопов'язаність кліматичних коливань і соціально-економічних, політичних змін у Європі в часи малих льодовикових періодів (LIA) і малих періодів потепління (малих оптимумів за Е. Ле Руа Ладюрі) дає змогу по-новому проаналізувати низку критичних періодів у європейській історії Середньовіччя і Нового часу. На сьогодні «кліматичний компонент», як його розкрили Еммануель Гарньє, німецький кліматолог Герман Флон (англ. Herman Flohn, 1912–1997), засновник британської історії клімату Г'юберт Горацій Лемб (англ. Hubert Horace Lamb, 1913–1997), є важливим через кооперацію науковців і міжнародних організацій (насамперед NASA), що дає змогу розробити політику запобігання чи управління сучасними кризами.

Джерела та література

- Мортімер, І.** (2018). Століття змін. Яке століття бачило найбільше змін і чому це важливо для нас. Харків: Фабула.
- Рокоссовский, К.** (1988). Солдатский долг.
- Brazdil, R., Demarée, G., Deutsch, M., Garnier, E., Kiss, A., & Luterbacher, J.** (2010). European floods during the winter 1783/1784: scenarios of an extreme event during the “Little Ice Age” / *Theoretical and Applied Climatology* (V. 100). P. 163–189.
- Camenisch, C., Keller, K. M., Salvisberg, M., Amann, B., & Bauch, M.** (2016). The early Spörer Minimum – a period of extraordinary climate and socio-economic changes in Western and Central Europe / *Climate of the Past Discussions*. 12. P. 2107–2126.
- de Boer, J., & Sanders D.** (2004). *Volcanoes in Human History. The Far-Reaching Effects of Major Eruptions*. Princeton University Press, 2004.
- Eddy, J.** (1976). The Maunder Minimum / *Science*. Vol. 192. Issue 4245. P. 1189–1202.
- Garnier, E.** (2010) Fausse science ou nouvelle frontière. Le climat dans son histoire / *Revue d'histoire moderne & contemporaine* (N 57–3). P. 7–41.
- Garnier, E.** (2010). *Les Dérangements du Temps. 500 ans de chaud et de froid en Europe*. Plon, 2010.
- Garnier, E., Daux, V., Yiou, P., & Garciade Cortazar-Atauri, I.** (2011). Grapevine harvest dates in Besançon (France) between 1525 and 1847: Social out comes or climatic evidence? / *Climatic Change* (104). P. 703–727.
- Global Risks Report** (2023). The World Economic Forum's Global Risks Report 2023. URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2023.pdf
- Global Risks Report** (2024). The World Economic Forum's Global Risks Report 2024. URL: <https://relief-web.int/report/world/global-risks-report-2024-19th-edition-insight-report>
- Jones P., & Mann, M.** (2004). *Climate over past millennia / Reviews of Geophysics*. Volume 42. Issue 2.
- Klingaman, W., & Klingaman, N.** (2014). *The Year Without Summer: 1816. Find the Volcano that darkened the World and changed History*. New York: St. Martin's Griffin, 2014.
- Lamb, H.** (1997). *Climate, History and the Modern World*. Second edition. London – New York : Routledge, 1997.
- Ladurie LeRoy, E.** (2022). *Histoire du climat depuis l'an mil*. Barcelone: Champs histoire.
- Ladurie Le Roy** (1987). *L'État royal. De Louis XI à Henri IV. 1460–1610*. Paris: Le Grand Livre du Mois.
- Ladurie Le Roy** (1996). *The Ancien Régime a History of France. 1610–1774*. Oxford-Cambridge: Blackwell Publishers.
- Ladurie Le Roy** (2004). *Histoire humaine et comparée du climat. Canicules et glaciers. XIII–XVIII siècles*. Paris: Le Grand Livre du Mois.

- Ladurie Le Roy** (2006). *Histoire humaine et comparée de climat. Disettes et révolutions 1740–1860. Tome 2.* Paris: Fayard.
- Lutebracher, J.** (2001). The Late Maunder Minimum (1675–1715) – Climax of the “Little Ice Age” in Europe. P. 29–54 / *History and Climate. Memories of the Future. Editors: P. D. Jones, A. E. J. Ogilvie.*
- Luterbacher, J., Xopaki, E., Casey, C., & Wanner, H.** (2006). Development of Earth and environmental Sciences (Journal). V. 4. P. 27–148.
- Owens, M., Lockwood, M., & Hawkins, E.** (2017). The Maunder minimum and the Little Ice Age: an update from recent reconstructions and climate simulations / *Journal Space Weather Space Clim.* 7, A33.
- Pfister, C.** (1999). *Wetternachhersage. 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen (1496–1995).* Bern – Stuttgart – Wien: Verlag Paul Haupt.
- Pfister, C., & Wanner, H.** (2021). *Climate and Society in Europe – the Last Thousand Years.* Printed in Austria. 1st edition: Haupt Verlag.
- Shabalova, M., & Van Engelen, A.** (2003). Evaluation of a Reconstruction of Winter and Summer Temperatures in the Low Countries, AD 764–1998 / *Climatic Change* 2003/58. P. 219–242.
- Usoskin, I., Rainer, A., Asvestari, E., & Hawkins, E.** (2015). The Maunder minimum (1645–1715) was indeed a grand minimum: A reassessment of multiple datasets / *Astronomy & Astrophysics. Volume 581.*
- Usoskin, I., & Solanki, S.** (2007). Grand minima and maxima of solar activity: new observational constraints/ *Astronomy & Astrophysics. Volume 471.* P. 301–309.
- Vaquero, J., & Trigo, R.** (2012). A Note on Solar Cycle Length during the Medieval Climate Anomaly / *Solar Physics* 279. P. 289–294.
- Zhong, R.** (2023). Warming could push the Atlantic Past a “tipping point” this century / *The New York Times.* URL: <https://www.nytimes.com/2023/07/25/climate/atlantic-ocean-tipping-point.html>

References

- Mortimer, I.** (2018). *Stolittia zmin. Yake stolittia bachylo naibilshe zmin i chomu tse vazhlyvo dlia nas [A century of changes. Which century saw the most change and why is it important to us].* Kharkiv: Fabula [in Ukrainian].
- Rokossovskiy, K.** (1988). *Soldatskyi dolh [Soldier’s debt].*
- Brazdil, R., Demarée, G., Deutsch, M., Garnier, E., Kiss, A., & Luterbacher, J.** (2010). European floods during the winter 1783/1784: scenarios of an extreme event during the “Little Ice Age” / *Theoretical and Applied Climatology* (V. 100). P. 163–189.
- Camenisch, C., Keller, K. M., Salvisberg, M., Amann, B., & Bauch, M.** (2016). The early Spörer Minimum – a period of extraordinary climate and socio-economic changes in Western and Central Europe / *Climate of the Past Discussions*. 12. P. 2107–2126.
- de Boer, J., & Sanders D.** (2004). *Volcanoes in Human History. The Far-Reaching Effects of Major Eruptions.* Princeton University Press, 2004.
- Eddy, J.** (1976). The Maunder Minimum / *Science*. Vol. 192. Issue 4245. P. 1189–1202.
- Garnier, E.** (2010) *Fausse science ou nouvelle frontière. Le climat dans son histoire / Revue d’histoire moderne & contemporaine* (N 57–3). P. 7–41.
- Garnier, E.** (2010). *Les Dérangements du Temps. 500 ans de chaud et de froid en Europe.* Plon, 2010.
- Garnier, E., Daux, V., Yiou, P., & Garciade Cortazar-Atauri, I.** (2011). Grapevine harvest dates in Besançon (France) between 1525 and 1847: Social out comes or climatic evidence? / *Climatic Change* (104). P. 703–727.
- Global Risks Report** (2023). The World Economic Forum’s Global Risks Report 2023. URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2023.pdf
- Global Risks Report** (2024). The World Economic Forum’s Global Risks Report 2024. URL: <https://relief-web.int/report/world/global-risks-report-2024-19th-edition-insight-report>
- Jones P., & Mann, M.** (2004). *Climate over past millennia / Reviews of Geophysics. Volume 42. Issue 2.*
- Klingaman, W., & Klingaman, N.** (2014). *The Year Without Summer: 1816. Find the Volcano that darkened the World and changed History.* New York: St. Martin’s Griffin, 2014.
- Lamb, H.** (1997). *Climate, History and the Modern World.* Second edition. London – New York: Routledge, 1997.
- Ladurie LeRoy, E.** (2022). *Histoire du climat depuis l’an mil.* Barcelone: Champs histoire.
- Ladurie Le Roy** (1987). *L’État royal. De Louis XI à Henri IV. 1460–1610.* Paris: Le Grand Livre du Mois.
- Ladurie Le Roy** (1996). *The Ancien Régime a History of France. 1610–1774.* Oxford-Cambridge: Blackwell Publishers.

- Ladurie Le Roy** (2004). *Histoire humaine et comparée du climat. Canicules et glaciers. XIII–XVIII siècles.* Paris: Le Grand Livre du Mois.
- Ladurie Le Roy** (2006). *Histoire humaine et comparée de climat. Disettes et révolutions 1740–1860. Tome 2.* Paris: Fayard.
- Lutebracher, J.** (2001). The Late Maunder Minimum (1675–1715) – Climax of the “Little Ice Age” in Europe. P. 29–54 / *History and Climate. Memories of the Future. Editors: P. D. Jones, A. E. J. Ogilvie.*
- Luterbacher, J., Xopaki, E., Casey, C., & Wanner, H.** (2006). Development of Earth and environmental Sciences (Journal). V. 4. P. 27–148.
- Owens, M., Lockwood, M., & Hawkins, E.** (2017). The Maunder minimum and the Little Ice Age: an update from recent reconstructions and climate simulations / *Journal Space Weather Space Clim.* 7, A33.
- Pfister, C.** (1999). *Wetternachhersage. 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen (1496–1995).* Bern – Stuttgart – Wien: Verlag Paul Haupt.
- Pfister, C., & Wanner, H.** (2021). *Climate and Society in Europe – the Last Thousand Years.* Printed in Austria. 1st edition: Haupt Verlag.
- Shabalova, M., & Van Engelen, A.** (2003). Evaluation of a Reconstruction of Winter and Summer Temperatures in the Low Countries, AD 764–1998 / *Climatic Change* 2003/58. P. 219–242.
- Usoskin, I., Rainer, A., Asvestari, E., & Hawkins, E.** (2015). The Maunder minimum (1645–1715) was indeed a grand minimum: A reassessment of multiple datasets / *Astronomy & Astrophysics.* Volume 581.
- Usoskin, I., & Solanki, S.** (2007). Grand minima and maxima of solar activity: new observational constraints / *Astronomy & Astrophysics.* Volume 471. P. 301–309.
- Vaquero, J., & Trigo, R.** (2012). A Note on Solar Cycle Length during the Medieval Climate Anomaly / *Solar Physics* 279. P. 289–294.
- Zhong, R.** (2023). Warming could push the Atlantic Past a “tipping point” this century / *The New York Times.* Retrieved from: <https://www.nytimes.com/2023/07/25/climate/atlantic-ocean-tipping-point.html>

*Стаття надійшла до редакції 26.01.2024 р.
Стаття рекомендована до друку 20.02.2024 р.*