УДК 561.24 (091)+902.674 (091)
DOI: https://doi.org/10.33782/2708-4116.2026.5.474

Varfolomii Savchuk*

DENDROCHRONOLOGICAL STUDIES OF THE SECOND HALF OF THE 19TH CENTURY: FROM J. KÜCHLER TO F.N. SHVEDOV

Abstract: The study focuses on the problem of the formation of dendrochronology in the second half of the 19th century – one of the important scientific directions, the methods of which are widely used both for paleoclimatic studies and for dating (establishing the age) of various (archaeological) objects in archaeological research.

The aim of the study was to form, based on the analysis of the historiography of the problem, a complex of the most significant works in the history of dendrochronology of the second half of the 19th century and to determine, based on their systematic analysis, the main patterns of the dynamics of the formation of dendrochronology in the period under study.

The study shows that in Ukrainian historiography there are almost no publications on the history of the development of dendrochronology, in which this problem would be deeply studied. Instead, there is a significant layer of foreign research on the history of the emergence and development of dendrochronology, which actualizes the need for conducting similar studies in Ukraine.

The applied methodology and research methods became the basis for a detailed comprehensive analysis of the content of the rare fundamental works of J. Küchler, A. Pokorny, J. Kapteyn and F.N. Shvedov and the clarification of their main provisions in the context of modern dendrochronology.

The novelty of the study lies in the complexity and synergy of the consideration of primary sources – the works of the pioneers of dendrochronology, which made it possible to clarify the logic of the transitional period in the formation of dendrochronology as a specific scientific direction. The analyzed sources clearly indicate the positive dynamics of the formation of dendrochronology in the second half of the 19th century. Each decade of this period introduced new methodological and methodical innovations, thus forming a certain 'image' of the new scientific direction.

A comparative analysis of the original research (primary sources) and the achieved results of J. Küchler (1859), A. Pokorny (1869), J. Kapteyn (1880-1881/1914) and F.N. Shvedov (1892) gives grounds to assert that during the second half of the 19th century there was a gradual transition from a qualitative description of experimental data characterizing tree rings and their connection with changing tree growth conditions (J. Küchler) and dating possibilities, to quantitative measurements and mathematical processing of experimental data (statistical processing of results, interpolation, methods of smoothing curves in the works of A. Pokorny, J. Kapteyn and F.N. Shvedov). Perhaps such a breakthrough was also due to the fact that J. Kapteyn and F.N. Shvedov were physicists and it was inherent in them to use mathematical methods in their other studies. During this period, there was also a clear awareness of the importance of cross-dating for dendrochronological research.

The article clarifies the bibliographical descriptions of the analyzed works, and a translation into Ukrainian of a German-language publication attributed to A. Pokorny is made.

Keywords: dendrochronology, pioneers of dendrochronology, tree rings, primary sources, dating, radiocarbon method, Egyptian chronology

* *Savchuk Varfolomii* – Doctor of Historical Sciences, Professor, Professor of the Department of World History, Oles Honchar Dnipro National University (Dnipro, Ukraine); ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6324-7567; e-mail: varflomey44@gmail.com

CC BY 4.0

Варфоломій Савчук*

ДЕНДРОХРОНОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДРУГОЇ ПОЛОВИНИ 19 СТ.: ВІД ДЖ. КЮХЛЕРА ДО Ф.Н. ШВЕДОВА

Анотація: Дослідження зосереджене на розгляді проблеми становлення у другій половині 19 ст. дендрохронології – одного з важливих наукових напрямів, методи якої широко використовуються як для палеокліматичних досліджень, так і для датування (встановлення віку) різноманітних (археологічних) об'єктів в археологічних дослідженнях.

Мета дослідження – формування на підставі аналізу історіографії проблеми комплексу найбільш знакових праць в історії дендрохронології другої половини 19 ст. та визначення на підставі їх системного аналізу основних закономірностей динаміки становлення дендрохронології у досліджуваному періоді.

Проведене дослідження засвідчує, що в українській історіографії майже відсутні публікації з історії розвитку дендрохронології, в яких зазначена проблема була б глибоко вивчена. Натомість існує значний пласт закордонних досліджень з історії виникнення та розвитку дендрохронології, що актуалізує необхідність проведення подібних досліджень в Україні.

Застосовані методологія та методи дослідження стали основою детального комплексного аналізу змісту рідкісних на сьогоднішній день основоположних праць Дж. Кюхлера, А. Покорни, Я. Каптейна і Ф.Н. Шведова та з'ясування їхніх основних положень у контексті сучасної дендрохронології.

Новизна дослідження полягає у комплексності та синергії розгляду первинних джерел – праць піонерів дендрохронології, що дало можливість з'ясування логіки перехідного періоду у формуванні дендрохронології як певного наукового напряму. Проаналізовані джерела чітко свідчать про позитивну динаміку становлення дендрохронології у другій половині 19 ст. Кожне десятиліття цього періоду вносило нові методологічні та методичні новації, формуючи таким чином певний «образ» нового наукового напряму.

Порівняльний аналіз оригінальних досліджень (першоджерел) і досягнутих результатів Дж. Кюхлера (1859), А. Покорни (1869), Я. Каптейна (1880-1881/1914) та Ф.Н. Шведова (1892) дає підстави стверджувати, що протягом другої половини 19 ст. відбувався поступовий перехід від якісного опису експериментальних даних, що характеризують деревні кільця, та їх зв'язку зі зміною умов зростання дерев (Дж. Кюхлер) і можливостями датування, до кількісних вимірювань і математичної обробки експериментальних даних (статистична обробка результатів, інтерполяція, методи згладжування кривих у працях А. Покорни, Я. Каптейна та Ф.Н. Шведова). Можливо такий прорив був пов'язаний і з тим, що Я. Каптейн і Ф.Н. Шведов буди фізиками і їм було притаманне використання математичних методів і в інших їхніх дослідженнях. У цей період відбулося також чітке усвідомлення важливості перехресного датування для дендрохронологічних досліджень.

У статті уточнені бібліографічні описи проаналізованих праць, зроблено переклад українською мовою німецькомовної публікації, яку пов'язують з авторством А. Покорни.

Ключові слова: дендрохронологія, піонери дендрохронології, деревні кільця, первинні джерела, датування, радіовуглецевий метод, єгипетська хронологія

* *Савчук Варфоломій Степанович* – доктор історичних наук, професор, професор кафедри всесвітньої історії, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (Дніпро, Україна);
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6324-7567; e-mail: varflomey44@gmail.com

CC BY 4.0

Вступ. Сучасна археологія активно використовує різноманітні методи визначення археологічного віку об'єктів, що вивчаються. Серед них такі методи як радіовуглецевий, дендрохронологічний, термолюмінесцентний, палеомагнітний та ін. Кожний з них є своєрідним, має свої особливості і відіграє важливу роль в археологічних дослідженнях. Деякі з цих методів розпочинали своє застосування з іншою метою. Але надалі виявилися надзвичайно потужними і необхідними для інших цілей. Це, зокрема, стосується і такого методу як дендроархеологічний (дендрохронологічний) метод. Він виявився напрочуд затребуваним для поєднання з радіо вуглецевим методом.

Існує значна кількість публікацій, в яких розглядається використання дендрохронологічного методу для археологічних досліджень, зокрема у такому напрямі досліджень як єгиптологія. Здебільшого це пов'язане з тією роллю, яку відіграє цей метод для датування. Особливу роль у проблемі датування метод дендрохронології почав відігравати після появи радіовуглецевого методу датування. Таке поєднання надало можливість отримання значно достовірніших результатів датування для археологічних пам'яток, чий вік вимірюється тисячоліттями (наприклад, визначення віку пірамід в єгипетській хронології).

Відомо також, що дендрохронологічний метод зародився значно раніше радіовуглецевого метода. Існує низка спроб створити хронологію виникнення та розвитку дендрохронологічних досліджень, які охоплюють фактично значну частину історії людства. Але різні етапи цього процесу мають різний характер висвітлення та різну інформаційну насиченість. Незважаючи на достатньо широкий інформаційний простір дослідники історії розвитку дендрохронології не завжди використовують контекст оригінальних праць піонерів дендрохронології, базуючись на вторинних джерелах. Тому є необхідність детальніше розглянути внесок низки вчених у становлення дендрохронології, зокрема у другій половині 19 ст.

Мета дослідження – сформувати на підставі історіографії проблеми комплекс найбільш знакових праць в історії дендрохронології другої половини 19 ст. та визначити на підставі їх системного аналізу основні закономірності динаміки становлення дендрохронології у досліджуваному періоді.

Предмет дослідження – рідкісні на сьогоднішній день основоположні праці вчених другої половини 19 ст. Дж. Кюхлера, А. Покорни, Я. Кептайна та Ф.Н. Шведова, їх внесок у становлення дендрохронології як окремого наукового напряму.

Методологія дослідження базується на низці спеціально-історичних методів дослідження. Широко використовувалися також системний і компаративістський аналіз, критичний аналіз джерел. *Новизна дослідження* полягає у комплексності та синергії розгляду первинних джерел – праць піонерів дендрохронології, що дало можливість з'ясування логіки перехідного періоду у формуванні дендрохронології як певного наукового напряму. Проведений у статті комплексний аналіз праць піонерів дендрохронології становить новизну та може бути корисним для розвитку досліджень з історії дендрохронології у цілому.

Огляд літератури. На сьогодні у світі існує значна історіографічна база з історії дендрохронології. Історія зазначених досліджень, в основному, подається як складник дослідницьких праць з вивчення певних об'єктів кліматологічних або та хронологічних

CC BY 4.0

досліджень, як кліматичного, так й історичного (археологічного) характеру. Іншим джерелом відомостей про історію виникнення цього напряму досліджень є праці безпосередньо присвячені цьому питанню. Останнє стосується, у першу чергу, праць здебільшого закордонних вчених. Кількість спеціальних досліджень історії дендрохронології в українському історичному просторі доволі обмежена. Аналіз історіографічних джерел свідчить, що можна зустріти певну кількість помилок при бібліографічному описі посилань на оригінальні праці піонерів дендрохронології, що певною мірою свідчить про те, що автори цих праць могли не бути знайомими з ними безпосередньо.

Для дослідження були використані як оригінальні праці піонерів дендрохронології в якості первинних джерел, так і вторинні (історіографічні) джерела.

Аналіз історіографії надав можливість сформувати базисну групу піонерів дендрохронології у зазначеному періоді дослідження та їхніх праць. Особлива увага даного дослідження була сконцентрована на комплексі оригінальних праць вчених другої половини 19 ст.

Виклад основного матеріалу. Одним з етапів дослідження було виявлення, на підставі аналізу історіографії проблеми, тієї групи вчених, праці яких можна було вважати чи не найважливішими для процесу формування у другій половині 19 ст. такого наукового напряму, як дендрохронологія. У світовій історіографії існує низка праць, в яких або хронологічно послідовно (описово, або за складеними таблицями) наводяться дані про вчених, які мали відношення до становлення напряму досліджень, що розглядається[1]. Зрозуміло, що повний збіг між цими даними відсутній. Але їх ретельне опрацювання дозволило виділити для другої половини 19 ст. групу вчених, чий внесок у розвиток дендрології можна вважати найвагомішим. Зазначене не означає ігнорування внеску інших вчених, але є важливим для окреслення меж даного дослідження.

До цієї групи вчених були віднесені такі дослідники, чиї оригінальні праці аналізувалися: Дж. Кюхлер (Ja. Kuechler, 1859), А. Покорни (A. Pokorny, 1869), Я. Каптейн (Ja.C. Kapteyn, [1881-1882/1908]), Ф.Н. Шведов (1892)[2].

Всі ці дослідники в якості індикатора тих чи інших змін при зростанні деревної рослинності використовували деревні кільця. До другої половини було вже відомо про певний зв'язок між характеристиками (властивостями) деревних кілець та умовами зростання дерев. Підсумком щодо цих відомостей перед 19 ст., на наш погляд, можна вважати працю К. Ліннея «Філософія ботаніки» (1747). У цій фундаментальній праці К. Лінней вказав на дві найважливіші характеристики, дані про які надає вивчення

[1] *Speer J.H.* Fundamentals of Tree-Ring Research. Tucson, Arizona: University of Arizona Press, 2010. 368 p.; *Schweingruber F.H.* Tree-rings: Basics and Applications of Dendroecology. Dordrecht: Reidel. Publ., 1988. 276 p.; *Tegel W., Muigg B., Skiadaresis G.*, et al. Dendroarchaeology in Europe. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2022. Vol. 10. P. 1-31. DOI: https://doi.org/10.3389/fevo.2022.823622 and others.

[2] *Kapteyn J.C.* Tree-growth and meteorological factors. *Receuil des travaux botaniques. N'eerlandais*. 1914. Vol. 11, Issue 1. P. 70-93; *Kuechler J.* Das Klima von Texas. *Texas Staats-Zeitung.* 1859. August 6. P. 2. San Antonio. (translated and reprinted in: *Campbell T.N.* The pioneer tree-ring work of Jacob Kuechler. *Tree-Ring Bulletin*. 1949. № 15. P. 17-18; Verhandlungen der Sektion für Botanik und Pflanzenphysiologie der 43. Versammlung deutsher Naturforscher und Aerzte zu Innsbruck. *Botanische Zeitung.* 1869. № 44 (29 October). Kol. 746-747. URL: https://www.digitale-sammlungen.de/de/view/bsb10230140?page=421; *Шведов Ф.Н.* Дерево как летопись засух. *Метеорологический вестник*. 1892. № 5. С. 163-178.

CC BY 4.0

деревних кілець: *вік дерева та кліматичні умови*, в яких дерево виростає: «Час ВИРОСТАННЯ (VIGENDI tempus) охоплює роки життя рослини, вони легко обчислюються за концентричними колами, або смоляними кільцями на зрізі ствола. [Вік] більшості стволів обчислюється за смоляними, або внутрішніми кільцями... *Літопис* більш суворих і м'яких зим визначається за внутрішніми кільцями у більшості дерев, особливо у дуба»[3].

З набуттям дослідницького досвіду вивчення деревних кілець і використання отриманих знань відбувався поступовий перехід до становлення дендрохронології як певного наукового напряму. Друга половина 19 ст. надає приклади вироблення засад методології таких досліджень і розширення їх функціональності.

У 1850-ті роки у Сполучених штатах Америки працював землеміром переселенець з Німеччини Джейкоб (Якоб) Кюхлер (рис. 1), випускник Гіссенського університету за спеціальністю «Цивільне будівництво та лісівництво»[4]. Він також певний час виконував обов'язки лісника.



Рис. 1. Джейкоб Кюхлер[5]

Джейкоб Кюхлер використав перехресне датування для дослідження трьох дерев пост-дуба (Quercus stellata) з Техасу в 1859 р. (публікація Кюхлера (1859) написана німецькою мовою). Редакційна стаття Клівленда Аббе (1893) розповідає про дослідження, проведене Кюхлером і про яке повідомив полковник Вільям В. Гаупт. Дж. Кюхлер використовував сучасні принципи, такі як вибір місця, вибираючи дерева на низьких хребтах з хорошим дренажем, а також таблиці для відмітки характеристик кілець, демонструючи ранній приклад перехресного датування[6].

Враховуючи, що місцевості, в якій проживав Дж. Кюхлер, були притаманні посухи, та його ботанічні знання, то не дивно, що він зацікавився цим питанням і почав вивчати динаміку деревних кілець дубів у цій місцевості. Стимулом для його дослідження був також соціальний мотив. Дж. Кюхлер зазначав: «Фермери дуже знеохочені низкою посушливих років. Дивлячись у майбутнє зі страхом і передчуттям, вони схильні думати про посушливі роки як про правило, а про вологі роки як про рідкісні винятки. Ніхто не може надати достовірної інформації про справжній характер клімату Техасу та його вплив на сільське господарство. Земля обробляється лише короткий час. Індіанці не мають письмової історії, і вони повідомляють лише про поодинокі похмурі спогади про великі посухи та подальші повені... Тим не менш, у наступному звіті я вважаю, що навів обнадійливі докази того, що нинішній посушливий період є більш-менш винятком, і що сільське господарство може вигідно вести навіть без зрошення»[7].

---

[3] *Линней К.* Философия ботаники. Москва: Наука, 1989. С. 242.
[4] *McGuire J.P.* Jacob Kuechler: Pioneer Surveyor and Union Officer in Texas. *Handbook of Texas Online*. URL: https://www.tshaonline.org/handbook/entries/kuechler-jacob
[5] Ibidem.
[6] *Stallings W.S.* J. Kuechler. In: *Stallings W.S., Schulman E., Douglass A.E.* Some Early Papers on Tree-Rings: *Tree-Ring Bulletin*. 1937. № 3. P. 27-28; *Glock W.S.* Growth Rings and Climate. *The Botanical Review*. 1941. Vol. 7 (12). P. 649-713.
[7] The Climate of Texas (by *J. Kuechler*). In *Campbell T. N.* The pioneer tree-ring work of Jacob Kuechler. *Tree-Ring Bulletin*. 1949. № 15. P. 17.

CC BY 4.0

Публікація Дж. Кюхлера, написана, як вже зазначалося, німецькою мовою, з'явилася у 1859 р. в «Техаській державній газеті»[8] і наразі є бібліографічною рідкістю. Відомості про дослідницькі принципи та результати дослідження Дж. Кюхлера довгий час базувалися на вторинних джерелах. На ненормальність (парадоксальність) такого стану звернув увагу в своїй публікації Т. Кемпбелл у 1949 р.: «У новітній літературі про кільця дерев час від часу згадується Дж. Кюхлер з округу Гіллеспі, штат Техас, як один із найперших дослідників кілець дерев. Однак вражає той факт, що дослідники кілець дерев, які посилаються на Кюхлера, не бачили оригінальної публікації з описом його роботи. Навіть назва статті Кюхлера їм невідома. Антевс, Лоурі, Столлінгс, Шульман і Глок посилаються на вторинне джерело – редакційну статтю Клівленда Аббе у «Щомісячному огляді погоди» за листопад 1893 року. Аббе отримав інформацію про роботу Кюхлера з кільцями дерев від полковника Вільяма В. Гаупта з міста Кайл, штат Техас. У редакційній статті натякається, що Гаупт надав Аббе розшифровку газетної статті Кюхлера, але Гаупт, можливо, надіслав лише уривки або короткий виклад. У будь-якому разі, Аббе наводить лише короткий звіт про роботу Кюхлера з кільцевих досліджень дерев. Може здатися досить дивним, що наші сучасні знання про новаторську роботу Кюхлера повинні бути отримані з вторинного джерела. Правда полягає в тому, що ніхто не зміг знайти копію того конкретного випуску Texas Staats-Zeitung, в якому було опубліковано звіт Кюхлера»[9].

Т. Кемпбелл зазначає, що він відшукав у Державному архіві Техаса, як він пише «ймовірно, єдину збережену копію оригінальної статті Кюхлера. Через її значення в історії досліджень кілець дерев, я вважаю, що фахівці в цій галузі будуть зацікавлені в тому, щоб це первинне джерело було більш доступним»[10]. Наведена ним публікація Дж. Кюхлера дає можливість звернутися до первинного джерела. Тим не менш, навіть у сучасних публікаціях частіше за все при розгляді дослідження Дж. Кюхлера посилаються на вторинні джерела.

З невеличкої статті Дж. Кюхлера можна зрозуміти основні методологічні принципи дослідження, проведеного ним.

1. Дослідження було проведено на зрізах стовбурів трьох дубів. Базовим було визнання того, «що кількість опадів є єдиним значущим фактором у варіації колових кілець дерев»[11].

2. В якості кліматичного індикатора слугувала ширина кілець. Оцінка ширини кілець була якісною, а не кількісною. Вона базувалася на трьох градаційних співвідношеннях: широке кільце – дуже вологий рік; середнє кільце – вологий рік; тонке (майже зникаюче) кільце – сухий (дуже сухий) рік.

3. Ретельний вибір дерев для експерименту: «(1) високе місце, щоб посуха мала ранній ефект; і (2) повністю здорове дерево»[12].

4. Дж. Кюхлер використовував спеціальну обробку поверхні зрізу стовбура з її покриттям лаком або жиром для чіткішого розрізнення кілець.

[8] *Kuechler J.* Das Klima von Texas. *Texas Staats-Zeitung.* 1859. August 6. P. 2.
[9] *Campbell T.N.* The pioneer tree-ring work of Jacob Kuechler. *Tree-Ring Bulletin*. 1949. № 15. P. 16.
[10] Ibidem.
[11] Ibid. P. 19.
[12] The Climate of Texas (by *J. Kuechler*)...P. 17.

CC BY 4.0

5. Для кожної вирізаної секції створювалася таблиця, в якій наводилися відносні пропорції кілець дерев. Проводився порівняльний аналіз подібності цих таблиць.

Т. Кембелл висловив, зокрема, припущення, що Дж. Кюхлер «був першим, хто застосував перехресне датування, оскільки він стверджував, що спостерігав ідентичні послідовності кілець росту у трьох дерев приблизно одного віку з невеликої географічної області»[13]. Нині у працях дослідників історії дендрохронології є інформація про те, що перші спроби перехресного датування були дещо раніше. Але це не впливає на значення досліджень Дж. Кюхлера, враховуючи комплексний характер його досліджень.

У 1869 р. інформація про метод визначення метеорологічного коефіцієнта (індексу), запропонованого вчителем Віденської гімназії А. Покорни, була розміщена у газеті «Botanische Zeitung» у формі матеріалів засідання секції ботаніки та фізіології рослин 43-го з'їзду німецьких природодослідників і лікарів в Інсбруку[14]. Починаються вони абзацем: «Вчитель гімназії д-р. А. Покорни з Відня *обговорює* метод визначення метеорологічного коефіцієнта щорічного приросту деревини у дводольних деревних стовбурів».



Рис. 2. Алоїз Покорни (1826-1886)[15]

Verhandlungen der Section für Botanik und Pflanzenphysiologie der 43. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Innsbruck.

(*Beschluss.*)

Gymnasiallehrer Dr. A. Pokorny aus Wien bespricht eine Methode, um den meteorologischen Coëfficienten des jährlichen Holzzuwachses der Dicotyledonenstämme zu ermitteln.

Рис. 3. Заголовок публікації у газеті «Botanische Zeitung» (1859)

Надалі у наукових статтях посилання на цю публікацію подавалося частіше за все під авторством А. Покорни та за назвою його методу.

У чому ж полягає метод А. Покорни? Враховуючи його важливість для розуміння історії дендрохронології, стисліть інформації про цей метод і нечіткість бібліографічних посилань, наводимо повністю публікацію у газеті «Botanische Zeitung» в нашому перекладі:

«Вчитель гімназії д-р. А. Покорни з Відня обговорює (ив) метод визначення метеорологічного коефіцієнта щорічного приросту деревини у дводольних деревних стовбурів.

[13] *Campbell T.N.* The pioneer tree-ring work of Jacob Kuechler... P. 19.
[14] Verhandlungen der Sektion für Botanik und Pflanzenphysiologie der 43. Versammlung deutsher Naturforscher und Aerzte zu Innsbruck. Kol. 746.
[15] Alois Pokorny (1826-1886), Politiker, Biologe, Schuldirektor (?). Fotograf: *Moritz Ludwig Winter* (1824-1899). *Sammlung online.* URL: https://sammlung.wienmuseum.at/objekt/475963-alois-pokorny-1826-1886-politiker-biologe-schuldirektor/

CC BY 4.0

Теоретично, дуже ймовірно, що існує зв'язок між погодними умовами певного року та шаром деревини, який утворюється в тому ж році. Однак нерівномірність річних кілець наших дерев надзвичайно ускладнює розуміння цього зв'язку.

Однак, якщо вибрати поперечні перерізи з нижньої частини стовбура старого, здорового дерева, на якому немає таких нерівностей, як формування гілок, тріщини кори, рани тощо, які не мають негативного впливу, то з належним урахуванням вікових умов росту вплив погоди можна досить добре ізолювати. Вимірювання річних кілець найкраще проводити на двох діаметрах (поздовжня та поперечна осі поперечного перерізу). Потім визначається середній темп зростання за 10 років, а значення для окремих років розраховується за допомогою інтерполяції. Порівняння цих розрахункових значень з фактичними значеннями виявляє невеликі відхилення, які можна пояснити лише різними погодними умовами окремих років.

Далі доповідач обговорює вплив інших факторів, які, як і кліматичні фактори, можуть позитивно або негативно впливати на ріст деревини, таких як зміни експозиції, постачання поживних речовин і листя (через пошкодження комахами, мороз тощо), а також їх ідентифікацію й усунення.

Відхилення від розрахункового середньорічного приросту деревини повинні бути майже однаковими для всіх дерев в одному регіоні та відповідати річним коливанням тих метеорологічних умов, які впливають на ріст деревини.

Доповідач спеціально визначає поперечні перерізи дерев, орієнтовані за сторонами світу та позначені роком вирубки, як відповідний матеріал для цього дослідження. Він рекомендує не лише вимірювати, але й мікроскопічно досліджувати якомога більше річних кілець того ж року, щоб визначити фактичний зв'язок між погодою та ростом деревини, для чого його спостережень не зовсім достатньо.

Зрештою, доповідач вказує на важливість, яку дерева можуть мати як своєрідний метеорологічний щорічник, оскільки таким чином ми можемо сподіватися отримати уявлення про погодні умови окремих років тисячі років тому»[16].

Отже, основна ідея цього методу полягала у застосуванні для оцінки приросту деревини за визначенням (на основі вимірювання річних кілець) середнього темпу зростання за кожні 10 років з подальшим розрахунком темпу зростання для окремих років за допомогою інтерполяції. Такий підхід дозволяв визначати річні коливання метеорологічних умов, що впливали на приріст деревини.

Зазначу, що з перекладу виникає відчуття, що це не оригінальна публікація самого А. Покорни, а оригінал протоколу засідання, на якому доповідалося дослідження А. Покорни.

Наступним етапом стали дослідження астронома Якобуса Каптейна (рис. 4). Вони були проведені на початку 1880-х років, але опубліковані в остаточному варіанті лише у 1914 р., коли дендрохронологія, завдяки працям А. Дугласа, набула реального розвитку як новий напрям досліджень. Тим не менш, дослідженням Я. Каптайна, проведеним ще у

[16] Verhandlungen der Sektion für Botanik und Pflanzenphysiologie der 43. Versammlung deutsher Naturforscher und Aerzte zu Innsbruck. *Botanische Zeitung.* 1869. № 44 (29 October). Kol. 746-747. URL: https://www.digitale-sammlungen.de/de/view/bsb10230140?page=421

CC BY 4.0

1880-х рр., віддає належне переважна більшість дослідників історії становлення і розвитку дендрохронології[17].

З праць зазначених дослідників стають відомими хронологічні межі досліджень з дендрохронології, проведені Я. Каптейном. Але вони не дають відповіді на з'ясування мотивації Я. Каптейна у проведенні цих досліджень. Тим більше, що за вищою освітою та науковими інтересами Я. Каптейн був астрономом, а не біологом.



Рис. 4. Якобус Корнеліус Каптейн (1851-1922)[18]

Пояснення цієї мотивації надає біографічна книга про Я. Каптейна, яку написала його дочка Генрієтта Гершпрунг-Каптейн (видана у 1928 р.)[19]. Відомо, що дослідження зростання деревної рослинності та впливу на нього метеорологічних умов Я. Каптейн почав вивчати ще в Гронінгені, де він обіймав з 1879 р. посаду професора астрономії.

Як зазначає Г. Гершпрунг-Каптейн «...справи там виглядали не райдужно для молодого та захопленого професора астрономії. Оскільки кафедра була нещодавно заснована, він не знайшов там жодної обсерваторії та не мав багато перспектив отримати її найближчим часом. А посада професора астрономії без обсерваторії була чимось немислимим, чимось нечуваним у його час»[20].

Всі спроби Каптейна домогтися будівництва обсерваторії в Гронінгені виявилися марними. І саме у той час Каптейн «...зіткнувся з неможливістю здійснити свої наукові плани та шукав роботу всюди для своїх рук та розуму»[21]. Саме тоді його почали цікавити «...метеорологічні дослідження; він подорожував до Вормса та Парижа, щоб провести дослідження росту дерев залежно від погодних умов. Він надіслав петицію до уряду, просячи французький уряд надати зрізи дерев віком двісті років і старше з безпосередніх околиць Парижа. Там, до речі, була метеорологічна станція, яка мала найдовший ряд метеорологічних даних, зокрема про кількість опадів»[22].

Надалі він знайшов можливості проводити астрономічні дослідження, зосередився на них і досяг у них світового рівня.

Тим не менш, протягом багатьох років він досліджував також зв'язок росту дерев з

[17] *Büntgen U.* Returning (to) the roots of dendrochronology. Requiem for Jacobus Cornelius Kapteyn (1851-1922). *Dendrochronologia.* 2023. Vol. 78. P. 1-3. DOI: https://doi.org/10.1016/j.dendro.2023.126062; *Speer J.H.* Fundamentals of Tree-Ring Research...; *Schulman E.* Dendroclimatic Changes in Semiarid America. Tucson: University of Arizona Press, 1956. 142 p.; *Glock W.S.* Growth Rings and Climate...; *Schulman E.* J.C. Kapteyn. In: *Stallings W.S., Schulman E., Douglass A.E.* Some Early Papers on Tree-Rings: *Tree-Ring Bulletin*. 1937. № 3. P. 28–29; *Douglass A.E.* Note on Kapteyn's tree-ring work. In: *Stallings W.S., Schulman E., Douglass A.E.* Some early papers on tree-rings. *Tree-Ring Bulletin.* 1937. № 3. P. 29.

[18] *Вікімедія.* URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Jacobus_Kapteyn

[19] *Hertzsprung-Kapteyn H.M.* J.C. Kapteyn: Zijn leven en werken. Groningen, 1928. (English translation: The Life and Works of J.C. Kapteyn. An annotated translation with preface and introduction by *E. Robert Paul*. Dordrecht, 1993).

[20] Ibid. P. 35.

[21] Ibid. P. 45.

[22] Ibidem.

CC BY 4.0

метеорологічними умовами, виступав з лекціями про результати своїх досліджень, одна з яких була навіть опублікована 19 грудня 1908 р. у газеті «Pasadena Star» у Каліфорнії[23]. Скромно оцінюючи отримані ним результати своїх досліджень з дендрохронології, Я. Каптейн зазначав: «Мої власні дослідження з цього питання проводилися приблизно у 1880–81 рр. Хоча я витратив на них досить багато часу, я не міг змусити себе опублікувати свої результати, бо я боляче відчував, наскільки вони неповні, і тому що я сподівався, що, можливо, через кілька років випадок запропонує отримати більш задовільні матеріали, які приведуть до більш надійних результатів. Зараз я шкодую, що обрав цей курс»[24].

Публікація у 1909 р. першої статті Г. Дугласа[25] з питань дендрохронології стала одним з тих чинників, які стимулювали Я. Каптейна опублікувати результати своїх ранніх досліджень з дендрохронології. Як він зазначав: «...я все ще не міг подолати свого небажання, доки у червні 1909 року професор Г.Е. Дуглас не опублікував подібне дослідження в журналі «Monthly Weather Review». Тоді я вирішив опублікувати те, що мав, у тій чи іншій формі, в надії, що мій внесок може спонукати професора Дугласа до більш фундаментальної роботи»[26].

У своїх примітках щодо роботи Я. Каптейна з кільцями дерев Г. Дуглас зазначав: «У 1911 році мені пощастило поговорити з професором Каптейном у Сонячній обсерваторії Маунт-Вілсон у Пасадені. Він бачив мою першу статтю в Monthly Weather Review за червень 1909 року і, через свою велику зацікавленість, хотів обговорити цю тему. Я наполегливо закликав його опублікувати свої вимірювання та криві, і в результаті виникла стаття, описана вище»[27].

Як підсумок усіх всіх цих подій Я. Каптейн опублікував у 1914 р. свою єдину розлогу та важливу наукову працю з дендрохронології, яка базувалася на лекції, прочитаній ним у Пасадені у 1908 р., але додав туди низку отриманих ним інших результатів.

Висхідним матеріалом дослідження були диски дубів, вирізані з їхніх поперечних розрізів. На кожному диску він аналізував деревні кільця. Кожен диск вимірював зазвичай вздовж двох – шести радіусів кілець, інколи – вздовж одного.

Щоб нівелювати «впливи, які протягом триваліших періодів викликають поступову зміну росту деревини, виміряну шириною кільця, зміну, яка в багатьох випадках різна для різних дерев»[28]. Я. Каптейн «застосував метод вираження приросту у відсотках порівняно та нижче середнього значення за навколишні 15 років»[29]. Ширина кожного кільця вимірювалася вздовж радіусу за допомогою лупи для декількох радіусів з точністю до долей міліметра.

Об'єднавши отримані експериментальні дані у декілька таблиць і побудувавши на їхній підставі відповідні графіки за усередненими даними, за результатами їхнього аналізу Я. Каптейн зробив такі висновки:

---

[23] *Kapteyn J.C.* Tree-growth and meteorological factors. *Receuil des travaux botaniques. N'eerlandais*. 1914. Vol. 11, Issue 1. P. 70.
[24] Ibid. P. 75.
[25] *Douglass A.E.* Weather cycles in the growth of big trees. *Mon. Weather Rev.* 1909. № 37. P. 225–237.
[26] *Kapteyn J.C.* Tree-growth and meteorological factors... P. 70.
[27] *Douglass A.E.* Note on Kapteyn' tree-ring work. In: *Stallings W.S., Schulman E., Douglass A.E.* Some early papers on tree-rings. *Tree-Ring Bulletin.* 1937. № 3. P. 29.
[28] *Kapteyn J.C.* Tree-growth and meteorological factors... P. 74.
[29] Ibid. P. 74–75.

CC BY 4.0

1. «Дуже значні коливання, які спостерігаються в річному прирості дубового лісу досліджуваного регіону, значною мірою, зумовлені метеорологічними впливами;

2. Температура, загалом кажучи, має дуже невеликий вплив у цих регіонах;

3. Принаймні для частини наших матеріалів дощ, що випадає навесні та влітку, має найбільший вплив;

4. У багатьох випадках, можливо, і в усіх, збільшення росту дерев не викликане більшою кількістю дощу безпосередньо, а опосередковано через більшу висоту ґрунтових вод;

5. Щороку утворювалося лише одне кільце росту, принаймні так було протягом останніх 70 років;

6. Здається, що протягом досить тривалих інтервалів часу існує не лише закономірність, але й фактична досить постійна періодичність у зростанні дерев. Ця періодичність була виявлена шляхом «незначного згладжування головної кривої. Згладжування було отримано шляхом простого відображення для кожного року середнього приросту цього року з роком, що передував, і роком, що наступав. Принаймні з 1659 по 1784 рік, тобто протягом періоду 125 років, чітко вказано період близько 12,4 років... Однак я не наполягатиму на важливості цього періоду. Я вважаю, що він все ще потребує сильного підтвердження»[30].

Отже, порівнюючи приріст дерев у лісах Німеччини та Голландії, Я. Каптейн «одразу виявив, що існує значна узгодженість у зростанні в суміжних лісах»[32]. Цей паралелізм він пояснював тим, «що дерева в різних лісах мали зростати приблизно в однакових умовах»[33].



Рис. 5. Федір Никифорович Шведов (1840-1905)[31]

Як зазначав Е. Шульман, «Каптейн, схоже, повністю оцінив силу перехресного датування, оскільки він проводив численні порівняння між зразками, щоб переконатися у датуваннях. Його кінцеві середні криві показують дивовижну узгодженість у деталях для інтервалу 1640-1878 рр.»[34]. Я. Каптейн звернув також увагу на вплив ґрунтових вод на результати дослідження, проаналізував інші чинники можливих впливів на результат дослідження.

У 1892 р. професор фізики Одеського (Новоросійського) університету Ф.Н. Шведов (рис. 5) опублікував статтю «Дерево як літопис посух»[35]. В ній він навів результати аналізу двох дерев акації, зрубаних в Одесі. Дослідження вирізнялося детально розробленим математичним і методологічним обґрунтуванням. При цьому вчений не тільки зазначав використання тих чи інших підходів, але й детально пояснював роль кожного з них у впливі на достовірність отримуваних результатів.

[30] Ibid. P. 86-87.

[31] Санкт-Петербургская школа. URL: https://www.eduspb.com/node/1497

[32] Ibid. P. 80.

[33] Ibidem.

[34] *Schulman E.* J.C. Kapteyn. In: *Stallings W.S., Schulman E., Douglass A.E.* Some Early Papers on Tree-Rings: *Tree-Ring Bulletin*. 1937. № 3. P. 28.

[35] *Шведов Ф.Н.* Дерево как летопись засух. *Метеорологический вестник.* 1892. № 5. С. 163-178; *Шведов Ф.Н.* Дерево как летопись засух. *Материалы Второго Всесоюзного совещания по дендрохронологии и дендроклиматологии «Дендроклиматохронология и радиоуглерод»* (г. Каунас, 25–27 сентября 1972 г.) / Институт ботаники АН Литовской ССР. Каунас, 1972. С. 17-26

CC BY 4.0

У своєму дослідженні він керувався гіпотезою, що коливання ширини річних кілець з року в рік залежать від «...кількості поживної речовини, що поглинається корінням із ґрунту, та відкладеної у вигляді клітин між корою та стовбуром дерева протягом вегетаційного періоду. А так як процес всмоктування забезпечується суттєво вологістю ґрунту, й отже кількістю атмосферних опадів, то звідси випливає, що перемежованість товщини річних шарів підказує існування деякого порядку в чергуванні сухих і вологих років, і що цей порядок може бути розкритий ретельним вивченням річних шарів багаторічних рослин»[36]

Серед положень, що стали основою проведеного дослідження, Ф.Н. Шведов зазначав такі:

1. «Річний приріст стовбура пропорційний не товщині новоствореного шару, а площі його перерізу»[37].

2. Виходячи з пункту 1 запропонував розраховувати площу річного кільця за формулою $S = 2\pi re = \pi (r + e)^2 - \pi r^2$, нехтуючи складником другого порядку малості. Це дало йому можливість обґрунтувати положення, що зменшення з часом товщини річного шару «не повинно служити вказівкою на те, що кількість атмосферних опадів спадала протягом періоду, що досліджувався.

3. Необхідно враховувати, що товщина шару є різною за різними напрямками, тобто шар має ексцентричність. Ф.Н. Шведов надав з цього приводу необхідні методичні рекомендації.

4. Дерева однакового віку, але з різними умовами для зростання будуть мати різні діаметри. Тому навіть при одній і тій же посадці «радіуси останнього шару, а отже і товщина сучасних один одному шарів може бути досить різною».

5. «Щоб мати можливість комбінувати один з одним результати, отримані на різних екземплярах, ми повинні спочатку *привести* товщину шарів кожного екземпляра до нормального діаметру»[38].

Ф.Н. Шведов запропонував для цього проводити нормалізацію експериментальних даних, приводячи їх до певного єдиного масштабу. В якості нормального діаметру він обрав 1 метр, що дало йому значення нормального радіусу – 100 мм. За Ф.Н. Шведовим «означене *приведення* здійснюється так: товщина кожного шару одного і того ж дерева множиться на відношення 500 мм до радіусу зовнішнього шару в тому напрямку, який нами прийнято для вимірювань. Само собою розуміється, що таке помноження усіх товщин на один і той же коефіцієнт не змінює ні відношення між ними, ні положення мінімальних товщин у часі»[39].

Нормалізація експериментальних даних, отриманих на різних екземплярах зрізів дерев, дала можливість порівнювати результати вимірів. Ф.Н. Шведов акцентує увагу на тому, що «головна користь запропонованої мною методи полягає у передбачуваній можливості з'ясувати існування періодичності в кількості атмосферних опадів на основі періодичності річних шарів дерева».

[36] *Шведов Ф.Н.* Дерево как летопись засух. *Метеорологический вестник*... С. 166.
[37] Ibid. С. 167.
[38] Ibidem.
[39] *Шведов Ф.Н.* Дерево как летопись засух. *Метеорологический вестник*... С. 167-168.

CC BY 4.0

6. Ще одне положення, яке Ф.Н. Шведов вважав важливим – це необхідність зменшення результатів дії випадкових, побічних впливів, які можуть маскувати періодичність річних шарів. Як він зазначає: «В такому випадку необхідно вилучити ці впливи для з'ясування істинного характеру періоду»[40].

Для досягнення цієї мети вчений використав метод ковзної середньої, сутність якої полягає у тому, що значення функції в кожній точці визначається як середнє даної функції за попередній період. Ф.Н. Шведов обирав «середнє з товщини шару означеного року і тих років, які займають аналогічне з ним місце із наступних передбачуваних періодів»[41]. Побудована у часі відповідна крива була позбавлена випадкових короткострокових коливань і добре визначала основну тенденцію періодичності у змінах товщини шару. Ремарка вченого у статті пояснює, що цей метод згладжування числового ряду експериментальних даних для з'ясування періодичності йому, як фізику, був відомий, бо застосовувався вже в той час для з'ясування періодичності сонячних плям. Такий метод обробки експериментальних даних при дослідженні річних шарів Ф.Н. Шведов застосував вперше.

7. Ф.Н. Шведов акцентував також увагу на тому, що треба вибирати для дослідження зріз головного стовбура, а не окремих гілок. І пояснив таку необхідність тим, що всихання гілок може відбитися «на більш сильному прирості інших гілок, незалежно від кількості опадів»[42].

8. Вчений звернув увагу на проблему хибних кілець, які можуть бути прийнятими за самостійні кільця, що вплине на визначення віку шарів, а отже й дерева у цілому. Він надав і відповідне пояснення цього явища: «Шаруватість торцової поверхні відбувається тому, що весною притік поживної речовини багатший, що сприяє утворенню крупних клітин, які надають тканині рихлого вигляду. Осінню ж утворюються мілкі клітини, що надають середній частині шару ущільнений вигляд. Подібне ж уповільнення росту стовбура відбувається внаслідок втрати листя або гілок. За таких умов річний шар розпадається на два, а інколи і на більше число підрозділів, які при поверховому розгляді можуть бути прийнятими за самостійні річні шари, що потягне помилку при визначенні віку як кожного наступного шару, так і усього дерева»[43]. Він наводить ознаки таких кілець, надає спосіб їх визначення та стверджує необхідність простежити дуже уважно кожен шар із застосуванням лупи.

У своїх дослідженнях Ф.Н. Шведов використовував таке поняття як метеорологічний рік, який починається 1 жовтня і закінчується 30-го вересня, вважав також, що добра вологозабезпеченість відкидає можливість коливань приросту у дерев.

Всі зазначені положення стали складниками методу, застосованого Ф.Н. Шведовим для дослідження деревних кілець, який він називав дендрологічним. При застосуванні цього методу Шведов використовував такі показники, які вимірював у міліметрах: r – радіус шару, e – товщина шару, E – приведена товщина шару, r', e', E' – подібні значення для другого дерева, E_0 – середнє арифметичне чисел E і E'.

[40] Ibid. C. 168.
[41] Ibidem.
[42] Ibid. C. 169.
[43] Ibidem.

CC BY 4.0

За цими даними були побудовані відповідні графіки змін зазначених усереднених параметрів у часі для кожного екземпляра зрізу дерева та проведено їхній порівняльний аналіз. Ф.Н. Шведов надав цим графікам назву – дендрограма. З графіку дендрограми (приведена товщина шарів – час) Ф.Н. Шведов дійшов висновків відповідно до поставленої у його статті мети:

«1. Посушливі і вологі роки чергуються в певному порядку;

2. Рік посухи наступає не раптово; здебільшого йому передує послаблення опадової діяльності атмосфери;

3. Minima опадів, тобто роки посух періоду, що розглядається, припадають на роки: 1854-5, 1863, 1872-3, 1882, що вказує на дев'ятирічний період»[44].

Додатковий аналіз, проведений Ф.Н. Шведовим, показав, що «дев'ятирічний період утворюється через інтерференцію одного дев'ятирічного коливання більшої амплітуди і трьох трирічних коливань малої амплітуди»[45].

Ф.Н. Шведов здійснив також порівняння дендрограм і плювіометричних кривих, з метою з'ясувати дійсність того, що «товщина річного шару і річна кількість опадів знаходяться у такому взаємному зв'язку, що кожному вигину дендрограми відповідає подібний же вигин плювіограми, тобто кривої, що відображає коливання опадової діяльності»[46].

Проведене порівняння довело, що мінімуми опадів за плювіограмами припадають на ті ж роки. які характерні для дендрограм. Ф.Н. Шведов робить важливий висновок, що «таким чином ми отримуємо право надавати дендрометричним результатам такий же ступінь достовірності... як і плювіометричним»[47].

І далі образно висловлюється: «Річні шари дерева надають нам такий же достовірний літопис опадової діяльності, як і листки, що знімаються з самопишучих метеорологічних апаратів»[48].

Практичну цінність своїх досліджень Ф.Н. Шведов вбачав у можливості застосування дендрологічного аналізу для виявлення періодичності посух, а отже для їхнього прогнозування.

Відомо, що при дослідженнях, проведених пізніше за Ф.Н. Шведова, А. Дуглас виявив 11-річний період росту дерев у використаних ним зрізах[49]. Його дослідження були виконані на значно більшому часовому відрізку зростання дерев, ніж у дослідженнях Ф.Н. Шведова. Зазначимо при цьому, що Ф.Н. Шведов передбачав можливість зміни хронології періодів, отриманої ним. Він зазначав: «...не слід упускати з виду, що крім трьох і дев'яти річних коливань в опадовій діяльності атмосфери можуть існувати періоди більш подовжені, які не

[44] *Шведов Ф.Н.* Дерево как летопись засух. *Метеорологический вестник*... С. 172.
[45] Ibid. С. 173.
[46] Ibidem.
[47] Ibid. С. 176.
[48] Ibid. С. 177.
[49] *Douglass A.E.* Weather cycles in the growth of big trees. *Mon. Weather Rev.* 1909. № 37. P. 225-237. URL: https://journals.ametsoc.org/view/journals/mwre/37/6/1520-0493_1909_37_225d_wcitgo_2_0_co_2.xml?tab_body=pdf; *Berger W.H.* Discovery of the 5.7-Year Douglass Cycle: A Pioneer's Quest for Solar Cycles in Tree-Ring Records. *The Open Geography Journal.* 2011. Vol. 4. P. 131-140. DOI: https://doi.org/10.2174/1874923201104010131

CC BY 4.0

можуть бути виявлені з ясністю за той короткий проміжок часу (36 років), котрим я міг скористатися)»[50].

Ця праця вченого з України вважається нині класичною й етапною у становленні дендрохронології як наукового напряму. Фактично в ній закладено низку положень, які стали основою дендрохронології.

Висновки. Порівняльний аналіз досліджень Дж. Кюхлера, А. Покорни, Я. Каптейна та Ф.Н. Шведова проведений за їхніми оригінальними публікаціями та матеріалами сучасної історіографі з історії розвитку дендрохронології дозволяє дійти таких висновків.

В українській історіографії практично відсутні дослідження, де б детально аналізувалися ті чи інші періоди становлення дендрохронології. Статті ж профільних фахівців з дендрохронології обмежуються переважно короткими вступами, в яких історія дендрохронології подається фрагментарно з хронологічними розривами.

Натомість існує значний комплекс праць закордонних дослідників з історії дендрохронології, складниками якого є статті у періодичних виданнях, монографічні праці, інтернет-публікації тощо. Тим не менш, навіть ці публікації розрізняються рівнем інформаційного подання, зокрема про склад вчених, що зробили внесок у розвиток дендрохронології. Причому, навіть достатньо знакові постаті в історії дендрохронології не завжди входять у класифікаційні таблиці з історії розвитку дендрохронології.

В другій половині 19 ст. фактично кожне десятиліття становило важливий крок вперед у розвитку дендрохронології, що засвідчує порівняльний аналіз оригінальних досліджень Дж. Кюхлера (1859), А. Покорни (1869), Я. Каптейна (1880-1881/1914) та Ф.Н. Шведова (1892).

У зазначеному періоді значно розвинулися методологія та методи дендрохронологічних досліджень. Особливо слід відзначити широке коло питань методології та методики дендрологічних досліджень, розглянутих й обґрунтованих Ф.Н. Шведовим.

Відбувся перехід від висновків щодо кліматичних умов, які базувалися на якісних характеристиках оцінки ширини кілець (1850-ті рр., Дж. Кюхлер), до висновків, які спиралися на кількісні експериментальні дані та мали чітке математичне обґрунтування (1890-ті рр., Ф.Н. Шведов; Каптейн, 1908/1914).

Застосування та поліпшення методів отримання експериментальних даних і математичної обробки експериментальних даних (статистична обробка результатів, інтерполяція, методи згладжування кривих тощо) дозволили значно підсилити достовірність інтерпретації отриманих результатів та оцінки кореляції між характеристиками річних кілець і кліматичних умов у минулі періоди зростання дерев (А. Покорни, Я. Каптейн, Ф.Н. Шведов). Зокрема встановити періодичність коливань у змінах ширини шару (Ф.Н. Шведов, Я. Каптейн). Можна висловити припущення, що на такий прогрес впливало й те, що Я. Каптейн і Ф.Н. Шведов були відомими фізиками, добре знайомими з математичними методами обробки експериментальних даних.

Окремим дослідникам (Дж. Кюхлер, Я. Каптейн) у другій половині 19 ст. було притаманне поступове усвідомлення важливості перехресного датування для

[50] *Шведов Ф.Н.* Дерево как летопись засух. *Метеорологический вестник*... С. 177-178.

CC BY 4.0

дендрохронологічних досліджень. Хоча воно ще не набуло масового використання, але стало предтечею фундаментальних досліджень А.Е. Дугласа на початку 20 ст.

Проведене дослідження потребує подальшого розвитку в контексті розкриття внеску інших вчених у становлення дендрохронології у другій половині 19 ст.

Заява про відсутність конфлікту інтересів та використання штучного інтелекту. Автор підтверджує відсутність будь-якого реального чи потенційного конфлікту інтересів, зокрема фінансового, інституційного або особистого характеру, що міг би вплинути на підготовку, рецензування та публікацію цієї статті. Автор також заявляє, що при підготовці статті використовував штучний інтелект лише для пошуку відповідних темі дослідження публікацій.

ДЖЕРЕЛА ТА ЛІТЕРАТУРА

Berger W.H. Discovery of the 5.7-Year Douglass Cycle: A Pioneer's Quest for Solar Cycles in Tree-Ring Records. *The Open Geography Journal.* 2011. Vol. 4. P. 131-140. DOI: https://doi.org/10.2174/1874923201104010131

Büntgen U. Returning (to) the roots of dendrochronology. Requiem for Jacobus Cornelius Kapteyn (1851-1922). *Dendrochronologia.* 2023. Vol. 78. P. 1-3. DOI: https://doi.org/10.1016/j.dendro.2023.126062

Campbell T.N. The pioneer tree-ring work of Jacob Kuechler. *Tree-Ring Bulletin*. 1949. № 15. P. 16-20.

Douglass A.E. Weather cycles in the growth of big trees. *Mon. Weather Rev.* 1909. № 37. P. 225-237. URL: https://journals.ametsoc.org/view/journals/mwre/37/6/1520-0493_1909_37_225d_wcitgo_2_0_co_2.xml?tab_body=pdf

Douglass A.E. Note on Kapteyn's tree-ring work. **Stallings W.S., Schulman E., Douglass A.E.** Some early papers on tree-rings. *Tree-Ring Bulletin.* 1937. № 3. P. 29.

Glock W.S. Growth Rings and Climate. *The Botanical Review.* 1941. Vol. 7 (12). P. 649-713.

Hertzsprung-Kapteyn H.M. J.C. Kapteyn: Zijn leven en werken. P. Noordhoff in Groningen Groningen, 1928. 176 p. (English translation: The Life and Works of J.C. Kapteyn. An annotated translation with preface and introduction by E. Robert Paul. Dordrecht, 1993).

Kapteyn J.C. Tree-growth and meteorological factors. *Receuil des travaux botaniques. N'eerlandais*. 1914. Vol. 11, Issue 1. P. 70-93. URL: https://natuurtijdschriften.nl/pub/552498/RTBN1914011001006.pdf

Kuechler J. Das Klima von Texas. *Texas Staats-Zeitung.* 1859. August 6. P. 2. San Antonio. (translated and reprinted in: **Campbell T.N.** The pioneer tree-ring work of Jacob Kuechler. *Tree-Ring Bulletin*. 1949. № 15. P. 17-18.

McGuire J.P. Jacob Kuechler: Pioneer Surveyor and Union Officer in Texas. *Handbook of Texas Online.* URL: https://www.tshaonline.org/handbook/entries/kuechler-jacob

Pearson Charlotte l., Leavitt Steve, Solankiat Sami K., et al. Dendrochronology and radiocarbon dating / *Radiocarbon*. 2022. Vol. 64, No 3. P. 569-588. DOI: https://doi.org/10.1017/RDC.2021.97

Schulman E. Dendroclimatic Changes in Semiarid America. Tucson: University of Arizona Press, 1956. 142 p.

Schulman E. J.C. Kapteyn. **Stallings W.S., Schulman E., Douglass A.E.** Some Early Papers on Tree-Rings: *Tree-Ring Bulletin*. 1937. № 3. P. 28-29.

Schweingruber F.H. Tree-rings: Basics and Applications of Dendroecology. Dordrecht: Reidel. Publ., 1988. 276 p.

Speer J.H. Fundamentals of Tree-Ring Research. Tucson, Arizona: University of Arizona Press, 2010. 368 p.

Stallings W.S. J. Kuechler. **Stallings W.S., Schulman E., Douglass A.E.** Some Early Papers on Tree-Rings: *Tree-Ring Bulletin*. 1937. № 3. P. 27-28.

Tegel W., Muigg B., Skiadaresis G., et al. Dendroarchaeology in Europe / *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2022. Vol. 10. P. 1-31. DOI: https://doi.org/10.3389/fevo.2022.823622

Verhandlungen der Sektion für Botanik und Pflanzenphysiologie der 43. Versammlung deutsher Naturforscher und Aerzte zu Innsbruck. *Botanische Zeitung.* 1869. № 44 (29 October). Kol. 746-747. URL: https://www.digitale-sammlungen.de/de/view/bsb10230140?page=421

Линней К. Философия ботаники. Москва: Наука. 1989. 456 с.

Шведов Ф.Н. Дерево как летопись засух. *Метеорологический вестник.* 1892. № 5. С. 163-178.

Шведов Ф.Н. Дерево как летопись засух. *Материалы Второго Всесоюзного совещания по дендрохронологии и*

CC BY 4.0

дендроклиматологии «Дендроклиматохронология и радиоуглерод» (г. Каунас, 25-27 сентября 1972 г.) / Институт ботаники АН Литовской ССР. Каунас, 1972. С. 17-26.

Перше надходження – 25.09.2026
Прийнято до друку – 29.10.2026
Оприлюднено на сайті – 07.11.2026

CC BY 4.0