

УДК 681.111.1

Буравченко Всеволод Сергійович¹

¹ кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри архітектурних конструкцій КНУБА,
buravchenko.vs@knuba.edu.ua
orcid.org/0000-0003-0907-3014

Джон Девіс²

² доктор філософії, незалежний дослідник,
Інсвіч, Великобританія
john.davis51@btopenworld.com
orcid.org/0000-0001-8460-7739

ДОСВІД ВІДТВОРЕННЯ ПАРКОВОГО СОНЯЧНОГО ГОДИННИКА XVIII СТОРІЧЧЯ

© Буравченко В. С., 2024

<https://doi.org/10.32347/2519-8661.2024.30-31.6-16>

Анотація: у статті висвітлюється досвід авторів у відтворенні сонячного годинника у парку при замку в Гартлбері (Велика Британія) в 2023 р. Оригінальний годинник XVIII сторіччя за свою історію зазнав пошкоджень та ерозії, що примусило авторів відтворювати циферблат по теоретичних джерелах, ретельно проаналізувавши геометричний зміст його шкал та історичний контекст. Отриманий досвід може бути корисним при відтворенні історичних та проектуванні нових сонячних годинників.

Ключові слова: сонячний годинник, мала архітектурна форма, стереографічна проєкція, гномоніка, бароко.

Вступ. Протягом сторіч сонячні годинники служили інструментами визначення часу та наочними засобами освіти, за допомогою яких пояснювалися принципи теорій геометрії та астрономії. І хоча в повсякденному вжитку сонячні годинники є давно витісненими іншими типами, їх освітнє значення досі залишається актуальним. При цьому український співавтор, який раніше залучався до створення сонячних годинників в м. Києві та інших містах України, неоднократно зустрічався з проблемами в їх виготовленні та монтажі, які понижують їх точність та наукову цінність, чи взагалі позбавляють їх такової.

Будучи залученими влітку 2023 р. до проекту відновлення паркового сонячного годинника, автори набули цінний досвід, який може бути корисним архітекторам та реставраторам при проектуванні нових та відновленні існуючих сонячних годинників.

Аналіз публікацій. В поточний момент у літературі України бракує праць, які б різнобічно досліджували проектування сонячних годинників. Найчисленішими є публікації істориків, археологів та краєзнавців із дослідженнями музейних експонатів [3, 9], археологічних знахідок [2, 5] та архітектурних пам'яток [8, 10], яким попри велику увагу до опису художніх особливостей годинників іноді бракує математичного апарату для повноцінного аналізу можливостей інструментів. Можна також відмітити деякі загальноосвітні популяризаторські статті [1] та публікації-огляди геометричних принципів побудови деяких типів годинників [6, 7]. Останні є найбільш цінними для спеціаліста, який планує проектувати їх самостійно.

Водночас у закордонній науковій пресі дослідження сонячних годинників привертає увагу істориків, архітекторів, астрономів, математиків, публікації яких збираються у спеціалізованих

періодичних виданнях [12-13, 15-16], що слугують платформами для обміну досвідом спеціалістами різних галузей.

Метою публікації є ознайомити читача з досвідом відновлення паркового годинника, змістом його шкал та додатковими маловідомими можливостями годинників, які можуть використовуватися при наочній демонстрації з освітньою метою.

Виклад основного матеріалу. В травні 2012 р. у парку при замку в Гартлбері (Hartlebury) (Вустершир, Великобританія) (Рис. 1), було здійснено спробу крадіжки пластини циферблату сонячного годинника, (Рис. 2), з кам'яного п'єдесталу, при чому останній зазнав пошкоджень (гномон годинника було втрачено раніше). Задля збереження артефакту співробітники музею забрали циферблат в приміщення. За результатами обстеження вдалося атрибутувати походження годинника. Розташований в південній частині циферблата герб належав бискупу Вустерширському Джону Хау (John Hough) (1641-1743рр.), який посідав цю посаду з 1717р. (зустрічаються різні варіанти прочитання фамілій замовника і автора годинника, але співавтор наполягає саме на наведених варіантах їх транскрипції). На циферблаті відсутня дата виготовлення, але найбільш ймовірною є його установка під час реконструкції парку в 1731-1732 р.

Латинський надпис у північній частині циферблату "Dougharty fecit" дозволяє приписати його авторство Джону Д'єрті (John Dougharty) (1677-1755 рр.) викладачу та автору підручника з математики, землеміру та винахіднику вимірювальних приладів, який практикував у Вустері з 1711 р. До наших днів не збереглося жодного іншого годинника роботи Д'єрті, але «Математичний дайджест» його авторства [14] включає розділ «Сtereографічна проекція сферичної геометрії із численими рішеннями і застосуванням оних до декількох цікавих та важливих задач астрономії, навігації і створення сонячних годинників», що характеризує послідовний інтерес автора до цієї галузі.

В 2015 р. замок було викуплено Фондом його збереження та в 2018 р. відкрито для публіки. Одночасно створювався план реставрації будівель та парку. Було прийнято рішення зберігати оригінальний годинник як експонат музею, а на відремонтований п'єдестал встановити його копію. В 2022р. до співавтора статті звернулися із пропозицією про дослідження циферблату та створення копії. В процесі ретельного дослідження було знято силіконовий зліпок із наміром використати його для виготовлення литої копії годинника, але врешті решт було обрано інші технології відтворення.



Рис. 1. Замок в Гартлбері.
Світлина Steven Bagnall



Рис. 2. Оригінал годинника із тимчасовим макетом гномону з дерева. Світлина J. Davis

Також було зроблено високоякісні фотознімки та проведено металургічне дослідження та дослідження рентгенівськими променями, яке дало оцінити склад і структуру металу. Восьмикутний лист розмірами приблизно 41x41см виготовлявся шляхом плющення литої заготовки та має неоднорідну товщину від 2 до 5 мм. В центральній частині проріз розміром 18x11мм для хвостовика гномона, а по кутах – 8 отворів для анкерів кріплення. В кутах заглиблення в кам'яному п'єдесталі – ямки, заповнені свинцем, зі слідами від анкерів, які можливо були занурені ще в свіжозалитий

розплавлений метал. Якість мідного сплаву досить низька із численими неоднорідностями, вкрапленнями згустків свинцю, що призвело до сильної корозії циферблату. Враховуючи останній чинник було прийнято рішення виготовити не фізичну копію циферблата, а реконструкцію його першопочаткового вигляду шляхом математичного моделювання та за іншими тогочасними аналогами.

На цьому етапі до проекту відтворення годинника було залучено українського співавтора, як організатора проекту дослідження, відтворення та популяризації історичних наукових пристроїв “*Master Terebrus*” [11]. Сформована в 2016р. група однодумців займається відтворенням дієвих реплік історичних математичних інструментів, зокрема сонячних годинників [2, 3]. Вироби проекту “*Master Terebrus*” використовуються як наочні посібники при викладанні в наукових закладах та інтерактивних музеях різних країн світу. Звичайно вони є адаптованими під Грегоріанський календар та положення небесних тіл в XXI ст. задля можливості практичного використання, але в даному випадку замовник був зацікавлений в можливості отримати репродукцію якомога більш близьку до оригіналу, навіть якщо це означало, що деякі шкали, розраховані у XVIII ст. будуть мати значення із похибками відносно сучасного календаря.

Циферблат було викреслено в програмі AutoCAD, при чому автор намагався дотримуватися максимальної відповідності товщин ліній та кривих вигравіюваним оригінальним на змасштабованій фотографії, після чого шляхом фотохімічного травлення перенесено на латунну плиту. Оскільки оригінальні гномон та анкери було втрачено, відтворення їх представляло собою окрему задачу. Форма гномона була запозичена з деяких тогочасних портативних зразків, а довжина розрахована таким чином, щоб навіть найкоротша тінь, що падає опівдні в день літнього сонцестояння прямо на північ від гномона, повністю перекривала шкалу годин (Рис. 3).

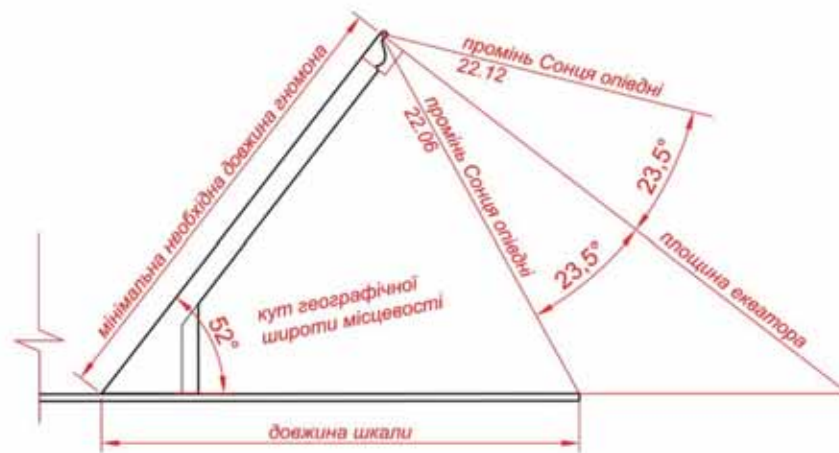


Рис. 3. Визначення оптимальних габаритів гномона годинника

Анкерні болти належало запроектувати і виготовити такими, щоб вони не протирічили історичному вигляду годинника та були стійкими до спроб крадіжки. Розглядалися різні варіанти, але врешті решт було прийнято рішення відмовитися від варіантів з гвинтами, які могли б пізніше викрутити, чи з виступаючими шляпками, які могли б зрізати. Остаточним варіантом стали нарізні болти, які будуть закручені в отвори з прихованого боку, а їх шляпки – занурені у виїмки, розчищені від залишків свинцю та заповнені епоксидним клеєм.

Оригінальне рішення кріплення гномона виявилось ненадійним, тому було прийнято рішення продовжити гномон хвостовиком із отвором і закріпити його чекою знизу від пластини циферблата. Щоб уникнути деформацій в процесі виготовлення, для циферблату була використана плита латуні товщиною 4мм. Операція з монтажу може вимагати поглиблення пазу та виїмок під анкери та

хвостовик гномона, але остаточне рішення належатиме співробітникам, які будуть виконувати монтаж на місці.

Виготовлену репродукцію можна бачити на Рис. 4, а пояснювальну схему основних елементів циферблату на Рис. 5.



Рис. 4. Репліка годинника, відтворена учасниками проєкту "Master Terebrus" протягом 2023р.
Світлина В.С. Буравченка

Найбільшою за площею частиною є шкала годин у зовнішньому кільці. Як наслідок свого великого розміру годинник може бути досить точним інструментом, але при цьому чутливим до похибок. На невеликих годинниках край гномона може вважатися однією лінією, але на точних інструментах треба враховувати похибки, що можуть виникати внаслідок його власної товщини, що у нашій репродукції дорівнює 10мм. Щоб компенсувати вплив останнього фактору, часові лінії будуються не від одного центру, а від двох південних кутів основи гномона способом, показаним на Рис. 6.

У найдовший день Сонце сходить у північно-східній (червоній) частині горизонту, тому часові лінії раннього ранку будуються від східного кута гномона. О 6 ранку Сонце переходить у південно-східну (зелену) частину, тому лінії на наступні години будуються від західного кута. Опівдні Сонце знаходиться в площині гномона і тінь падає на Північ від гномону у вигляді смуги шириною 10 мм, після чого переходить у південно-західний сектор (синій) з годинними лініями від 12 до 18 годин, побудованими від східного кута. Після 18 години Сонце рухається на північний захід (фіолетовий

сектор), і годинні лінії знову будуються від західного початку. Тому на Північ від гномона утворюється порожня смуга - «полуденний проміжок», але переходи, що відбуваються о 6 ранку та 6 вечора, є не такими очевидними.

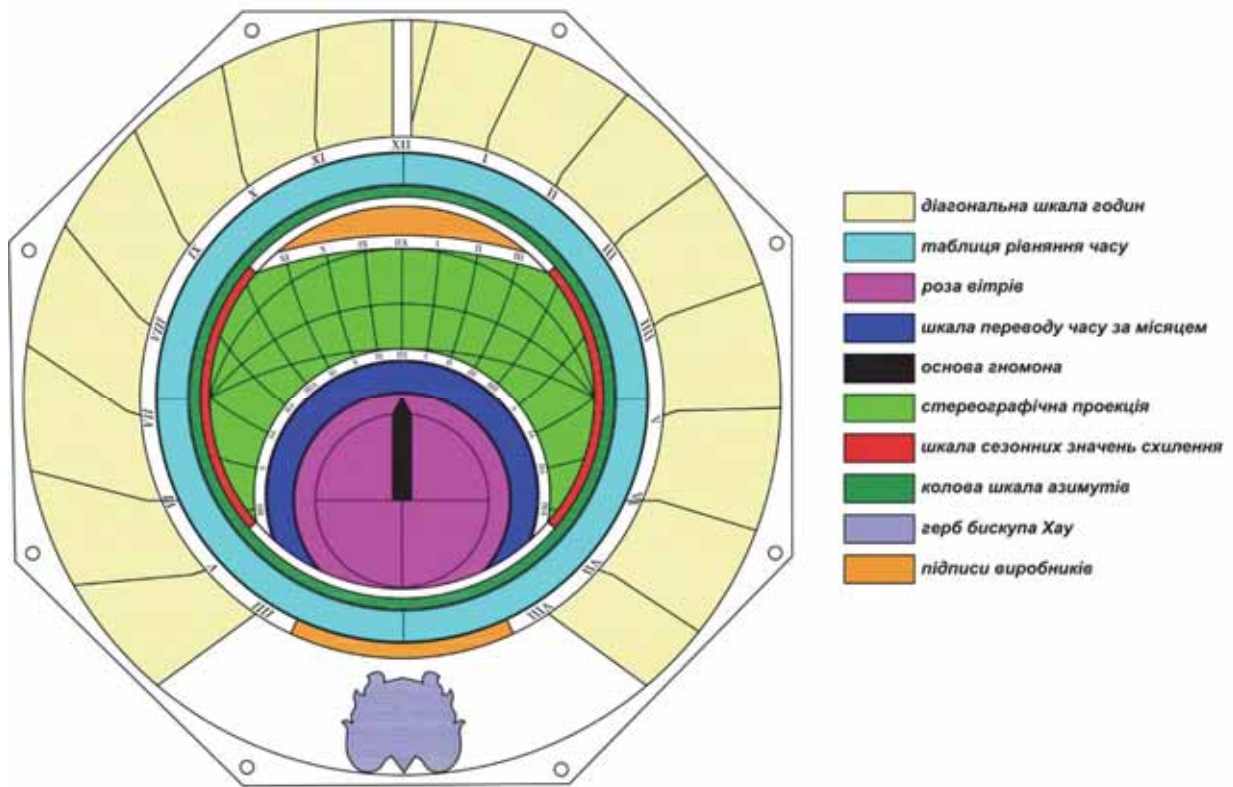


Рис. 5. Складові елементи циферблату годинника

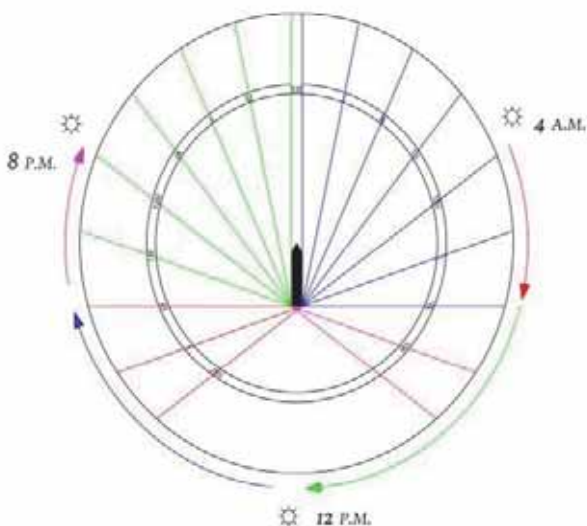


Рис. 6. Побудова часових ліній для різних частин доби.

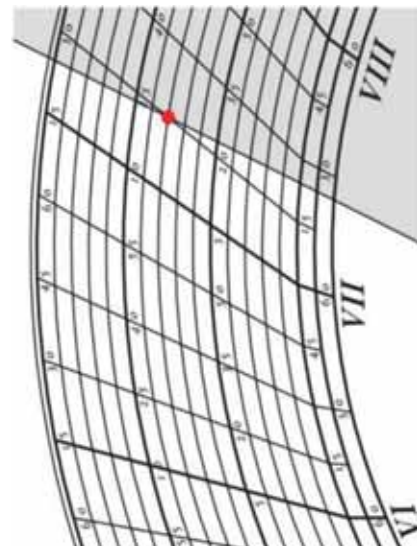


Рис. 7. Діагональна шкала, на якій тінь показує 7.23 ранку

Щоб забезпечити більш точне визначення часу, вигравіювані лінії на шкалі насправді не є часовими лініями в їх традиційному розумінні, а комбінацією 16 концентричних кіл і діагональних ліній, що викреслюються для кожних 15 хвилин, як показано на Рис. 7. Тінь від гномона, що падає на

перетин кола і діагональної лінії вказує час з точністю до 1 хв. Цей тип шкали використовується з системами, що можуть забезпечити високу точність в умовах, коли недостатньо місця для нанесення кожної відмітки. Її також називають шкалою ноніуса на честь португальського астронома 16-го століття Педру Нунеша, який запропонував її для кутоміра високої точності, хоча його пропозиція дещо відрізнялася від діагональної шкали. Це рішення було добре відоме в тогочасній Англії та використовувалося у високоточних вимірювальних інструментах.

Рівняння часу, яке на сучасних сонячних годинниках звичайно ілюструється графіком у вигляді вісімки чи синусоїди (Рис. 8, а,б), наведено таблицею значень для кожного дня року із парним номером. У чарунках таблиці надається значення різниці між місцевим сонячним і середньорічним часом у хвилинах та секундах без вказання знаку поправки (+/-). У дні переходів через нульове значення (4 квітня, 8 червня, 22 серпня та 14 грудня) додається символ «F» чи «S», позначаючи, що в наступні дні показання сонячного годинника відповідно випереджують (*faster*) чи відстають (*slower*) відносно середньорічних. Таблиця сильно постраждала внаслідок корозії, тому читалися тільки деякі з наведених значень. Якщо відтворення втрачених елементів, що підпорядковуються загальним математичним послідовностям, наприклад, у шкалах градусів та годин, не представляло особливих складнощів, то для таблиці значень поправок рівняння часу довелося використати таблиці, розраховані в 1702 р. відомим астрономом Джоном Флемстідом [13], яким відповідають значення таблиці з циферблата, що збереглися.

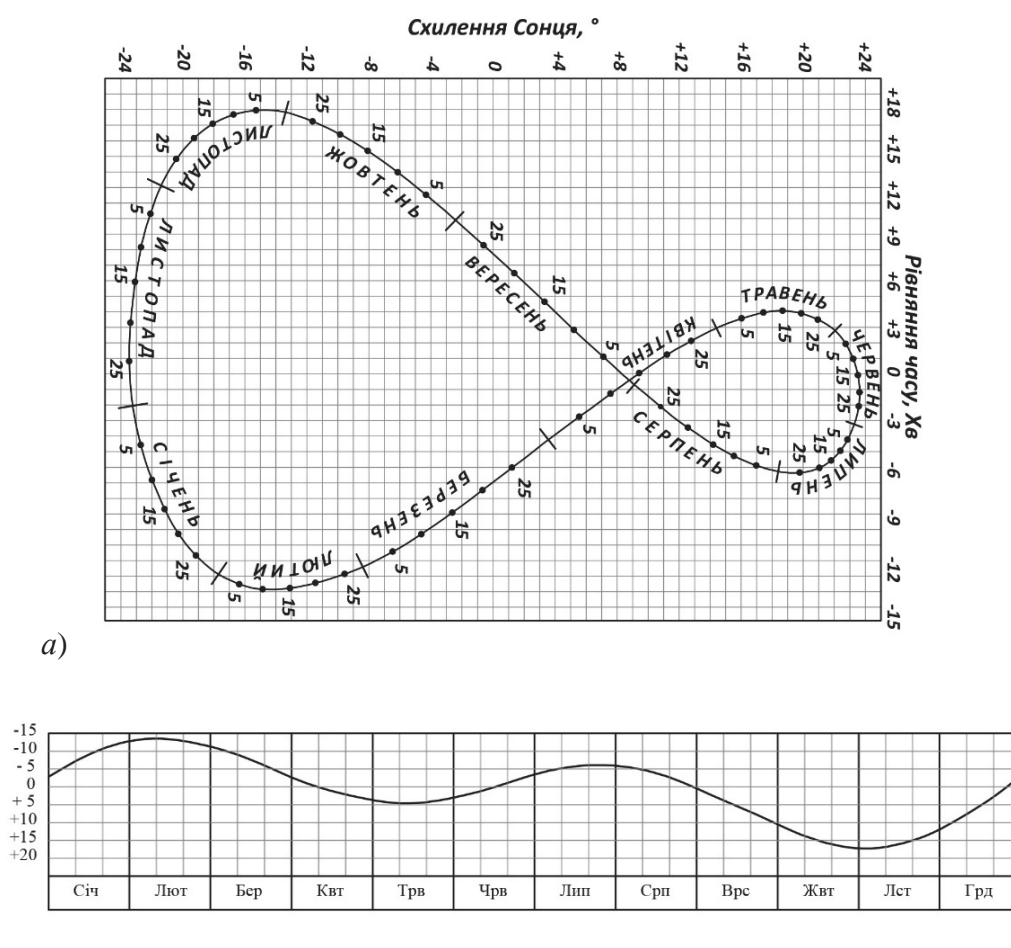


Рис. 8. Рівняння часу, представлено:

а) у вигляді замкненої кривої, б) у вигляді синусоїдального графіку

Найбільш характерною частиною циферблата є стереографічна проекція небесної сфери на площину горизонту з центром на вертикальному катеті гномона. Вона відображає шляхи добового руху

Сонця в небі у вигляді кіл рівного схилення через кожен 1° у межах внутрішньотропічної зони і часових ліній, проведених через кожні 5 хвилин місцевого часу, або через $1\frac{1}{4}^\circ$ прямого піднесення. Цікаво відмітити, що в українських будівельних нормах [4] аналогічний тип проєкції із добовими шляхами, проведеними через кожні 30° екліптики, під назвою «сонячна карта» рекомендується, як наочний засіб для визначення тривалості інсоляції приміщень та поверхонь (Рис. 9).

Ідея поєднання традиційного сонячного годинника на горизонтальній площині зі стереографічною проєкцією відома як *подвійний сонячний годинник* [12,15-17]. Ця система була описана в 1630х рр. англійським математиком Вільямом Отредом і протягом наступного сторіччя вироблялася численними фірмами із незначними відмінностями. Сенса поєднання двох типів годинників в одному циферблаті полягав у наступному прийомі використання (Рис. 10): якщо циферблат правильно встановлений відповідно площині горизонту та сторонам світу, то тінь від краю гномона, паралельного вісі Землі, відмічатиме час у шкалі горизонтального сонячного годинника, яка традиційно вигравіювана вздовж зовнішнього краю. При цьому тінь від його вертикального краю в центрі стереографічної проєкції впаде на точку перетину добового шляху Сонця, що відповідає поточному дню року, з часовою лінією, що відповідає місцевому сонячному часу.

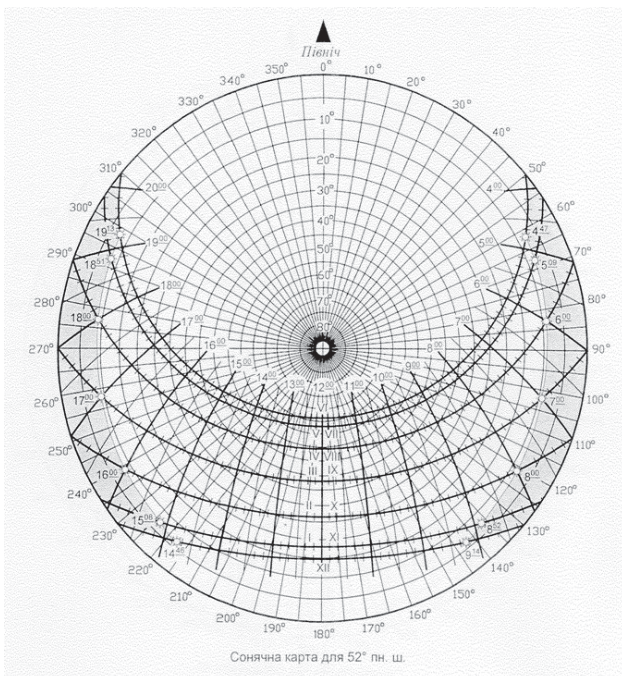


Рис. 9. Сонячна карта для широти 52° Пн. Ш. [4]

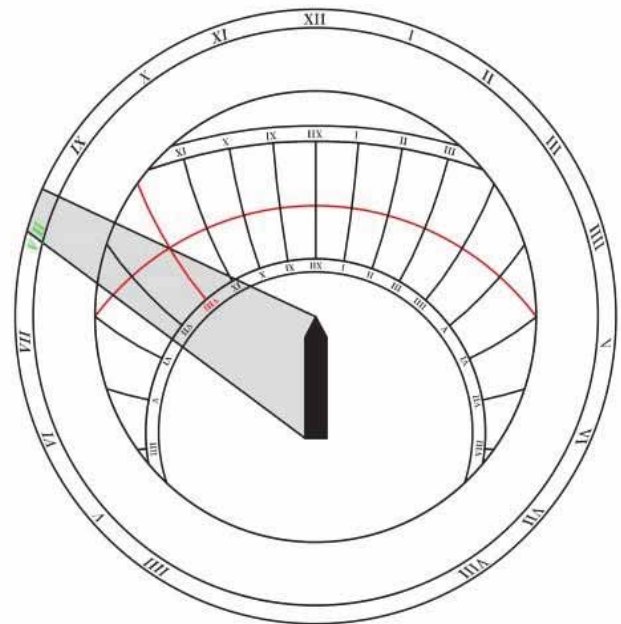


Рис. 10. Принцип використання подвійного сонячного годинника. Обидві шкали показують місцевий час 8 година ранку в день рівнодення

Відповідну лінію схилення можна вибрати за датою, використовуючи шкали зі східної та західної сторін кола горизонту. Ці шкали використовують Юліанський календар, усереднений за чотирирічний цикл високосного року, і дуже стиснуті біля своїх кінців, що представляють сонцестояння. Окрім того, якщо відома сонячна довгота (тобто сезонне положення Сонця в екліптиці), можна використовувати шкалу, позначену вздовж двох дуг, що проходять на проєкції крізь точки Сходу та Заходу і є дотичними до кіл, що відповідають дням сонцестояння. Ці дуги відображають площину екліптики і є присутніми на годиннику роботи Доєрті, але розмічені тільки через кожні 10° . Вочевидь вони були включені не для практичного використання, а як теоретична ілюстрація.

Якщо годинник був орієнтований неправильно, то дві шкали, побудовані різними методами проєціювання, давали різну величину похибки і показували б різний час. Провертаючи годинник, його користувач добивався однакового значення часу на обох шкалах, що означало, що годинник

знаходиться в правильному положенні. Таким чином годинник міг бути орієнтованим без використання компасу. Ця якість була цінною для переносних годинників, але навряд чи була настільки важливою для інструменту, стаціонарно закріпленого на п'єдесталі в парку. Вочевидь, це було зроблено як реклама можливостей виробника, а для власника та його гостей це представляло здебільшого теоретичний інтерес.

Шкала перетворення часу, визначеного за місячною тінню, вигравірувана в полосі між розою вітрів і стереографічною проекцією, при детальному розгляді виглядає досить неохайно порівняно з бездоганною якістю гравіювання основних шкал. Лінії поділу не мають спільного фокусу, а інтервали також дещо нерівномірні. Це створює враження, що оригінальний виробник не приділяв йому такої уваги, як іншим елементам, і не очікував від нього великої практичної користі, але включив його, щоб продемонструвати різноманітність можливих функцій.

Сама ж роза вітрів є досить поширеного стилю з 32 наполовину заштрихованими вказівниками. Напрямки позначаються великими літерами, наприклад NWBN (від північного заходу на північ).

Співавтор вважає малоімовірним, що Джон Доерті сам власноруч вигравіював циферблат, незважаючи на наявність слова «fecit», тобто «виготовив» у підписі у північній частині циферблату і підпис треба розуміти його авторство саме як математика і дизайнера. Щоб знизити спокусу повторних спроб викрадання «історичного» годинника, у південній частині у вільному місці було додано надпис, що інформує про виготовлення репродукції в 2023 р. у Києві.

На Рис. 11 показано вигляд годинника під час попереднього його встановлення в кам'яний п'єдестал. Остаточний монтаж планується виконати в програмі реконструкції парку.



Рис. 11. Попередній монтаж репродукції годинника в п'єдестал:

а) вид із північного заходу, б) із південного сходу.

Світлинні Steven Bagnall

Висновки. За участі авторів було відтворено сонячний годинник XVIII сторіччя, зокрема гномон та циферблат, що містить числені шкали із багатим наочним матеріалом, побудованим на досягненнях науки XVII-XVIII ст. Використання останніх дозволяє отримувати за допомогою годинника інформацію значно вищої точності, ніж із традиційним дизайном шкал, та ілюструвати різні особливості місцевого сонячного клімату.

Досліджені рішення можуть бути запроваджені у наочних навчальних засобах і в наші дні.

Бібліографія

1. Буравченко В.С. 2008. *Солнечные часы в архитектуре и ландшафтном дизайне* // Особняк, – К.: УкрНДІПрОЦивільСільБуд – Вип. 48 – С. 40-43.
2. Буравченко В.С., Ільків М. В. 2020. *Портативний сонячний годинник з Малої Хортиці: досвід реконструкції* // Археологія Буковини: здобутки та перспективи – Чернівці – Вип. 4 – С. 25-29.
3. Буравченко В.С. 2021. *Досвід відтворення кишенькового сонячного годинника з Львівського історичного музею* // Археологія Буковини: здобутки та перспективи – Чернівці – Вип. 5 – С. 25-27.
4. ДСТУ-Н Б В.2.2-27:2010. *Розрахунок інсоляції об'єктів цивільного призначення* – Мінрегіонбуд України. К:Укрархбудінформ, – 81с..
5. Ільків, Микола. 2019. *Портативний сонячний годинник із Хотинської фортеці* – Чернівці: Технодрук – 207 с.
6. Підгорний О.Л. 1999. *Сонячний годинник як архітектурний об'єкт. Розрахунок та побудова* // Прикладна геометрія та інженерна графіка – К.:КНУБА, – Вип. 66 – С. 9-14.
7. Рябко А.В. 2013. *Сонячні годинники в навчальному процесі з природничих дисциплін* // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Педагогічні науки – Чернігів – Вип. 109 – С. 101-105.
8. Скрипчук Ю. 2016. *Старовинні сонячні годинники України* // Українське небо 2. Студії над історією астрономії в Україні – Львів – С. 328-343.
9. Слободян, Петро. 2008. *Раритети музейної колекції. Давні портативні прилади XVI-XVIII ст. для виміру часу через стеження за небесними світилами* // Наукові записки – Л.:Львівський історичний музей – Вип. 12 – С. 182-188.
10. Травкіна О.І. 2021. *Про сонячний годинник другої половини XVII ст. на Іллінській церкві при Антонієвих печерах м. Чернігова* // Сіверщина в історії України: Зб. наук. пр. – К.: Глухів – Вип. 14 – С. 128-132.
11. Buravchenko, V.S. 2020. *Experience of Recreation of Historical Tools of Astronomy and Navigation under the project "Master Terebrus"* // Astronomy and Space Physics in the Kyiv University / Book of Abstracts –International Conference in part of the Days of science in Ukraine. May 27 – 29, 2020. – Kyiv – С. 88.
12. Davis, J, Lowne, C.M. 2009. *The Double Horizontal Dial* // BSS Monograph – No. 5. – p. 130-145.
13. Davis, J. 2003. *The equation of time as represented on sundials* // BSS Bulletin, 2003, No. 15(IV), 135-144.
14. Dougharty, John. 1749. *Mathematical Digests. Containing the elements and application of geometry and plane trigonometry...*, – London, – 451 p. <https://catalog.hathitrust.org/Record/000168891>
15. Lose Maciej. 2023. *A double horizontal sundial by George Cooke* // BSS Bulletin – No. 38, p. 2-8.
16. Sawyer, F.W. 1997. *William Oughtred's Double Horizontal Dial* // NASS Compendium, – No. 4(1) – p. 1-5.
17. William Oughtred. 1997. *Desc. & Use Of The Double Horizontall Dyall (1636)* // NASS Compendium, – No. 4(1) – p. 6-11.

Bibliography

1. Buravchenko V.S. (2008). *Solnechnyje chasy v arhitekture I landshaftnom dizajne* [Sundials in architecture and landscape design], *Osobnyak*, (48), 40-43. (in Russian)
2. Buravchenko V.S., Ilkiv M.V. (2020). *Portatyvnyj sonyachnyj hodynnyk z Maloji Khortytsi: dosvid rekonstruktsiji* [Portable sundial from Mala Khortytsya [island]: experience of recreation], *Arkheologiya Bukovyny*, (4), 25-29. (in Ukrainian)
3. Buravchenko V.S. (2021). *Dosvid vidtvorennya kyshenkovoho sonyachnoho hodynnyka z L'vivs'koho istorychnoho muzeju* [Experience of recreation of pocket sundial from Lviv history museum]. *Arkheologiya Bukovyny*, (5), 25-27. (in Ukrainian)
4. DSTU-N B V.2.2-27:2010 (2010). *Rozrakhunok insolatsiyi ob'yektiv tsivil'noho pryznachennia* [Calculation of insolation in civil buildings] National standard of Ukraine, 81. (in Ukrainian)
5. Ilkiv M.V. (2019). *Portatyvnyj sonyachnyj hodynnyk z Khotyns'koyi fortetsi* [Portable sundial from Khotyn fortress], 207. (in Ukrainian)
6. Pidhorny O.L. (1999). *Sonyachny hodynnyk yak arkhitekturny ob'yekt. Rozrakhunok i pobudova* [Sundial as an object of architecture. Calculation and drawing]. *Prykladna geometriya ta inzhenerna grafika*, 66, 9-14. (in Ukrainian)
7. Ryabko A.V. (2013). *Sonyachni hodynnyky v navchal'nomy protsesi z pryrodnych dydstyplin* [Sundials in the process of teaching natural subjects]. *Visnyk Tchernihivs'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu*, (109), 101-105. (in Ukrainian)
8. Skrypchuk Yu. (2016). *Starovynni sonyachni hodynnyky Ukrayiny* [Old-time sundials in Ukraine]. *Ukrayinske nebo* 2, 328-343. (in Ukrainian)
9. Slobodyan P. (2008). *Rarytety muzeynoyi kolektsiyi. Davni portatyvni pryklady XVI-XVIII st. dlya vyznachennya chasu cherez stezhennya za nebesnyimi svitylamy* [Rarities of museum collection. Old-time portable instruments from XVI-XVIII cc. For time-measurement trough observation of celestial bodies]. *Naukovi zapysky*, (12), 182-188. (in Ukrainian)
10. Travkina O.I. (2021) *Pro sonyachnyj hodynnyk druhoji polovyny XVII st. na Ilyins'kiy tserkvi pry Antoniyevykh pecherakh m. Chernihova* [On sundial from 2nd half of XVII c. at the church of St. Elias by the caves of St. Anthony in Chernihiv]. *Sivershchyna v istoriyi Ukrayiny*, (14), 128-132. (in Ukrainian)
11. Buravchenko, V.S. (2020) *Experience of Recreation of Historical Tools of Astronomy and Navigation under the project "Master Terebrus"*. *Astronomy and Space Physics in the Kyiv University. Book of Abstracts. International Conference in part of the Days of science in Ukraine. May 27 – 29, 2020*, 88. (in English)
12. Davis, J, Lowne, C.M. (2009) *The Double Horizontal Dial*. BSS Monograph, 5, 130-145. (in English)
13. Davis, J. (2003) *The equation of time as represented on sundials*. BSS Bulletin, 15(IV), 135-144. (in English)
14. Dugharty, J. (1749) *Mathematical Digests. Containing the elements and application of geometry and plane trigonometry.*, 451 p. <https://catalog.hathitrust.org/Record/000168891> (in English)
15. Lose, M (2023). *A double horizontal sundial by George Cooke*. BSS Bulletin, 38, 2-8. (in English)
16. Sawyer, F.W. (1997) *William Oughtred's Double Horizontal Dial*. NASS Compendium, 4(1), 1-5. (in English)
17. Oughtred W. (1997). *Desc. & Use Of The Double Horizontall Dyal (1636)*. NASS Compendium, 4(1), 6-11. (in English)

Vsevolod Buravchenko.¹

¹ *Ph.D. (Applied geometry), Associate Professor (Docent),
docent of Department of of architectural structures KNUCA,
buravchenko.vs@knuba.edu.ua
orcid.org/0000-0003-0907-3014*

John Davis.²

² *Ph.D., independent scholar, Ipswich, UK.
john.davis51@btopenworld.com
orcid.org/0000-0001-8460-7739*

EXPERIENCE OF RESTORATION OF XVIII CENTURY PARK SUNDIAL

© Buravchenko V.S., 2024

Annotation: This article describes the practical experience of the authors in studying the original artifact and producing a functional replica of the park sundial originally for the park near Hartlebury castle in Worcestershire, UK. The original sundial was produced around 1730 on the order of bishop John Hough by the mathematician John Dougharty. Since the original piece suffered damage from natural erosion and attempt of theft, some of its parts were missing and some of the scales were unreadable. Consequently the authors instead of making a cast opted to produce first the theoretical model of the dial. The dial was redrawn in CAD-software and transferred to the brass plates through chemical etching. The missing elements were recreated using other contemporary samples.

The dial contains a variety of specific elements and belongs to an interesting type, known as “double sundial”, as it combines 2 scales: traditional sundial in horizontal plane and a stereographic projection of celestial sphere. Double sundials were described by William Oughtred in 1630s and were popular in England in XVII-XVIII cc. Comparing the readings of both dials their position could be adjusted without a need for a compass. To provide higher precision, the hour scale is drawn in the form of transversal lines, otherwise known as “nonius” scale, and a table of corrections of “equation of time” based on calculations done by John Flamsteed in early 1700s.

Also the dial contains a windrose and a lunar dial – a scale to convert the time obtained by the readings of the sundial from the shadow of the gnomon from the moonlight, depending on the day of the lunar cycle.

The recreated dial will be installed into the original stone pedestal in the process of restoration of the castle park. The described elements can be used in contemporary sundials designed as teaching aids for learning sciences.

Keywords: sundial, landscape decoration, stereographic projection, baroque.