

**Юрїї ПЕНКАЛЬСЬКИЙ,**

*orcid.org/0009-0008-7952-4988*

*аспірант кафедри дизайну та основ архітектури*

*Інституту архітектури та дизайну Національного університету «Львівська політехніка»*

*(Львів, Україна) yurii.v.penkalskyi@lpnu.ua*

## РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ В ДООЛЕКТРИЧНУ ЕПОХУ

*В статті здійснено загальний огляд розвитку технологій штучного освітлення в доелектричну епоху – історичний період від перших спроб використання вогню до початку ХХ ст., коли неелектричні засоби освітлення співіснували з електричними і поступово витіснялись ними.*

*На сьогоднішній день розвиток технологій неелектричного штучного освітлення набув ознак історичного явища, тож відкривається можливість розглядати його як завершений і цілісний процес. Попри це, впродовж останніх десятиліть не здійснювалось комплексних досліджень з еволюції технологій неелектричного освітлення, а наявні праці на тему історії штучного освітлення охоплюють лише окремі аспекти теми та формуються в межах різних дисциплін – археології, історії, мистецтвознавства, що зумовлює фрагментарність і методологічну роз'єднаність отриманих знань.*

*Метою роботи є виявлення ключових подій та процесів в історії розвитку технологій неелектричного штучного освітлення, що мали визначальний вплив на їх еволюцію, а також з'ясування особливостей технологічного поступу в різні історичні періоди.*

*Методологічною основою дослідження є збір і систематизація інформації, отриманої з літературних джерел. Ключові події та процеси в історії розвитку технологій неелектричного штучного освітлення виокремлено на основі порівняльного аналізу зібраних даних про нововведення і винаходи у цій сфері. Отримані відомості лягли в основу виявлення особливостей технологічного розвитку галузі в різні історичні епохи та його періодизації.*

*За результатами дослідження було виокремлено 16 значних історичних подій і процесів в історії розвитку технологій неелектричного штучного освітлення. З'ясовано їх зміст та хронологію від періоду 1.5 млн років тому до початку ХХ ст. Визначено, що розвиток технологій неелектричного штучного освітлення відзначався значною нерівномірністю: стабільний і значний прогрес спостерігався тільки з кінця ХVІІІ до початку ХХ ст. Натомість попередні епохи характерні вкрай низьким темпом розвитку. Виявлено підстави для виокремлення чотирьох великих періодів в еволюції технологій неелектричного штучного освітлення. Описано хронологію і особливості кожного з них.*

*Отримані результати можуть бути використані для подальших досліджень з історії штучного освітлення. Їх поглиблення має потенціал стати основою для систематизації розрізнених знань про засоби освітлення минулого, що накопичені в межах різних наукових дисциплін.*

**Ключові слова:** *розвиток технологій штучного освітлення, історія, неелектричні прилади освітлення, дизайн, середовище, історичний інтер'єр.*

**Yurii PENKALSKYI,**

*orcid.org/0009-0008-7952-4988*

*Postgraduate student at the Department of Design and Architecture Fundamentals*

*Institute of Architecture and Design of Lviv Polytechnic National University*

*(Lviv, Ukraine) yurii.v.penkalskyi@lpnu.ua*

## DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL LIGHTING TECHNOLOGIES IN THE PRE-ELECTRIC ERA

*The article provides a general overview of the development of artificial lighting technologies in the pre-electrical era – from the earliest attempts to use fire to the beginning of the twentieth century, when non-electrical lighting devices coexisted with electric ones and were gradually displaced by them.*

*Today, the development of non-electrical artificial lighting technologies has acquired the characteristics of a historical phenomenon, making it possible to consider it as a complete and coherent process. Despite this, no comprehensive studies on the evolution of non-electrical lighting technologies have been conducted in recent decades. Existing works on the history of artificial lighting address only selected aspects of the topic and are produced within different disciplinary frameworks – such as archaeology, history, and art history – which results in fragmentation and methodological inconsistency of the accumulated knowledge.*

*The aim of the study is to identify key events and processes in the history of non-electrical artificial lighting technologies*

that had a decisive impact on their evolution, as well as to clarify the characteristics of technological development across different historical periods.

The methodological framework of the research is based on the collection and systematization of information obtained from literature sources. Key events and processes in the history of non-electrical artificial lighting technologies were identified through comparative analysis of collected data on innovations and inventions in this field. The resulting findings formed the basis for determining the distinctive features of technological development in different historical epochs and for proposing its periodization.

As a result of the study, sixteen significant historical events and processes in the development of non-electrical artificial lighting technologies were identified. Their content and chronology were established, covering the period from approximately 1.5 million years ago to the beginning of the twentieth century. It was determined that the development of non-electrical lighting technologies was highly uneven: stable and substantial progress occurred only from the late eighteenth to the early twentieth century, whereas earlier epochs were characterized by an extremely slow pace of development. Grounds were identified for distinguishing four major periods in the evolution of non-electrical artificial lighting technologies, and the chronology and defining characteristics of each period were described.

The obtained results may be used in further research on the history of artificial lighting. Their further elaboration has the potential to serve as a basis for systematizing fragmented knowledge about historical lighting devices accumulated across various academic disciplines.

**Key words:** development of artificial lighting technologies, history, non-electric lighting devices, design, environment, historical interior.

**Постановка проблеми.** Штучне освітлення було постійним супутником людини впродовж усієї історії людства. Від часу опанування вогню і до XIX ст. єдиними засобами освітлення залишались неелектричні, в яких світло вироблялось внаслідок згорання різних видів палива. Вони були важливими складовими побуту і культури, виконуючи поряд з утилітарними також ритуальні та художні функції, що зумовило численні спроби їх вивчення в рамках різних наукових дисциплін – історії, археології, мистецтвознавства. Водночас такі дослідження переважно зосереджені на культурних та історичних аспектах, що не повною мірою відображає функціональну сутність засобів освітлення. Оскільки визначальною ознакою будь-якого засобу освітлення є здатність продукувати світло, а кожен із них репрезентує певну технологію його отримання, усі дослідження, дотичні до історії штучного освітлення, мають включати технологічний аспект. Це необхідно для забезпечення комплексності таких досліджень, а також для розуміння передумов формування споживчих, символічних та естетичних властивостей засобів освітлення.

**Аналіз досліджень.** Упродовж останніх десятиліть проведено низку досліджень, присвячених історії штучного освітлення та розвитку його технологій. Так, ранні етапи використання вогню досліджували Р. Karkanias та інші (2007), J.A.J. Gowlet та R.W. Wrangham (2013), R. Davis та інші (2026). Практики використання засобів освітлення в палеоліті, зокрема із залученням методів експериментальної археології, вивчали S. A. de Beaune та R. White (1993), A. Medina-Alcaide та інші (2021; 2023), D. Ruiz-Gonzalez та інші (2018). Н. К. Robson та інші (2022) присвятили дослідження застосуванню керамічних ламп

у Балтійському регіоні VI тис. до н. е. Особливості функціонування гнотових засобів освітлення, види використовуваних палив в періоди давнього Єгипту та античності вивчали R.P. Evershed та інші (1997), M. Copley та інші (2005), M.E. Strong (2018). Питання використання і виготовлення свічок у XVIII–XIX ст. розглядали J. Wisniak (2001), V. Mescher (2008), E. Irwin (2012).

Попри значну їх кількість, у зазначених дослідженнях відсутні спроби комплексного аналізу закономірностей еволюції технологій освітлення: вони висвітлюють окремі аспекти теми та переважно зосереджені на обмежених історичних періодах – від палеоліту до античності. Крім того, такі дослідження здійснюються в межах різних наукових дисциплін, що зумовлює фрагментарність і методологічну роз'єднаність отриманих знань. З огляду на це є підстави стверджувати, що загальна історія розвитку технологій неелектричного штучного освітлення досі не стала предметом комплексного наукового осмислення, а наявні напрацювання потребують систематизації та узагальнення з метою формування цілісної картини історичного розвитку цієї сфери.

**Метою статті** є виявлення ключових подій та процесів в історії розвитку технологій неелектричного штучного освітлення, що мали визначальний вплив на їх еволюцію, а також з'ясування особливостей технологічного поступу в різні історичні періоди. Мета досягається шляхом з'ясування змісту і хронології нововведень у сфері неелектричного штучного освітлення, визначення ступеня їх новизни та впливу на розвиток освітлювальних технологій, виявлення спільних та відмінних рис у процесах розвитку цих технологій в різні історичні епохи. Виконання завдань дослідження сприятиме формуванню цілісного уяв-

лення про розвиток технологій неелектричного освітлення та кращому розумінню практик його застосування в минулому.

**Методика дослідження.** Методологічною основою дослідження є збір і систематизація інформації з літературних джерел. Для виявлення відомостей про розвиток технологій освітлення в доісторичний період, часи античності і середньовіччя використано археологічні та історичні дослідження, проведені за останні кілька десятиліть, а також свідчення античних авторів. Для отримання інформації про Новий час проаналізовано ряд видань XIX ст., патенти на розробки в галузі штучного освітлення, а також деякі сучасні історичні дослідження.

Ключові події та процеси в історії розвитку технологій неелектричного штучного освітлення виокремлено з-поміж нововведень та винаходів у цій сфері, виявлених за результатами аналізу літератури. Критеріями відбору прийнято рівень новизни впроваджених рішень та ступінь їх впливу на подальший розвиток технологій освітлення. Новизна визначалась у використанні ефективніших видів світільного палива, вдосконаленні способів і засобів його горіння, а також у розширенні можливостей та підвищенні зручності використання засобів освітлення. Ступінь впливу на подальший розвиток технологій освітлення розглядається як здатність нововведень формувати нові напрямки розвитку, суттєво змінювати існуючі підходи та зберігати актуальність і застосовуватися впродовж тривалого часу.

Виявлення спільних і відмінних рис у процесах розвитку технологій неелектричного штучного освітлення в різні історичні епохи та їх періодизацію здійснено шляхом порівняльного аналізу й подальшого узагальнення отриманих відомостей.

Питання інтенсивності та географічного ареалу застосування нових технологій освітлення в межах даної роботи не розглядаються, оскільки не є пріоритетними для досягнення її мети. У процесі датування нововведення та винаходи вважаються існуючими з часу першої згадки або засвідченого використання.

**Виклад основного матеріалу.** Об'єктом даного дослідження є неелектричні освітлювальні засоби як носії технологій штучного освітлення. Це обумовлює широкі часові і територіальні межі роботи, а також її оглядовий характер. В територіальні межі дослідження включено осередки раннього розвитку людства та перших цивілізацій, а також регіони в яких формувалась і розвивалась західна культурно-технологічна традиція. Часовими межами прийнято історичний період від 1.5 млн років

тому до початку XX ст. В дослідженні цей період означено як доелектричну епоху в історії штучного освітлення – час розвитку і активного використання засобів освітлення, що виробляли світло без застосування електричного струму.

За результатами аналізу літературних джерел на основі прийнятих критеріїв виокремлено 16 ключових подій та процесів в історії розвитку технологій неелектричного штучного освітлення, що мали визначальний вплив на їх еволюцію. Такі події і процеси для спрощення надалі називаються подіями. Кожна із них пронумерована і описана в хронологічному порядку із обґрунтуванням датування, змісту, новизни, впливу на подальший розвиток технологій освітлення. Пропонований перелік подій не претендує на вичерпність і може бути уточнений у ході подальших досліджень. Водночас його обсяг є достатнім для виявлення особливостей еволюції технологій освітлення в різні історичні періоди та окреслення основних напрямів їх розвитку.

Подія № 1. Початок використання вогню. Перші свідчення спорадичного користування вогнем гомінідами відносять до періоду як мінімум 1.5 млн років тому (Gowlett, Wrangham, 2013). Дослідження в даному напрямку тривають, адже по таких давніх археологічних свідченнях непросто з'ясувати коли предки людей використовували природні пожежі, коли брали матеріал із цих пожеж для подальшого розведення і контролю вогню, а коли навчилися самостійно розводити вогонь. Щодо свідчень постійного користування вогнем: багато археологів вважають що цьому є однозначні докази із часу 200–300 тис. років тому (Karkanis et al., 2007: 197). Нещодавні археологічні дослідження на півдні Англії засвідчують регулярне розведення вогню неандертальцями ще з періоду 400 тис. років тому (Davis et al., 2026). Вогнища розпалювались деревиною, тому вона стала першим світільним паливом одночасно з початком користування вогнем. Існують археологічні свідчення із верхнього палеоліту щодо переважання хвойних порід для освітлювальних вогнищ. Дослідження із печер Нерха в Іспанії (що періодично відвідувались людьми починаючи із 41 тис. років тому) вказують на застосування для освітлення деревини хвойних порід (*Pinus tr. sylvestris – nigra*) впродовж тисяч років з часів граветтської культури до періоду пізньої мадленської культури (Medina-Alcaide et al., 2023: 1). В печері Ніо (Ар'єж, Франція) було знайдено залишки деревини хвойних і листяних порід, що застосовувалась для факелів, проте з періоду 8000–8200 р. до н. е. (Clottes, Simonnet, 1972: 306)

Незважаючи на наявність археологічних свідчень надзвичайно давнього застосування вогню предками людини, позиціонування їх як зародження штучного освітлення є дискусійним питанням: невідомими залишаються мотиви користування вогнем, частота, керованість та послідовність такої практики. Попри відсутність однозначних відповідей на ці питання, у межах даної роботи початок використання вогню, навіть у спорадичній формі, розглядається як зародження штучного освітлення та його перша технологія, адже незалежно від домінуючих функцій вогню в цей період – приготування їжі, обігрів чи захист – його світлова дія не могла бути непоміченою поруч із тепловою. Застосування вогню, а з ним і штучного освітлення надавало можливість продовжити діяльність після настання темряви та освоїти простори, позбавлені природного світла. Вогнище активно використовувалось протягом багатьох тисяч років у якості головного джерела штучних тепла і світла. Окрім того, використання вогню стало відправною точкою для інших технологій штучного освітлення аж до появи електроосвітлення, адже в усіх таких засобах освітлення світло вироблялось безпосередньо полум'ям або ж від його дії. Одна із форм вогнища – освітлення скіпами (трісками деревини) – в деяких регіонах Європи була основою штучного освітлення селянського житла аж до XIX ст. Вогнище як засіб освітлення було простим, доступним, багатофункціональним, проте мало ряд недоліків: поруч із світлом і теплом виділялись дим та кіптява, що ускладнювало використання вогнища в закритих просторах, воно вимагало великої кількості палива, було стаціонарним.

Подія № 2. Початок використання факелів. Прямі докази використання факелів для освітлення фіксуються археологами в печерах принаймні з періоду 41 тис. років тому у вигляді розкиданого попелу вздовж проходів поза місцями стаціонарних вогнищ (Medina-Alcaide et al., 2023: 2). Можна припустити, що факели використовувались значно раніше – ще предками і родичами людей. Так, глибокі проникнення неандертальцями в печеру Брунікель у Франції, що фіксуються з періоду 176 тис. років тому, не могли відбуватись без штучного освітлення. До того ж, там же були знайдені сліди використання вогню (Jaubert et al., 2016). Знайдені рештки палеолітичних факелів вказують на їх будову: пучки гілок товщиною до 2 см, можливо, скручені рослинними волокнами (Medina-Alcaide et al., 2021: 3). Сучасні експерименти показали, що копії палеолітичних факелів із гілок ялівцю могли використовуватись впродовж 30 хв. Якщо

ж факел просочувався тваринним жиром, час його горіння міг збільшуватись вдвічі. (Medina-Alcaide et al., 2021: 15). Просочування факелів горючими речовинами відоме як мінімум з часів стародавньої Месопотамії, де для цього використовували смолу. На асирійських рельєфах можна побачити численні приклади використання таких засобів освітлення (Forbes, 1958: 126). Пліній Старший у I ст. н. е. описує використання деревини хвойних порід із високим вмістом смоли для виготовлення факелів та їх горіння із великою кількістю диму (Bostock, Riley, 1855: 358), а також факели із оче-рету (Bostock, Riley, 1856a: 140).

Перші факели за способом вироблення світла і використовуваним паливом були аналогом вогнища, проте між ними існували і значні відмінності, які дозволяють віднести факели до нової еволюційної гілки засобів освітлення. На відміну від вогнища, факели є виключно джерелом світла, адже вони не використовувались для приготування їжі чи обігріву. Факели були переносними, тож мали цілком нову функціональну перевагу – можливість пересування із джерелом світла. Окрім того, факели, на відміну від вогнища, були виробами, що надавало галузі штучного освітлення нової траєкторії розвитку – виробництва засобів освітлення. Різноманітні форми факелів використовувались протягом багатьох тисячоліть. Їх застосування супроводжувалось тією самою проблемою, що й використання вогнища – виділення значної кількості диму під час горіння. Тож освітлювати факелами обмежені простори було складно, що підтверджується сучасними експериментами із первісними технологіями освітлення (Medina-Alcaide et al., 2021: 20).

Подія № 3. Початок використання гнотових ламп. Найдавніші із знайдених ламп відносять до періоду 40 тис. років тому. Вони являють собою камені із заглибинами, іноді плоскі. Рідше траплялись спеціально виготовлені кам'яні лампи, деякі з них мали ручки із вирізьбленими візерунками. Виявлені на них сліди горіння, залишки тваринного жиру і гноту підтвердили функцію засобу освітлення (de Beaune, White, 1993). Найдавніші лампи переважно знаходили на півдні Франції, тому існує припущення, що спершу культура виготовлення ламп була територіально обмеженою (de Beaune, White, 1993: 109). Більшість із них були виявлені поза печерами (в глибині печер близько 30%), тож використання ламп було пов'язане також із повсякденним вжитком, а не тільки із створенням печерного мистецтва (de Beaune, White, 1993: 113). Гнотом могли бути гілки ялівцю або тису, мох і лишайник (de Beaune,

White, 1993: 111). Яким чином організовувався гніт в первісних лампах поки що можливо лише припускати, так як знайдені залишки гнотів є лишень вуглецевими слідами. В сучасних експериментах із репліками давніх ламп дослідники по-різному влаштовували гноти із вище згаданих матеріалів (комки моху чи лишайника, пірамідки із гілок ялівцю) і виявили, що просторова організація гноту могла значно впливати на якість освітлення (Medina-Alcaide et al., 2021: 21). В якості світільного палива для перших гнотових ламп використовувався жир травоядних тварин – оленевих і бикових, що виявив аналіз органічних залишків (de Beaune, White, 1993: 111). Експериментальна археологія показала переваги використання кісткового мозку як найкращого палива для ламп (Ruiz-González et al., 2018). Згодом для освітлення використовувався жир найрізноманітніших видів тварин, в тому числі, і морських, також паливо вироблялось з різноманітних рослинних матеріалів та викопних речовин.

Початок використання гнотових ламп пов'язаний із винайденням принципу гнотового горіння. Гніт капілярно проводив розріджене тепло полум'я паливо до зони горіння, де існували умови для його випаровування і згорання, що дозволило використовувати в якості світільних палив речовини, що не горіли самі по собі, подібно до дерева – тваринні та рослинні жири, віск. Порівняно із вогнищем і факелами, лампи виробляли меншу кількість світла, проте, мали свої переваги – не диміли і могли горіти довго, використовуючи невелику кількість палива. Ці якості підтверджуються сучасними експериментами із палеолітичними технологіями освітлення (Medina-Alcaide et al., 2021: 20). Винайдення гнотових ламп мало значний вплив на розвиток технологій штучного освітлення. Завдяки використанню ламп з'явилась можливість освітлення замкнених просторів без турботи про надлишковий дим. Різноманітність світільних палив розширила можливості використання штучного освітлення в регіонах із бідною ресурсною базою, зокрема дефіцитом деревини. Принцип гнотового горіння став основою для інших технологій освітлення, наприклад, для виникнення свічок. Поява гнотових ламп змінила уявлення про засоби штучного освітлення: відтоді вони складались не тільки із палива, як вогнище чи факели, але й таких допоміжних елементів як ємність для палива і гніт. Від часу появи гнотових ламп можемо виділити два напрямки в розвитку засобів освітлення – розвиток палива і засобів його спалювання. Інтенсивність застосування ламп впродовж 40 тис. років

їхнього існування сильно змінювалась залежно від епохи і регіону, проте технологія гнотового горіння залишалась актуальною для сфери штучного освітлення аж до середини ХХ ст., а в деяких регіонах гнотові лампи і досі активно використовуються, що підкреслює їх важливість для історії розвитку технологій штучного освітлення.

Подія № 4. Залучення нових матеріалів для виготовлення засобів освітлення. Найбільш значущими матеріалами для сфери освітлення були кераміка, метали і скло. Ці матеріали вводились у сферу освітлення протягом кількох тисяч років, тож подія № 4 є багатостадійним історичним процесом. Про початок застосування кераміки для таких цілей свідчать знахідки із середини VI тис. до н. е. – овальні ємності із півночі Європи, що були ідентифіковані як лампи (Robson et al., 2022: 1). Найдавніші металеві лампи були знайдені на території Єгипту. Так, в мастабі Каемсену часів VI династії (XXIV–XXII ст. до н. е.) було виявлено мідну лампу, яка являла собою сферичну посудину діаметром 10 см із залишками гноту (Strong, 2018: 15). Найдавніші металеві лампи виготовлялись із міді і мідних сплавів, згодом почали застосовувати також залізо та інші метали. Спершу металеві лампи були значно менш поширені, ніж керамічні. Це підтверджується археологічними знахідками як часів давнього Єгипту, так і античності – наприклад, під час розкопок Помпей (Starac, 2022: 126). Складні лампи з'явились на початку III ст. н. е. у Єгипті та Леванті, а на початку IV ст. н. е. вже використовувались в Римі і ставали популярними (Motsianos, 2011: 107). Складні лампи мали вигляд посудин різної форми, настільних і підвісних. На їх дно наливали воду, згодом олію, в якій розміщувався гніт. Це запобігало розтріскуванню скла від надмірної температури, а також гасило вогонь, коли олія вигорала.

Залучення нових матеріалів для виготовлення засобів освітлення значно вплинуло на еволюцію технологій штучного освітлення: нові матеріали створювали нові можливості для даної сфери. Наприклад, для виготовлення первісних ламп використовувались підходящі по формі каміння, мушлі та кістки. Модифікація їх форми була або дуже трудомісткою, або неможливою. Натомість з появою кераміки з'явилась можливість створювати найрізноманітніші форми ламп, затрачаючи значно менше часу і зусиль. Це підвищило їх доступність і надало потенціал для ускладнення будови. Так, в керамічних лампах спершу з'явились гнотові заглиблення, які згодом еволюціонували в трубку для гноту, що полегшувало догляд за його положенням відносно палива

(Rueff, 2021: 14). В античні часи вже використовувались закриті керамічні лампи із окремими отворами для заливу палива і виходу ґноту, які запобігали розливанню палива при перенесенні лампи і його забрудненню комахами. Застосування методу штамповки деталей при виготовленні керамічних ламп в давньому Римі зробило їх виготовлення масовим, а вартість нижчою. Переваги кераміки як матеріалу для виготовлення ламп зумовили її домінування в цій сфері протягом кількох тисячоліть – аж до доби середньовіччя.

Поява металевих ламп ще більше розширила можливості формотворення і технічного вдосконалення, які природно надає метал, порівняно із керамікою. Окрім того, в металевих лампах було зручно використовувати в'язкі тваринні жири, так як висока теплопровідність металу сприяла розтопленню палива, передаючи тепло полум'я корпусу лампи. Такі лампи були стійкішими до пошкоджень, ніж керамічні. Починаючи з кінця XVIII ст. метали відіграли особливу роль у розвитку технологій штучного освітлення, оскільки більшість прогресивних розробок того часу залежали від використання металевих деталей.

Впровадження скла у сферу штучного освітлення зумовлено перш за все його світлопроникністю. Перші скляні лампи являли собою чашоподібні ємності, в яких розміщувалось паливо із ґнотом. Завдяки прозорості їх корпусу такі лампи часто використовували як підвісні для всебічного розповсюдження світла. Залучення скла у сферу штучного освітлення інтенсифікувалось в кінці XVIII – на початку XIX ст., коли із скла почали виробляти не тільки корпуси ламп, але й абажури, світлопрозорі оболонки ліхтарів, інші частини ламп. Зокрема, із скла виготовлялись тягові трубки для пальників із організованою подачею повітря, що були невід'ємною частиною більшості найефективніших приладів освітлення того часу.

Подія № 5. Початок використання рослинних олій як світильного палива. Використання оливкової олії археологічно підтверджується із VI–V тис. до н. е. (Namdar et al., 2015), а застосування її для освітлення припускається з кінця IV тис. до н. е. в Леванті (Liphschitz, et al., 1991). Вибір конкретного виду рослинних олій для освітлення залежав передусім від їх регіональної доступності та вартості у визначений часовий період. Так, загальновідомо, що оливкова олія була поширеною в якості світильного палива в часи античності. В давньому Єгипті для ламп могла використовувались також і рицинова, кунжутна, лляна та редькова олії (Thomas, 2015: 2; Copley et al., 2005), хоча не усі з них добре підходили для штучного освітлення,

що підтверджується сучасними експериментами (Strong, 2018: 208–210), а також античними автограми. Зокрема, Пліній Старший у I ст. н. е. описує використання в якості лампового палива рицинової олії (Bostock, Riley, 1855: 287), проте зазначає, що із-за високої в'язкості ця олія дає тьмяне світло (Bostock, Riley, 1856a: 490).

Початок використання рослинних олій для освітлення ознаменував новий етап у розвитку світильних палив – перехід до його рідких форм. Їх перевагою, на відміну від густих тваринних жирів, була готовність до втягування ґнотом без попереднього розплавлення, що спрощувало процес горіння. Окрім того, запровадження рідких палив стимулювало еволюцію засобів освітлення: з'явилась можливість створення ламп із закритими паливними ємностями, а згодом і систем регулювання рівня палива. До переваг рослинних палив слід віднести й економічні: вони були дешевшими за паливо тваринного походження, так як були простішими у виробництві та виготовлялись з більш доступної і масової рослинної сировини. Це сприяло поширеності освітлення за допомогою ламп і підвищувало доступність штучного освітлення загалом. Значну роль рослинних олій в історії розвитку штучного освітлення підкреслює факт їх застосовування протягом кількох тисяч років. Зокрема, ріпакова олія залишалась основним видом палива для олійних ламп із пальником Арганда упродовж всього XIX ст.

Подія № 6. Початок використання організованих форм ґнотів. Першими свідченнями використання таких ґнотів є археологічні знахідки на території давнього Леванту і Єгипту, що відносяться до 2000–2500 рр. до н. е. Так, при розкопках цвинтара в районі Неве-Ефраїм в Ізраїлі було знайдено керамічну відкриту лампу із ґнотом заглибленням, яка містила закам'янілі залишки ґнота у вигляді шнурка товщиною 1.5 см із дворазово скручених смужок льняної тканини, скоріш за все, повторно використаної (Sukenic et al., 2025: 59,64). Такі ж ґноти були звичними і для давньоєгипетських засобів освітлення (Strong, 2018: 199), що дозволяє припустити, що для найдавніших ґнотів подібного типу були характерними виготовлення шляхом скручування і значна товщина. В часи античності, з появою ламп із тонкими ґнотовими каналами, ґноти, очевидно, набули значно витонченіших форм. Їх також виробляли із рослинних матеріалів. Так, Пліній Старший у I ст. н. е. описує використання льону, очерету, насіння рицини для виготовлення ґнотів для ламп (Bostock, Riley, 1856a: 136, 362, 489), а також рослини з назвою «lychnitis» або «thyralis», яку ідентифікують як *Verbascum lychnitis* або *Phlomis lychnitis*

(Bostock, Riley, 1856b: 128). Можемо припустити, що організовані гноти використовувались задовго до відомих археологічних знахідок. Їх поява може хронологічно збігатись із першими свідченнями використання ламп з гнотовими заглибленнями: така зміна форми ламп може свідчити про застосування організованої форми гнотів на протипагу їх архаїчним формам із пучків рослинних матеріалів. Давніми зразками ламп з гнотовими заглибленнями є знахідки із східного Середземномор'я періоду 3300–3000 рр. до н. е. (Sussman, 2007), а також лампа із додинастичного Єгипту, що датується періодом 4000–4500 рр. до н. е. (Brunton, Caton-Thompson, 1928: 61; Strong, 2018: 50). Значно пізніше, у XVIII–XIX ст. н. е., набули поширення ткані гноти у формі стрічок різної ширини і циліндричні гноти, які формувалися з них.

Поява організованих форм гнотів сприяла підвищенню ефективності гнотових засобів освітлення і зручності їх використання. Інтенсивність горіння і форма полум'я на первісних гнотах у вигляді купок чи комків рослинних матеріалів були нестабільними, сильно залежали від способу їх укладання, вимагали постійного догляду і певних навичок користувача. Натомість організований гніт, зокрема найстаріша його версія у формі шнурка, чітко концентрував точку випаровування і горіння, його зручніше було регулювати по висоті відносно палива для досягнення найефективнішого капілярного втягування. Таким чином, випромінювання світла стало більш прогнозованим, зменшувалась кількість зусиль по догляду за засобом освітлення. Поява організованих форм гнотів сприяла зміні форми ламп: з'явилися спеціальні заглиблення, а згодом і канали, що фіксували гніт і виносили зону горіння подалі від паливної ємності для зменшення затінення. Шнуркові гноти стали основою для впровадження свічок. В кінці XVIII і у XIX ст. стрічкові і циліндричні гноти були важливою складовою технологічного прориву в штучному освітленні, ставши невід'ємною частиною пальників із організованою подачею повітря до зони горіння.

Подія № 7. Початок використання свічок. Появу свічок часто пов'язують із давньоєгипетськими засобами освітлення, які М. Е. Strong (2018) у своїй дисертації називає «пристрій гніт на паличці» або «пристрій гніт в паличці». Це предмети, що складаються із вертикально розміщеного гнота, просоченого тваринним жиром, який для стійкості прив'язаний до стебла очерету в першому випадку або поміщений всередину такого стебла в другому. Такі пристрої відомі з іконографічних джерел, починаючи із XX–XIX ст.

до н. е. – часів 12 династії (Strong, 2018: 70), а також із гробниць Тутанхамона і жриці Хенутмехіт, де вони збереглися в первозданному вигляді (Strong, 2018: 62, 68). В минулому дослідники часто називали такі пристрої свічками («candle» або «taper»). Так, відповідні розписи із гробниці писаря Аменемхета (жив за часів правління Тутмоса III 1501–1447 рр. до н. е.) N. De Garis Davies (1915) інтерпретував наступним чином: «...свічка червона і біла, і, безсумнівно, складається з гнота (gmh-t), вимоченого в лій» (De Garis Davies, Gardiner, 1915: 96, мал. XXIII). А. Evans (1921) вважав підсвічниками артефакти із єгипетських гробниць, а також аналогічний об'єкт із Кносського палацу (Evans, 1921: 578). З огляду на морфологічну та функціональну спільність із сучасним уявленням про свічки, описані вище засоби освітлення «пристрій гніт на паличці» та «пристрій гніт в паличці» надалі позначаються як протосвічки. Свічки у їх звичному виконанні – циліндри із твердо-пластичного палива із гнотом по центру – набули поширення в Римській імперії (Forbes, 1958: 136–137). Письмові свідчення, які можна інтерпретувати як згадки про такі свічки відомі з I ст. до н. е. Так, Пліній Старший у I ст. н. е. описує свічки і поховальні факели із очерету (Bostock, Riley, 1855: 411). У творах Варрона Реатинського I ст. до н. е. і Секста Помпея Феста II ст. н. е. (на основі праці Веррія Флакка кінця I ст. до н. е.) містяться описи подарунків до святкування сатурналій – «cereis» – скоріш за все, воскових свічок (Kent, 1938: 60–61; Sexti Pompeii Festi, 1826: 151). Секст Помпей Фест наводить різницю між «cereis» (воскові свічки, які використовували багаті) та «candelis» (свічки, якими користувались бідні) (Sexti Pompeii Festi, 1826: 151). Водночас археологічних свідчень застосування свічок у цей період є вкрай мало. Один із небагатьох прикладів – предмет, виявлений під час розкопок поблизу Фаюма в одному з поховань III ст. н. е., який мав форму переносного підсвічника та містив залишки свічки й напливи воску (Flinders Petrie, 1889: 12). Перші свідчення використання протосвічок пов'язані з ритуальною практикою, що дає підстави вважати її первинним і основним призначенням цих виробів. Припущення про їхнє паралельне застосування в якості засобів освітлення на ранньому етапі розвитку залишається дискусійним. Використання свічок як побутового засобу освітлення, ймовірно, стало поширеним тільки в середньовіччі (Forbes, 1958: 139).

Виникнення класичних гнотових свічок стало можливим завдяки використанню в якості світільного палива речовин, які могли зберігати форму

свічки – воску і лою. Хоча найдавніші археологічні свідчення застосування воску для освітлення зустрічаємо в лампах, найбільш поширеним його застосуванням у сфері освітлення все ж є виробництво свічок. Так, застосування воску в якості палива для ламп припускалось R. P. Evershed (1997), де функція ламп приписувалась невеликим керамічним посудинам конічної форми з ідентифікованими залишками воску, що відносяться до пізньомінойського Криту (Evershed et al., 1997). Лій (жир жуйних свійських тварин) використовувався для виготовлення протосвічок ще в часи давнього Єгипту (Strong, 2018: 86). Щодо застосування лою для виробництва свічок: існують тільки середньовічні археологічні докази (Frith-Crofts et al., 2004), а все, що було раніше – письмові згадки. R. J. Forbes (1958) на підставі вивчення таких згадок вважав, що лійові свічки вже використовувались в Римській імперії (Forbes, 1958: 136–137).

Поширенню свічок сприяли особливості їх будови і функціонування, а також зручність користування ними. Свічки, як і олійні лампи, за принципом роботи були гнотовими засобами освітлення: світло вироблялось внаслідок горіння палива після його капілярного втягування гнотом. Водночас свічки мали переваги над традиційними олійними лампами. Наприклад, гніт не потрібно було постійно регулювати по висоті відносно палива, оскільки будова свічок забезпечувала їх постійний контакт. На відміну від ламп, де ємність з пальним неодмінно спричиняла затінення, світло від свічок випромінювалось в усі боки без перешкод. Впровадження свічок у сферу штучного освітлення, скоріш за все, відбувалось через первинне використання у релігійних ритуалах. Хоча час початку їх застосування в побуті є дискусійним, констатуємо широкий вжиток свічок як засобів освітлення, а не тільки культу, із середньовіччя і аж до впровадження електроосвітлення. Таким чином свічки активно використовувались впродовж багатьох сотень років, а їхня унікальна будова із об'єднанням палива і гноту стала окремою гілкою технологічної еволюції засобів штучного освітлення.

Подія № 8. Початок використання ліхтарів. При розкопках Геркуланума і Помпей було знайдено два бронзові ліхтарі із світлопрозорими елементами, виготовленими з рогу. Джерелом світла в них слугувала олійна лампа (A Dictionary, 1859: 669). Подібний ліхтар було знайдено на території Великобританії у 2009 р. (Winter, 2009). Можливу згадку про ліхтарі зустрічаємо в текстах давньогрецького філософа Емпедокла V ст. до н. е. (O'dea, 1958: 70). Пояснюючи зір, Емпедокл

проводить аналогію між ліхтарем і оком (Diels, 1906: 196; Leonard, 1908: 42). Судячи із використаного слова «λύχνον» в оригіналі тексту (Leonard, 1908: 42), що переважно означало «лампа», можна припустити, що джерелом світла в ліхтарях давньої Греції були олійні лампи. Враховуючи вище наведене, можемо стверджувати, що свідчення використання ліхтарів присутні як мінімум з I ст. н. е., а якщо інтерпретації перекладу тексту Емпедокла є вірними – навіть з V ст. до н. е.

Поява ліхтарів сприяла розширенню функціональних можливостей штучного освітлення. Олійна лампа або свічка у світлопрозорій оболонці набували захисту від вітру і опадів, тож могли використовуватись як джерело освітлення не тільки в приміщеннях, але й на вулиці в будь-яку погоду. Ліхтарі забезпечували можливість пересування в темну пору доби, виконання певних робіт за несприятливих погодних умов, вони стали основою для виникнення зовнішнього освітлення міст, ліхтарями оснащувались транспортні засоби – кораблі і карети, а згодом поїзди, велосипеди, автомобілі. Користування ліхтарями впродовж такого тривалого часу, переваги, які вони надавали, а також особлива будова у вигляді світлопрозорої оболонки із джерелом світла всередині, роблять ліхтарі важливим етапом і окремою гілкою еволюції засобів освітлення.

Подія № 9. Впровадження механізму підтримки постійного рівня палива. Над даним вдосконаленням працював ще давньогрецький винахідник Герон Александрійський, який у своїх працях описав напівавтоматичну гідравлічно-пневматичну ситему збереження рівня палива в лампі. Проте, винахід Герона залишився нереалізованим (Figuiet, 1870: 43–44). Також не набули розповсюдження лампи з автоматичною підтримкою рівня палива та регульованим гнотом, опис яких знаходимо в працях арабських вчених братів Бану Муса близько 850 р. н. е. (Bir, 1990: 198, 201). Початок практичного застосування механізму підтримки постійного рівня палива часто пов'язують із лампою, яку описав італійський винахідник Д. Кардано у своїй праці «De Subtilitate» 1550 р. Покращену версію лампи Кардано запропонував Р. Бойл у 1681 р. (Forrester, 2013: 25). У 1780 р. французький хімік Ж. Пруст розробив лампу із постійним рівнем палива на гноті, використавши принцип вази Маріюта (Figuiet, 1870: 28). Запропонована Прустом схема згодом широко використовувалась в лампах різноманітних конструкцій від кінця XVIII і аж до XX ст., зокрема в лампах Арганда. В першій половині XIX ст. було впроваджено й інші способи підтримання постій-

ного рівня палива в олійних лампах. Наприклад, в лампах Карселя олія постійно подавалась до гноту за допомогою вбудованого насоса із приводом від годинникового механізму. В лампах типу «Астрал» і «Сінумбра» рівень палива намагались підтримати шляхом сполучення зони горіння із плоским кільцевим паливним резервуаром, розташованим навколо пальника. В гідростатичних лампах рівень палива регулювався виштовхувальною дією рідини, значно важчої за лампову олію. Дія пружини на поршень спричиняла підйом палива до пальника в лампах типу «Модератор» (Figuier, 1870: 30–49).

Впровадження механізму підтримки постійного рівня палива в зоні горіння стало значним покращенням в роботі олійних ламп. Так як використовували палива рослинного і тваринного походження були в'язкими рідинами або ж навіть мали консистенцію пластичної маси за кімнатної температури, їх гнотове горіння могло ефективно відбуватись тільки за умови близького розміщення полум'я і поверхні палива. Якщо рівень палива опускався, його капілярне втягування в гніт із-за високої в'язкості різко спадало, що спричиняло паливний дефіцит в зоні горіння, і, як наслідок, обвуглення гнота та різке зниження світності полум'я. Із впровадженням системи постійного рівня палива не потрібно було постійно регулювати гніт, рідше його обрізати, що підвищило зручність використання ламп і їх загальну ефективність. Особливу роль збереження постійного рівня палива відіграло в олійних лампах кінця XVIII і XIX ст.: у поєднанні із організованою подачею повітря до зони горіння це стало дуже поширеним технічним прийомом для підвищення ефективності приладів освітлення.

Подія № 10. Розробка нових матеріалів для виготовлення свічок. Впродовж століть найпоширенішими матеріалами для виготовлення свічок залишались віск і лій. Ситуація змінилась в середині XVIII ст. із впровадженням спермацетових свічок в Америці. Першими згадками про спермацетові свічки є реклама 1748 р. в «Boston News-Letter», а також відповідний запис в енциклопедії Чемберса 1743 р. (Irwin, 2012: 47). Спермацет – це продукт переробки місткості специфічного органу в голові кашалота (англійською sperm whale). Спермацетові свічки значно переважали лійові за всіма характеристиками, проте із-за вдвічі більшої ціни залишались доступними тільки для заможних верств суспільства (Irwin, 2012: 48). Наступним кроком в розвитку матеріалів для виготовлення свічок стало впровадження у виробництво стеарину. Так, у 1831 р. на підставі

попередніх розробок де Міллі і Мотард почали успішне виробництво стеаринових свічок. А вже до 1834 р. такі свічки стали найпопулярнішими у Франції (Wisniak, 2001: 321). Стеаринові свічки виготовлялись шляхом переробки різноманітних жирів – виділення із них твердої складової (стеаринової кислоти). Розробка свічок із викопних вуглеводнів – парафінових свічок – розпочалась ще у 1830-х рр. Речовини, придатні для виготовлення таких свічок намагались виділити із торфу, вугільної олії, нафти (Mescher, 2008: 7–9). Справді масовим виробництвом парафінових свічок стало у 1880–85 рр., коли парафін почали виробляти у великих кількостях із залишків перегонки нафти. При виробництві свічок парафін змішували із невеликою кількістю стеарину для підвищення температури плавлення (Wisniak, 2001: 323).

Розробка нових матеріалів для виготовлення свічок вивела на інший рівень застосування цього засобу освітлення. Особливу роль в даному процесі відіграло винайдення стеарину і парафіну та їх впровадження у виробництво свічок, а також розробка плетених гнотів, які згорали в полум'ї свічки і не потребували обрізання. Натомість впровадження спермацету, незважаючи на переваги цього матеріалу, мало менший вплив із-за його високої вартості. Стеаринові і парафінові свічки мали вищу температуру плавлення, що робило їх значно придатнішими для використання в жарку погоду, ніж лійові свічки, які раніше були найпоширенішими. Стеаринові і парафінові свічки коштували значно дешевше від воскових чи спермацетових аналогів, були зручнішими в експлуатації і виробляли більше світла, ніж лійові свічки. Як цінкові, так і функціональні характеристики таких свічок сприяли розширенню їх застосування на тлі зростання конкуренції із новими розробками а галузі штучного освітлення, а також підвищували доступність штучного освітлення загалом.

Подія № 11. Розробка лампового пальника із організованим постачанням повітря. Швейцарський вчений і винахідник А. Арганд у 1780 р. розробив новий пальник для ламп, а у 1783 р. в Англії отримав патент на свій винахід (Figuier, 1870: 18–19). Конструкція пальника включала циліндричний гніт, розташований між двома концентричними металевими трубками, що дозволяло повітрю надходити як із зовні, так і всередину гнота. Додатково пальник оснащувався скляною тяговою трубкою, яка розташовувалась над пальником і підсилювала надходження повітря до полум'я (Figuier, 1870: 22–23). Пальник Арганда виробляв в рази більше світла ніж будь-

який гнотовий засіб штучного освітлення до того. Тож не дивно, що його застосовували для олійних ламп самих різних конструкцій: Арганда, Карселя, типів «Астрал», «Сінумбра», «Модератор», «Солар», гідростатичних ламп (Figuier, 1870: 30–55), а також в газових і керосинових від кінця XVIII і аж до середини XX ст.

Розробка пальника Арганда стала поворотним моментом в розвитку гнотових ламп. Впродовж тисячоліть існування технології гнотового горіння та її використання в галузі освітлення не було здійснено значних покращень в самому процесі горіння. Так, типова лампа XVII–XVIII ст. майже не відрізнялась від античних чи навіть первісних ламп по світності. Винайдення пальника Арганда змінило цю ситуацію: завдяки збільшеному розміру гнота і посиленій подачі повітря до зони горіння різко збільшувалась кількість ефективно споживаного палива і випромінюваного світла, що вивело засоби освітлення того часу на новий технологічний рівень (Forbes, 1958: 120). Це нововведення стало можливим на тлі наукових відкриттів XVIII ст., зокрема досліджень Антуана Лавуазьє, який довів, що горіння є результатом хімічної реакції між паливом і киснем повітря. Винайдення пальника Арганда продемонструвало, що інженерне рішення, засноване на передових наукових уявленнях, здатне радикально підвищити ефективність освітлювальних приладів, а також змінити траєкторію розвитку усєї галузі штучного освітлення: винахід був одним із перших свідчень інтеграції наукових принципів і винахідницьких підходів у нові розробки. Така роль пальника Арганда підтверджується широким упровадженням принципу організованої подачі повітря в переважну більшість освітлювальних систем від кінця XVIII до середини XX ст., а також безпрецедентною інтенсивністю технологічних новацій у сфері штучного освітлення в цей період.

Подія № 12. Впровадження газоподібного палива в сферу штучного освітлення. Перші експерименти із практичним застосуванням газоподібного палива для освітлення відбулись у 1780–90-х рр. Ще у 1783 р. данський вчений Я. П. Мінкелерс встановив невелику газову установку, яку згодом використовував для освітлення своєї лекційної зали (Adunka, Orna, 2018: 58). У 1792–94 рр. шотландський винахідник В. Мердок освітив вугільним газом свій будинок, а у 1797 р. – деякі приміщення заводу, на якому працював – Soho Foundry неподалік Бірмінгему. У 1802 р. відбулась публічна демонстрація газового освітлення, коли Мердок влаштував освітлення фасаду цього ж підприємства (Penzel,

1978: 30). Мердок виробляв газ шляхом термічного розпаду кам'яного вугілля – його нагріванням в спеціальних ретортах в безповітряному середовищі. Ф. Лебон у Франції з початку 1790-х рр. також розвивав свою ідею освітлення газом, і в 1799 р. отримав патент на використання газу, отриманого в результаті піролізу деревини або іншого палива, для освітлення будинків та інших застосувань. В цьому ж році Лебон організував публічну демонстрацію свого винаходу, освітивши газом один з паризьких готелів (Figuier, 1870: 102). Лебон називав свою установку «термолампа». В «термолампі» продукувався газ для освітлення, а надлишковим теплом від нагрівання деревини опалювались приміщення (Figuier, 1870: 98–100). Початком масового впровадження газового освітлення можна вважати 1807 р., коли воно вперше було застосовано для освітлення вул. Пел-Мел в Лондоні. Розробка конструкцій ламп, що працювали на газоподібному паливі відбувалась паралельно із експериментами по виробництву вугільного газу, його доставці і очищенню. Газові лампи являли собою завершення магистралей доставки газу: металеві трубки із запірними кранами і простими пальниками у вигляді заглушки труби із невеликими отворами для проходження газу (Assum, 1815). Згодом до конструкції ламп додалися абажури, які запобігали затуханню полум'я від протягів, пом'якшували світло, а також виконували естетичну функцію. Оснастити газові лампи скляними колбами з міркувань безпеки пропонував ще Лебон у своєму патенті за 1801 р. (Figuier, 1870: 102). Для забезпечення міст газом будувались спеціальні підприємства, де його виробляли з викопного вугілля, а також інфраструктура із зберігання і доставки газу споживачам (Assum, 1815).

Впровадження газоподібного палива в сферу штучного освітлення стало переворотом в цій галузі і важливим етапом її технологічного розвитку. Світність вугільного газу під час його першої появи на ринку переважала всі наявні світільні палива. Згоряння такого палива відбувалося простіше за інші, адже не потребувало попереднього розплавлення та випаровування. Це максимально спрощувало конструкцію газових приладів освітлення і користування ними. Для початку роботи лампи достатньо було лише увімкнути подачу газу і підпалити його. В таких лампах не було гноту, паливної ємності, тягових трубок: не потрібно було обрізати гніт, слідкувати за наявністю палива, чистити тягові трубки і кожного разу знімати їх для запалювання гноту, а згодом встановлювати назад, що було звичними діями для користувачів тодішніх

олійних ламп. Використання газів для освітлення вимагало нових підходів у виробництві палива, його транспортуванні, продажу, використанні, проектуванні освітлювальних приладів. Світільний газ вироблявся з кам'яного вугілля на спеціалізованих підприємствах, які будувались поблизу великих центрів споживання – міст або промислових об'єктів. Для зберігання виробленого газу споруджувались велетенські резервуари – газгольдери. Надалі необхідно було організувати систему подачі газу до споживачів підземними трубопроводами, здійснити розведення газових мереж всередині приміщень. Це вимагало подолання ряду технічних, організаційних і логістичних викликів, що сприяло розвитку технологій штучного освітлення, а також спонукало загальний науково-технічний прогрес. Газове освітлення мало і свої недоліки, які стримували його поширення. Зокрема, необхідність значних капіталовкладень в будівництво газової інфраструктури зумовлювала високу вартість підключення до мереж газопостачання. Газові фабрики, а з ними і об'єкти, освітлені газом, могли розташовуватись тільки в районах, де була можливість організувати стабільні поставки викопного вугілля для виробництва газу. Газові прилади освітлення були прив'язані до мереж газопостачання, тому здебільшого були стаціонарними.

Подія № 13. Впровадження жарових джерел світла. Близько 1820 р. британський вчений Д. Брюстер спостерігав виділення білого світла при розжаренні солей кальцію і магнію. Він виявив, що інтенсивність світла зростає при підвищенні температури, а також припускав, що це явище може мати практичне застосування. У 1820-х рр. інший британський вчений Г. Герні показав, що оксид кальцію випромінює надзвичайно яскраве світло під дією полум'я водневокисневої паяльної трубки, яку він і винайшов (Adunka, Orna, 2018: 59–60). У 1825 р. шотландський інженер Т. Драммонд на лекції М. Фарадея побачив демонстрацію відкриття Герні. На основі побаченого Драммонд сконструював ліхтар, який використовував для геодезичних вимірювань. У 1829 р. це нове джерело світла, що отримало назву «limelight», вперше було використано для обладнання маяка, згодом набуло поширення для освітлення сцени в театрах (Carver, 1991: 158). Хоча Драммонд не був винахідником освітлення за допомогою жарових джерел світла, а тільки впроваджував його в практику, «limelight» часто називали саме світлом Драммонда. Винайдення комерційно успішної і масової технології застосування жарових джерел світла відбулось тільки в 1885 р., коли австрійський хімік К. А. фон Вель-

сбах запатентував сітку розжарювання (мантію). Мантія являла собою тонкостінний об'єкт у формі ковпачка, її формували із бавовняної тканини, просоченої у перших версіях розчином з оксидів магнію, лантану та ітрію, а згодом – з оксидів торію та церію. Мантія була зручною для встановлення в лампах, зберігала свою форму в полум'ї, випромінюючи яскраве біле світло. Її поміщали в скляну колбу, яка мала витримувати високі температури і виготовлялась із нововинайденого боросилікатного скла. Лампи для використання сіток розжарювання працювали за принципом пальника Бунзена: попереднього змішування газу з повітрям для його повного згорання і виділення максимальної кількості тепла. Вдосконалені церієво-торієві версії сітки розжарювання стали масово застосовуватись у газових лампах невдовзі після їх винайдення і початку виробництва тим же Вельсбахом у 1891 р. Наприклад, вже у 1899 р. 90% усіх газових ламп Німеччини були оснащені його мантіями (Adunka, Orna, 2018: 62–79).

Жарові джерела світла – абсолютно нова технологія, яка формує окрему еволюційну гілку розвитку неелектричних засобів освітлення. В жарових лампах світло випромінювалось не розжареними частками вуглецю в полум'ї, як у всіх інших неелектричних засобах освітлення, а спеціальним елементом із речовини, яка світиться при сильному нагріванні. Вперше в приладі освітлення полум'я слугувало лиш джерелом тепла, а не світла. Коли ж були винайдені комерційно успішні жарові елементи і впроваджено принцип пальника Бунзена в конструкцію світільників, жарові прилади освітлення почали стрімко завойовувати ринок. Їх світність була незрівнянно вищою ніж у будь-яких неелектричних джерел світла до того, а попереднє змішування палива з повітрям забезпечувало значну економію газу. Підвищенню популярності жарових елементів сприяла поява на ринку систем освітлення із попереднім випаровуванням палива, які були здатними перетворювати леткі рідкі палива в газоподібні, і таким чином надавали переваги газового освітлення автономним світільникам. Таким чином, на основі технології жарових джерел світла сформувались цілком нові стандарти рівнів освітленості приміщень і доступності штучного освітлення. Завдяки винятковій успішності і популярності жарові джерела світла успішно конкурували із електроосвітленням аж до середини ХХ ст., і водночас сприяли розвитку газової промисловості. Їх можна вважати вершиною технологій неелектричного освітлення.

Подія № 14. Впровадження рідких легких палив у сферу штучного освітлення відбувалося

впродовж першої половини XIX ст. і пов'язане головним чином із поширенням світильних палив на основі скипидару, спирту і викопних вуглеводнів. У 1836 р. було видано патент I. Jennings на нове лампове паливо, що складалось із 5–6 частин спирту та 1 частини скипидару (Jennings, 1836), і згодом називалось «горюча рідина». Паливо з очищеного скипидару, згадується в патентах із 1838 р. (Jones, 1838) і отримало назву камфін (Webb, 1839). Спиртово-скипидарні світильні палива були популярними впродовж 1840–50-х рр., особливо в США. Перші спроби переробки викопних вуглеводнів на рідке паливо для освітлювальних цілей відбувались з перших десятиліть XIX ст., хоча використання олії, схожої на «рідкий бітум», для ламп у Вавилоні описується ще у I ст. н. е. (Bostock, Riley, 1856b: 503; Bostock, Riley, 1857: 293). Тут наводиться інформація тільки про деякі з них. Між 1810–17 рр. J. Hecker та J. Mitis дистилювали лампове паливо із озокериту і навіть отримали замовлення на освітлення вулиць Праги, яке однак не вдалось виконати (Gray, 2008: 6). У 1838 р. A. Selligie отримав патент на рідке світильне паливо, яке він виробляв перегонкою і очищенням нафти, отриманої із горючих сланців у Франції (Storer, 1860: 119). A. Selligie розділяв отримані продукти на 4 фракції, залежно від леткості і в'язкості і описував придатність кожної із фракцій для різних застосувань, в тому числі і для освітлення (Storer, 1860: 120). У 1846 р. А. Геснер презентував у Шарлоттауні, Канада свій метод виготовлення і використання світильного палива, яке він назвав керосином. Геснер виготовляв свій керосин із бітуміозного матеріалу, який був виявлений у провінції Нью-Брансвік, Канада (Miller, 1974: 3). У 1850 р. S. Kier організував невелике підприємство з виробництва світильного палива на основі перегонки нафти у США. (Miller, 1974: 6). У 1852 р. у Львові Я. Зех при участі І. Лукасевича отримав рідке світильне паливо шляхом перегонки нафти, а у 1854 р. заснував невелике підприємство з його виробництва. Значного поширення світильне паливо на основі нафти набуло з 1860-х рр., коли були організовані великі підприємства з його виготовлення, а також відкриті значні родовища нафти.

Паралельно із експериментами по виготовленню рідких летких світильних палив відбувалась розробка приладів освітлення для їх використання. Робота велась над двома їх різновидами: гнотовими лампами і лампами випаровування. Головними викликами, які поставали перед розробниками таких приладів освітлення, була надмірна горючість або навіть вибухоне-

безпечність палива і його кіптявість при горінні. Численні патенти були видані на гнотові лампи для спалювання камфину і «горючої рідини», які першими вийшли на масовий ринок рідких летких палив (Dyott, 1840; Gold, 1841; Horn, 1849; Van Bunschoten, 1854). Варто зазначити, що в цих патентах часто згадується про можливість використання інших вуглеводневих палив, багатих на вуглець. У 1833 р. Laurent, який працював над дистилляцією різних видів горючих сланців, описує отримане освітлювальне паливо як таке, що не підходить для спалювання в звичайних лампах із-за кіптявості, але дає дуже яскраве полум'я при використанні тягових трубок (Storer, 1860: 118). В той же час, для роботи на нових видах палива можна було використовувати деякі олійні лампи з пальником Арганда при незначній їх модифікації. Так, у 1845 р. A. Selligie у своєму патенті на переробку горючих сланців зазначає, що одна з фракцій отриманих рідин підходить для спалювання «у звичайних олійних лампах постійного рівня із верхнім розміщенням резервуару і подвійним потоком повітря – необхідна лише незначна модифікація форми тягової трубки та пальника» (Storer, 1860: 121).

Розробка і початок застосування рідких летких палив є важливим етапом розвитку технологій штучного освітлення. Від традиційних олій леткі палива відрізняли вища світність, дуже низька в'язкість, здатність випаровуватись при низькій температурі, висока займистість, а з початком масового промислового виробництва – конкурентна вартість. Використання таких палив змінило підходи до проектування приладів освітлення. З одного боку, конструкція ламп була спрощеною за рахунок зникнення потреби в утриманні рівня пального поблизу зони горіння, оскільки леткі палива добре транспортувались гнотом. З іншого – виникла потреба у додаткових конструктивних заходах з метою уникнення детонації паливних ємностей. Окрім цього, леткі палива для ефективного горіння потребували більшої кількості кисню, що спонукало до подальшого вдосконалення системи подачі повітря до пальників. Такі особливості стали предметом численних технічних розробок і патентів, присвячених адаптації конструкцій гнотових ламп до нових видів палива, що сприяло загальному розвитку галузі штучного освітлення. Великі обсяги виробництва і низька вартість спершу «горючої рідини», а згодом керосину і бензину зумовили подальше підвищення доступності штучного освітлення, а вища світність цих палив, порівняно з рослинними і тваринними оліями, підвищувала

його якості. Здатність до швидкого випаровування заклала основу для виникнення нового типу приладів освітлення – ламп випаровування, в яких летке паливо перед згоранням перетворювалось на газ або газоповітряну суміш. Економічні і інші переваги летких палив спричинили витіснення ними традиційних світільних палив для гнотових ламп в другій половині XIX ст.

Подія № 15. Впровадження ламп випаровування. Такі лампи призначались для використання рідких летких палив із-за їх властивості швидко випаровуватись при невисоких температурах. Гнотовий принцип постачання палива не використовувався: рідке паливо перед надходженням до зони горіння переходило в газоподібний стан у спеціальному пристрої (випарнику) переважно під дією тепла самої зони горіння. Таким чином, у лампах випаровування утворювався газ із рідкого палива. Спочатку частина ламп розроблялась з розрахунку на безпосереднє горіння попередньо випарованого палива (Jennings, 1844; Warner, 1851; Mace, 1858), інші проектувались для додаткової карбонізації світільного газу – збільшення кількості вуглецю для підвищення світності (Beale, 1838). Інтенсивне поширення ламп випаровування почалося в кінці XIX ст., коли вони склали конкуренцію газовому освітленню на ринку жарових джерел світла.

Лампи випаровування були дуже різноманітними як за будовою, так і за використанням пального. Зокрема такі лампи працювали на керосині, бензині, спирті. Частина із них були автономними приладами освітлення, інші розроблялись як централізовані системи для кількох приміщень. Паливо доставлялось до зони горіння самопливом із розташованого вище резервуару або примусово, із резервуару під тиском. Серед таких ламп зустрічаємо такі, що працюють за класичною схемою випромінення світла полум'ям, проте більшість створювались для роботи із сітками розжарювання. Так як лампи випаровування не залежали від мереж постачання палива, подібно до газових, вони сприяли ще більшому розповсюдженню жарових джерел світла, дозволяючи використовувати їх в регіонах без доступу до газопостачання. Принцип роботи ламп випаровування відрізнявся як від газових, так і від гнотових ламп, тож вони формують окрему траєкторію технологічного розвитку приладів освітлення, а їхня роль у підвищенні якості і доступності штучного освітлення демонструє важливість таких ламп для розвитку штучного освітлення загалом.

Подія № 16. Впровадження ацетилену у сферу газового освітлення. Ацетилен був відкритий ще у 1836 р. англійським хіміком Е. Дейві. Проте,

практичне застосування ацетилену для освітлення стало можливим тільки після винайдення у 1892 р. одночасно канадським і французьким вченими Т. Вілсоном та М. Муассаном економічного способу виробництва карбіду кальцію за допомогою електричного струму (Long, 1900: 5). При взаємодії карбіду кальцію з водою утворюється ацетилен, який, згораючи при дуже високій температурі, виділяє значну кількість світла. Такий простий спосіб отримання цього газу невдовзі почав використовуватись в галузі освітлення: створювались портативні лампи із вбудованими газогенераторами і централізовані освітлювальні системи на основі подібних стаціонарних пристроїв. Конструкція таких газогенераторів передбачала зберігання води і карбіду кальцію в окремих резервуарах, а виділення ацетилену відбувалось при дозованому поєднанні цих інгредієнтів. Прикладом однієї із перших успішних ламп із вбудованим газогенератором є лампа представлена у Франції Е. Госсартом у 1897 р. (A new acetylene, 1899). Раннім прикладом централізованої установки є продукція американської компанії J. V. Colt & Co., що описана у їхньому рекламному виданні (Acetylene, 1898). З кінця XIX ст. освітлення ацетиленом почало широко впроваджуватись на транспорті (особливо автомобілях і велосипедах), виробництві (шахтах і підприємствах), а також у побуті (переважно у районах, де були відсутні централізовані електро- та газові мережі).

Впровадження ацетилену у сферу газового освітлення стало важливим етапом в розвитку технологій штучного освітлення. Ацетилен забезпечував значно вищу світність, порівняно із вугільним газом. Незалежність ацетиленових приладів від мереж газопостачання і можливість створення автономних світільників значно розширило сферу застосування газового освітлення. Такі якості ацетиленових приладів освітлення сприяли їх успішній конкуренції із системами освітлення на основі вугільного і природного газу, жаровими джерелами світла і електроосвітленням. Будова ацетиленових приладів освітлення із вбудованими газогенераторами різко відрізнялась від інших засобів освітлення і сформувала нову гілку в еволюції приладів штучного освітлення.

На основі виявленої інформації про розвиток технологій неелектричного штучного освітлення складено графік, який відображає хронологію ключових подій та процесів в історії їх еволюції (Мал. 1). Аналіз графіка виявляє значну нерівномірність, а також закономірність у частоті появи технологічних удосконалень. Зокрема, між подіями № 1 і № 2 часовий інтервал перевищує міль-

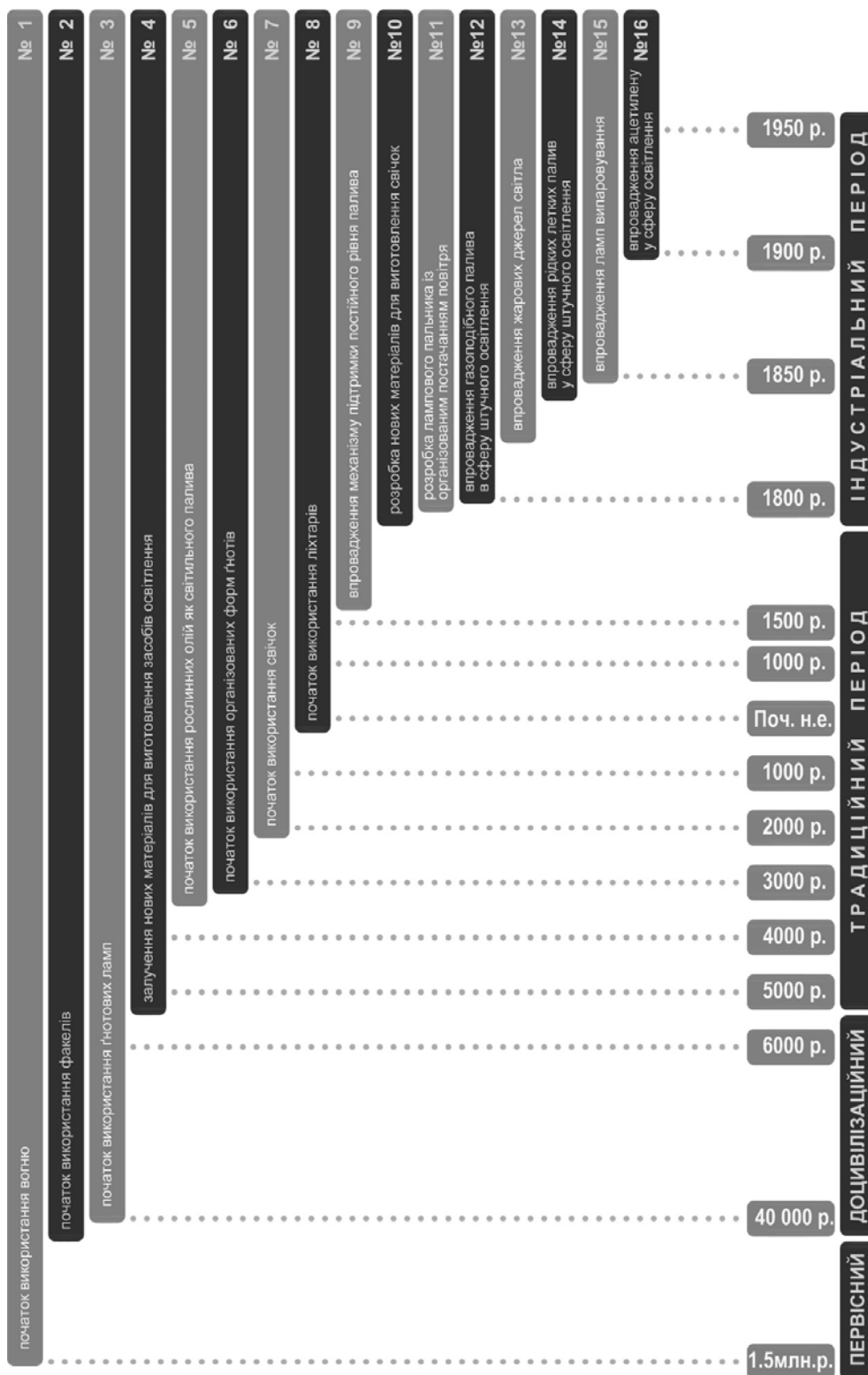
йон років; у межах від події № 2 до події № 4 він скорочується до десятків тисяч років; від події № 4 до події № 10 інтервали зменшуються до тисяч, а подекуди й сотень років; від події № 10 до події № 16 – до років або десятиліть. Така динаміка свідчить про прискорення прогресу в даній галузі з плином часу. Водночас помітно, що це прискорення має не лінійний, а поетапний характер – наявні дані дають підстави виокремити щонайменше чотири великі періоди в історії розвитку технологій освітлення. Первісний період (від події № 1 до події № 2) охоплює проміжок від 1,5 млн до 41 тис. років тому; доцивілізаційний період (від події № 2 до події № 4) – від 41 тис. років тому до середини VI тис. до н. е.; традиційний період (від події № 4 до події № 10) – від середини VI тис. до н. е. до XVIII ст. н. е.; індустріальний період (від події № 10 до події № 16) – від другої половини XVIII до середини XX ст. Результати даного дослідження дозволяють обґрунтувати запропоновану періодизацію не лише різницею в темпах технологічного розвитку. Для кожного з виокремлених періодів складено опис їх характерних рис, що відображають найбільш суттєві особливості розвитку технологій освітлення, демонструють принципову відмінність між періодами та водночас виявляють спільні ознаки в межах кожного з них.

Первісний період в історії розвитку технологій неелектричного штучного освітлення охоплює дуже тривалий відрізок часу, що включає епоху раннього використання вогню людиною, а також її біологічними предками й родичами. Саме в цей період, разом із початком контрольованого використання вогню, виникає явище штучного освітлення: принаймні усвідомлення того, що вогонь випромінює світло, яке може бути використане для освітлення в темну пору доби. У межах первісного періоду єдиним засобом штучного освітлення залишалося вогнище, яке поєднувало функції обігріву, приготування їжі та освітлення, при цьому останнє, ймовірно, мало другорядний характер. Відсутність спеціалізованих засобів освітлення не дозволяє говорити про розвиток технологій штучного освітлення в цей період. Натомість, упродовж первісного періоду відбувався поступовий перехід від епізодичного використання вогню, отриманого з природних джерел, до його контролю, а згодом – до самостійного видобутку та постійного застосування, що створило передумови для подальшої еволюції у сфері штучного освітлення.

Початок доцивілізаційного періоду в історії розвитку технологій неелектричного штучного освітлення визначається появою факелів і гнотових ламп. На відміну від вогнища, ці засоби

призначались виключно для освітлення, були результатом цілеспрямованого виготовлення або пристосування природних об'єктів, і стали першими спеціалізованими інструментами для вироблення світла. Факели забезпечували можливість пересування з джерелом світла, а гнотові лампи дозволяли освітлювати замкнені простори без ризику задимлення завдяки впровадженню принципу гнотового горіння та використанню нового ефективного виду палива – тваринних жирів. Водночас невелика кількість археологічних свідчень застосування гнотових ламп у поєднанні з їх географічною локалізацією дає підстави вважати, що їх використання не мало масового характеру. Інтенсивність застосування факелів не може бути достовірно оцінена через обмежену кількість відповідних археологічних знахідок. Тому ймовірно, що найбільш поширеним засобом освітлення залишалося вогнище. Відомості про подальший поступ технологій освітлення в межах цього періоду є вкрай обмеженими. Наявні археологічні дані не дають підстав говорити про подальше вдосконалення засобів освітлення: протягом десятків тисяч років не простежуються істотні конструктивні чи технологічні зміни.

Початок традиційного періоду в історії розвитку технологій неелектричного штучного освітлення пов'язується з інтенсифікацією розвитку гнотових засобів освітлення та розширенням сфери їх застосування. Поява керамічного, а згодом і металургійного ремесла створила передумови для відносно простого виготовлення гнотових ламп і значно розширила можливості модифікації їх форм. Водночас впровадження нових видів палив і організованих форм гнотів сприяло подальшому поширенню гнотових ламп, а також виникненню і розповсюдженню протосвічок та свічок. Попри певне пришвидшення темпів розвитку порівняно з попереднім періодом, темп технологічного поступу залишався вкрай низьким: одні й ті ж засоби штучного освітлення без суттєвих змін використовувались протягом багатьох поколінь. Традиційний період характерний технічною простотою нововведень. Обставини виникнення удосконалень в межах цього періоду здебільшого є невідомими. Ймовірно, аналогічні рішення неодноразово виникали незалежно одне від одного на різних територіях і в різний час. Принципи функціонування гнотових засобів освітлення залишались сталими впродовж усього періоду. Так, лампа мідного віку могла відрізнятися від лампи XVII ст. формою, матеріалом виготовлення, але не принципом дії, основою обох була ємність із паливом, в якому розміщувався гніт. Світло в засо-



Мал. 1. Хронологія та періодизація розвитку технологій неелектричного штучного освітлення

бах освітлення традиційного періоду вироблялось виключно світністю полум'я. Окрім раніше використовуваних палив тваринного походження, в сферу освітлення були залучені рослинні жири і віск. Усі ці палива мали високу в'язкість і складно транспортувались ґнотом, що зумовлювало необхідність безпосередньої близькості палива й полум'я для ефективного горіння. Ґнотові засоби освітлення протягом усього періоду забезпечували приблизно однакову і стали силу світла, яку в сучасних одиницях можна оцінити орієнтовно як 1 канделу. Способів підвищення їх світлової потужності ще не було винайдено, тому для підвищення рівня освітленості застосовувався кількісний принцип – збільшення кількості засобів освітлення (Forbes, 1958: 120). В умовах обмеженості ресурсів такий підхід не сприяв доступу до високих або навіть прийнятних рівнів освітлення для більшості населення. Ймовірно, впродовж значної частини традиційного періоду, особливо в ранньоцивілізаційних і аграрних спільнотах, була поширеною практика пристосування діяльності до природних циклів зміни дня і ночі, а серед засобів освітлення найчастіше використовувалось вогнище як суміщене джерело тепла і світла.

Індустріальний період в історії розвитку технологій неелектричного штучного освітлення характерний значним пришвидшенням темпів технологічного поступу. Його початок визначається появою винаходів та удосконалень, для розробок яких почали застосовуватись наукові методи, що було характерним для науково-технічної революції, яка відбувалась в цей період. Показово, що усі події XVIII–XX ст., розглянуті в даній роботі, мають своїх авторів і є результатом цілеспрямованої винахідницької діяльності. Першою з таких розробок став пальник Арганда. Упродовж індустріального періоду відбулись кардинальні зміни в конструкції приладів освітлення, принципах їх роботи та використовуваних світільних паливах. Було впроваджено принципово нові технології неелектричного освітлення: газові системи, які радикально змінили уявлення про засоби освітлення, а також жарові джерела світла, що забезпечували небачену раніше світність за менших витрат палива. Водночас такі традиційні засоби освітлення як ґнотові лампи і свічки не зникли з ужитку, а зазнали суттєвих удосконалень. Завдяки організованій подачі повітря до зони горіння, реалізованій в пальнику Арганда, а також застосуванню нових видів палив, ґнотові лампи продукували значно вищі рівні світності. Впровадження самоспалюваних ґнотів та доступних і ефективних видів палива для виробництва свічок

дозволило їм успішно конкурувати із прогресивними розробками у сфері штучного освітлення і продовжувати бути одним із самих розповсюджених засобів освітлення. Значного прогресу було досягнуто також у підвищенні доступності штучного освітлення. Масове промислове виробництво приладів освітлення і світільних палив сприяло зниженню їх вартості, а активна торгівля – поширенню. Важливим чинником доступності засобів освітлення стала їх надзвичайна різноманітність. Нові типи засобів освітлення виникали настільки швидко, що попередні моделі не встигали застаріти: склалась ситуація насичення ринку різноманітними по ціні, принципах роботи і будови засобами освітлення, що різко контрастувало із попереднім періодом, коли вибір обмежувався лійовими свічками та простими олійними лампами. За таких умов дедалі ширше коло споживачів отримувало можливість обирати засоби освітлення відповідно до власних потреб і фінансових можливостей. Новітні розробки індустріального періоду, зокрема поява жарових і ацетиленових джерел світла, забезпечували значне підвищення світності засобів освітлення при збереженні їх доступності. Це змінило ставлення до штучного освітлення: високі рівні освітленості приміщень перестали сприйматись як розкіш і поступово перетворились на буденну необхідність.

Між періодами розвитку технологій неелектричного штучного освітлення простежується чітка спадковість. Як правило, після свого виникнення технології зберігалися у вжитку впродовж дуже тривалого часу, продовжуючи використовуватись поряд із новішими розробками. Водночас попередні напрацювання ставали основою для подальших удосконалень і появи нових засобів освітлення, що дозволяє розглядати усі періоди в розвитку технологій неелектричного штучного освітлення як складові єдиного процесу накопичення знань і досвіду.

Запропонована періодизація може бути використаною в подальших дослідженнях з історії штучного освітлення. У вивченні цієї тематики на сьогоднішній день переважає поділ на епохи та регіони відповідно загальноприйнятій історичній періодизації і культурному контексту. Такий підхід є виправданим в межах вивчення засобів освітлення як складової матеріальної культури окремих історичних епох і народів. Проте для дослідження еволюції технологій освітлення як самостійного наукового напрямку може бути доцільним структурування досліджень, засноване на спільності не історично-культурних, а технологічних критеріїв.

## Висновки

1. Технології неелектричного штучного освітлення пройшли тривалий шлях еволюції від перших спроб використання вогню та примітивних доісторичних гнотових ламп до складних за конструкцією й принципом дії освітлювальних систем XIX – початку XX ст. Цей розвиток зумовлювався низкою удосконалень, відкриттів і розробок, що мали на меті покращення характеристик засобів освітлення.

2. Виокремлено 16 значних подій та процесів в історії розвитку технологій неелектричного штучного освітлення, що мали визначальний вплив на їх еволюцію: початок використання вогню (подія № 1), початок використання факелів (подія № 2), початок використання гнотових ламп (подія № 3), залучення нових матеріалів для виготовлення засобів освітлення (подія № 4), початок використання рослинних олій як світільного палива (подія № 5), початок використання організованих форм гнотів (подія № 6), початок використання свічок (подія № 7), початок використання ліхтарів (подія № 8), впровадження механізму підтримки постійного рівня палива (подія № 9), розробка нових матеріалів для виготовлення свічок (подія № 10), розробка лампового пальника із організованим постачанням повітря (подія № 11), впровадження газоподібного палива в сферу штучного освітлення (подія № 12), впровадження жарових джерел світла (подія № 13), впровадження рідких летких палив у сферу штучного освітлення (подія № 14), впровадження ламп випаровування (подія № 15), впровадження ацетилену у сферу газового освітлення (подія № 16).

3. Розвиток технологій неелектричного штучного освітлення відзначався значною нерівномірністю. Стабільний і значний прогрес спостерігався тільки з кінця XVIII до початку XX ст. Натомість попередні епохи характерні відсутнім або вкрай низьким темпом розвитку.

4. Технології неелектричного штучного освітлення, як правило, продовжували використовуватися після свого виникнення впродовж дуже

тривалого часу, зберігаючись у вжитку поряд із новішими розробками. Водночас попередні напрацювання ставали основою для подальших удосконалень і появи нових засобів освітлення.

5. Подальші дослідження з історії розвитку технологій штучного освітлення доцільно проводити в рамках періодизації, заснованої на спільності особливостей їх еволюції у відповідну епоху. Пропонується виокремити чотири таких періоди: первісний період (від події № 1 до події № 2) охоплює проміжок від 1,5 млн до 41 тис. років тому; доцивілізаційний період (від події № 2 до події № 4) – від 41 тис. років тому до середини VI тис. до н. е.; традиційний період (від події № 4 до події № 10) – від середини VI тис. до н. е. до XVIII ст. н.е.; індустріальний період (від події № 10 до події № 16) – від другої половини XVIII до середини XX ст.

6. Первісний період відповідає епосі раннього застосування вогню у формі вогнища як єдиного джерела штучних світла і тепла. Прогрес технологій освітлення не фіксується, а функція вогнища як засобу освітлення, ймовірно, була другорядною порівняно із його тепловою дією. Доцивілізаційний період визначається виникненням засобів освітлення, які створювались виключно з метою освітлення – факелів та гнотових ламп. Наявність прогресу технологій освітлення та його інтенсивність в цей період є дискусійними із-за браку даних. Початок традиційного періоду пов'язаний із розвитком і поширенням гнотових засобів освітлення – ламп і свічок. Для цього періоду характерний дуже повільний прогрес технологій освітлення, технічна простота нововведень, незмінні світність та будова засобів освітлення, обмежена доступність штучного освітлення. Індустріальний період став часом бурхливого розвитку технологій освітлення. Було значно покращено традиційні засоби освітлення – гнотові лампи і свічки, а також розроблено низку цілком нових технологій, зокрема газові системи освітлення і жарові джерела світла. Значно підвищилась доступність і світність засобів освітлення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Accum F. A practical treatise on gas-light; exhibiting a summary description of the apparatus and machinery best calculated for illuminating streets, houses, and manufactories, with carbureted hydrogen, or coal-gas; with remarks on the utility, safety, and general nature of this new branch of civil economy. London, 1815. 186 p.
2. Acetylene. A light that tells the truth. New York: J.B. Colt & Co, 1898. 23 p.
3. A Dictionary of Greek and Roman Antiquities / edited by Smith W. Boston, 1859. 1293 p.
4. Adunka R., Orna M. Carl Auer von Welsbach: Chemist, Inventor, Entrepreneur. Springer Briefs in History of Chemistry. 2018. 140 p. DOI: 10.1007/978-3-319-77905-8
5. A new acetylene lamp. *Scientific American, Supplement*. 1899. Vol. 47. Iss. 1209. P. 19387.
6. Lamp / Beale J.T. Pat. № 1.023, US Patent office; pub. 25.11.1838, 3 p. <https://patents.google.com/patent/US1023A>.

7. Bir A. The Book "Kitâb al-Hiyal" Banū Musa bin Shakir Interpreted in Sense of Modern System and Control Engineering / edited by Ihsanoglu E. Istanbul, 1990. 227 p.
8. Bostock J., Riley H.T. The natural history of Pliny. London, 1855. Vol. 3. 536 p.
9. Bostock J., Riley H.T. The natural history of Pliny. London, 1856a. Vol. 4. 523 p.
10. Bostock J., Riley H.T. The natural history of Pliny. London, 1856b. Vol. 5. 523 p.
11. Bostock J., Riley H.T. The natural history of Pliny. London, 1857. Vol. 6. 545 p.
12. Brunton G., Caton-Thompson G. The Badarian civilisation and predynastic remains near Badari. London, 1928. 224 p.
13. Carver. C. M. A history of English in its own words. New York, 1991. 288 p.
14. Clottes J., Simonnet R. Le réseau René Clottes de la Caverne de Niaux (Ariège). *Bulletin de la Société préhistorique française*. 1972. Tome 69. № 1. P. 293-323.
15. Copley M., et al. Gas chromatographic, mass spectrometric and stable carbon isotopic investigations of organic residues of plant oils and animal fats employed as illuminants in archaeological lamps from Egypt. *The Analyst*. 2005. 130, Iss. 6. P. 860-871. DOI:10.1039/b500403a.
16. Davis, R. et al. Earliest evidence of making fire. *Nature*. 2026. Vol. 649. P. 631-637. DOI: 10.1038/s41586-025-09855-6.
17. De Beaune S. A., White R. Ice Age Lamps. *Scientific American*. 1993. Vol. 268. № 3. P. 108-113. DOI:10.1038/scientificamerican0393-108.
18. De Garis Davies N., Gardiner A.H. The tomb of Amenemhet (No. 82). London, 1915. 132 p.
19. Diels H. Die fragmente der vorsokratiker. Berlin, 1906. 466 p.
20. Camphene lamp / Dyott M.B. Pat. № 1,742, US Patent office; pub. 25.08.1840. 3 p. <https://patents.google.com/patent/US1742A>.
21. Evans A. The palace of Minos. A comparative account of the successive stages of the early Cretan civilization as illustrated by the discoveries at Knossos. Volume I. The neolithic and early and middle Minoan ages. London, 1921. 721 p.
22. Evershed R.P. et al. Fuel for Thoughts? Beeswax in Lamps and Conical Cups from Late Minoan Crete. *Antiquity*. 1997. Vol. 71, Iss. 274. P. 979-985. DOI: 10.1017/S0003598X00085860.
23. Figuier L. Les Merveilles de la science. Ou description populaire des inventions modernes. Paris, 1870. 723 p.
24. Flinders Petrie, W. M. Hawara, Biahmu and Arsinoe. London, 1889. 66 p.
25. Forbes R. J. Studies in Ancient Technology. Leiden, 1958. Vol. 6. 196 p.
26. Forrester J. M. The De Subtilitate of Girolamo Cardano. Tempe, Arizona, 2013. 1058 p.
27. Frith-Crofts J. et al. Sweetness and light: chemical evidence of beeswax and tallow candles at Fountains Abbey, North Yorkshire. *Medieval archaeology*. 2004. Vol. 48, P. 220-227. DOI: 10.1179/007660904225022870.
28. Lamp for burning camphene / Gold S.J. Pat. № 2,168, US Patent office; pub. 16.07.1841. 4 p. <https://patents.google.com/patent/US2168A>.
29. Gowlett J.A.J., Wrangham R.W. Earliest fire in Africa: towards the convergence of archaeological evidence and the cooking hypothesis. *Azania: Archaeological Research in Africa*. 2013. Vol. 48. № 1. P. 5-30. DOI: 10.1080/0067270X.2012.756754.
30. Gray E. Ontario's petroleum legacy: the birth, evolution and challenges of a global industry. Edmonton, Alberta: Heritage Community Foundation, 2008. 100 p.
31. Camphene lamp / Horn E.B. Pat. № 6,103, US Patent office; pub. 06.02.1849. 3 p. <https://patents.google.com/patent/US6103A>.
32. Irwin E. The Spermaceti Candle and the American Whaling Industry. *Historia 21*. 2012. P. 45-53.
33. Jaubert J. et al. Early Neanderthal constructions deep in Bruniquel Cave in southwestern France. *Nature*. 2016. Vol. 534. P. 111-114. DOI: 10.1038/nature18291.
34. Lamp / Jennings I. Pat. № 31, US Patent office; pub. 22.09.1836. 1 p. <https://patents.google.com/patent/US31A>.
35. Lamp for burning volatile ingredients / Jennings I. Pat. № 3,793, US Patent office; pub. 12.10.1844, 2 p. <https://patents.google.com/patent/US3793A>.
36. Lamp for burning spirits of turpentine / Jones L. Pat. № 1,022, US Patent office; pub. 25.11.1838, 3 p. <https://patents.google.com/patent/US1022A>.
37. Karkanas P. et al. Evidence for habitual use of fire at the end of the Lower Paleolithic: Site-formation processes at Qesem Cave, Israel. *Journal of Human Evolution*. 2007. Vol. 53, Iss. 2. P. 197-212. DOI: 10.1016/j.jhevol.2007.04.002.
38. Kent R.G. Varro on the latin language. London, 1938. Vol. 1. Books V-VII. 367 p.
39. Leonard W.E. The fragments of Empedocles. Chicago, 1908. 92 p.
40. Liphshitz N. et al. The Beginning of Olive (*Olea europaea*) Cultivation in the Old World: A Reassessment. *Journal of Archaeological Science*. 1991. Vol. 18, Iss. 4. P. 441-453. DOI:10.1016/0305-4403(91)90037-P.
41. Long E. The Story of Acetylene. The New Illuminating Gas. Chicago: Acetylene Journal Publishing Co, 1900. 31 p.
42. Hydrocarbon-vapor burner / Mace A.M. Pat. № 21,893, US Patent office; pub. 26.10.1858, 2 p. <https://patents.google.com/patent/US21893A>.
43. Medina-Alcaide A. et al. The conquest of the dark spaces: An experimental approach to lighting systems in Paleolithic caves. *PLOS One*. 2021. June 16. P. 1-30. DOI: 10.1371/journal.pone.0250497.
44. Medina-Alcaide A. et al. 35,000 years of recurrent visits inside Nerja cave (Andalusia, Spain) based on charcoals and soot micro-layers analyses. *Scientific Reports*. 2023. 13(1), Article №5901. DOI:10.1038/s41598-023-32544-1.
45. Mescher V. Dispelling the Darkness: Types of Candles and the Appropriateness of Each for the mid-19 th Century. 2008. 18 p.

46. Miller E.C. Pennsylvania's Oil Industry. Pennsylvania Historical Association, 1974. 69 p.
47. Motsianos I. Artificial lighting during Byzantine and Post-Byzantine period. *Light on light: an illuminating story: Exhibition Catalogue* / Edition of Folklife & Ethnological Museum of Macedonia-Thrace. Edited by: Motsianos I., Bintsi E. Thessaloniki, 2011. P. 90-125.
48. Namdar D. et al. Olive oil storage during the fifth and sixth millennia BC at Ein Zippori, Northern Israel. *Israel Journal of Plant Sciences*. 2015. № 62(1-2). P. 1-10. DOI:10.1080/07929978.2014.960733.
49. O'dea W.T. The social history of lighting. London, 1958. 304 p.
50. Penzel F. Theatre Lighting Before Electricity. Middletown, Connecticut, 1978. 180 p.
51. Robson H. K. et al. Light Production by Ceramic Using Hunter-Gatherer-Fishers of the Circum-Baltic. *Proceedings of the Prehistoric Society*. 2022. Vol. 88. P. 1-28. DOI:10.1017/ppr.2022.12
52. Rueff B. Characterising lighting ambiances through the study of lamps in Kommos City (Crete) during the Bronze Age (3200-1100 B.C.). *HAL*. 2021. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03220915>.
53. Ruiz-González D., Piedrabuena-Fernandez S., Jiménez-Juárez M. ¿Y se hizo la luz! el potencial de la médula ósea como combustible para la iluminación en sociedades prehistóricas. *Butlletí Arqueològic*. 2018. Vol. 40. P. 361-367.
54. Sexti Pompeii Festi. De verborum significatione. Libri XX / edited by Dacier A. London, 1826. Vol. 1. 640 p.
55. Starac A. Copper alloy lamps from the archaeological museum of Istria. *Arheološki radovi i rasprave*. 2022. № 21. P. 125-166. DOI: 10.21857/m3v76t58zy.
56. Storer F.H. Review of Dr. Antisell's Work on Photogenic or Hydrocarbon Oils from Coal. *The American Journal of Science and Arts*. 1860. Vol. 30, Iss. 88, 89. P. 112-121; 254-264.
57. Strong M.E. Illuminating the path of darkness: Social and sacred power of artificial light in Pharaonic Period Egypt: Thesis for the degree of Doctor of Philosophy. Girton College; University of Cambridge, 2018. 253 p. DOI:10.17863/CAM.24194.
58. Sukenik N. et al. Secondary Use of Textiles for Wick Production in Light of the Finds from the Intermediate Bronze Age Cemetery at Neve Efrayim. *Atiqot*. 2025. Vol. 118. P. 55-71. DOI:10.70967/2948-040X.2316.
59. Sussman V. Oil-Lamps in the Holy Land: Saucer Lamps. From the Beginning to the Hellenistic Period: Collections of the Israel Antiquities Authority. Archaeopress, British Archaeological Reports (Oxford) Ltd, 2007. 493 p.
60. Thomas R. Naukratis: Greeks in Egypt. Lamps in terracotta and bronze. The British Museum, 2015. 18 p. <http://www.britishmuseum.org/naukratis>.
61. Lamp / Van Bunschoten I. Pat. № 11,979, US Patent office; pub. 21.11.1854. 3 p. <https://patents.google.com/patent/US11979A>.
62. Lamp for burning vapor of benzol / Warner C. Pat. № 8,433, US Patent office; pub. 14.10.1851, 3 p. <https://patents.google.com/patent/US8433A>.
63. Lamp / Webb A. Pat. № 1,083, US Patent office; pub. 19.02.1839, 3 p. <https://patents.google.com/patent/US1083A>.
64. Winter J. Danny's find lights up rally. *The Searcher*. Dec. 2009. P. 30-31.
65. Wisniak J. Candle: A light into the past. *Indian Journal of Chemical Technology*. 2001. Vol. 7. P. 319-326.

## REFERENCES

1. Accum F. (1815) A practical treatise on gas-light; exhibiting a summary description of the apparatus and machinery best calculated for illuminating streets, houses, and manufactories, with carbureted hydrogen, or coal-gas; with remarks on the utility, safety, and general nature of this new branch of civil economy. London. 186 p.
2. Acetylene. A light that tells the truth. (1898) New York: J.B. Colt & Co. 23 p.
3. A Dictionary of Greek and Roman Antiquities (1859) / edited by Smith W. Boston. 1293 p.
4. Adunka R., Orna M. (2018) Carl Auer von Welsbach: Chemist, Inventor, Entrepreneur. Springer Briefs in History of Chemistry. 140 p. DOI: 10.1007/978-3-319-77905-8.
5. A new acetylene lamp. (1899) *Scientific American, Supplement*. Vol. 47. Iss. 1209. P. 19387.
6. Lamp / Beale J.T. (1838) Pat. № 1.023, US Patent office; pub. 25.11.1838, 3 p. <https://patents.google.com/patent/US1023A>.
7. Bir A. (1990) The Book "Kitâb al-Hiyal" Banū Musa bin Shakir Interpreted in Sense of Modern System and Control Engineering / edited by Ihsanoglu E. Istanbul. 227 p.
8. Bostock J., Riley H.T. (1855) The natural history of Pliny. London. Vol. 3. 536 p.
9. Bostock J., Riley H.T. (1856a) The natural history of Pliny. London. Vol. 4. 523 p.
10. Bostock J., Riley H.T. (1856b) The natural history of Pliny. London. Vol. 5. 523 p.
11. Bostock J., Riley H.T. (1857) The natural history of Pliny. London. Vol. 6. 545 p.
12. Brunton G., Caton-Thompson G. (1928) The Badarian civilisation and predynastic remains near Badari. London. 224 p.
13. Carver. C. M. (1991) A history of English in its own words. New York. 288 p.
14. Clottes J., Simonnet R. (1972) Le réseau René Clastres de la Caverne de Niaux (Ariège). [The René Clastres network of the Niaux Cave (Ariège)] *Bulletin de la Société préhistorique française*. Tome 69. № 1. P. 293-323. [in French].
15. Copley M., et al. (2005) Gas chromatographic, mass spectrometric and stable carbon isotopic investigations of organic residues of plant oils and animal fats employed as illuminants in archaeological lamps from Egypt. *The Analyst*. 130, Iss. 6. P. 860-871. DOI:10.1039/b500403a.
16. Davis, R. et al. (2026) Earliest evidence of making fire. *Nature*. Vol. 649. P. 631-637. DOI: 10.1038/s41586-025-09855-6.
17. De Beaune S. A., White R. (1993) Ice Age Lamps. *Scientific American*. Vol. 268. № 3. P. 108-113. DOI:10.1038/scientificamerican0393-108.

18. De Garis Davies N., Gardiner A.H. (1915) The tomb of Amenemhet (No. 82). London. 132 p.
19. Diels H. (1906) Die fragmente der vorsokratiker. [The fragments of the pre-Socratics] Berlin. 466 p. [in German].
20. Camphene lamp / Dyott M.B. (1840) Pat. № 1,742, US Patent office; pub. 25.08.1840. 3 p. <https://patents.google.com/patent/US1742A>.
21. Evans A. (1921) The palace of Minos. A comparative account of the successive stages of the early Cretan civilization as illustrated by the discoveries at Knossos. Volume I. The neolithic and early and middle Minoan ages. London. 721 p.
22. Evershed R.P. et al. (1997) Fuel for Thoughts? Beeswax in Lamps and Conical Cups from Late Minoan Crete. *Antiquity*. Vol. 71, Iss. 274. P. 979-985. DOI: 10.1017/S0003598X00085860.
23. Figuier L. (1870) Les Merveilles de la science. Ou description populaire des inventions modernes. [The Wonders of Science. Or a popular description of modern inventions] Paris. 723 p. [in French].
24. Flinders Petrie, W. M. (1889) Hawara, Biahmu and Arsinoe. London. 66 p.
25. Forbes R. J. (1958) Studies in Ancient Technology. Leiden. Vol. 6. 196 p.
26. Forrester J. M. (2013) The De Subtilitate of Girolamo Cardano. Tempe, Arizona. 1058 p.
27. Frith-Crofts J. et al. (2004) Sweetness and light: chemical evidence of beeswax and tallow candles at Fountains Abbey, North Yorkshire. *Medieval archaeology*. Vol. 48, P. 220-227. DOI: 10.1179/007660904225022870.
28. Lamp for burning camphene / Gold S.J. (1841) Pat. № 2,168, US Patent office; pub. 16.07.1841. 4 p. <https://patents.google.com/patent/US2168A>.
29. Gowlett J.A.J., Wrangham R. W. (2013) Earliest fire in Africa: towards the convergence of archaeological evidence and the cooking hypothesis. *Azania: Archaeological Research in Africa*. Vol. 48. № 1. P. 5-30. DOI: 10.1080/0067270X.2012.756754.
30. Gray E. (2008) Ontario's petroleum legacy: the birth, evolution and challenges of a global industry. Edmonton, Alberta: Heritage Community Foundation. 100 p.
31. Camphene lamp / Horn E.B. (1849) Pat. № 6,103, US Patent office; pub. 06.02.1849. 3 p. <https://patents.google.com/patent/US6103A>.
32. Irwin E. (2012) The Spermaceti Candle and the American Whaling Industry. *Historia* 21. P. 45-53.
33. Jaubert J. et al. (2016) Early Neanderthal constructions deep in Bruniquel Cave in southwestern France. *Nature*. Vol. 534. P. 111-114. DOI: 10.1038/nature18291.
34. Lamp / Jennings I. (1836) Pat. № 31, US Patent office; pub. 22.09.1836. 1 p. <https://patents.google.com/patent/US31A>.
35. Lamp for burning volatile ingredients / Jennings I. (1844) Pat. № 3,793, US Patent office; pub. 12.10.1844, 2 p. <https://patents.google.com/patent/US3793A>.
36. Lamp for burning spirits of turpentine / Jones L. (1838) Pat. № 1,022, US Patent office; pub. 25.11.1838, 3 p. <https://patents.google.com/patent/US1022A>.
37. Karkanas P. et al. (2007) Evidence for habitual use of fire at the end of the Lower Paleolithic: Site-formation processes at Qesem Cave, Israel. *Journal of Human Evolution*. Vol. 53, Iss. 2. P. 197-212. DOI: 10.1016/j.jhevol.2007.04.002.
38. Kent R.G. (1938) Varro on the latin language. London. Vol. 1. Books V-VII. 367 p.
39. Leonard W.E. (1908) The fragments of Empedocles. Chicago. 92 p.
40. Liphshitz N. et al. (1991) The Beginning of Olive (*Olea europaea*) Cultivation in the Old World: A Reassessment. *Journal of Archaeological Science*. Vol. 18, Iss. 4. P. 441-453. DOI: 10.1016/0305-4403(91)90037-P.
41. Long E. (1900) The Story of Acetylene. The New Illuminating Gas. Chicago: Acetylene Journal Publishing Co. 31 p.
42. Hydrocarbon-vapor burner / Mace A.M. (1858) Pat. № 21,893, US Patent office; pub. 26.10.1858, 2 p. <https://patents.google.com/patent/US21893A>.
43. Medina-Alcaide A. et al. (2021) The conquest of the dark spaces: An experimental approach to lighting systems in Paleolithic caves. *PLOS One*. June 16. P. 1-30. DOI: 10.1371/journal.pone.0250497.
44. Medina-Alcaide A. et al. (2023) 35,000 years of recurrent visits inside Nerja cave (Andalusia, Spain) based on charcoals and soot micro-layers analyses. *Scientific Reports*. 13(1), Article №5901. DOI: 10.1038/s41598-023-32544-1.
45. Mescher V. (2008) Dispelling the Darkness: Types of Candles and the Appropriateness of Each for the mid-19 th Century. 18 p.
46. Miller E.C. (1974) Pennsylvania's Oil Industry. Pennsylvania Historical Association. 69 p.
47. Motsianos I. (2011) Artificial lighting during Byzantine and Post-Byzantine period. *Light on light: an illuminating story: Exhibition Catalogue* / Edition of Folklife & Ethnological Museum of Macedonia-Thrace. Edited by: Motsianos I., Bintsi E. Thessaloniki. P. 90-125.
48. Namdar D. et al. (2015) Olive oil storage during the fifth and sixth millennia BC at Ein Zippori, Northern Israel. *Israel Journal of Plant Sciences*. № 62(1-2). P. 1-10. DOI: 10.1080/07929978.2014.960733.
49. O'dea W.T. (1958) The social history of lighting. London. 304 p.
50. Penzel F. (1978) Theatre Lighting Before Electricity. Middletown, Connecticut. 180 p.
51. Robson H. K. et al. (2022) Light Production by Ceramic Using Hunter-Gatherer-Fishers of the Circum-Baltic. *Proceedings of the Prehistoric Society*. Vol. 88. P. 1-28. DOI: 10.1017/ppr.2022.12
52. Rueff B. (2021) Characterising lighting ambiances through the study of lamps in Kommos City (Crete) during the Bronze Age (3200-1100 B.C.). *HAL*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03220915>.
53. Ruiz-González D., Piedrabuena-Fernandez S., Jiménez-Juárez M. (2018) ¡Y se hizo la luz! el potencial de la médula ósea como combustible para la iluminación en sociedades prehistóricas. [And there was light! The potential of bone marrow as fuel for lighting in prehistoric societies.] *Butlletí Arqueològic*. Vol. 40. P. 361-367. [in Spanish].

54. Sexti Pompeii Festi. (1826) De verborum significatione. [On the meaning of words] Libri XX / edited by Dacier A. London. Vol. 1. 640 p. [in Latin].
55. Starac A. (2022) Copper alloy lamps from the archaeological museum of Istria. *Arheološki radovi i rasprave*. № 21. P. 125-166. DOI: 10.21857/m3v76t58zy.
56. Storer F.H. (1860) Review of Dr. Antisell's Work on Photogenic or Hydrocarbon Oils from Coal. *The American Journal of Science and Arts*. Vol. 30, Iss. 88, 89. P. 112-121; 254-264.
57. Strong M.E. (2018) Illuminating the path of darkness: Social and sacred power of artificial light in Pharaonic Period Egypt: Thesis for the degree of Doctor of Philosophy. Girton College; University of Cambridge. 253 p. DOI:10.17863/CAM.24194.
58. Sukenik N. et al. (2025) Secondary Use of Textiles for Wick Production in Light of the Finds from the Intermediate Bronze Age Cemetery at Neve Efrayim. *Atiqot*. Vol. 118. P. 55-71. DOI:10.70967/2948-040X.2316.
59. Sussman V. (2007) Oil-Lamps in the Holy Land: Saucer Lamps. From the Beginning to the Hellenistic Period: Collections of the Israel Antiquities Authority. Archaeopress, British Archaeological Reports (Oxford) Ltd. 493 p.
60. Thomas R. (2015) Naukratis: Greeks in Egypt. Lamps in terracotta and bronze. The British Museum. 18 p. <http://www.britishmuseum.org/naukratis>.
61. Lamp / Van Bunschoten I. (1854) Pat. № 11,979, US Patent office; pub. 21.11.1854. 3 p. <https://patents.google.com/patent/US11979A>.
62. Lamp for burning vapor of benzol / Warner C. (1851) Pat. № 8,433, US Patent office; pub. 14.10.1851, 3 p. <https://patents.google.com/patent/US8433A>.
63. Lamp / Webb A. (1839) Pat. № 1,083, US Patent office; pub. 19.02.1839, 3 p. <https://patents.google.com/patent/US1083A>.
64. Winter J. (2009) Danny's find lights up rally. *The Searcher*. Dec. P. 30-31.
65. Wisniak J. (2001) Candle: A light into the past. *Indian Journal of Chemical Technology*. Vol. 7. P. 319-326.

Дата першого надходження статті до видання: 06.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 25.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 19.05.2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

