



KAPITEL 9 / CHAPTER 9⁹ FORMATION OF A LIGHTING SYSTEM IN ARCHITECTURE

DOI: 10.30890/2709-2313.2024-29-00-004

Вступ

Вперше архітектурна інтерпретація ідеї пасивного застосування сонячної енергії в житловому будівництві була запропонована давньогрецьким мислителем Сократом (470-399 рр. до н.е.). «Сонячний будинок Сократа» складається з розміщених на продовжній осі приміщень типу портик або тераса житлової кімнати. Вісь будинку орієнтована меридиально (за напрямком «північ – південь»). Південна сторона будинку ширша в плані і вище в розрізі, що збільшує теплопостачання від Сонця і перетворює дім у своєрідну теплову ловушку. Водночас коротка, низька і товста північна стіна будинку зменшує його тепловтрати. Навіс над верандою слугує захистом від спекотних променів сонця, що влітку стоїть високо, а теплі промені зимнього сонця, яке рухається низькою траєкторією, безперешкодно проникають у приміщення для житла. Грецький мислитель та історик Ксенофонт (430-354 рр. до н.е.), попередник Сократа, також звертав увагу на корисну різницю висоти південного і північного фасадів житлових будинків.

Реагування архітектурної форми, що виконує функцію захисту людини від несприятливих жарко-сухих кліматичних умов, виявилось в наступних прийомах формоутворення: типологія житла – печерні, літосферні, шатрові і наметові, будинки-башти, хатини; композиція – замкнута, компактна, чарунка із внутрішнім двором, вузькі криті вулиці, забудова високої щільності, блокування будівель, нагроможденность будівель, мінімальна площа зовнішніх поверхонь, невеликі світлопройоми в стіні; плоскі, купольні і склепінчасті покрівлі; північна орієнтація; інтер'єр – високі і глибокі приміщення з пропорціями 4:5 і 1:1,5, анфіладне розташування приміщень; матеріали – масивні, великовагові; колір (екстер'єр – білий, інтер'єр – різнокольоровий).

Історія освітлення інтер'єру, як це було показано на прикладі просторів

⁹*Authors: Vasylenko Oleksandr Borysovych, Stashenko Mychajlo Sergijovych, Chyrova Olha Evgenivna*



єгипетського храму, є важливим напрямком розвитку так званої «світлової» архітектури. Інтер'єр Парфенона створений з урахуванням специфіки освітлення. Напівпрозорі плитки білого мармуру заповнювали гіпсфральний отвір у даху і створювали в приміщенні м'яке розсіяне освітлення. Ранкове сонце проникало через відкритий отвір, орієнтований на схід, і висвітлювало статую Афіни Парфенос. Сонячне світло в поєднанні з розсіяним світлом, що проходить через плитки мармуру, робили інтер'єр Парфенона в ці години дуже виразним.

Відомий французький теоретик архітектури Віоле-ле-Дюк так пише про роль світла в інтер'єрі собору св. Софії в Стамбулі: «Крім враження, виробленого структурою, світлові отвори, пробиті у основі куполів, відрізняються ще тією перевагою, що висвітлюють шар повітря внутрішньої поверхні купола. Ця повітряна завіса, освітлювана таким чином, утворює серпанок, що світиться між оком спостерігача і верхніми мозаїками. Таким чином, ці мозаїки, навпаки, набувають прозорого тону, завдяки якому вони здаються вище і легше». Р. Вельфлін оцінив роль світла в архітектурному стилі бароко: «Раніше всього мальовничий стиль піклується про світлові ефекти. Бездонність темної глибини, магія світла, що ллється з незмірної висоти купола, перехід від темного до світлого і ще більш світлого – ось ті засоби, якими воно володіє. Простір, який ренесанс освітлював рівномірно і якого він не міг уявити собі інакше, як тектонічно замкнутим, розчиняється в нескінченності. Головна роль купола – відкрити церкві потоки верхнього світла, що додає внутрішньому простору урочистий характер. На противагу цьому неземному світлу велика частина довгастого корпусу в плані храму залишається порівняно темною, глибина ж прибудов часом зовсім тоне в темряві.

Аналіз теоретичних досліджень.

Проведений порівняльно-історичний аналіз теоретичних досліджень щодо формування системи світлових засобів в архітектурі дозволив виявити три аспекти досліджень, започаткованих попередниками, які отримали подальший розвиток в даній роботі: інтеграційно-формоутворюючий, технологічний та естетико-інноваційний.



Перший аспект - *інтеграційно-формоутворюючий* - це вивчення впливу світлових засобів на середовище життєдіяльності (інсоляція).

Науковий і практичний стан вивченості проблеми формування світлових засобів в архітектурі розглядається в даній дисертації, починаючи з праць Гіппократа, Геродота, Вітрувія, Палладіо, зміст яких поданий у ряді монографій, навчальних посібників та зокрема у багатотомному виданні Всезагальної історії архітектури. Проведений ретроспективний аналіз об'єктів з історії архітектурних стилів і регіональної архітектури Заходу та Сходу підтверджує, що зодчі минулого широко використовували природне світло в якості провідного засобу архітектурно-художньої композиції, а феномен світла – в якості психологічного засобу впливу на емоційний світ людини, програмування його реакції на оточуючий архітектурний простір.

Зодчі Стародавнього Єгипту, Месопотамії і античності застосовували принцип орієнтації громадських, житлових будівель та їх комплексів по відношенню до Сонця. Це пояснюється необхідністю контролювання сонячної радіації, оскільки, з одного боку, вона сприяла підвищенню санітарно-гігієнічних умов, а з іншого – змушувала передбачати цілий комплекс захисних заходів щодо запобігання перегріву.

Наприклад, північні і південні фасади архітектурних будівель міста Кахун (Єгипет, 2100 р. до н.е.), залишалися відкритими до Сонця, у той час як західні і східні боки кожної будівлі надійно охоронялись від сильної сонячної радіації.

При будівництві громадських і житлових будівель головна увага зверталася на орієнтацію їх внутрішніх двориків щодо сторін горизонту. Згідно з таким композиційним прийомом громадські та житлові архітектурні об'єми розміщували з південного боку двору, орієнтуючи і розкриваючи їх на північну сторону, завдяки чому забезпечувалися одночасно захист від прямої сонячної радіації і можливість уловлювання холодних північних вітрів. Аналогічний підхід мав місце потім протягом всього періоду середньовічної архітектури арабських країн, де загальні приміщення (айвани) орієнтовані на північ.

Дослідник храмів Давнього Єгипту професор Казімеж Міхаловський



підтверджує думку про те, що «з архітектурою приміщень тісно пов'язане питання про сонячне світло» [1]. Зодчі Стародавнього Єгипту вміло оперували природним світлом в інтер'єрах Карнакського храму, використовуючи світло як засіб емоційного впливу. Єгипетські храми склалися з декількох анфіладних зон: 1) відкритий двір, оточений колонадою, який був залитий сонцем; 2) гіпостильна зала, обмежена з боків глухими стінами, освітлювана через отвори, розташовані в перепаді висот середнього і бокових нефів; 3) зала для ритуальної тури, куди мали доступ тільки жерці. Напівтемрява гіпостильної зали згущалася у напрямку до цієї зали. У молитовні зі статуєю божества, на яку, як у храмі в Карнаці, мав падати промінь сонячного світла через отвір у даху прямо над статуєю, панував глибокий морок.

Таким чином, зодчі Нового Царства використовували в храмах ефекти, обумовлені переналаштуванням зорового апарату людини на світлові контрасти. Проходячи через двір, людина адаптувала свій зір на високі яскравості колон і підлоги. Потрапляючи потім в темну гіпостильну залу, людина що молиться, засліплена сонцем, втрачала зв'язок із зовнішнім світом і опинялася в темряві. Поблизу статуї божества зір, вже настроєний на темряву, гостро реагує на світло, і статуя, освітлена сонцем, дійсно мала здатися божественною. Яскраве сонячне світло сприймалося сліпучим і незвичайним. Цей заключний ефект, зобов'язаний адаптації зору, був підготовлений всією композицією храму, в основі якої відображалися догматичні передумови віри і культу.

Палацові комплекси, оточені потужними стінами, характерні для Вавилону (VII – VI ст. до н.е.), являли собою велику кількість темних внутрішніх просторів. Всередині було кілька внутрішніх світлових дворів, які частково вирішували питання освітлення.

Аналогами сучасних сонцезахисних засобів слід вважати так звані машрабії, що застосовувалися у єгипетських палацах ще 2500 р. до н.е. Це був поширений спосіб випарного охолодження: на балконах, огорожених різьбленою перегородкою, зберігали ємності з питною водою (глечики – «машраба»). У своєму первісному вигляді машрабії представляли кам'яні коробки типу еркерів,



що влаштовуються перед вікнами житлових будинків, виступаючи з стінової поверхні назовні від 20 до 70 см. Вони мають три вертикальні стінки з невеликими наскрізними отворами, через які всередину надходили повітряні потоки. Дерев'яні машрабії складаються з численних ступок, що відкриваються, або з цілих ґратчастих дерев'яних панелей, інколи виконаних на всю висоту кімнати, що гарантує захист від прямих сонячних променів.

Машрабії виконували не тільки функцію сонцезахисту, але й, завдяки поєднанню дрібнорозмірних точених елементів і порожнеч між ними, створювали унікальний оптичний ефект вібрації світла, що сприяє спокійному психологічному настрою людини. Як традиційний елемент арабо-ісламської архітектури, машрабія продовжує займати важливе місце у формуванні світлового середовища сучасних культових, адміністративних і житлових будівель.

Таким чином, якість світлового середовища залежить від інсоляції, ідея нормування якої в будівництві виникла в кінці XIX століття, коли ще не було уявлень про зв'язки цього нормування з біологічною дією Сонця. Конкретні пропозиції з містобудівельного нормування інсоляції були розроблені вченими СРСР у 40-х роках XX століття. Російський кліматолог і географ А.І. Воейков підкреслював, що Сонце – є першопричиною всіх процесів, з яких складається клімат, який надає великий вплив на формування комфортного середовища проживання людини (архітектури).

Проведений аналіз методів і прийомів будівництва, поширених в стародавньому і середньовічному періоді, дозволив В.М. Фірсанову виявити і систематизувати ряд характерних архітектурно-конструктивних і планувальних рішень, природних засобів і заходів, що сприяють створенню сприятливого середовища в будівлі і населеному місці (таблиця 1).

Серед сукупності досліджень проблеми інсоляції та сонцезахисту в архітектурі виділяється ряд напрямків: аналітико-теоретичний, експериментально-інструментальний, біолого-гігієнічний, психоестетичний.



Таблиця 1- Характерні архітектурні і планувальні рішення, що сприяють формуванню принципів комфортного світлового середовища

Райони з жарко-сухим кліматом	Райони з жарко-вологим кліматом
Архітектурна концепція замкнутих об'ємно-просторових структур	Архітектурна концепція розкритих об'ємно-просторових структур
1	2
<p>Типи будівель: а) нагадують печероподібні притулки, будівництво літосферних типів будівель, компактних житлових комплексів, пов'язаних підземними переходами, а в районах пустель – навіси, збірно-розбірні що легко перевозяться укриття, переносні намети і намети з кістяком з жердин і перекриттям з повсті або шкіри; б) круглі, овальні або прямокутні хатини з саману (відсутність прорізів, тільки двері); в) штучні печери, висічені в схилах гір; вулиці-ущелини; г) будинку-башти з масивними стінами, уступами, терасами плоских дахів;</p>	<p>Будівництво будівель на опорах; широке застосування каркасів з дерева;</p>
<p>Створення замкнутої об'ємно-просторової композиції, що включає об'єми і зовнішні замкнуті ними простори. Кожен містобудівний елемент заснований на комірці з внутрішнім двором – цілі міста і палаци, громадські комплекси і житлові будинки. Розкриття житлових приміщень на північ. Будівництво вузьких вулиць і невеликих площ, критих торгових вулиць і пішохідних шляхів, озелених і обводнених дворів і дахів-садів;</p>	<p>Створення розкритих об'ємно-просторових структур забезпечує широкий і тісний зв'язок будівель та їх комплексів з навколишнім природним середовищем, використовується рух потоку повітря, що сприяє створенню оптимальних умов вентиляції; Відсутність стін або застосування легких огорож з низькими інерційними властивостями. Застосування ґратчастих екранів, виконаних з плетених гілок, прутів, соломи, очерету, зеленого листя, кераміки, цегли, каменю;</p>
<p>Розміщення і орієнтація будівель (схід – захід) і населених місць відповідно за природнокліматичними чинниками; Північні і південні фасади відкриті сонцю, західні і східні – надійно охороняються від сонячної радіації;</p>	<p>Дах – масивний і крутий, двоскатний або зонтичного типу, з сильно виступаючими навісами;</p>
<p>Застосування різних видів блокування будівель в єдині масивні об'єми, безладне нагромадження будівель, висока щільність забудови, мінімальна площа зовнішніх поверхонь;</p>	<p>У містах і селищах застосовують розосереджену забудову павільйонного типу з наскрізним провітрюванням дворів і приміщень, широкі тіністі вулиці-сади з фонтанами;</p>
<p>Зведення будівель з масивних великовагових матеріалів (землі, каменю, цегли-сирцю). Пристрій невеликих світлопрорізів в стінах. Широке застосування плоских, купольних та склепінчастих дахів. Фарбування зовнішніх поверхонь огорожень в білі і світлі тони;</p>	<p>В багатоповерховому будівництві – пірамідальна побудова об'ємів з терасами, дахами-садами і критими галереями. Кожний ярус такого об'єму включає в себе єдині приміщення, розкриті з усіх сторін у зовнішнє середовище. Пристрій неглибоких приміщень на всю ширину будинку;</p>



Райони з жарко-сухим кліматом	Райони з жарко-вологим кліматом
Архітектурна концепція замкнутих об'ємно-просторових структур	Архітектурна концепція розкритих об'ємно-просторових структур
1	2
Застосування високих (до 4 метрів) і глибоких приміщень на всю ширину будинку з коротким фронтом по фасаду; анфіладне розташування приміщень; часто житло включає два роду приміщень: один з легкими огорожами (використовуються у вечірній і нічний час), інші – з масивними (використовуються вдень);	При розміщенні та орієнтації будівель і міста в цілому враховується напрямок сприятливих пануючих вітрів і передбачається захист від впливу сонячної радіації та дощу;
Застосування різних пристроїв та пристроїв для захисту від сонячних променів і пекучих вітрів, а також для уловлювання сприятливих потоків повітря і його охолодження; Застосування простих трансформованих сонцезахисних екранів і пристроїв.	Широке застосування трансформованих пристроїв – знімних матів-екранів, розсувних стін-ширм з дерева, бамбуку, очерету й спеціального паперу, елементів стін, що піднімаються, що утворюють козирки.

Велике практичне значення в сучасних будинках мають морфофункціональні (оздоровчий і тонізуючий ефект) та бактерицидні (сануючий ефект) реакції світлового середовища. Серед природно-кліматичних факторів, що оказують вплив на всі основні категорії якості архітектури, головне місце займає сонячна радіація та інсоляція. Під терміном «інсоляція» розуміють сумарне сонячне опромінення, а не тільки пряме. Це сукупність світлової, ультрафіолетової і теплової дії сонця. Л.Л. Дашкевич у своїй монографії, присвяченій інсоляції в будівництві, наводить результати досліджень по розсіяній радіації, яка в біологічному значенні природного світла грає не меншу роль, ніж пряма радіація..., так як тільки за допомогою її досягається освітлення всіх тих місць, куди безпосередньо не потрапляють прямі сонячні промені. Крім цього, в природних умовах сонячна радіація ніколи не буває тільки прямою.

Фундаментальні дослідження бактерицидної дії сонячного світла проводили вчені: В.К. Белікова, Н.М. Данциг, Р.А. Дмитрієва, А.П. Забалуєва. Д.Н. Лазарев – автор ідеї «небесних ванн» (комфортного ультрафіолетового опромінення людини природним розсіяним світлом ясного неба). А.І. Воєйков підкреслював впливову роль Сонця у формуванні комфортного середовища проживання людини (архітектури). Шведські вчені (Г. Плейжел, Х. Ронге, Л. Хольм) вивчали вплив інсоляції на мікроклімат приміщень. Дослідження



проводилися за бактеріолого-епідеміологічному, кліматологічному та соціологічному аспектами. Психологічну роль інсоляції, застосовуючи методи розрахунку за допомогою «сонячних карт», дослідили: Й. Крохман (Німеччина) і співробітники науково-дослідного інституту у Кілі. За їх спостереженням, за рахунок нагріву стін сонцем можна зекономити до 80 % палива. В Англії світлотехніки Е. Ніїман і Р. Гопкінсон розробили шкалу психологічних реакцій на умови інсоляції в приміщеннях.

Другий аспект формування КСЗ (*технологічний*) може бути представлений працями декількох зарубіжних проектних інститутів й організацій, які вивчають проблеми ефективного сонцезахисту житлових будівель в залежності від режимів радіації в різних районах світу (спеціалізований комітет з норм інсоляції при міністерстві будівництва Японії, науково-дослідний інститут у м. Кіль, інститут світла у м. Штутгарті (Німеччина). Проблему освітлення та регулювання мікроклімату в будинках з вільним внутрішнім простором (атріумні типи громадських комплексів, адміністративних будинків, готелів, торгових споруд) всебічно дослідив Ричард Саксон (США) [2].

У ХХ ст. бурхливий розвиток міст і необхідність підвищення щільності забудови приводить до постійної активізації архітектурно-містобудівельної ролі інсоляційного фактору шляхом об'єднання понять «розрив» в єдину систему: 1) на початку ХХ століття німецький архітектор В. Гропіус для обоснування розривів між будинками у двох-десятиповерховій строчній забудові використовує лише один фактор – кут падіння сонячних променів; 2) в середині ХХ століття польський архітектор М. Тваровський використовує вже два фактори – кут падіння сонячних променів і орієнтацію (відхилення продовжної осі будинку від напрямку «північ – південь»), які дозволяють встановити, що при переході від меридіальних до широтних будинків з однаковою тригодинною інсоляцією розриви між продовжними фасадами зменшуються від 1,7 до 1,1 та 1,3 їх висоти; 3) у 80-х роках переваги мінімальних розривів між широтними і діагональними будинками стають ще більш очевидними з дослідження професора Московського архітектурного інституту М.В. Оболенського, який



визначив найбільш повну картину інсоляції житлової забудови з використанням трьох факторів – кута падіння сонячних променів, орієнтації вікна і географічної широти району будівництва [3]. Також М.В. Оболенським класифіковані архітектурно-планувальні методи, конструктивні та технічні засоби сонцезахисту і світлового регулювання.

Актуальні проблеми використання сонячної енергії в архітектурі, нова система принципів і методів удосконалення геліоархітектурних об'єктів, яка заснована на широкому використанні історичного досвіду і народних традицій, біонічних аналогій і сучасних науково-технічних досягнень, розглянуті в монографії Г.В. Казакова.

Третій аспект (естетико-інноваційний) пов'язаний з аналізом прийомів і засобів усіх видів освітлення у формуванні архітектурного середовища.

Основні цілі і задачі архітектурного штучного освітлення (міських просторів і об'єктів) та способи їх реалізації на основі запропонованої світло-композиційної системи сформульовані М.І. Щепетковим. Він розглядає проблему світлового дизайну міста у всьому комплексі основних складових у макро-, мезо- і мікрмасштабі оточення людини, трансформуючи цю науково-творчу проблему із суто інженерної у архітектурно-урбаністичну і світло-дизайнерську і розглядаючи її як нову гілку професійної діяльності зодчих і дизайнерів по формуванню вечірнього візуального середовища міста.

Висновки

В розділі встановлено три аспекти досліджень, започаткованих попередниками, які отримали подальший розвиток в роботі автора: інтеграційно-формууючий, технологічний та естетико-інноваційний. Перший аспект - *інтеграційно-формууючий* - це вивчення впливу світлових засобів на середовище життєдіяльності (інсоляція). Серед сукупності досліджень проблеми інсоляції та сонцезахисту в архітектурі виділяється ряд напрямків: аналітико-теоретичний, експериментально-інструментальний, біолого-гігієнічний,



психоестетичний.

Другий аспект формування КСЗ (*технологічний*) представлений працями декількох зарубіжних проектних інститутів й організацій, які вивчають проблеми ефективного сонцезахисту житлових будівель в залежності від режимів радіації в різних районах світу.

Третій аспект (*естетико-інноваційний*) пов'язаний з аналізом прийомів і засобів усіх видів освітлення у формуванні архітектурного середовища.

Проведений ретроспективний аналіз об'єктів з історії архітектурних стилів і регіональної архітектури Заходу і Сходу доводить, що зодчі минулого широко використовували природне світло в якості провідного елемента архітектурно-художньої композиції, а феномен світла – в якості потужного психологічного засобу впливу на емоційний світ людини, програмування його реакції на навколишній архітектурний простір.