

DOI: 10.32347/2786-7269.2024.8.130-147

УДК 721

д.арх., професор **Осиченко Г.О.**,
Halyna.Osychenko@kname.edu.ua, ORCID: 0000-0001-5595-220X,
Харківський національний університет
міського господарства імені О.М. Бекетова

АРХІТЕКТУРНІ МЕТОДИ І ПРИЙОМИ ТЕРМОАДАПТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ В УМОВАХ ЖАРКОГО КЛІМАТУ

Розглянуто і систематизовано архітектурно-містобудівні прийоми і методи термоадаптації будівель до спеки, що є актуальним в сучасних умовах глобального потепління. Виявлено методи і відповідні прийоми терморегуляції мікроклімату ділянки та будівлі.

Ключові слова: архітектурні методи і прийоми; термоадаптація будівель; адаптаційна здатність будівель; жаркий клімат; захист від спеки; терморегуляція

Актуальність теми. Зміна клімату стає серйозним викликом для людства, носить глобальний характер та стає загрозою існування планети. Повені, пожежі, посухи, аномальна спека, зниження врожайності та пересихання річок – це лише неповний перелік неприємних наслідків кліматичних змін. Найбільшою ж проблемою міського середовища стає глобальне потепління, що створює некомфортні умови проживання людей у містах і впливає на їх здоров'я. Перегрів приміщень в будівлях і тепловий дискомфорт є загрозовими для людей похилого віку та дітей, лише в Європі в 2022 році 61 тис. людей померла внаслідок негативного впливу спеки. Недостатній захист від перегріву будівлі також призводить до збільшення енерговитрат на утримання будівлі, а аномальні природні умови зменшують термін експлуатації будівельних та оздоблювальних матеріалів.

Країни з м'яким комфортним кліматом наразі потрапляють від аномальних природних явищ, в першу чергу аномальної спеки для їх кліматичної зони. Ці негативні наслідки особливо посилюються в Україні внаслідок повномасштабної війни та руйнування інженерної інфраструктури населених місць. Вся існуюча методика архітектурно-містобудівного проектування потребує врахування кліматичних змін з метою адаптації будівель і міського середовища та захисту їх від спеки, оскільки традиційні методи ХХ століття вже не відповідають сучасним умовам.

Рамкова конвенція ООН про зміну клімату, 2015 (Паризька угода) визнала потребу адаптації будівель для посилення стійкості та зменшення

вразливості до зміни клімату [1]. Архітектура XXI століття здійснює пошуки методів і прийомів захисту будівель від спеки, спираючись на сучасні інноваційні інженерні досягнення в цій галузі, але актуальним залишається аналіз і використання історичного і сучасного досвіду країн з жарким кліматом. Саме цей досвід демонструє так звані «м'які» засоби захисту, тобто природні та пасивні заходи проти перегріву будівлі.

Мета статті - систематизація існуючих архітектурно-містобудівних методів і прийомів термоадаптації будівель для захисту від спеки в умовах жаркого клімату.

Об'єкт дослідження – архітектура будівель і споруд в країнах з жарким кліматом. Предмет дослідження – методи і прийоми термоадаптації будівель. Змістовні межі дослідження визначаються аналізом архітектурно-містобудівних засобів захисту від спеки, сучасні інженерно-технічні засоби термоадаптації будівель знаходяться поза межами детального розгляду і потребують подальших досліджень.

Методи дослідження – порівняльний аналіз світового досвіду з захисту будівель від спеки, систематизація даних, синтез інформації, абстрагування та класифікація методів і прийомів терморегуляції мікроклімату будівель.

Аналіз літературних джерел та останніх публікацій. Емпіричну базу дослідження становлять проаналізовані архітектурні проекти та збудовані об'єкти в країнах з жарким кліматом, що представлені на архітектурних платформах, зокрема на прикладі марокканської історичної та сучасної архітектури [2-3, 4]. Теоретичну базу дослідження становлять статті присвячені проблемам проектування будівель в умовах жаркого клімату [5-8]. Вивчалася низка статей, які присвячені проблемам адаптації будівель [9-12]. Термін «адаптація» визначається Дж. Дугласом як будь яка зміна будівлі з метою зміни її місткості або функції [13]. За даними М. Хамфріс та Дж. Нікол для позначення адаптації будівель до змін поточного або майбутнього клімату наразі використовується декілька термінів: «адаптаційна здатність», «адаптаційні можливості» будівлі та «адаптовані до клімату будівлі» [14]. Використовується також термін «стала адаптація», що означає адаптацію фонду будівель зі зменшенням впливу на навколишнє середовище та ефективним використанням ресурсів [15]. В цьому сенсі стала адаптація поєднується також з біокліматичним дизайном [16-17]. Ми спираємося на висновок більшості вчених про важливість саме *термоадаптації* (або *теплоадаптації*), що *передбачає досягнення температурного (теплого) комфорту шляхом зміни штучного середовища або поведінки на основі очікувань і теплових уподобань мешканців* [18]. В контексті закордонних досліджень адаптація в широкому

сенсі, включаючи термоадаптацію, вважається необхідною вимогою до кожної сучасної будівлі, що підкреслює актуальність даного дослідження.

Серед українських дослідників, що займалися проблемами адаптації будівель, слід зазначити С. Буравченка [19-20], його дослідження стосувалися в основному адаптації будівель до соціальних та функціональних змін.

Виклад основного матеріалу

Проведений аналіз свідчить, що засоби захисту будівлі від спеки досить різноманітні (рис.1).

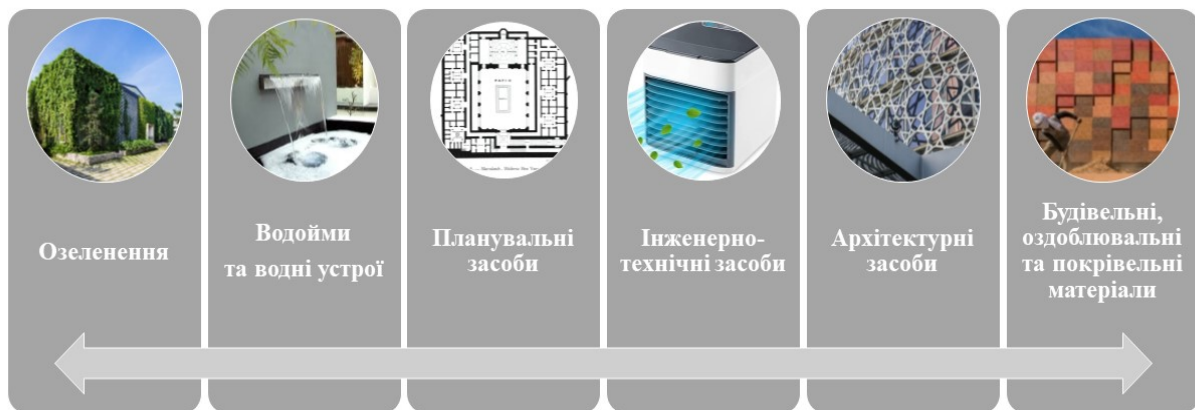


Рис. 1. Засоби термоадаптації будівлі до клімату

Всі засоби та архітектурно-планувальні методи термоадаптації спрямовані на зменшення нагрівання поверхонь і просторів, в тому числі й поверхні землі, та забезпечення природної вентиляції просторів. Вони також розподіляються за масштабними рівнями (містобудівний рівень, рівень ділянки, рівень будівлі).

Роль рослинності і води у створенні комфортного середовища проживання людини усвідомлювалася і в стародавні часи, але лише сучасній архітектурі притаманне активне впровадження природних компонентів у форму будівлі не лише з метою оригінальності формоутворення, але й з метою терморегуляції мікроклімату будівлі (рис.2).

Планувальні засоби захисту будівлі від спеки є комбінованими і спрямовані на: створення відповідної орієнтації будівель по сторонах світу та напрямках пануючих холодних вітрів; створення тіньових мікро просторів та зменшення перегрівання поверхонь фасадів, дахів і землі; забезпечення природного провітрювання ділянки.

Архітектурні засоби захисту будівлі від спеки також є комбінованими і спрямовані на: зменшення перегріву зовнішніх і внутрішніх поверхонь будівлі; створення тіньових мікропросторів в будівлі та на її зовнішній поверхні; мінімізацію контакту внутрішніх просторів з зовнішнім середовищем та

регулювання внутрішнього мікроклімату; забезпечення природної вентиляції приміщень.

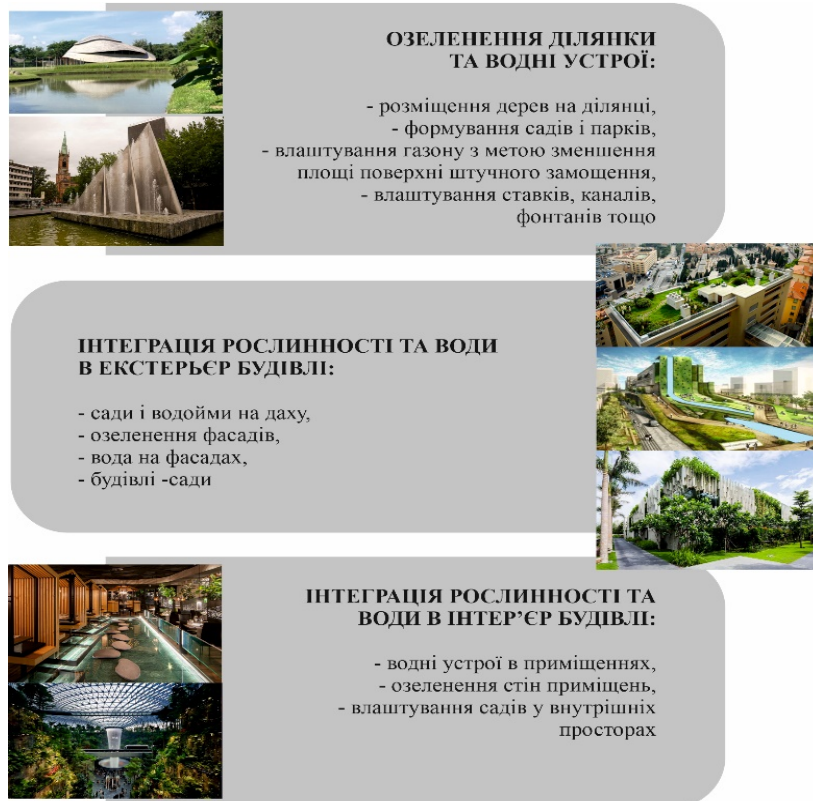


Рис. 2. Рослиність і вода як засоби терморегуляції будівель

Головним архітектурним засобом є сама архітектурна форма будівлі як система: її об'ємно-просторова композиція, площина фасадів та малі архітектурні форми, площина даху та отвори у формі будівлі тощо, елементам цієї системи відповідають архітектурні методи і прийоми об'ємно-просторової композиції будівель і споруд (рис.3).

В наслідок порівняльного аналізу світового досвіду визначено, що всі засоби та прийоми включають два різновиди методів на різних масштабних рівнях: **терморегуляція мікроклімату ділянки** та **терморегуляція безпосередньо мікроклімату будівлі**.

Терморегуляція мікроклімату ділянки і міського середовища включає:

- **прийоми планування та орієнтації будівлі по сторонах світу:** Східні і південні стіни під впливом сонячної радіації отримують у 3-4 рази більше тепла ніж західні, тому необхідна правильна орієнтація будівлі по сторонах світу в умовах жаркого клімату та відповідно зменшення площі стін будинків, орієнтованих на південь та схід.

- **прийоми створення тіньових мікро просторів** за допомогою: а) відповідної конфігурації будинків і споруд на ділянці, б) внутрішніх тіньових просторів - патіо, лоджій, атриумів, вузьких вуличок, променадів та пасажів;

в) поєднання окремих будинків між собою критими галереями та переходами;
г) влаштування постійних та тимчасових МАФ (сонцезахисні навіси, перголи тощо) над спорудами, дворами і майданчиками (рис. 4-5). Окрім обмеження прямої інсоляції у просторах, ці всі прийоми також сприяють також зменшенню перегріву поверхонь;

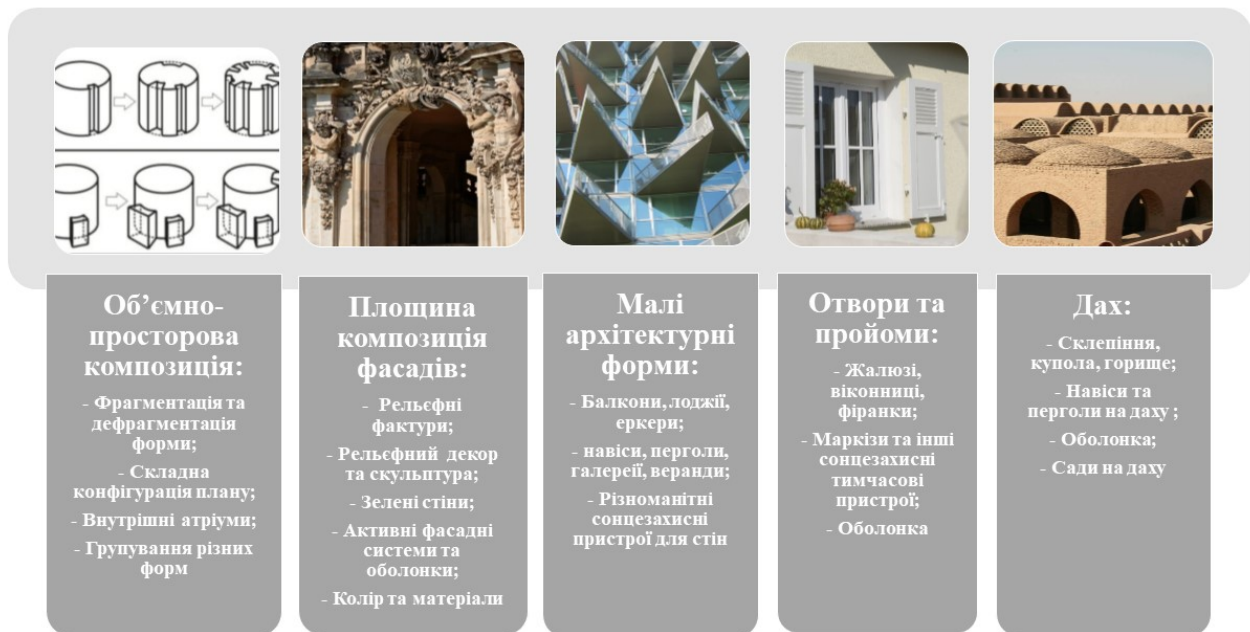


Рис.3. Архітектурні засоби термоадаптації будівлі

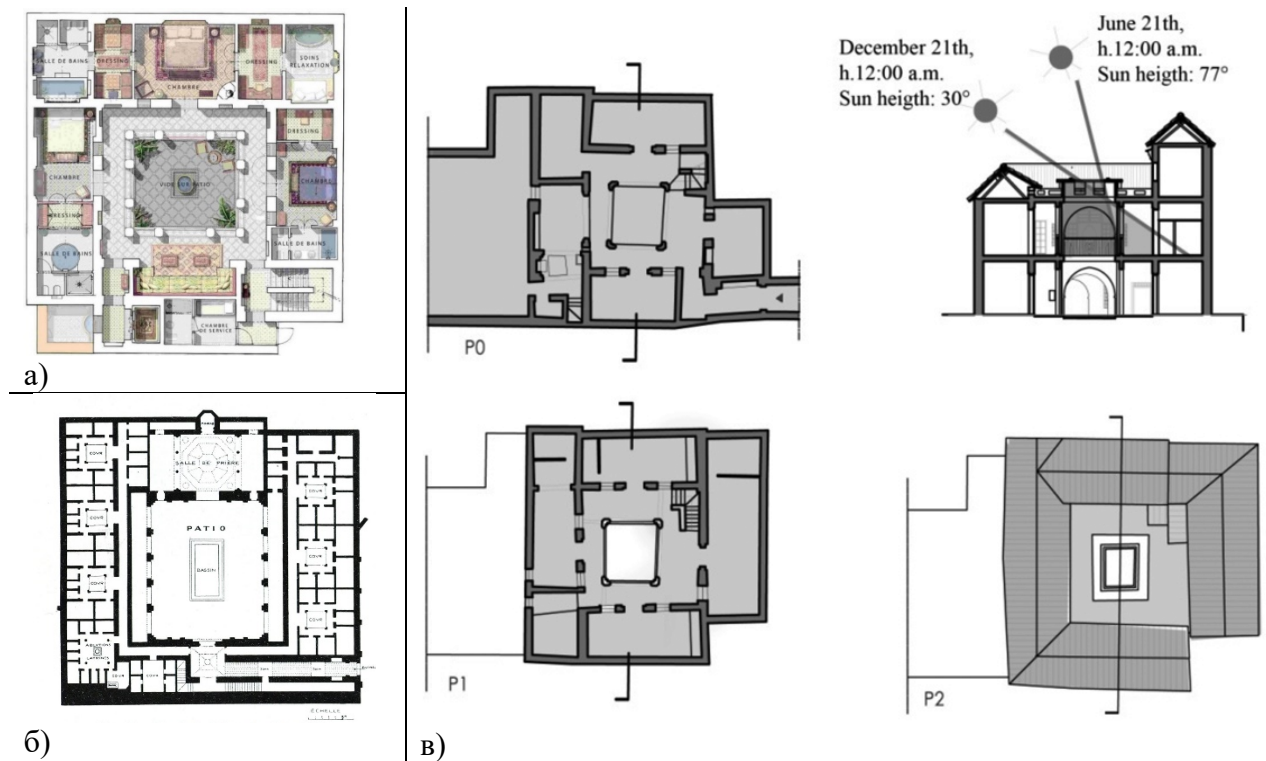


Рис. 4. Типове планування марокканського житлового рядку (а) та медресе (б) навколо внутрішнього двору -патію, що створює тіньовий простір [21]; традиційне східні патію та принципи захисту будівлі від сонця в Марокко (в) [22]



а) Торгівельний центр має складну конфігурацію плану з пасажами та патіо, що створюють велику кількість тіньових просторів [23]



в) Поєднання будинків між собою критими галереями та переходами. Факультети організовано навколо центрального ряду (внутрішнього саду) по осі північ-південь. Навколо цього ряду розгортаються різні об'єкти з урахуванням необхідної близькості, орієнтації, повітряного обміну та краєвидів. [4]



б) Захист двору університету від сонця за допомогою навісу [4]

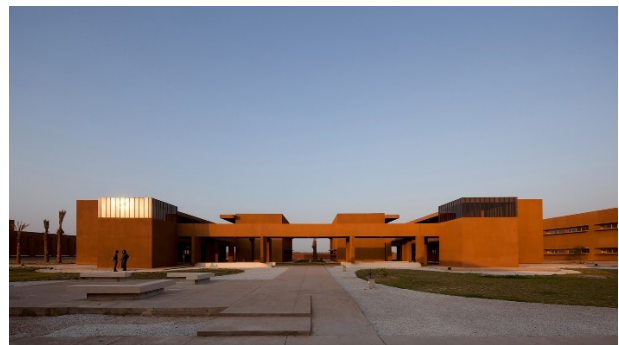


Рис. 5. Прийоми створення тіньових мікро просторів на ділянці: а) Торгівельний центр AL-TAMEER, Аль-Ер-Ріяд, Саудівська Аравія, архітектор Р. Бадран; б) Політехнічний університет Мохаммеда VI, архітектор Рікардо Бофіл, місто Бегерір, Марокко; в) Університет Таруданта, 2010 р., архітектори Саад Ель Каббадж +Дріс Кеттані + Мохамед Амін Сіана

- зменшення нагріву поверхні землі за допомогою: а) щільної килимової забудови; б) рослинності і водойм; в) розміщення будівель і споруд на опорах зі збереженням рослинного покриву (рис.6);

- забезпечення провітрювання ділянки: а) орієнтація вільних незабудованих просторів на ділянці за напрямками прохолодних пануючих вітрів; б) створення розривів між будинками для сприятливого вітрового режиму (рис.7).



а) Аерофотознімок Багдада в Іраку. Знято між 1920-1934 роками. Ліворуч термограма показує, як захист від сонця та прохолода вуличок стародавнього східного міста забезпечується його специфічним планування [24]



б) Бамбуковий спортивний зал для Panyaden International School / Chiangmai Life Construction, 2017, Тайланд [25], розташований в парку



в) Будівля The Falcon House на опорах, Iredale pedersen hook architects, 2016, Австралія [26]

Рис. 6. Прийоми зменшення нагріву поверхні землі за рахунок: а) щільності забудови і орієнтації кварталів; б) озеленення та влаштування водойм; в) будівлі на опорах вивільняють поверхню землі для рослин та створюють тінь

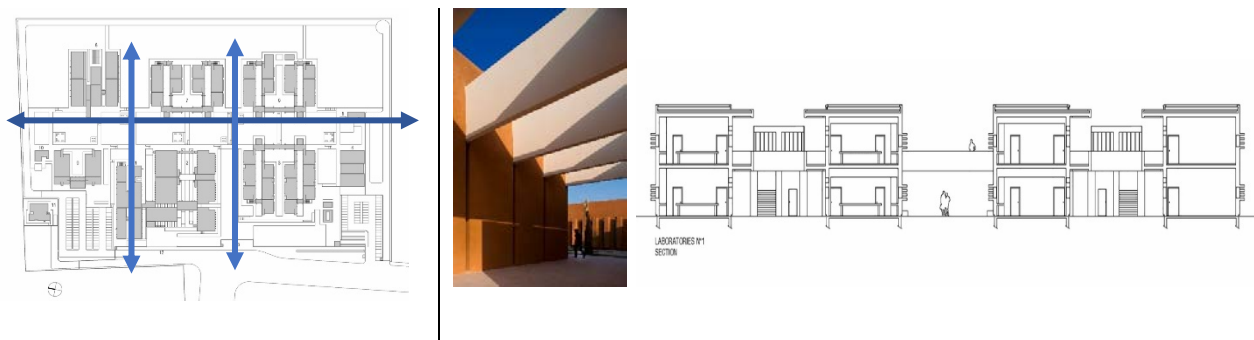


Рис. 7. Прийоми забезпечення провітрювання ділянки орієнтацією і плануванням будівель та розривами між будинками [4]. Університет Таруданта, 2010 р.

Терморегуляція мікроклімату будівлі включає такі прийоми, як:

- *зменшення перегріву зовнішніх і внутрішніх поверхонь будівлі* за рахунок таких прийомів:

а) використання відповідних будівельних і оздоблювальних матеріалів для зовнішніх і внутрішніх стін, підлоги і даху (наприклад, глиняні стіни в народній архітектурі Марокко для захисту від спеки, керамічна плитка та природне каміння в інтер'єрах для додаткового охолодження підлоги);

б) використання світлих кольорів, спектрально-селективних фарб і покриттів, «розумного» покриття (термохромне покриття) стін та даху;

в) влаштування рельєфних фактур на фасадних поверхнях (нерівні, хвилясті поверхні, рельєфні орнаменти та рельєфи, виступи та ніші на стінах, рельєфний декор, архітектурні деталі), що створюють мікротінь;

г) створення додаткової тіні від дерев і рослинності на фасадах;

д) використання сонцезахисних пристроїв, решіток, «quebra sóis», brises-soleil, «дихаючих стін», «активних фасадних систем»;

е) захист даху склепіннями, горищем та куполами;

ж) затінення світлових отворів (жалюзі, віконниці тощо) (рис.8).

- *створення тіньових мікропросторів в будівлі:*

а) захист за допомогою подвійних фасадів і оболонки;

б) захист стін і вікон від прямих сонячних променів галереями, лоджіями, балконами та дахами, що нависають;

в) влаштування відкритих або винесених з основного обсягу будівлі сходових клітин;

г) дефрагментація поверхів будівлі з розміщенням терас між поверхами;

д) влаштування внутрішніх дворів, атріумів та пасажів тощо (рис.9);

- *мінімізація контакту внутрішніх просторів з зовнішнім середовищем (ізоляція) та регулювання внутрішнього мікроклімату:*

а) розміщення басейнів і фонтанів в екстер'єрі будівлі;

б) озеленення внутрішніх просторів будівлі;

в) обмежена кількість віконних отворів на південних фасадах будівлі та регулювання розміщення світлових отворів на фасадах; орієнтація та нахил вікон;

г) розміщення світло отворів у бік внутрішніх тіньових дворів;

д) тип скління та вентиляція вікон;

е) використання конструкцій стін і дахів, оздоблювальних матеріалів, з низькою теплопровідністю;

ж) ізоляція світлових отворів за допомогою віконниць, жалюзі, маркіз та решіток;

з) «земляна» (підземна) архітектура;

і) пасивне охолодження (рис.10)



Біокліматичний дошкільний заклад Ouled Merzoug від VC Architects, Марокко. [4]

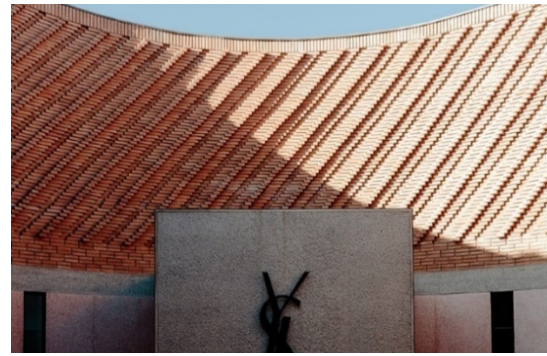


Місто Нью-Гурна (Шейх-Абд-ель Гурна), 1945-1948, архітектор Хасан Фатхі

Будівлі мають фундамент із місцевого натурального каменю, глинобитні стіни та плоский дерев'яно-земляний дах



Новий аеропорт Гельмім, Марокко. Будівля терміналу захищена широкими навісами та світло фільтруючим фасадом. [4]



Музей Іва Сен-Лорана в Марракеш, Марокко [27]. Стіни музею складається з двох шарів: фасад покритий панелями терацо навколо основи, з теракотовою цеглою на верхньому рівні. Ці цеглини розташовані таким чином, що відкидають тінь і роблять фасад ще більш тактильним, нагадуючи тканину



Реконструкція фабрики Desino з виробництва одягу та аксесуарів, Бінь Чань, Хошимін, В'єтнам, 2015. Озеленення фасадів будівлі створює захист від перегріву приміщень та комфортні умови праці [28]

Рис. 8. Зменшення перегріву зовнішніх поверхонь будівлі (початок)



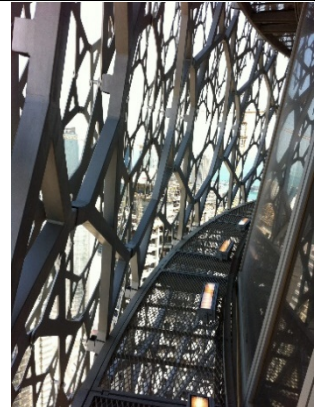
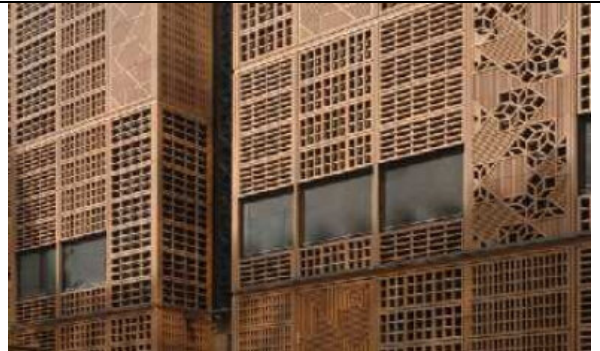
Алюмінієвий brise-soleil на фасаді універмагу «Дитячий світ» (1974–1987) у Києві. Арх. В. Залуцький, Ю. Бородкін [7]



Дихаюча стіна фабрики Desino, В'єтнам, 2015 [28]



Центральний ринок Абу-Дабі, ОАЕ, архітектори Foster + Partners, 2014. На сонцезахисній решітці фасадів використовуються мотиви національних узорів машрабії. [29]

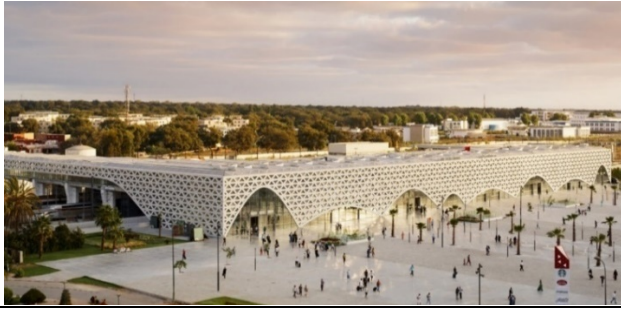


Вежа Доха у Досі, Катар, 2012 рік, архітектор Жан Нувель. Фасад будівлі покритий металевим бриз солейм на основі візерунку традиційної арабської машрабії [29]



Захист світлових отворів віконницями, жалюзі, динамічною металевою «фіранкою» фасадів

Рис. 8. Прийоми зменшення перегріву зовнішніх поверхонь будівлі (продовження)



Будівля залізничної станції Kenitra від Silvio d'Ascia Architecture + Omar Kobbite Architects, Марокко, має «футляр», її подвійний фасад є переосмисленням машрабії, розширеної до масштабу міста [4]



Житловий комплекс Педрегульо (1948–1951), Ріо-де-Жанейро, Бразилія. Арх. Афонсо Едуардо Рейді. Формування відкритого простору на 3-му поверсі створює природну вентиляцію ділянки та охолоджує поверхи [7]



Малі архітектурні форми (балкони, лоджії, веранди, еркери тощо), які створюють тіньові проміжні мікро простори будівлі та зменшують перегрів фасадної площини

Рис. 9. Прийоми створення тіньових мікропросторів будівлі

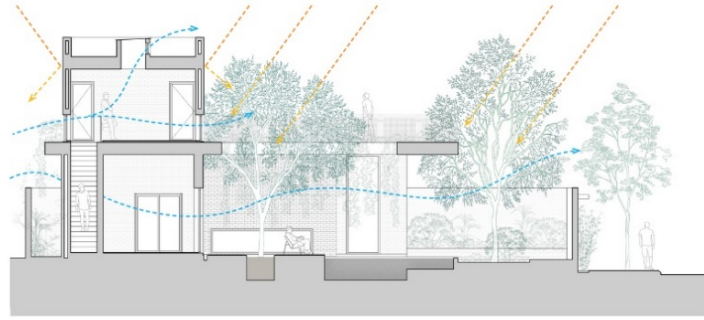
- *забезпечення природної вентиляції* за рахунок: а) орієнтації вікон і дверних отворів на напрям пануючих вітрів, розташування їх як з навітряної, так і підвітряної сторони для кращої вентиляції приміщень; б) кондиціонерів або пасивного охолодження; в) дефрагментації поверхів будівлі з розміщенням терас; г) влаштування вітровловлювачів або вітряних меж (рис 11).



The Grand Theatre of Rabat, Марокко, архітектор З. Хадид. Хвилясті стіни фасадів та мінімум світлових прийомів створюють захист від сонця [30]



Глухі фасади будівель на вулицях історичного району Аль-Бастакія в Дубаї, ОАЕ [31]



Внутрішній сад в будівлі Greenery Curtain House. Архітектори HGAA, 2019 [32]



Відкритість приміщень та вікон на внутрішнє патіо: La Sultana Marrakech та Riad Yasmine, Марокко [21]

Атріум підземного Екологічного будинку в Кейп-Коді, штат Массачусетс, США, 1973 р.

Рис. 10. Прийоми ізоляції від несприятливого зовнішнього середовища та регулювання внутрішнього мікроклімату

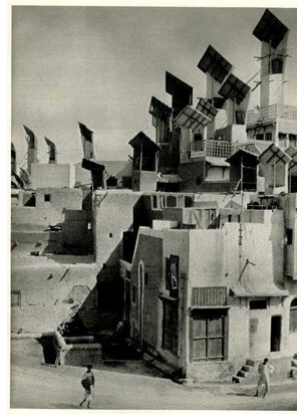
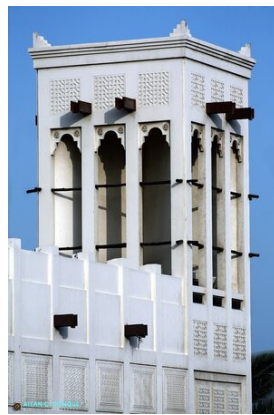


Рис. 11. Вітровловлювачі або вітряні вежі, також звані *бараджил* (одн. *barjeel*), *малакіф* (одн. *milqaf*) і *бадгір*: Восьмигранний Бадгір (Язд, Іран), двосторонній бараджил (Манама, Бахрейн) [33], вітряні вежі в інтер'єрі східного міста, Іран [33]

Висновки. Будівлі захищають людей від холоду, опадів та спеки. Захист від літньої спеки – це питання практичне і наукове, яке стає все більш актуальним в Європі і Україні через зміни клімату та тривалі періоди спеки. Теплозахисні заходи позитивно впливають на мікроклімат будівлі, недостатній захист підвищує енерговитрати на утримання тепла в будівлі в зимовий період та захист від спеки в літній. Тому важливо при проєктуванні будівель

збалансовано поєднати захист будівлі від сонця та холоду, ізоляцію будівлі з її зв'язком із зовнішнім середовищем, забезпечити провітрювання приміщень та здійснити оптимальний вибір матеріалів, щоб забезпечити комфортний клімат у приміщеннях та мінімізувати споживання енергії. В дослідженні проаналізований світовий досвід застосування заходів з захисту будівель від спеки шляхом терморегуляції. Здійснено класифікацію засобів термоадаптації будівлі від спеки (архітектурні, планувальні, інженерно-технічні заходи, озеленення, водойми та водні устрої, будівельні і оздоблювальні матеріали), серед яких архітектурні і планувальні заходи є комбінованими і включають в себе часто всі інші.

В роботі класифіковано методи та прийоми термоадаптації будівлі на два масштабних рівня: терморегуляція мікроклімату ділянки та терморегуляція безпосередньо мікроклімату будівлі. Головна увага дослідження зосереджена на «м'яких» методах і засобах, що представляють традиційні природні та пасивні заходи проти перегріву будівлі у країнах з жарким кліматом.

Розглянуто їх різноманіття та класифіковано наступним чином: *прийоми створення тіньових мікро просторів, прийоми зменшення перегріву поверхонь будівлі і землі, прийоми ізоляції будівлі (мінімізації зв'язку із зовнішнім несприятливим середовищем) та прийоми забезпечення провітрювання.*

Перспективу подальших досліджень становить вивчення інженерно-технічних засобів терморегуляції мікроклімату будівлі.

Список джерел:

1. United Nation. Climate Fction. The Paris Agreement. URL: <https://www.un.org/en/climatechange/paris-agreement> (дата звернення: 13.07.2024)
2. Archdaily. URL: <https://www.archdaily.com/> (дата звернення: 23.01.2024)
3. Dezeen. Architecture. Adaptive reus. URL: <https://www.dezeen.com/architecture/> (дата звернення: 23.02.2024)
4. Modern Morocco: Building a New Vernacular. URL: <https://www.archdaily.com/929075/modern-morocco-building-a-new-vernacular> (дата звернення: 23.01.2024)
5. Вивчення питань проектування житлових будівель для районів жаркого клімату. URL: http://4ua.co.ua/construction/sa2ac69b5c53a88521216c26_0.html (дата звернення: 23.01.2024)
6. Будівельна ізоляція. URL: (https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D0%B4%D1%96%D0%B2%D0%B5%D0%B%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D1%96%D0%B7%D0%BE%D0%BB%D1%8F%D1%86%D1%96%D1%8F) (дата звернення: 23.01.2024)
7. In the cold light of day: how architecture beats the heat. URL: <https://birdinflight.com/en/architectura-2/20220804-yak-arhitektura-peremagaye-speku.html> (дата звернення: 23.01.2024)
8. Summer heat protection for buildings. URL: <https://www.goodmen-energy.de/en/blog/details/summer-heat-protection-for->

- buildings#:~:text=Shading%20systems%3A%20The%20use%20of,inside%20of%20the%20buildin
g%20cooler (дата звернення: 23.01.2024)
9. Wang H., Q. Chen. Impact of climate change heating and cooling energy use in buildings in the United States. *Energy and Buildings*, 2014. 82: p. 428-436. DOI: 10.1016/j.enbuild.2014.07.034
 10. Flores-Larsen, S., C. Filippín, and G. Barea. Impact of climate change on energy use and bioclimatic design of residential buildings in the 21st century in Argentina. *Energy and Buildings*, 2019. 184: p. 216-229. DOI: 10.1016/j.enbuild.2018.12.015
 11. Nguyen, A.T., et al., Performance assessment of contemporary energy-optimized office buildings under the impact of climate change. *Journal of Building Engineering*, 2021. 35: p. 102089. DOI: 10.1016/j.jobe.2020.102089
 12. Don Rukmal Liyanage, Kasun Hewage, Syed Asad Hussain, Faran Razi, Rehan Sadiq. Climate adaptation of existing buildings: A critical review on planning energy retrofit strategies for future climate. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 199, July 2024, 114476
 13. Douglas J. Building adaptation. Second Edi. Edinburgh: Butterworth-Heinemann, 2006
 14. Humphreys M. A., Nicol J. F. (2002). Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. *Energy Building*, 2002, 34 (6): p. 563–572. doi:10.1016/S0378-7788(02)00006-3
 15. Wilkinson S.J., Remøy H., Langston C. Sustainable building adaptation. Sustainable building adaptation: innovations in decision-making. Oxford: John Wiley & Sons, 2014. doi:10.1002/9781118477151
 16. Kershaw T., Lash D. Investigating the productivity of office workers to quantify the effectiveness of climate change adaptation measures. *Building and Environment*, 2013, 69: p. 35–43. doi:10.1016/j.buildenv.2013.07.010
 17. Singh M.K., Mahapatra S., Atreya S.K. SUSTAINABILITY THROUGH BIOCLIMATIC BUILDING DESIGN IN NORTH-EAST INDIA,” in ISES-AP - 3rd International Solar Energy Society Conference – Asia Pacific Region (ISES-AP-08) Incorporating the 46th ANZSES Conference, 2008, 1–10.1
 18. Saifudeen A., Mani M. Adaptation of buildings to climate change: an overview. *Front. Built Environment*, Volume 10 - 2024, 10:1327747. doi: 10.3389/fbuil.2024.1327747
 19. Буравченко С. Принципи формування адаптивного житла відповідно до змін потреб мешканців /С. Г. Буравченко, К. Д. Сплавська // *Теорія і практика дизайну: зб. наук. праць / ред. кол. Л. Р. Гнатюк та ін. -К. : НАУ, 2020. – Вип. № 1(20) – С. 18-26*
 20. Буравченко С. Сценарні методи формування сталої архітектури багатоквартирних житлових будинків. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. Вип.56, 2020, с. 305-322.
 21. Архитектура Марокко: величие трех культур. URL: <https://design-mate.ru/read/an-experience/design-guide/moroccan-architecture-greatness-of-three-cultures>) (дата звернення: 20.05.2024)
 22. The patio house in Morocco: A sustainable design strategy URL: https://www.researchgate.net/figure/A-traditional-patio-house-in-Chefchaouen-Credits-L-Dipasquale_fig3_312291883 (дата звернення: 23.01.2024)
 23. افضل 5 أنشطة في اسواق التعمير الرياض . URL: <https://www.urtrips.com/altaamer-markets-riyadh/> (дата звернення: 23.01.2024)
 24. Bottom-Up Approaches in Governance & Dynamic Building Regulations in the Arab-Islamic Urban. URL: <https://www.citiesfromsalt.com/blog/tag/urban+planning> (дата звернення: 23.01.2024)
 25. Bamboo Sports Hall for Panyaden International School / *Chiangmai Life Construction*. URL: https://www.archdaily.com/877165/bamboo-sports-hall-for-panyaden-international-school-chiangmai-life-construction?ad_medium=gallery (дата звернення: 20.06.2024)

26. Falcon Beach House / iredale pedersen hook architects. URL: <https://www.archdaily.com/870167/falcon-beach-house-iredale-pedersen-hook-architects> (дата звернення: 20.06.2024)
27. A contemporary and Moroccan building. URL: <https://www.thisorient.com/architecture/a-contemporary-and-moroccan-building/> (дата звернення: 20.06.2024)
28. Desino Eco Manufactory Office / Ho Khue Architects. URL: <https://www.archdaily.com/878635/desino-eco-manufactory-office-ho-khue-architects> (дата звернення: 20.06.2024)
29. Mashrabiya in Contemporary Architecture. URL: <https://www.abiya.ae/knowledge-hiba/mashrabiya-in-contemporary-projects> (дата звернення: 20.06.2024)
30. Grand Theatre of Rabat. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Grand_Theatre_of_Rabat (дата звернення: 20.06.2024)
31. In His Own Words: Qataris simply don't walk, but this wasn't always the case - Op-Ed on Qatar Foundation. URL: <https://www.citiesfromsalt.com/blog/tag/urban+planning> (дата звернення: 20.06.2024)
32. Water in Interior Design: 18 Projects that Include Water Fixtures in their Spaces. URL: <https://www.archdaily.com/1002786/water-in-interior-design-18-projects-that-include-water-fixtures-in-their-spaces> (дата звернення: 20.06.2024)
33. Cities that won't dissolve. The Role of Vernacular Architecture & Urbanism in Mitigating Heat. URL: <https://www.citiesfromsalt.com/blog/tag/urban+planning> (дата звернення: 23.01.2024)

D.Sc., Professor **Halyna Osychenko**,
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

ARCHITECTURAL METHODS AND TECHNIQUES THERMAL ADAPTATION OF BUILDINGS IN HOT CLIMATE CONDITIONS

Protection from summer heat is a practical and scientific issue, which is becoming more and more relevant in Europe and Ukraine due to climate changes and long periods of heat. Heat protection measures have a positive effect on the microclimate of the building, insufficient protection increases energy costs for maintaining heat in the building in the winter and protection from heat in the summer. Therefore, when designing buildings, it is important to balance the protection of the building from the sun and cold, the insulation of the building with its connection with the external environment, to ensure the ventilation of the premises and to make the optimal choice of materials to ensure a comfortable climate in the premises and to minimize energy consumption. The study analyzed the global experience of applying measures to protect buildings from heat by means of thermoregulation. A classification of the means of thermal adaptation of the building from the heat has been carried out (architectural, planning, engineering and technical measures, landscaping, reservoirs and water systems, construction and decoration materials),

among which architectural and planning measures are combined and often include all others.

The work classifies the methods and techniques of thermal adaptation of the building on two large-scale levels: thermoregulation of the microclimate of the site and thermoregulation of the microclimate of the building directly. The main focus of the research is on "soft" methods and means, which are traditional natural and passive measures against building overheating in countries with hot climates.

Their diversity is considered and classified as follows: methods of creating shadowy micro spaces, methods of reducing overheating of building and ground surfaces, methods of building insulation (minimizing communication with the external adverse environment) and methods of ensuring ventilation.

Keywords: architectural methods and techniques; thermal adaptation of buildings; adaptive capacity of buildings; hot climate; heat protection; thermoregulation

REFERENCES:

1. United Nation. Climate Fction. The Paris Agreement. URL: <https://www.un.org/en/climatechange/paris-agreement> {in English}
2. Archdaily. URL: <https://www.archdaily.com/> {in English}
3. Dezeen. Architecture. Adaptive reus. URL: <https://www.dezeen.com/architecture/> {in English}
4. Modern Morocco: Building a New Vernacular. URL: <https://www.archdaily.com/929075/modern-morocco-building-a-new-vernacular> {in English}
5. Vyvchennia pytan proektuvannia zhytlovykh budivel dlia raioniv zharkoho klimatu. URL: http://4ua.co.ua/construction/sa2ac69b5c53a88521216c26_0.html {in Ukrainian}
6. Budivelna izoliatsiia. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D0%B4%D1%96%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D1%96%D0%B7%D0%BE%D0%BB%D1%8F%D1%86%D1%96%D1%8F {in Ukrainian}
7. In the cold light of day: how architecture beats the heat. URL: <https://birdinflight.com/en/architectura-2/20220804-yak-arhitektura-peremagaye-speku.html> {in English}
8. Summer heat protection for buildings. URL: <https://www.goodmen-energy.de/en/blog/details/summer-heat-protection-for-buildings#:~:text=Shading%20systems%3A%20The%20use%20of,inside%20of%20the%20building%20cooler> {in English}

9. Wang H., Q. Chen. Impact of climate change heating and cooling energy use in buildings in the United States. *Energy and Buildings*, 2014. 82: p. 428-436. DOI: 10.1016/j.enbuild.2014.07.034 {in English}
10. Flores-Larsen, S., C. Filippin, and G. Barea. Impact of climate change on energy use and bioclimatic design of residential buildings in the 21st century in Argentina. *Energy and Buildings*, 2019. 184: p. 216-229. DOI: 10.1016/j.enbuild.2018.12.015 {in English}
11. Nguyen, A.T., et al., Performance assessment of contemporary energy-optimized office buildings under the impact of climate change. *Journal of Building Engineering*, 2021. 35: p. 102089. DOI: 10.1016/j.jobbe.2020.102089 {in English}
12. Don Rukmal Liyanage, Kasun Hewage, Syed Asad Hussain, Faran Razi, Rehan Sadiq. Climate adaptation of existing buildings: A critical review on planning energy retrofit strategies for future climate. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 199, July 2024, 114476 {in English}
13. Douglas J. Building adaptation. Second Edi. Edinburgh: Butterworth-Heinemann, 2006 {in English}
14. Humphreys M. A., Nicol J. F. (2002). Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. *Energy Building*, 2002, 34 (6): p. 563–572. doi:10.1016/S0378-7788(02)00006-3 {in English}
15. Wilkinson S.J., Remøy H., Langston C. Sustainable building adaptation. Sustainable building adaptation: innovations in decision-making. Oxford: John Wiley & Sons, 2014. doi:10.1002/9781118477151 {in English}
16. Kershaw T., Lash D. Investigating the productivity of office workers to quantify the effectiveness of climate change adaptation measures. *Building and Environment*, 2013, 69: p. 35–43. doi:10.1016/j.buildenv.2013.07.010 {in English}
17. Singh M.K., Mahapatra S., Atreya S.K. SUSTAINABILITY THROUGH BIOCLIMATIC BUILDING DESIGN IN NORTH-EAST INDIA,” in ISES-AP - 3rd International Solar Energy Society Conference – Asia Pacific Region (ISES-AP-08) Incorporating the 46th ANZSES Conference, 2008, 1–10.1 {in English}
18. Saifudeen A., Mani M. Adaptation of buildings to climate change: an overview. *Front. Built Environment*, Volume 10 - 2024, 10:1327747. doi: 10.3389/fbuil.2024.1327747 {in English}
19. Buravchenko S. Pryntsypy formuvannia adaptivnoho zhytla vidpovidno do zmin potreb meshkantsiv /S. H. Buravchenko, K. D. Splavska // Teoriia i praktyka dyzainu: zb. nauk. prats / red. kol. L. R. Hnatiuk ta in. -K. : NAU, 2020. – Vyp. № 1(20) – S. 18-26 {in Ukrainian}
20. Buravchenko S. Stsenarni metody formuvannia staloi arkhitektury bahatokvartyrnykh zhytlovykh budynkiv. Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia. Vyp.56, 2020, s. 305-322. {in Ukrainian}

21. Arkhytektura Marokko: velychye trekh kultur. URL: <https://design-mate.ru/read/an-experience/design-guide/moroccan-architecture-greatness-of-three-cultures>) {in Russian}
22. The patio house in Morocco: A sustainable design strategy URL: https://www.researchgate.net/figure/A-traditional-patio-house-in-Chefchaouen-Credits-L-Dipasquale_fig3_312291883 {in English}
23. Top 5 activities in Riyadh construction markets. URL: <https://www.urtrips.com/altaamer-markets-riyadh/> (дата звернення: 23.01.2024) {in Arabic}
24. Bottom-Up Approaches in Governance & Dynamic Building Regulations in the Arab-Islamic Urban. URL: <https://www.citiesfromsalt.com/blog/tag/urban+planning> {in English}
25. Bamboo Sports Hall for Panyaden International School / *Chiangmai Life Construction*. URL: https://www.archdaily.com/877165/bamboo-sports-hall-for-panyaden-international-school-chiangmai-life-construction?ad_medium=gallery {in English}
26. Falcon Beach House / iredale pedersen hook architects. URL: <https://www.archdaily.com/870167/falcon-beach-house-iredale-pedersen-hook-architects> {in English}
27. A contemporary and Moroccan building. URL: <https://www.thisorient.com/architecture/a-contemporary-and-moroccan-building/> {in English}
28. Desino Eco Manufactory Office / Ho Khue Architects. URL: <https://www.archdaily.com/878635/desino-eco-manufactory-office-ho-khue-architects> {in English}
29. Mashrabiya in Contemporary Architecture. URL: <https://www.abiya.ae/knowledge-hiba/mashrabiya-in-contemporary-projects> {in English}
30. Grand Theatre of Rabat. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Grand_Theatre_of_Rabat {in English}
31. In His Own Words: Qataris simply don't walk, but this wasn't always the case - Op-Ed on Qatar Foundation. URL: <https://www.citiesfromsalt.com/blog/tag/urban+planning> {in English}
32. Water in Interior Design: 18 Projects that Include Water Fixtures in their Spaces. URL: <https://www.archdaily.com/1002786/water-in-interior-design-18-projects-that-include-water-fixtures-in-their-spaces> {in English}
33. Cities that won't dissolve. The Role of Vernacular Architecture & Urbanism in Mitigating Heat. URL: <https://www.citiesfromsalt.com/blog/tag/urban+planning> {in English}