

DOI: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2024.70.192-205>

УДК 728/747

Емам'янфар Алі,

доктор філософії зі спеціальності

18.00.02 «Архітектура будівель та споруд»,

доцент кафедри дизайну,

Київський національний університет будівництва і архітектури

emamianfar.al@knuba.edu.ua

<https://orcid.org/0000-0002-2729-3590>

Третяк Юлія Вікторівна,

доктор архітектури, професор, завідувач кафедри дизайну,

Київський національний університет будівництва і архітектури

tretiak.iuv@knuba.edu.ua

<https://orcid.org/0000-0002-7537-5929>

Косаревська Раддаміла Олександрівна,

кандидат архітектури, доцент, доцент кафедри дизайну,

Київський національний університет будівництва і архітектури

kosarevska.ro@knuba.edu.ua

<https://orcid.org/0000-0003-1076-0364>

ОСОБЛИВОСТІ ОРІЄНТАЦІЇ ШКІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ ІРАНУ ЗА СТОРОНАМИ СВІТУ В АСПЕКТІ ЇХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Анотація: у статті досліджується орієнтація шкільних будівель в Ірані з точки зору енергоефективності. Аналізуються традиційні підходи до орієнтації будівель в Ірані, враховуючи їх вплив на споживання енергії, а також наводяться приклади сучасних міжнародних підходів до цього питання. Розглядаються кліматичні характеристики чотирьох основних зон Ірану для визначення оптимальної орієнтації та довжини шкільних будівель у кожному регіоні. Особлива увага приділяється потребі в опаленні будівель та визначенню оптимальної форми будівель для кожної кліматичної зони. Аналізується вплив інтенсивності сонячного світла на архітектуру шкільних будівель та приміщень, що дозволяє оптимізувати використання природної енергії для підвищення енергоефективності.

На прикладі шкіл у холодному кліматі Ірану, зокрема в місті Тебріз, розраховано кількість сонячної енергії, що надходить як у внутрішні двори, так і в навчальні приміщення. У статті акцентується увага на енергоефективності, базуючись на кліматичних умовах, і пропонуються проєктні рішення, які сприяють енергозбереженню в архітектурі шкільних будівель.

Ключові слова: орієнтація за сторонами світу; інсоляція; клімат; методи проектування; архітектура будівель шкіл; форма та розміщення будівлі; класне приміщення; шкільний двір.

Постановка проблеми. Одним із ключових аспектів проектування будівель, після врахування кліматичних умов, є правильна орієнтація споруди за сторонами світу відповідно до регіональних кліматичних особливостей Ірану. Історичний аналіз архітектурних практик містить чимало даних про традиційні методи орієнтації будівель, що враховували напрямки сонячного випромінювання та вітрів. У праці Mohammad Karim Pirnia «Шлях орієнтації» [1] докладно розглянуто три основні традиційні орієнтації будівель, що застосовувались в архітектурі Ірану залежно від клімату:

1. Пряма орієнтація.
2. Ісфаханська орієнтація.
3. Керманська орієнтація.

Згідно з дослідженнями Пірнії, традиційні архітектори використовували прямокутник, вписаний у правильний шестикутник, для визначення орієнтації будівлі на місцевості. Цей геометричний підхід ґрунтувався на тому, що шестикутник складається з трьох рівнобічних трикутників, що дозволяло архітекторам більш точно розміщувати будівлі відносно напрямків сонячного випромінювання та вітрів. Як показано на представлених схемах, у прямих та Ісфаханських орієнтаціях прямокутник всередині шестикутника відхиляється на 30 градусів з півдня в напрямку заходу або сходу (Рис. 1.А).

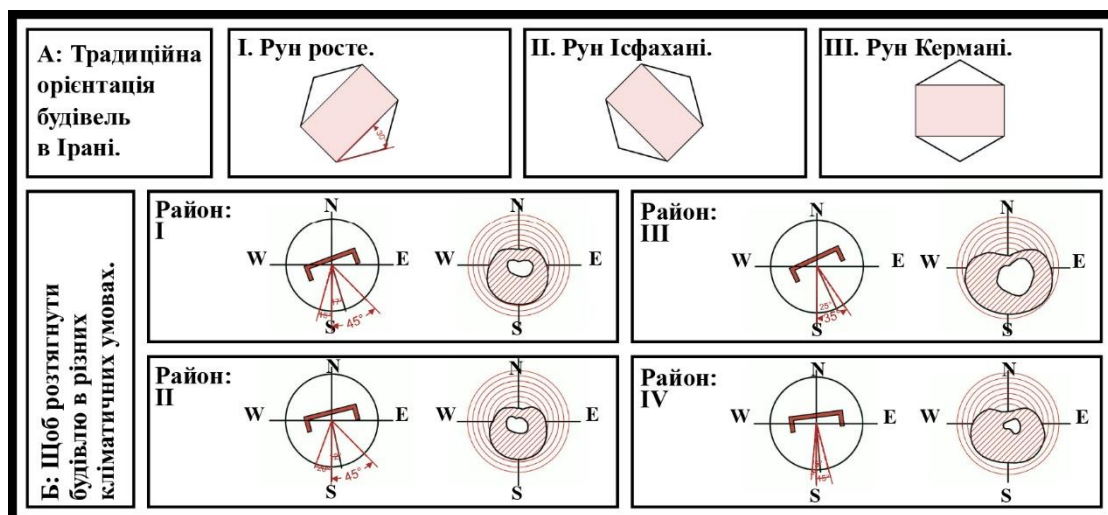


Рис. 1. А – Схема традиційної орієнтації;
Б – Основні типові ситуації орієнтації [2, 3].

Орієнтація будівель в традиційній архітектурі Ірану часто враховувала напрямок північний схід – південний захід, з наближенням до напрямку Кіблі, що відображено в архітектурних рішеннях таких міст, як Тегеран, Тебріз, Йезд і Джахром. Пірнія вважав будь-яке інше орієнтування, окрім прямої орієнтації, невідповідним для міста Йезд. Ісфаханська орієнтація, яка відображена на площі Накш-е Джахан, йде в напрямку північний захід – південний схід і спостерігається в містах Ісфахан, а також у стародавніх містах, таких як Персеполь, Пасаргад і Істахр. Керманська орієнтація має напрямок схід-захід, будинки з такою орієнтацією збудовані в містах Керман, Хамадан та в регіоні Урарту в Західному Азербайджані [4].

З огляду на традиційну орієнтацію іранської архітектури, різноманітність чотирьох кліматичних зон Ірану, а також довжину і розташування шкільних будівель у кожному кліматі, можна запропонувати наступну класифікацію:

1. *Холодний клімат*: кут орієнтації становить 45 градусів на схід і 15+17 градусів на західній осі.
2. *Помірний та вологий клімат*: кут орієнтації становить 45 градусів на схід і 20+2 градуси на захід.
3. *Жаркий та сухий клімат*: кут орієнтації становить 35 градусів на схід і 25 градусів на захід.
4. *Жаркий та вологий клімат*: кут орієнтації становить 15 градусів на схід і 5+5 градусів на захід.

Таке розташування та орієнтацію можна спостерігати у більшості будівель великої площі в різних регіонах Ірану, тому для шкільних будівель доцільно застосовувати аналогічний метод, щоб забезпечити максимальну енергоефективність у їх архітектурних рішеннях (Рис. 1.Б).

Актуальність теми. Оптимальна орієнтація будівель в архітектурному проектуванні є важливим фактором для ефективного використання природних ресурсів. У минулому, через відсутність викопного палива та електроенергії, забезпечення освітлення, необхідної інсоляції, опалення та охолодження будівель залежало виключно від природних умов та архітектурних засобів. Використання сонячного випромінювання та теплової енергії в холодні місяці, а також їх уникнення в спекотні періоди було ключовим досягненням архітекторів минулого. Продовження цього процесу є важливим для сучасної архітектури та містобудування, оскільки енергозбереження та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище набули ще більшої актуальності.

Орієнтація будівель, як зазначали давні філософи, зокрема Сократ, має важливе значення. Він підкреслював, що будівлі, орієнтовані на південь, взимку отримують сонячне світло, що сприяє освітленню та тепловому комфорту, а

влітку — створюють природну тінь завдяки висоті південних стін. Це допомагає зберігати прохолоду в приміщеннях під час спекотного періоду [2].

Комплекс шкільних будівель зазвичай складається з кількох окремих споруд, тому правильна орієнтація, особливо з погляду енергоефективності та інсоляції, є критично важливою. В цій статті, поряд із кліматичними факторами, досліджуються правильна орієнтація шкільних будівель та оптимізація їх планувальної та просторової організації для досягнення максимальної енергоефективності.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У ході дослідження було розглянуто низку наукових праць, що стосуються архітектури та кліматичних факторів в Ірані. Серед ключових джерел варто відзначити: «Ісламське мистецтво та архітектура Ірану» Омраніпура Алі (2014) [5], «Кліматичний огляд традиційних будівель Ірану» Кабадіана Вахіда (2013) [6], «Емпіричні принципи проєктування стійких будівель для пустельних районів» Мофіді Шемірані, Маджід Газі та Джахані Махси (2017) [7], «Метод аналізу метеорологічної статистики для проєктування архітектури, сумісної з кліматом» Тахбаз Мансуре (2009) [8], «Моделювання початкових шкіл і навчальних закладів для жаркого, вологого та холодного клімату» Гафарі Алі (2011) [9], «Складання правил і критеріїв оформлення ландшафту відкритого майданчика початкової школи» Файзі Алі та співавтори. (2010) [10]. Також вагомий внесок зробили дослідження Касмаї Мортези «Клімат і архітектура» (2002) [11] та Казі Махалех Мохаммаді Маджида «Правила та критерії проєктування освітніх просторів» (2007) [12].

У цій статті здійснено огляд попередніх досліджень, що стосуються взаємозв'язку між кліматом та енергоефективністю шкільних будівель. Використання вищезгаданих джерел дозволило проаналізувати сучасні підходи до архітектурного проєктування з урахуванням кліматичних умов та енергетичних вимог.

Метою даної статті є дослідження питань оптимальної орієнтації шкільних будівель з точки зору природної енергоефективності. У роботі розглядається фундаментальний вплив кліматичних умов, таких як сонячне випромінювання, тінь, вітер і кількість опадів, на архітектурне проєктування шкіл у різних кліматичних зонах Ірану. Аналіз цих факторів дозволяє запропонувати відповідні архітектурні рішення, спрямовані на підвищення енергоефективності будівель.

Методи. Дослідження ґрунтується на огляді фундаментальних методів історичної архітектури Ірану та аналізі використання кліматичних параметрів у проєктуванні шкільних будівель. Методологічний підхід включає застосування загальнонаукових, міждисциплінарних та спеціальних методів, серед яких системний підхід, метод переходу від абстрактного до конкретного, ідеалізація,

уявний експеримент та формалізація. Крім того, використовувалися самоочевидний та порівняльний методи, методи аналізу та синтезу. Практична частина дослідження включає використання методів, які активно застосовуються у проєктній діяльності, зокрема натурне обстеження, фотофіксація, аналоговий метод проєктування та графоаналітичний підхід.

Виклад основного матеріалу.

Досвід досліджень в інших країнах. Важливість орієнтації для проєктування будівель вивчав та тестував Віктор Ольгі (Victor Olgyay) у 1963 роках. Він дослідив чотири кліматичні зони: жарку і вологу, холодну і помірну у Сполучених Штатах, і обрав для кожної кліматичної зони по місту, щоб на прикладі їх забудови визначити оптимальну орієнтацію будівель. Ольгі провів експеримент із розміщенням вертикальної поверхні, що імітувала стіну, у восьми різних напрямках і виміряв її нагрівання. Його розрахунки ґрунтувалися на максимальному нагріванні в холодну пору року та мінімальному нагріванні в жарку пору року. Результати вимірювань привели до створення графіків, середнє значення яких визначило оптимальний напрямок орієнтації для кожної кліматичної зони.

Для жаркого і сухого району Ольгі обрав місто Фенікс, штат Арізона. Перші результати експерименту показали, що кут 25 градусів на схід від півдня є найкращою орієнтацією для таких районів. Він узагальнив цей результат для всіх жарких і сухих кліматичних зон Америки. В. Ольгі також стверджував, що для Фенікса та подібних районів кут 25 градусів на схід від півдня є оптимальним, а від середини півдня до 35 градусів на схід також є прийнятним. Додатковим аспектом дослідження стало визначення того, що вісь довжини будівлі повинна бути протилежною до цього кута, на відміну від ширини [2].

Співвідношення оптимальних розмірів будівлі в різних кліматичних умовах. В архітектурному проєктуванні Ірану форма та розміри будівлі значною мірою визначаються кліматичними умовами. Холодне повітря сприяє стисненню будівлі, тоді як висока інтенсивність сонячного випромінювання вимагає витягнутої форми вздовж осі схід-захід. Квадратний план вважається найбільш оптимальним, оскільки він дозволяє мінімізувати площу зовнішньої поверхні при максимальному об'ємі. Це характерно для старих будівель з малими вікнами, що обмежує проникнення сонячного світла, а отже, зменшуються теплові втрати.

У контексті інсоляції, тобто мінімального часу освітлення приміщень сонячним світлом, це поняття є ключовим у проєктуванні. У південних регіонах Ірану проблема перегріву через надмірну сонячну радіацію є важливою, тоді як у північних районах, особливо в помірному та вологому кліматі, взимку бракує природного світла. Оптимізація інсоляції необхідна для забезпечення комфорту та зменшення витрат на штучне освітлення. У північних регіонах слід

максимізувати проникнення світла, тоді як у південних — зменшувати перегрів через тіньові конструкції та природну вентиляцію.

Співвідношення тепла, отриманого та втраченого будівлями в різних кліматичних умовах Ірану, можна порівняти між собою. Оптимальні архітектурні рішення для шкільних будівель також залежать від конкретної кліматичної зони.

I. *Холодний клімат.* Будівля повинна бути компактною, з квадратним планом. Найкращою формою є двоповерховий куб, оскільки він забезпечує найкращий контроль теплових процесів всередині будівлі взимку.

II. *Помірний і вологий клімат.* В таких зонах будівля повинна розміщуватися по осі схід-захід. Вільні, навіть хрестоподібні форми будівель також є прийнятними, оскільки вони сприяють ефективному використанню природної вентиляції та світла.

III. *Жаркий і сухий клімат.* Будівля має бути витягнута вздовж осі схід-захід, але її форма повинна адаптуватися до специфічних літніх умов. Оптимальною є кубоподібна форма, однак часткове відкриття внутрішнього простору будівлі, яке забезпечує створення тіні за допомогою стін, дерев та рослинності, а також охолодження повітря завдяки випаровуванню поверхневої води (ставків і фонтанів), дозволяє значно поліпшити комфортні умови всередині приміщення.

IV. *Жаркий і вологий клімат.* Будівля повинна бути витягнутою у формі прямокутного паралелепіпеда по осі схід-захід. У таких кліматичних умовах будівля повинна бути повністю затіненою, а її план може бути відкритим і вільним для максимальної природної вентиляції (Рис. 2. А).

Оптимальна форма будівлі для забезпечення енергоефективності у різних кліматичних умовах залежить від впливу кліматичних факторів і специфічних вимог кожного регіону. Дослідження показують, що збільшення об'єму будівлі зменшує негативний вплив кліматичних умов, але цей ефект найбільш помітний у холодних та жарких і сухих регіонах. У жарких і вологих регіонах вплив форми не є настільки критичним, проте правильне розташування і форма будівлі все одно мають важливе значення, а саме:

I. *Холодні регіони.* У цих районах рекомендується використовувати компактні та замкнуті форми будівель, які мінімізують втрати тепла. Кубоподібні будівлі зблоковані задніми фасадами одна до одної вздовж осі північ-південь, є найоптимальнішими. Багатоповерхові будівлі також підходять для цих регіонів.

II. *Помірні та вологі регіони.* У цих регіонах архітектори мають більше свободи у виборі форми, проте оптимальним є розташування будівель уздовж осі схід-захід, що дозволяє краще використовувати природні кліматичні умови.

III. *Жаркі і сухі регіони.* Для цих регіонів підходять відкриті форми з центральними дворами, які забезпечують природну вентиляцію та затінення. Кубоподібні будівлі або більш подовжені, де північно-південна сторона більша за східно-західну, є найбільш ефективними. Висотні будівлі краще підходять, ніж малоповерхові, оскільки вони зменшують площу впливу сонячного випромінювання.

IV. *Жаркі і вологі регіони.* У таких регіонах найбільш ефективними є витягнуті форми будівель уздовж осі схід-захід. Подовження будівлі в цьому напрямку дозволяє мінімізувати нагрівання від сонячного випромінювання та покращити вентиляцію. (Рис. 2. Б). [3].

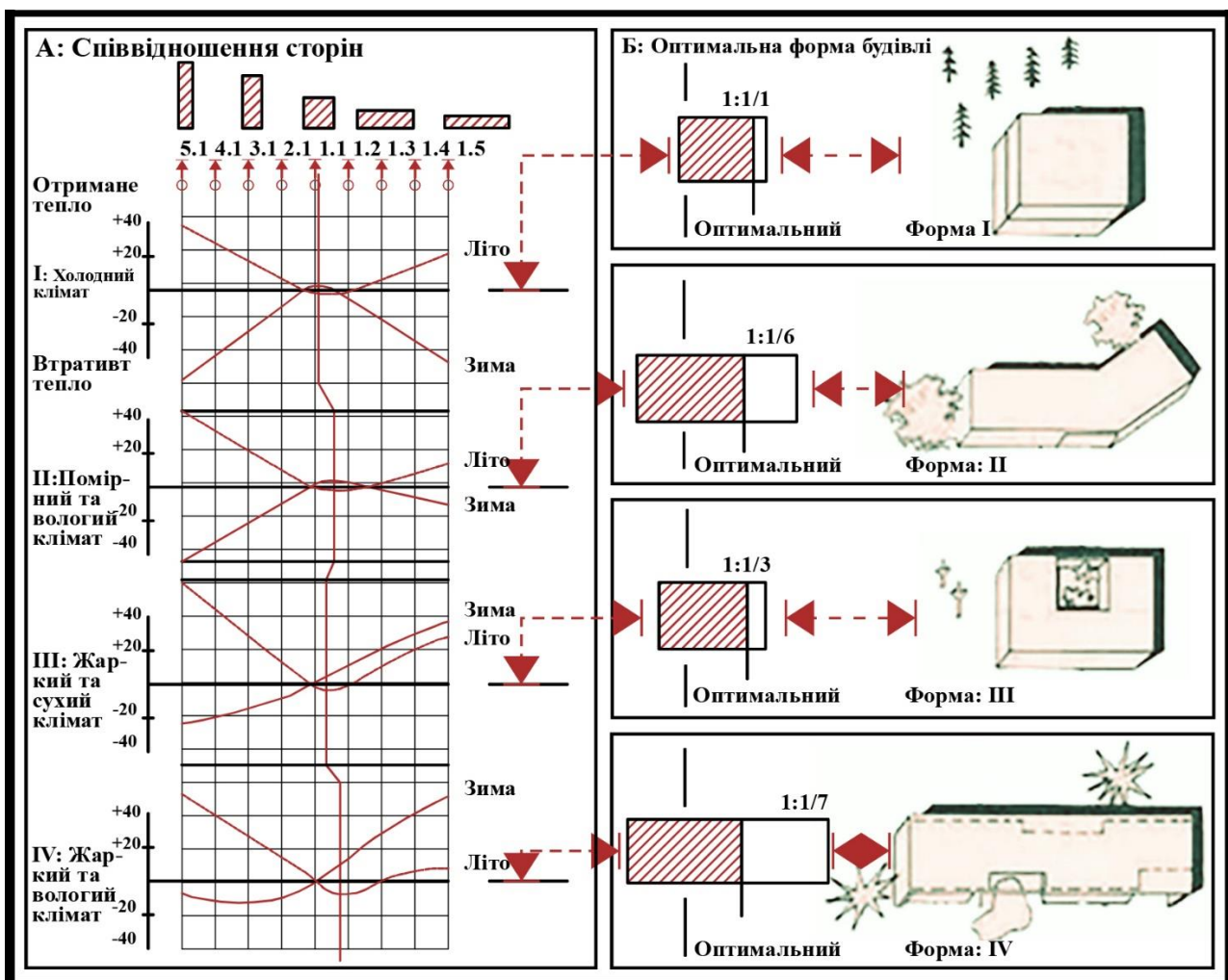


Рис. 2. А – Співвідношення сторін; Б – Оптимальна форма будівлі [3].

Положення сонця в будь-якому регіоні та в будь-який час може бути визначено двома кутами: кутом випромінювання та напрямком випромінювання. Кут випромінювання — це кут між напрямком сонячних променів і

горизонтальною поверхнею. Напрямок випромінювання — це кут між проекцією сонячних променів на горизонтальну площину та напрямком на справжню північ. Добові та річні зміни цих кутів залежать від широти місцевості. Іншими важливими факторами, що впливають на визначення кута та напрямку випромінювання, є географічна широта та обраний час спостереження.

Сонцезахист і забезпечення тіні. Значення та необхідність тіні залежать від клімату, будь то жаркий, холодний чи помірний. Урахування напрямку руху тіні, створюваної будівлями, деревами та іншими елементами на ділянці впродовж дня, є важливим аспектом кліматичного проектування. У регіонах із жарким кліматом метою проектування є мінімізація впливу сонячного світла через організацію сонцезахисту та створення тіньових зон на будівлях і вікнах для покращення кондиціонування повітря, охолодження та зниження енергетичних витрат. У холодних районах, а також взимку в регіонах із помірним кліматом, необхідно уникати надмірного затінення від дерев і будівель, що може перешкоджати доступу сонячного світла, знижуючи ефективність природного освітлення та обігріву [3].

Дослідження орієнтації на прикладі школи міста Тебріз з врахуванням ефективності сонячної енергії. Напрямок та розташування будівлі є ключовими факторами, що впливають на організацію відкритих просторів та зв'язок між основними приміщеннями, такими як класні кімнати, та шкільним подвір'ям. У холодному кліматі найефективнішим є орієнтування будівлі вздовж осі схід-захід, що забезпечує максимальне використання сонячної енергії. Довжина будівлі має відповідати цьому напрямку, а ширина — осі північ-південь. Згідно з кліматичним календарем міста Тебріз, оптимальна орієнтація будівлі має бути з нахилом приблизно на 10 градусів на південний схід.

Якщо розглядати температуру 21°C як ключовий показник комфорту та співставити її з потребами освітленості та затінення в місті Тебріз, то, базуючись на його географічній широті 38 градусів північної широти, можна виділити три основні діапазони руху сонця:

1. Постійне сонячне світло протягом найспекотнішого та найхолоднішого періоду.
2. Потреба у тіні в певні сезони року.
3. Потреба в сонячному світлі під час найспекотніших і найхолодніших місяців.

Ці три діапазони дозволяють визначити бажану орієнтацію будівлі для оптимального використання сонячної енергії. Оптимальне перекриття сонячного шляху та тіней показує, що найбільш ефективною орієнтацією є 10 градусів на південний схід. Така орієнтація дозволяє досягти максимального комфорту та

енергоефективності шкільних будівель у цьому кліматичному регіоні [13] (Рис.3.А).

Важливим аспектом при проектуванні шкільних будівель є створення двох основних елементів: закритих та відкритих просторів. Закриті елементи, такі як класні кімнати та інші навчальні приміщення, функціонують як ключові просторові компоненти будівлі. Водночас відкриті просторові елементи, зокрема шкільне подвір'я та елементи благоустрою, відіграють важливу роль у взаємодії з природними елементами, такими як сонячне світло. Розташування класних кімнат у будівлі має відповідати ефективному використанню енергії сонця, тоді як спосіб поділу відкритих просторів, зокрема шкільного подвір'я, суттєво впливає на загальну продуктивність використання. В аналізованих школах було виявлено три різні підходи до дизайну цих елементів.

У школах Фірдоусі, Шахід Мадані, Парваз і Мулла Садра будівлі мають замкнуту форму, що призводить до поділу відкритого простору на дві або більше частин. Кожен із цих дворів використовується для певних цілей, виходячи з його площі, орієнтації та розташування. Такий підхід до проектування сприяє більш раціональному використанню шкільного простору та забезпечує оптимальні умови для навчання та відпочинку учнів у різних частинах шкільного подвір'я. (Рис. 3. В та Д).

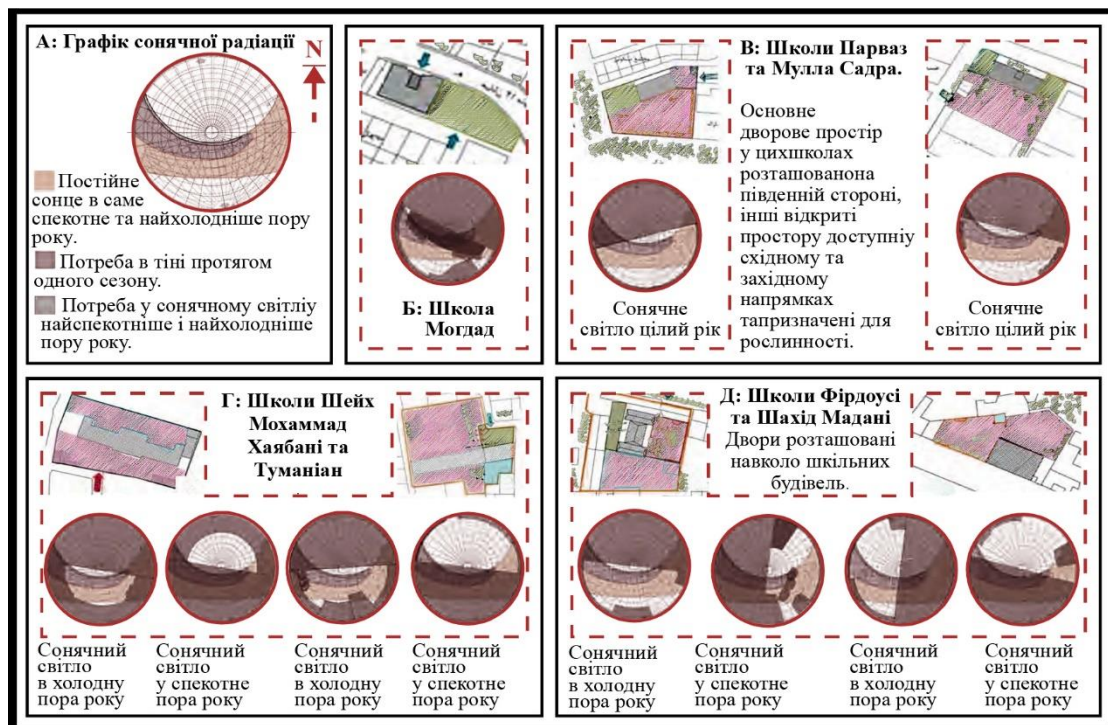


Рис. 3. А – Графік сонячної радіації; Б, В, Г и Д – Схема кута сонячного світла разом із кількістю тіні в деяких школах міста Тебріз. [13].

У другому типі, як у школах Шейха Мохаммада Хаябані та Туманії, будівля школи поділяє відкритий простір на дві окремі частини. Класні кімнати в цьому випадку мають візуальний зв'язок із північним і південним дворами. Такий поділ подвір'я та поєднання відкритого і закритого простору оцінюється позитивно, оскільки він створює різноманітні зони у дворі, кожна з яких має власні характеристики та функціональні можливості, що сприяє оптимальному використанню простору та покращенню умов для учнів (Рис. 3. Г).

У третьому типі, як у школі Могдад, закриті приміщення розташовані в кутах ділянки, що призводить до того, що весь відкритий простір використовується для різних видів діяльності школи. Це є небажаним рішенням, оскільки такий великий відкритий простір не забезпечує достатнього комфорту для учнів. Для покращення умов краще організувати кілька невеликих дворів із можливістю потрапляння природного світла через південні та східні фасади. Це дозволить краще контролювати рівень освітлення та створити комфортніші зони для різних видів діяльності [14, 15]. (Рис. 3. Б).

Висновки. Енергоефективність кліматичних ресурсів в архітектурному проєктуванні є однією з ключових наукових проблем сучасності. Кліматичне різноманіття Ірану сприяло формуванню класифікацій клімату, що протягом тривалого часу використовувалися для гармонізації з принципами архітектурного проєктування, мінімізуючи енергетичні втрати.

Із розвитком суспільства зростали розміри шкільних будівель і, відповідно, збільшувалися потреби в опаленні та енергоресурсах. Використання нових матеріалів і сучасних технологій у будівництві додало нові виклики. Ефективне архітектурне проєктування шкільних будівель для оптимізації енергії потребує глибокого розуміння традиційних методів проєктування, регіональних кліматичних умов, а також знань у сфері енергозбереження. Без аналізу цих факторів неможливо розробити ефективні рішення.

В роботі були визначено ряд принципів особливостей орієнтації будівель шкіл в Ірані, а саме:

1. Орієнтація будівель таким чином, щоб максимально ефективно використовувати сонячну енергію та природне освітлення в різних кліматичних зонах.
2. Переважна орієнтація будівель уздовж осі схід-захід, що сприяє мінімізації енергетичних втрат у жарких і сухих районах.
3. Компактні та кубічні форми будівель у холодних регіонах дозволяють ефективніше зберігати тепло та захищати будівлі від холодних вітрів.
4. У спекотних і вологих регіонах особлива увага приділяється вентиляції та використанню відкритих внутрішніх дворів для природного охолодження.

Сталі та «зелені» школи є результатом подібних досліджень. Енергоефективність у шкільних будівлях через архітектурний дизайн стає критично важливою для всіх міських районів. Застосування сталих методів архітектурного проектування, що враховують кліматичні умови та енергоефективність, може забезпечити створення шкіл з мінімальними витратами енергії.

Список літератури:

1. Пірнія Мохаммад Карім, Мемариан Голам Хоссейн. Знайомство з ісламською архітектурою Ірану. Тегран: Сорущ, 2015. 37 с. (перською)
2. Хошіарі Мохаммад Мехді, Пурнадрі Хоссейн. Аналіз та огляд теорії Пірнія про руну Ісфахані в просторі міська та традиційна архітектура Ісфахана. Науковий журнал. Тегран: Міністерство науки, 2014. 56, 58 с. URL: <https://ensani.ir/fa/article/488245/-/تحليل-و-بررسی-نظریه-بیرنیا-درباره-رون-اصفهان-در-فضای-شهری-و-معماری-سنتی-اصفهان> (дата звернення 10.09.2024) (перською)
3. Шуджаей Ашкан, Насрі Сара. Дослідження впливу затінення будівель на використання сонячної енергії. Міжнародна конференція з цивільного будівництва. Ірану. Табриз: 2015. 2, 5, 6 с. URL: <https://civilica.com/doc/447980/> (дата звернення 11.09.2024) (перською)
4. Пірнія Мохаммад Карім, Мемариан Голам Хоссейн. Іранська архітектурна стилістика. Тегран: Сорущ, 2015. 37 с. (перською)
5. Омраніпура Алі. Ісламське мистецтво та архітектура Ірану. Тегеран: Організація цивільного та міського оновлення, 2014. 47 с. (перською)
6. Кабадіана Вахід. Кліматичний огляд традиційних будівель Ірану. Тегеран: Організація цивільного та міського оновлення, 2013. 33 с. (перською)
7. Мофіді Шемірані, Маджід Газі, Джахані Махса. Емпіричні принципи проектування стійких будівель для Пустельних районів. Іран: Ідентичність міста, 2017. 84, 79, 12 с. (перською)
8. Тахбаз Мансуре. Метод аналізу метеорологічної статистики для проектування архітектури, сумісної з кліматом. Тегран: Журнал Образотворче мистецтво, 2009. 38 N. (перською)
9. Гафарі Алі. Моделювання початкових шкіл і навчальних закладів для жаркого та вологого клімату та холодного клімату. Технічний офіс Університету Шахіда Бехешті: Організація ремонту, розвитку та обладнання шкіл Ірану, 2011. 12 с. (перською)
10. Файзі Алі та співавт. Складання правил і критеріїв оформлення ландшафту відкритого майданчика початкової школи. Тегран: Організація ремонту, розвитку та обладнання шкіл Ірану, 2010. 55 с. (перською)
11. Касмаї Мортези. Клімат і архітектура. Хак, 2002. 34 с. (перською)

12. Казі Махалех Мохаммаді Маджида. Правила та критерії проектування освітніх просторів. Тегеранська організація з ремонту шкіл, 2007. 22 с. (перською)

13. Самадпур Шахрак Махса, Тахбаз Мансура. Перегляд відкритого простору шкіл у холодному кліматі (приклад: місто Тебріз). Науковий журнал: Пияий 2016. 50 до 53 с. (перською)

14. Іранська метеорологічна організація. NIVAR. Journal of Meteorological Organization. DOR: <https://dorl.net/dor/20.1001.1.17350565.1339.1.12.5.6>, URL: https://nivar.irimo.ir/article_55969.html (дата звернення 12.09.2024) (перською)

15. Ostadi, E., Jahaanbakhsh, S., RezaeiBanafsheh, M., Khorshiddoust, A. M., Rostamzadeh, H. Projecting precipitation in Northwest Iran based on CMIP6. Journal of Climate Research, 2024; 1402(56): 1-14. URL: https://clima.irimo.ir/article_187666.html (in Persian)

References

1. Pirnia, Mohammad Karim, Memarian, Gholam Hossain. (2015). Acquaintance with the Islamic architecture of Iran. Tehran: Soroush, 37 p. (in Persian)
2. Hoshiari, Mohammad Mehdi, Poornadri, Hossain. (2014). An analysis and review of Pirnia's theory of the Isfahan rune in the space of the urban and traditional architecture of Isfahan. Scientific journal. Tehran: Ministry of Science, 56, 58 p. URL: <https://ensani.ir/fa/article/488245/-تحليل-و-بررسی-نازریه-پیرنیا-در-بار-ه-رون-اصفهان-در-فضای-شهری-و-معماری-سنتی-اسفهان> (date of reference 10.09. 2024) (in Persian)
3. Shujaei, Ashkan, Nasri, Sara. (2015). Study of the effect of shading of buildings on the use of solar energy. International Conference on Civil Engineering. Iran Tabriz: 2, 5, 6 p. URL: <https://civilica.com/doc/447980/> (access date 11.09.2024) (in Persian)
4. Pirnia, Mohammad Karim, Memarian, Gholam Hossain. (2015). Iranian architectural style. Tehran: Soroush, 37 p. (in Persian)
5. Omranipura, Ali. (2014). Islamic Art and Architecture of Iran. Tehran: Civil and Urban Renewal Organization, 47 c. (in Persian)
6. Kabadiana, Vahid. (2013). Climatic survey of traditional buildings of Iran. Tehran: Civil and Urban Renewal Organization, 2013. 33 p. (in Persian)
7. Mofidi, Shemirani, Majid, Ghazi, Jahani, Mahsa. (2017). Empirical Principles of Designing Sustainable Buildings for Desert Areas. Iran: City Identity, 84, 79, 12 p. (in Persian)
8. Tahbaz, Mansure. (2009). A Method for Analyzing Meteorological Statistics for the Design of Climate Compatible Architecture. Tehran: Journal of Fine Arts, 38 N. (in Persian)
9. Ghafari, Ali. (2011). Modeling primary schools and educational institutions for hot and humid climates and cold climates. Technical Office of Shahid Beheshti

University: Iran School Repair, Development and Equipment Organization, 12 p. (in Persian)

10. Faizi, Ali et al. (2010). Compilation of rules and criteria for the design of the landscape of the open playground of the primary school. Tehran: Iran School Repair, Development and Equipment Organization, 55 c. (in Persian)

11. Kasmai, Morteza. (2002). Climate and architecture. Hack, 34 p. (in Persian)

12. Kazi, Mahaleh Mohammadi Majida. (2007). Rules and criteria for designing educational spaces. Tehran School Repair Organization, 22 p. (in Persian)

13. Samadpur, Shahrak Mahsa, Tahbaz, Mansura. (2016). Viewing the open space of schools in a cold climate (example: the city of Tabriz). Scientific journal: Piyay, 50 to 53 p. (in Persian)

14. Iran Meteorological Organization. NIVAR. Journal of Meteorological Organization. DOR: <https://dorl.net/dor/20.1001.1.17350565.1339.1.12.5.6>, URL: https://nivar.irimo.ir/article_55969.html (access date 12.09.2024) (in Persian)

15. Ostadi, E., Jahaanbakhsh, S., RezaeiBanafsheh, M., Khorshiddoust, A. M., & Rostamzadeh, H. (2024). Projecting precipitation in Northwest Iran based on CMIP6. Journal of Climate Research, 1402(56), 1-14. URL: https://clima.irimo.ir/article_187666.html (in Persian)

Annotation

Ali Emamianfar, Ph.D. of Architecture, Associate Professor of the Department of Design, Kyiv National University of Construction and Architecture.

Yuliia Tretiak, Doctor of Sciences of Architecture, Professor, Head of the Department of Design, Kyiv National University of Construction and Architecture

Raddamila Kosarevska, Candidate of Sciences (comparable to the academic degree of Doctor of Philosophy, Ph.D.) of architecture, Docent, Associate Professor of the Department of Design, Kyiv National University of Construction and Architecture.

Oriental Features of School Buildings in Iran by Cardinal Directions in Terms of Their Energy Efficiency

This article examines the orientation of school buildings in Iran from an energy efficiency perspective. It analyzes traditional approaches to building orientation in Iran, considering their impact on energy consumption, and provides examples of contemporary international approaches to this issue. The study evaluates the climatic characteristics of Iran's four main zones to determine the optimal orientation and length of school buildings in each region. Special attention is given to the heating requirements of the buildings and the identification of the most efficient building forms for each climate zone. The influence of solar radiation intensity on the architecture of school buildings and their spaces is also analyzed to optimize the use of natural energy and enhance energy efficiency.

Using the example of schools in the cold climate of Iran, particularly in the city of Tabriz, the article calculates the amount of solar energy reaching both the courtyards and the indoor learning spaces. The study emphasizes the importance of energy efficiency based on climatic conditions and proposes architectural design solutions that promote energy conservation in school buildings. Additionally, it explores how integrating these design principles can lead to more sustainable and climate-adapted educational spaces.

Energy efficiency in architectural design, based on climatic resources, is one of the key scientific challenges of modern times. The climatic diversity of Iran has contributed to the development of climate classifications that have long been used to harmonize with architectural design principles, minimizing energy losses.

As society has developed, the size of school buildings has increased, and consequently, the demand for heating and energy resources has grown. The use of new materials and modern construction technologies has introduced additional challenges. Effective architectural design of school buildings for energy optimization requires a deep understanding of traditional design methods, regional climatic conditions, and expertise in energy conservation. Without analyzing these factors, it is impossible to develop effective solutions.

Keywords: cardinal orientation; insolation; climate; design methods; school building architecture; building form and placement; classroom; schoolyard.