

DOI: 10.32347/2786-7269.2024.8.18-34

УДК 728/747

доктор філософії **Емамیانфар Алі**,  
emamianfar.al@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-2729-3590,  
доктор архітектури, професор **Третяк Ю.В.**,  
tretiak.iuv@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-7537-5929  
кандидат архітектури, доцент **Косаревська Р.О.**,  
kosarevska.ro@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-1076-0364,  
Київського національного університету будівництва і архітектури

## **ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЧИННИКІВ НА ФОРМУВАННЯ АРХІТЕКТУРНОГО СЕРЕДОВИЩА НАВЧАЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ ІРАНУ**

*Висвітлюється комплексний підхід до архітектурного проектування шкільних будівель в Ірані, з акцентом на кліматичні особливості холодних і вологих регіонів. Особливу увагу приділено помірним і холодним вологим зонам, розташованим переважно на півночі та заході країни, включаючи узбережжя Каспійського моря та гірський масив Альборз.*

*У фокусі дослідження – аналіз архітектурних особливостей, адаптованих до специфіки клімату цих регіонів, таких як орієнтація будівлі, системи кондиціонування, освітлення класів, використання рослинності для створення затінення, а також особливості форми, дизайну інтер'єру і вибір матеріалів. Окрема увага приділяється енергоефективності шкільних будівель, оскільки школи є значними споживачами енергії, включаючи електрику, воду та газ. Архітектурні рішення, засновані на глибокому розумінні кліматичних умов, можуть значно покращити енергоефективність шкіл, зменшити споживання палива і сприяти створенню комфортного та здорового навчального середовища.*

*У статті підкреслюється важливість інтегрованого підходу до архітектурного проектування, який враховує кліматичні особливості для підвищення енергоефективності та створення оптимальних умов для навчання та розвитку учнів у школах холодних і вологих районів Ірану.*

*Ключові слова: архітектурне середовище; клімат; навчальна будівля; орієнтація; світло; вікна; похилі дахи, будівельні матеріали; форма плану та будівлі.*

**Постановка проблеми.** Через холодні та вологі кліматичні умови архітектурне проектування навчальних будівель в Ірані стикається з комплексом викликів, пов'язаних із забезпеченням термічного комфорту та

оптимального енергетичного балансу. Первинними серед цих проблем є необхідність захисту будівель від дощу та ефективного управління тепловими потоками для запобігання втратам тепла в холодні періоди та надмірному нагріванню внутрішніх просторів під час спеки. Ця проблематика посилюється обмеженою доступністю сонячної енергії через хмарність, особливо в зимові місяці, що зумовлює підвищену залежність від штучних джерел опалення, а також необхідність розроблення альтернативних стратегій енергозабезпечення.

Додатковим аспектом є висока вологість повітря, зокрема протягом спекотних місяців, що ставить перед проєктувальниками завдання інтеграції ефективних систем вентиляції та кондиціонування для регулювання теплового режиму та вологості в аудиторіях. Вирішення цих завдань вимагає впровадження комплексних інженерних та архітектурних рішень, спрямованих на створення енергоефективного, екологічно сталого та комфортного навчального середовища.

Таким чином, ключовою проблемою є розробка та реалізація новаторських методів у сфері архітектурного проєктування та управління енергетичними ресурсами для шкільних будівель у холодному та вологому кліматі. Це спрямовано на зниження енергоспоживання та забезпечення більшого комфорту приміщень для навчання.

**Актуальність даної теми** полягає у необхідності розробки архітектурних рішень, що оптимально враховують кліматичні особливості холодних і вологих регіонів, зокрема на півночі і заході Ірану, для забезпечення енергоефективності шкільних будівель. Розуміння взаємозв'язку між кліматом і архітектурою відіграє вирішальну роль у формуванні енергетично сталого та комфортного навчального середовища. Основні аспекти, які слід врахувати, включають: адаптацію орієнтації будівлі для максимального використання сонячної енергії; оптимізацію форми та планування будівлі відповідно до кліматичних умов регіону; стратегічне розміщення внутрішніх просторів для ефективного використання природного світла та тепла; проєктування дахів та віконних отворів, що відповідають кліматичним особливостям регіону; а також створення сонцезахисних та вітрозахисних елементів за допомогою архітектурних рішень.

Ці змінні тісно пов'язані між собою та мають істотний вплив на ефективність енергоспоживання та створення оптимальних умов для навчання. Таким чином, глибоке розуміння та втілення цих компонентів у практику архітектурного проєктування є критично важливими для реалізації цілей енергоефективності та створення якісного освітнього простору в школах, розташованих у холодних та вологих кліматичних умовах.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** В останні роки багато уваги в наукових працях зосереджено на кліматично-адаптованих архітектурних підходах у Ірані, проте дослідження, що стосуються архітектури освітніх просторів, часто розпорошені та різноманітно класифіковані. Серед значного спектра робіт, що розглядають кліматичні аспекти архітектурного проектування в Ірані, можна виділити дві ключові публікації: «Клімат і архітектура» (2002) Касмаї Мортези [1], де зосереджено увагу на загальних засадах адаптації архітектури до кліматичних умов, та «Критерії для проектування освітніх просторів» (2007) Казі Махалех Мохаммаді Маджида [2], що забезпечує специфічний аналіз та напрямки для розробки ефективних освітніх просторів в умовах місцевого клімату.

Джерела, в яких згадується історія іранської кліматичної архітектури: «Мова ґрунту та глини в традиційній іранській архітектурі» (2013) Вазірі Саїд [3], «Огляд історії Варамінського мистецтва та архітектури» (2018) Кодхода Навід [4], «Народне мистецтво в сучасній архітектурі» (2019) Шабані Касбахі Роксана [5], «Ісламське мистецтво XIX століття» (2017) Хабібі Афратахті Масуме [6], «Реставрація будівель» (2017) Фатемі Ельхам [7], «Значення в архітектурі» (2017) Малекі Черквані Мортеза [8], «Архітектура та ідентичність: дослідження архітектури в ісламських культурах» (2022) Нік Фарджам Мехді, Шаріат Рад Фархад [9].

У деяких новітніх виданнях обговорюється взаємодія між кліматичними умовами та енергоспоживанням: «Здорова стійка архітектура та методи економії в будівлях» (2018) Малекі Черквані Мортеза та Ахмаді Маджед Неда [10], «Розумні будівлі: крок у створенні розумних міст» (2020) Тайбі Мохаммад [11], «Архітектурне прочитання простору» (2021) Расулпур Хеджір [12], «Про сучасну архітектуру в іранському стилі можна згадати на думку світових експертів» (2014) Модждехі Мехді [13].

Отже, у цій роботі аналізуються існуючі дослідження про взаємозв'язок між кліматом і енергоспоживанням у шкільних будівлях, засновані на зазначених джерелах.

**Метою даної статті** є дослідження архітектурних рішень, спрямованих на підвищення енергоефективності шкільних будівель в умовах холодного та вологого клімату. Аналіз наукових та теоретичних джерел слугує основою для розуміння та розробки архітектурних проєктів освітніх закладів, з акцентом на впровадження енергоефективних рішень, враховуючи кліматичні умови регіону. У рамках дослідження аналізуються різноманітні кліматичні параметри, такі як інтенсивність вітру, частота опадів, рівень вологості, кількість сонячного освітлення, а також розглядаються існуючі стандарти у

сфері проєктування шкільної архітектури, що впливають на енергоефективність будівель.

**Методи.** У дослідженні застосовується комплексний підхід до аналізу історичної архітектури Ірану з подальшим застосуванням цих принципів для сучасного проєктування простору у шкільних установах. Методика базується на використанні як загальноприйнятих наукових, так і міждисциплінарних методологіях, включаючи системний аналіз, метод абстракції та конкретизації, ідеалізацію, метод умовних експериментів та формалізацію. Додатково, застосовуються методи порівняльного аналізу, синтезу тощо. В практичній площині дослідження використовуються такі методики, як польові обстеження, фотофіксація, а також аналогове проєктування та графоаналітичний метод, що дозволяє втілити теоретичні знання в практичні архітектурні рішення.

### **Виклад основного матеріалу.**

При розташуванні будівлі *в помірному та вологому кліматі*, особливу увагу слід приділяти оптимізації отримання сонячної енергії, що є доцільним у діапазоні орієнтації від 15 градусів західної до 30 градусів східної довготи. Ця рекомендація базується на кліматичних особливостях регіону між Каспійським морем та гірським масивом Альборз, де високий рівень вологості повітря та значна кількість опадів протягом року визначають специфіку місцевого клімату.

Значні річні обсяги опадів, а також їх розподіл протягом усього року вимагають особливого підходу до проєктування дахів будівель. Рекомендується проєктувати похилі дахи з достатнім кутом нахилу, щоб забезпечити ефективний стік води. Крім того, передбачається захисний козирок (піддашок) навколо периметру будівлі, що дозволить даху виконувати функцію «парасольки» для зовнішніх стін, забезпечуючи додатковий захист від опадів. Таке рішення не тільки сприятиме збереженню стійкості зовнішніх оболонок будівлі до впливу опадів, але й зменшить ризики проникнення вологи всередину приміщень, забезпечуючи більший комфорт для користувачів та довговічність самої будівлі.

Врахування взаємодії об'єму будівлі з навколишнім середовищем є ключовим аспектом екологічно орієнтованого проєктування, особливо в контексті захисту від негативних кліматичних впливів. Використання зеленого покриття дозволяє мінімізувати вплив шкідливих зимових вітрів та сприяє збереженню природного мікроклімату навколо будівлі. Стіни західного фасаду, що вимагають особливого підходу до проєктування через відсутність отворів, повинні бути додатково захищені від проникнення вологи за допомогою вологоізоляційних матеріалів.

Для захисту входу від згубних зимових вітрів рекомендується використовувати конструктивні рішення, такі як сітчасті стіни, рослинні бар'єри або спрямовувати вхід у протилежну від вітру сторону. Такі рішення не тільки підвищують комфорт внутрішнього середовища, але й знижують енергетичні витрати на обігрів. Крім того, уникнення розміщення вікон та інших отворів на західному фасаді запобігає не лише надмірному проникненню холодних вітрів, а й обмежує доступ до прямих сонячних променів та злив, спрямованих західним напрямком. Також важливо уникати створення напіввідкритих просторів, де може накопичуватися гаряче та вологе повітря, що веде до погіршення теплового комфорту всередині будівлі. [14]

При проєктуванні віконних прорізів у кліматичних умовах, що характеризуються значною зміною температур та високою освітленістю, основна увага повинна приділятися регулюванню світлового потоку та температурного комфорту в інтер'єрах. Це досягається за рахунок створення ефективного повітряного обміну та оптимізації вентиляції внутрішніх просторів, а також раціональної заміни повітря в приміщенні. Рекомендується проєктувати вікна, які можуть бути повністю відкриті для максимізації природного освітлення та вентиляції, однак важливо, щоб їх загальна площа не перевищувала 40% площі фасаду будівлі або 20% площі окремого класного приміщення. Це дозволяє збалансувати потребу в природному світлі з необхідністю уникнути надмірного нагрівання від сонця. Крім того, для захисту вікон від атмосферних опадів та зменшення сонячного нагрівання приміщень влітку, використовуються дахові виступи та навіси. Ці конструктивні елементи не лише забезпечують захист від дощу, але й створюють необхідні умови для формування тіні на віконних прорізах під час спекотних літніх місяців, тим самим сприяючи підтримці комфортного мікроклімату всередині будівлі. Таким чином, правильне проєктування вікон та вибір їх розміру та розташування відіграє важливу роль у забезпеченні оптимальних умов освітлення та теплового комфорту в освітніх просторах, водночас мінімізуючи вплив зовнішніх кліматичних факторів.

Вибір будівельних матеріалів та колір зовнішніх поверхонь також має вирішальне значення для забезпечення довговічності та енергоефективності будівель в умовах, де висока вологість повітря та значні річні обсяги опадів ставлять під загрозу структурну цілісність та термічний комфорт. У таких кліматичних умовах важливим є застосування водостійких матеріалів для конструкції дахів і зовнішніх стін, які забезпечують ефективний захист від проникнення вологи. (рис.1)

Матеріали, що використані для внутрішніх стін, повинні характеризуватися низькою теплоісткістю, що дозволяє мінімізувати теплові



втрати та сприятиме швидкому вирівнюванню температури всередині приміщень, наприклад, внаслідок охолодження. У випадках, коли використання матеріалів з низькою теплоємністю неможливе, необхідно забезпечити, щоб поверхні цих стін були оброблені або покриті матеріалами, які відповідають цим вимогам, щоб оптимізувати енергоефективність будівлі.

Колір зовнішніх поверхонь також відіграє значну роль у тепловому режимі будівлі. Світлі кольори відбивають більше сонячного світла, тим самим зменшуючи нагрівання зовнішніх стін та внутрішніх просторів під час спекотних місяців, що важливо для зниження потреби в охолодженні. Вибір кольору зовнішніх поверхонь, таким чином, стає ще одним інструментом для покращення термічного комфорту та зниження енергетичних витрат на утримання оптимальної температури всередині будівлі.

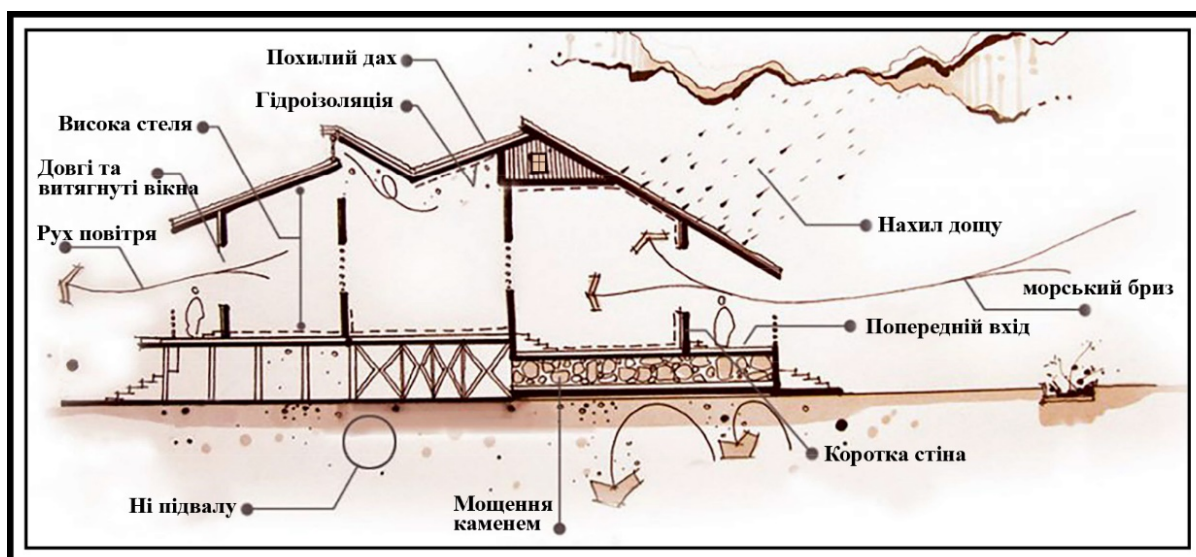


Рис. 1. Кліматичне рішення для архітектури навчальних просторів вологого помірного клімату [14].

Проектування систем вентиляції через вікна в умовах помірного та вологого клімату вимагає ретельного підходу до вибору конструкцій та механізмів відкривання. Ефективне провітрювання внутрішніх просторів може бути досягнуто за допомогою вікон, що відкриваються як у верхній, так і в нижній частині, дозволяючи повітрю циркулювати та легко проникати до приміщень. Такі вікна забезпечують створення конвекційних потоків, що сприяє ефективній заміні внутрішнього повітря. Вентиляційні вікна, розміщені під стелею або в верхній частині стін, є особливо корисними для видалення гарячого повітря, яке накопичується у верхніх зонах приміщень, особливо під дахами. Таке розміщення вікон допомагає уникнути перегрівання просторів та сприяє створенню комфортніших умов.

З урахуванням високої вологості в даному кліматі, критично важливим стає проєктування деталей вікон з метою запобігання конденсації вологи. Використання склопакетів забезпечує додатковий захист від конденсату завдяки їх здатності зберігати тепло і знижувати температурні перепади між внутрішнім та зовнішнім середовищем. Це не лише покращує термічний комфорт всередині приміщень, але й сприяє зниженню енергетичних витрат на обігрів та охолодження (рис. 2).

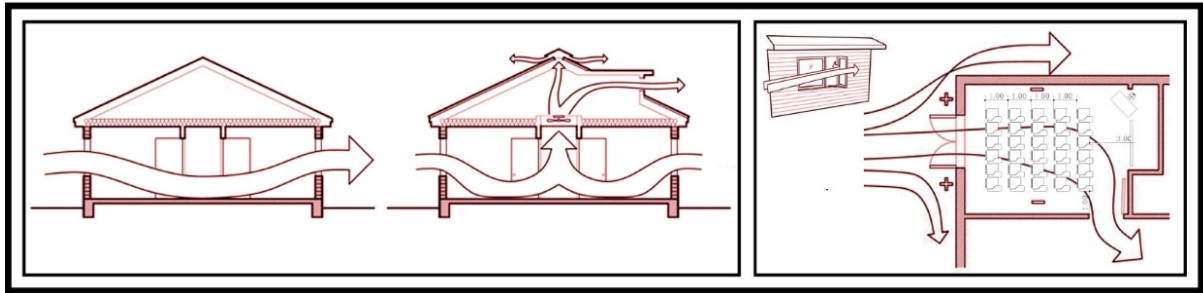


Рис. 2. Схема руху повітря у внутрішніх приміщеннях і шкільних класах для створення вентиляції [15].

У контексті адаптації засобів архітектурного проєктування навчальних закладів до кліматичних особливостей регіону, ключовим аспектом є розробка форми та планування будівель, що сприяють оптимальному використанню природних вітрових потоків, а також ефективному захисту від небажаних метеорологічних впливів, зокрема вітрів, які супроводжуються опадами. Архітектурне рішення, яке передбачає орієнтацію навчальних просторів із урахуванням переважаючих вітрових напрямків, може значно підвищити енергетичну ефективність будівлі та забезпечити кращі умови для навчання і роботи. Одностороння модель розташування класних приміщень, з кімнатами розміщеними на південній стороні та коридорами на північній, визначається як найбільш прийнятна в умовах, де необхідно максимізувати сонячне освітлення і захист від холодних північних вітрів. Таке планування дозволяє ефективно використовувати природне світло та тепло в навчальних зонах, одночасно забезпечуючи захищеність від негативних кліматичних впливів у коридорних зонах, що слугують як теплові буфери між зовнішнім середовищем та внутрішніми просторами [15].

Це підходить до загального принципу енергоефективного проєктування, де архітектурні елементи та орієнтація будівлі уважно підбираються для оптимізації використання природних ресурсів (сонця та вітру) з метою забезпечення термального комфорту, зниження потреби в штучному освітленні та опаленні, а також створення здорового та стимулюючого навчального середовища.

В архітектурному проєктуванні навчальних закладів ефективно розташування різних типів приміщень з урахуванням їх функціонального призначення та взаємодії з природними кліматичними факторами є ключовим для забезпечення енергоефективності будівлі та створення комфортного навчального середовища. Розміщення приміщень другого класу, таких як шафи, складські приміщення та сходові клітки, у безпосередній близькості до зовнішніх стін дозволяє використовувати їх як буферні зони, що мінімізують теплові втрати і сприяють збереженню енергії всередині основних навчальних просторів.

Навчальні приміщення, такі як класні кімнати, оптимально розташовувати з орієнтацією на сонячний бік, щоб максимально використовувати природне світло та тепло. Таке розташування сприяє не тільки зниженню енергетичних витрат на освітлення та опалення, але й створює більш здорове та продуктивне навчальне середовище для учнів та вчителів.

Напіввідкриті простори, розташовані назовні будівлі, слід орієнтувати в напрямку переважаючих вітрів весняного та літнього періодів, щоб сприяти природній вентиляції та охолодженню приміщень. Важливо також передбачити можливість закриття цих просторів або їх адаптацію для забезпечення комфорту в холодніші періоди року та створення безпечних умов для перебування дітей.

Загалом, стратегічне планування й розташування різних типів приміщень у навчальному закладі з використанням принципів пасивної сонячної енергії та ефективної взаємодії з природними кліматичними факторами дозволяє створити енергоефективне та комфортне навчальне середовище, а також сприяє зниженню впливу будівлі на навколишнє середовище.

В контексті архітектурного та екологічного проєктування, вибір розміщення та типу рослинності є важливим аспектом для регулювання мікроклімату внутрішніх та зовнішніх просторів навчальних закладів. Зменшення внутрішньої вологості є однією з ключових задач для забезпечення здорового та комфортного навчального середовища, особливо в регіонах з високою вологістю. Уникнення розміщення горщиків з квітами та іншої рослинності всередині приміщень може сприяти зниженню рівня вологості, оскільки рослини через процес транспірації виділяють вологу в повітря. З іншого боку, зовнішній рослинний покрив біля стін будівель може впливати на тепловий баланс, затримуючи тепло в денний час та перешкоджаючи ефективному нічному випромінюванню та охолодженню стін [16].

В умовах *холодного та гірського клімату* основними кліматичними особливостями виступають екстремально низькі температури протягом зимового періоду, а також більш м'які та придатні для проживання умови



влітку. Така різноманітність температурних режимів протягом року зумовлює значну потребу в системах опалення для забезпечення комфортних умов всередині будівель, особливо в навчальних закладах, де створення оптимального навчального середовища є критично важливим. Специфіка цього клімату передбачає необхідність утримання сталого та ефективного рівня опалення протягом приблизно 7-8 місяців навчального року, що ставить перед проєктувальниками завдання розробити системи опалення, які не лише ефективні з точки зору енергоспоживання, але й адаптовані до екстремальних умов холодного клімату.

Для задоволення цих потреб, важливо впроваджувати комплексний підхід до проєктування та будівництва, який включає використання високоефективних ізоляційних матеріалів, оптимізацію архітектурних форм та орієнтації будівлі для максимального використання природного світла та тепла, а також інтеграцію відновлюваних джерел енергії та сучасних технологій опалення, які можуть сприяти зниженню енергетичних витрат.

Оптимізація орієнтації будівлі є важливим аспектом в архітектурному проєктуванні, зокрема з метою максимізації використання сонячної енергії та мінімізації впливу небажаних кліматичних факторів, таких як холодні вітри. З цією метою, напрямки з південною орієнтацією до 30 градусів східної довготи вважаються найбільш придатними для розташування житлових та активних навчальних просторів завдяки їх здатності до ефективного прийому сонячного світла та тепла. Водночас, напрямки з 30 градусів заходу до півночі визначаються як менш придатні для таких функцій через недостатність сонячного світла та підвищену вразливість до холодних вітрів.

Для оптимізації теплового комфорту та енергетичної ефективності будівель, простори з менш придатною орієнтацією рекомендується використовувати для вторинних функцій, таких як зони обслуговування, зберігання, або ж ці зони можуть бути розташовані під землею або захищені від холодних вітрів сусідніми будівлями.

З точки зору зменшення впливу холодних вітрів, оптимальною є орієнтація головного фасаду будівлі таким чином, щоб кут між напрямком головного фасаду та вектором вітру був менший за 45 градусів, ідеально – менше ніж 22 градуси. Така орієнтація дозволяє мінімізувати охолоджувальний ефект вітру на будівлю, сприяючи збереженню тепла всередині приміщень та зниженню енергетичних витрат на опалення.

У контексті проєктування будівель у холодних і снігових кліматичних умовах, вибір конструкції даху відіграє вирішальну роль у забезпеченні стійкості будівлі до екстремальних погодних умов та оптимізації теплового режиму внутрішніх приміщень. Враховуючи вимоги, пов'язані з високою

вологістю та сніговим навантаженням, необхідно ретельно підходити до вибору типу даху та його конструктивних характеристик. Плоскі дахи можуть бути ефективним рішенням у таких регіонах, за умови їх високої гідроізоляції та стійкості до проникнення вологи. Однак, при проектуванні плоских дахів важливо передбачити правильну систему водовідведення, щоб уникнути накопичення води та формування льоду, що може призвести до пошкодження дахової конструкції. Похилі дахи мають переваги з точки зору ефективного сніговідведення та зменшення ризику накопичення вологи. При виборі кута нахилу похилих дахів слід враховувати такі аспекти, як мінімізація ризику падіння снігових мас та крижин, а також забезпечення оптимального прийому сонячного світла. Для односхилих дахів рекомендований напрямок схилу на південь, що дозволить максимізувати використання сонячної енергії в зимовий період, тоді як для двосхилих дахів оптимальними є східний та західний схили, що сприяє рівномірному розподілу сонячного світла та тепла протягом дня. Отже, кут нахилу даху в ідеалі повинен бути розрахований з урахуванням кута падіння сонячних променів у найкоротший день року, щоб оптимізувати енергоефективність будівлі та забезпечити достатнє освітлення та тепло внутрішніх приміщень в холодні місяці [16].

У процесі проектування будівель з урахуванням енергоефективності та оптимального використання природних ресурсів, особливу увагу необхідно приділити вибору будівельних матеріалів та кольору зовнішніх поверхонь. Матеріали з високою теплоємністю та щільністю, такі як камінь, можуть бути використані в конструкціях стін, стель та підлог для акумуляції сонячної енергії протягом денного часу та поступового її віддавання в нічний період, що сприяє стабілізації температури всередині будівлі. Для забезпечення високого рівня термічного опору таких конструкцій важливо включити додаткові шари теплоізоляції. Ізоляційні матеріали повинні розташовуватися безпосередньо прилягаючими до зовнішньої стіни. В контексті використання місцевих будівельних матеріалів, що можуть мати порівняно низьку теплоізоляційну ефективність, рекомендується покрити внутрішні поверхні стін матеріалами з низькою теплопровідністю, такими як деревостружкові плити або аналогічні, для зниження поглинання внутрішнього тепла конструкцією.

Вибір кольору зовнішніх поверхонь будівлі має бути спрямований на оптимізацію теплового балансу: темні кольори здатні ефективно абсорбувати сонячне випромінювання, сприяючи нагріванню будівлі в холодні періоди. Однак, слід уважно враховувати кліматичні особливості регіону, оскільки в умовах високих літніх температур темні кольори можуть призвести до надмірного нагрівання.

Зменшення втрат енергії також може бути досягнуто за рахунок архітектурних рішень, таких як орієнтація даху для відхилення вітру та мінімізації його безпосереднього контакту зі стінами, а також використання планувальних рішень, що дозволяють максимізувати природне освітлення і водночас забезпечити захист від перегрівання. Відкриті простори навколо будівлі, орієнтовані таким чином, щоб отримувати максимальну кількість сонячного світла протягом дня, сприяють збільшенню використання сонячної енергії для освітлення та пасивного опалення, що є важливим аспектом енергоефективності (рис.3.).

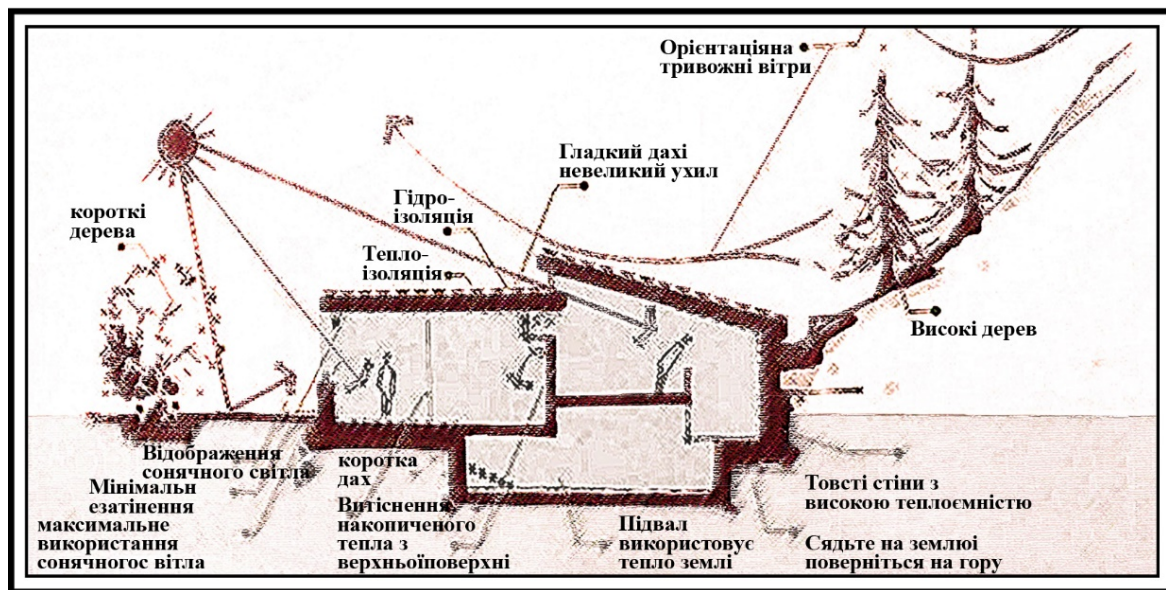


Рис. 3. Кліматичні рішення для архітектури навчального простору холодного клімату [16].

Оптимальний розмір та конструкція віконних прорізів є ключовими факторами в архітектурному проєктуванні для ефективного використання сонячної енергії та забезпечення термічного комфорту внутрішніх просторів. Урахування орієнтації вікон щодо сторін світу дозволяє максимізувати прийом сонячного світла та тепла, особливо в південному напрямку, де довгі віконні прорізи сприяють глибокому проникненню радіації в інтер'єр.

Рекомендований розмір вікон для навчальних приміщень, який становить приблизно 30% площі зовнішніх стін або 15% від загальної площі простору, забезпечує достатнє природне освітлення та використання пасивного сонячного тепла, що важливо для створення здорового навчального середовища та зниження енерговитрат на освітлення та опалення.

В умовах клімату, де переважають теплові умови і висока інсоляція, необхідність у використанні маркіз або інших засобів захисту від сонця може бути мінімальною. Проте, для захисту від атмосферних опадів, таких як дощ, важливо передбачити адекватні навіси або інші конструктивні елементи, що

забезпечують захист вікон та запобігають прямому попаданню води всередину приміщень. Це дозволяє підтримувати комфорт всередині будівель та забезпечує додатковий рівень захисту від зовнішніх кліматичних впливів [17].

Ефективне використання сонячної енергії в архітектурному проектуванні вимагає інтегрованого підходу до планування конструктивних елементів будівлі, зокрема даху та віконних систем. Створення коротких затінених карнизів на краях даху може слугувати ефективним методом для регулювання сонячного випромінювання, що досягає внутрішніх просторів, забезпечуючи захист від прямих сонячних променів у літній період та дозволяючи більш ефективно використовувати пасивне сонячне тепло в холодний час.

Використання скляних елементів у конструкції даху, спрямованих на сонячні ділянки, дозволяє максимізувати збір сонячної енергії, сприяючи природному освітленню та підтримці тепла всередині будівлі. Однак, для забезпечення комфортного мікроклімату влітку та уникнення перегріву приміщень, критично важливо розробити системи провітрювання для скляних дахів. Це може включати в себе як природні вентиляційні рішення, такі як вентиляційні клапани або вікна, що відкриваються, так і механічні системи вентиляції, здатні забезпечувати ефективний обмін повітря та відведення надлишкового тепла (рис.4).

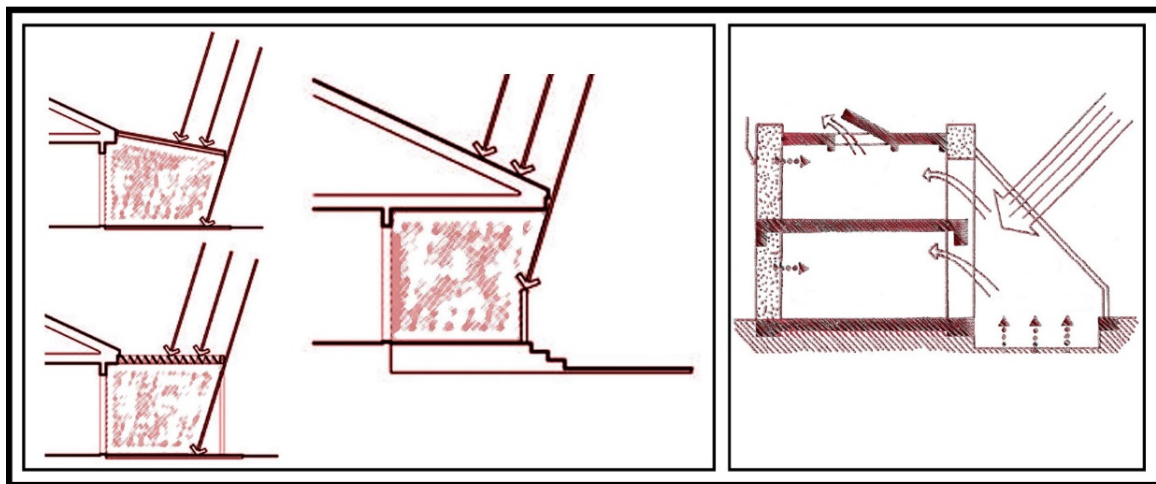


Рис. 4. Методи використання сонячного світла [15, 17].

Інтеграція зелених насаджень у навколишнє середовище будівлі є ефективним способом для покращення мікроклімату та зменшення негативного впливу екстремальних погодних умов. Зелені насадження навколо будівлі можуть суттєво зменшити температурні коливання всередині та навколо неї, створюючи більш комфортні умови протягом усього року. У спекотні місяці зелені насадження, зокрема дерева та кущі, відіграють ключову роль у зменшенні температури повітря в навколишньому середовищі за рахунок тіні та



процесу транспірації, коли рослини випаровують воду, охолоджуючи повітря навколо себе. Це сприяє зниженню потреби в штучному охолодженні будівлі та зменшенню витрат на енергію. У холодні місяці розміщення зелених насаджень може слугувати вітрозахисним бар'єром, зменшуючи вплив холодних вітрів на будівлю та запобігаючи втратам тепла з приміщень. Це особливо ефективно, коли будівля розташована поряд з природними перешкодами, такими як пагорби, які додатково захищають від вітру та використовуються для створення оптимальних умов мікроклімату.

Вибір низькорослих дерев та кущів для зелених насаджень навколо будівлі, а також розміщення будівлі в стратегічно вигідних місцях, як-от поруч із природними пагорбами, дозволяє максимально використовувати кліматичні умови регіону. Такий підхід не лише забезпечує захист від екстремальних температур та вітрів, але й сприяє створенню стійких та екологічно збалансованих будівельних рішень, які оптимізують енергоспоживання та підтримують здорове навколишнє середовище [18] (рис. 5).

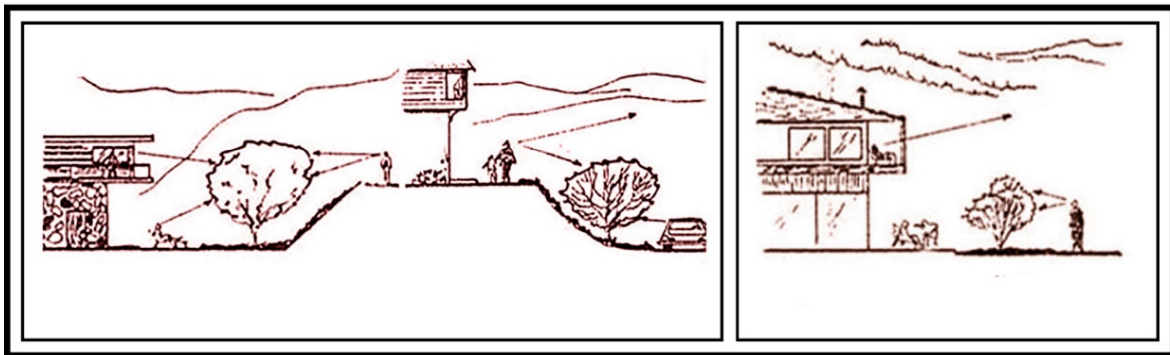


Рис. 5. Спосіб облаштування шкіл у гірській місцевості з рослинністю [18]

**Висновки.** Глибоке розуміння кліматичних умов є фундаментальною передумовою для розробки архітектурних проєктів, особливо в контексті створення енергоефективних шкільних будівель. В Ірані, з його різноманітними кліматичними регіонами, що простягаються від півночі до заходу та південного заходу, особлива увага приділяється адаптації до місцевих особливостей, зокрема до будівництва на схилах місцевості та умов високої вологості. Вологість, хоча й сприяє природному очищенню повітря, однак становить виклик для довговічності будівельних матеріалів через ерозію.

Оптимальна орієнтація шкільних будівель, яка враховує кут сонячного світла та напрямки вітрів та дощу, стає вирішальним аспектом у проєктуванні. Це дозволяє ефективно використовувати природні ресурси для забезпечення достатнього освітлення та тепла в навчальних просторах, одночасно знижуючи потребу в штучному освітленні та опаленні. Традиційна архітектурна практика в Ірані, яка включає організацію шкільної будівлі навколо внутрішнього двору,



відіграє важливу роль у створенні збалансованого відкритого та закритого простору, сприяючи природній вентиляції та забезпеченню свіжого повітря для класних кімнат.

Важливість групових просторів, наприклад, класних кімнат, у шкільній архітектурі підкреслює необхідність оптимального використання природного вентиляційного потенціалу через належне розміщення вікон та вентиляційних отворів. Додаткові архітектурні рішення, спрямовані на покращення енергоефективності та стійкості зовнішнього середовища школи, включають розробку адекватної схеми забудови подвір'я, використання похилих дахів для ефективного водовідведення та застосування ізоляційних рішень для захисту від впливу вітру.

Отже, інтеграція кліматичних даних у процес архітектурного проєктування дозволяє створити навчальні будівлі, які не тільки відповідають освітнім потребам, але й ефективно адаптовані до місцевого клімату, забезпечуючи комфортні умови для учнів та вчителів протягом усього навчального року. Архітектурні рішення, засновані на глибокому розумінні кліматичних умов, сприяють енергозбереженню, знижують експлуатаційні витрати та впливають на екологічну стійкість будівлі. Зокрема, використання інноваційних підходів до вентиляції, теплоізоляції, вибору матеріалів та орієнтації будівлі дозволяє значно покращити тепловий комфорт всередині приміщень, зменшити залежність від штучних систем опалення та охолодження, а також оптимізувати використання природного світла. Особливо це стосується регіонів зі змінним кліматом, де різноманітні погодні умови вимагають гнучких та адаптивних архітектурних рішень. Таким чином, знання та врахування кліматичних особливостей є не тільки важливим аспектом створення ефективних і стало функціонуючих освітніх просторів, але й відіграє ключову роль у забезпеченні екологічної стійкості та енергоефективності проєктуємих будівель.

### Список літератури:

1. Касмаї Мортези. Клімат і архітектура. Ісфахан: Хак, 2002. 121 с.
2. Казі Махалех Мохаммаді Маджид. Критеріями для проєктування освітніх просторів. Технічний офіс організації ремонту школи, 2007. 142 с.
3. Вазірі Саїд. Мова ґрунту та глини в традиційній іранській архітектурі. Назарі, 2013. 234 с.
4. Кодхода Навід. Огляд історії Варамінського мистецтва та архітектури. Іран: Назарі, 2018. 114 с.
5. Шабані Касбахі Роксана. Народного мистецтва в сучасній архітектурі. Іран: Віхан, 2019. 74 с.

6. Хабібі Афратахті Масуме. Ісламське мистецтво XIX століття. Іран: Віхан, 2017. 321 с.
7. Фатемі Ельхам. Реставрацію будівель. Кетабдар, 2017. 144 с.
8. Малекі Черквані. Значення в архітектурі. Руян Пежве, 2017. 123 с.
9. Нік Фарджам Мехді, Шаріат Рад Фархад. Архітектура та ідентичність: дослідження архітектури в ісламських культурах. Андишех Іхсан, 2022. 199 с.
10. Малекі Черквані Мортеза та Ахмаді Маджед Неда. Здорова стійка архітектура та методи економії в будівлях. Руян Пежве, 2018. 174 с.
11. Тайбі Мохаммад. Розумні будівлі. крок у створенні розумних міст. Зарін Андішманд, 2020. 301 с.
12. Расулпур Хеджір. Архітектурне прочитання простору. Міський, 2021. 38 с.
13. Модждехі Мехді. Про сучасну архітектуру в іранському стилі можна згадати на думку світових експертів. Кетабчін, 2014. 111 с.
14. Будівельна проєктна компанія наср. URL: <https://tinyurl.com/ypv5fu5c> (дата звернення 22.03.2024).
15. Ру Аль Аміні Насрін. Проєктування школи з підходом до нульової енергії в місті Кашан. Магістерська робота. Тегеранський університет, 2015. 125-126 с. URL: <https://diglib.tums.ac.ir/>.
16. Memar98.com. Веб-сайт архітектурної освіти. URL: <https://memar98.com/notes-climate-architectural-design> (дата звернення 22.03.2024).
17. Хайдарі Махса. Есе про стале міське проєктування у холодному та гірському кліматі. Спеціальні наукові дослідження щоквартально: Сталий розвиток міст, 2015. 62 с.
18. Archacity.com. Веб-сайт архітектурної освіти. URL: <https://tinyurl.com/2bxcm7a8>. (дата звернення 22.03.2024).

Ph.D. in Architecture **Emamianfar Ali**,  
Doctor of Sciences of Architecture, Professor **Tretiak Yuliia**,  
Candidate of Sciences of architecture, Associate Professor **Kosarevska Raddamila**,  
Department of Design, Kyiv National University  
of Construction and Architecture

## **THE INFLUENCE OF CLIMATIC AND ENERGY-EFFICIENT FACTORS ON THE FORMATION OF THE ARCHITECTURAL ENVIRONMENT OF EDUCATIONAL BUILDINGS IN IRAN**

The article highlights a comprehensive approach to the architectural design of school buildings in Iran, with an emphasis on the climatic features of cold and humid regions. Special attention is paid to temperate and cold humid zones located mainly

in the north and west of the country, including the coast of the Caspian Sea and the Alborz mountain range.

The focus of the research is the analysis of architectural features adapted to the specifics of the climate of these regions, such as the orientation of the building, air conditioning systems, classroom lighting, the use of vegetation to create shading, as well as the features of the form, interior design and choice of materials. Particular attention is paid to the energy efficiency of school buildings, as schools are significant consumers of energy, including electricity, water and gas. Architectural solutions based on a deep understanding of climatic conditions can significantly improve the energy efficiency of schools, reduce fuel consumption and contribute to the creation of a comfortable and healthy learning environment.

The article emphasizes the importance of an integrated approach to architectural design, which takes into account climatic features to increase energy efficiency and create optimal conditions for learning and development of students in schools in cold and humid regions of Iran.

Keywords: architectural environment; climate; educational building; orientation; light; windows; pitched roofs, building materials; form of plan and building.

## REFERENCES

1. Kasmai Morteza (2002). Climate and architecture. Isfahan: Haq. {in Persian}
2. Qazi Mahaleh Mohammadi Majid (2007). Criteria for designing educational spaces. Technical office of the school repair organization. {in Persian}
3. Waziri Said (2013). The language of soil and clay in traditional Iranian architecture. Nazari. {in Persian}
4. Kodhoda Navid (2018). An overview of the history of Varamin art and architecture. Nazari. {in Persian}
5. Shabani Kasbahi Roxana (2019). Folk art in modern architecture. Vihan. {in Persian}
6. Habibi Afratakhti Masumeh (2017). Islamic art of the 19th century. Vihan. {in Persian}
7. Fatemi Elham. (2017). Restoration of buildings. Ketabdar. {in Persian}
8. Maleki Cherkvani. (2017). Meaning in architecture. Ruyan Pezhve. {in Persian}
9. Nik Farjam Mehdi, Sharia Rad Farhad. (2022). Architecture and Identity: A Study of Architecture in Islamic Cultures. Andisheh Ihsan. {in Persian}

10. Maleki Cherkwani Morteza and Ahmadi Majed Neda. (2018). Healthy sustainable architecture and cost-saving methods in buildings. Ruyan Pezhve. {in Persian}
11. Taibi Mohammad (2020). Smart buildings. a step in creating smart cities. Zarin Andishmand. {in Persian}
12. Rasulpur Hejir. (2021). Architectural reading of space. {in Persian}
13. Mojdehi Mehdi (2014). Modern architecture in the Iranian style can be mentioned in the opinion of world experts. Ketabchin. {in Persian}
14. Construction design company nasr. URL: <https://tinyurl.com/ypv5fu5c> (access date 03/22/2024) {in Persian}
15. Rou Al Amini Nasreen. (2015). design of a zero-energy school in the city of Kashan. Master thesis. University of Tehran, 2015. 125-126 s. URL: <https://diglib.tums.ac.ir/> {in Persian}
16. Memar98.com. Architectural Education Website URL: <https://memar98.com/notes-climate-architectural-design> (accessed 03/22/2024) {in Persian}
17. Haidari Makhsa. (2015). An essay on sustainable urban design in a cold and mountainous climate. Special scientific research quarterly: Sustainable development of cities. {in Persian}
18. Archacity.com. Architecture Education Website. URL: <https://tinyurl.com/2bxcm7a8> (accessed 03/22/2024) {in Persian}