

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА БУДІВЛЯ ШКОЛИ В ЖАРКОМУ КЛІМАТІ: ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ

Київський національний університет будівництва і архітектури

В статті викладені концептуальні засади, методи та прийоми проектування сучасних навчальних закладів для умов жаркого клімату на засадах сталого будівництва. Реалізація основних прийомів продемонстровано на прикладі проектного рішення шкільної будівлі, створеної за умовами конкурсу «Ізовер. Мультикомфортний будинок. Школа майбутнього. Газіантен».

В сучасному світі впровадження концепції сталого розвитку має за мету забезпечення збалансований соціально-економічний розвиток країн, раціональне використання матеріально-енергетичних ресурсів, покращення екологічної ситуації, досягнення високої якості життя. Досягнення такої мети є континуальним процесом, що охоплює всі сфери людської діяльності, залучає різні верстви населення, вимагає мультидисциплінарності у дослідженнях та неперервності розвитку.

В реалізації цієї концепції створення енергоефективних будівель навчальних закладів є знаковим явищем - прикладом створення архітектурного середовища, що є ефективним, безпечним, комфортним та таким, що стає однією з складових освітнього процесу. Наочність ресурсної ефективності будівель є переконливим аргументом у формуванні екологічної свідомості учнів, а також і педагогічним засобом - «навчанням в процесі дії». Архітектурні рішення таких шкіл є досить новаторськими, потребують системного врахування функціональних, планувальних, конструктивних, інженерних вимог, детального аналізу кліматичних умов та місцевого ландшафту, соціально – культурних спрямувань, економічних можливостей. Саме тому пошук інноваційних рішень сучасних шкіл на засадах екологічності та енергоефективності є актуальним, а конкурсне проектування дає можливість виявити прогностичні тенденції в формуванні архітектурного середовища енергоефективних будівель навчальних закладів.

В вітчизняній архітектурній теорії і практиці досвід проектування навчальних закладів висвітлено в роботах В.І. Єжова, Б.І. Козореза, В.В. Куцевича, Л.М. Ковальського, Г.Л. Ковальської, С.П. Тутученка, В.Т. Шпаковської та ін. Грунтовний аналіз енергоефективності шкільних будівель проведений Л.О. Шулдан [1].

Також важливим є вивчення проектів та реалізованих енергоефективних шкіл, аналіз їх окремих аспектів. Добре відомим є приклад шкільної будівлі де ефективно використовується сонячна енергія - школа Святого Георгія, побудованої в 1961 р. в Уолессі (Ліверпуль, Велика Британія, арх. А.Е. Морган). В будівлі застосовано систему пасивного сонячного обігріву через опромінення конструкцій стін та підлоги. Довгий час експлуатації цієї будівлі дав можливість визначити переваги і деякі недоліки будівлі [2].

В проекті ліцею в Кодрі (Франція) архітектор Л. Кролл, відомий своїми проектами екологічних будівель та один з ініціаторів залучення громади для визначення необхідних якостей проектованої будівлі, реалізував цілісну концепцію біокліматичної будівлі. В проекті враховані енергетичні потреби, освітлення, екологічні якості, використання дощової води, вивчено потенціальну токсичність матеріалів, можливість ресайклінгу. В іншому проекті - ліцей Joseph Marie Jacquard, Л.Кролл крім вирішення планувальних та технологічних питань організації ефективної будівлі відповідно критеріям HQE (High Quality Environment) значну увагу приділив створенню сприятливої психологічної атмосфери в навчальному закладі методами архітектури [6, 7] .

В проекті ліцею Шарля де Голля в Дамаску, Сирія (2006 р.) архітектурна компанія Atelier Lion та проектно- інжинірингове бюро Transsolar Energietechnik GmbH Klima Engineering [8] розробили біокліматичну концепцію комплексу будівель ліцею відповідно до місцевих умов жаркого сухого клімату з контрастними перепадами добових температур. Економічні вимоги потребували пошуку доступних рішень, що зумовило вибір підходу «low-tech» у виборі основних конструктивних та інженерних рішень, в основному, систем вентиляції. Були запроваджено кліматизацію не тільки класних кімнат, а і підвір'я будівлі ліцею, застосовані прийоми сонцезахисту, природного провітрювання. В плануванні та просторовій структурі комплексу використані прийоми народної архітектури в сучасному переосмисленні, що сприяє успадкуванню та розвитку місцевих культурних традицій.

Специфіку проектування в умовах жаркого клімату розглянуто в роботі В.М. Фірсанова [3]. Особливості проектування і будівництва енергоефективних доступних архітектурних об'єктів для умов жаркого клімату викладені в роботах Х.Фаті [4], результати досліджень та архітектурний доробок якого є актуальним і значущим і в сучасний період.

Основні положення конкурсу « Ізовер. Мультикомфортний будинок».

Щорічний конкурс «ISOVER Multi Comfort House Students Contest» ставить перед студентами задачу проектування архітектурного об'єкта в складному контексті, що вимагає системного розгляду складових архітектурного середовища. В останні роки конкурсні завдання

акцентують увагу на соціальній складовій формування екологічного та енергоефективного архітектурного середовища. Принципи «ISOVER Multi-Comfort House» базуються на концепції проектування «пасивного будинку», біокліматичного дизайну, що відповідає засадам сталого розвитку та охоплює соціальну, економічну та екологічну складову. Мультикомфортність будівель передбачає досягнення в будівлях акустичного, візуального, температурного комфорту та безпеки перебування.

Темою 10-ого міжнародного конкурсу «ISOVER. Multi Comfort House Students Contest» було обрано проектування енергоефективної будівлі, як частини загальної концепції створення ЕКО –розвитку житлового району на 200 000 мешканців, розробленого муніципалітетом міста Газіантеп (Туреччина). Метою і завданням студентського конкурсу «Проектування Мультикомфортного будинка ISOVER-2014» було розробка концепції і проекту сучасної школи в м. Газіантеп. Проект має в собі поєднати елементи класичної системи освіти та новітні тенденції, враховуючи особливості проекту «ЕКО-розвитку». Школа розрахована на 400-600 учнів віком від 6 до 10 років. Особливу увагу необхідно було звернути техніко економічному обґрунтуванню, що в свою чергу вимагало ефективних в конструктивному відношенні і економічних рішень. Територія навколо об'єкта проектування має бути вирішена з урахуванням захисту навколишнього середовища, включаючи використання різноманітних педагогічних елементів, наприклад, біологічного саду, ігрових майданчиків.

Будівля школи включає в своїй структурі: навчальні класи, приміщення для гуртків, класи музики та образотворчого мистецтва , спортивну залу, приміщення їдальні та кухні, та інші допоміжні та технічні приміщення. Також мають бути забезпеченні необхідні параметри комфорту навчального процесу для учнів з обмеженими фізичними можливостями. Для відповідності критеріям Мультикомфортного будинку необхідно забезпечити найвищі характеристики теплоізоляції, звукоізоляції, пожежної безпеки та природного освітлення [9].

Концепція та архітектурно-планувальне рішення.

Школа розрахована на 500 учнів, викладацький склад – 30 осіб. Заняття передбачаються в одну зміну. Виходячи з багатьох досліджень та історичного досвіду проектування шкільних закладів оптимальна кількість учнів в одній шкільній групі – 25 осіб.



Рис. 1. Загальний вигляд будівлі енергоефективної школи

Функціонально-планувальної структура школи включає: 20 навчальних класів, клас музики, клас образотворчого мистецтва, 3 гурткові приміщення, спортивна зала, приміщення їдальні з шкільною кухнею, з підсобними приміщеннями, санітарно-гігієнічні приміщення, підсобні приміщення та приміщення адміністрації школи.

При проектуванні врахована особливість території, яка мала прямокутну форму з перепадом висот до п'яти метрів. Природний ландшафт та оточення зумовило функціонально-планувальну та об'ємно-просторову композицію будівлі школи.

При розробці благоустрою території закладено принципи єдності, контрасту, розділення транспортних і пішохідних потоків, розділення на зони спокійного та активного відпочинку дітей, велику і малу спортивну зону з майданчиками відпочинку. Перед головним входом в будівлю, що запроектований на нижній ділянці, організована простора площа, яка є своєрідною точкою збору учнів перед початком і після навчання, місце проведення різноманітних учасних заходів.

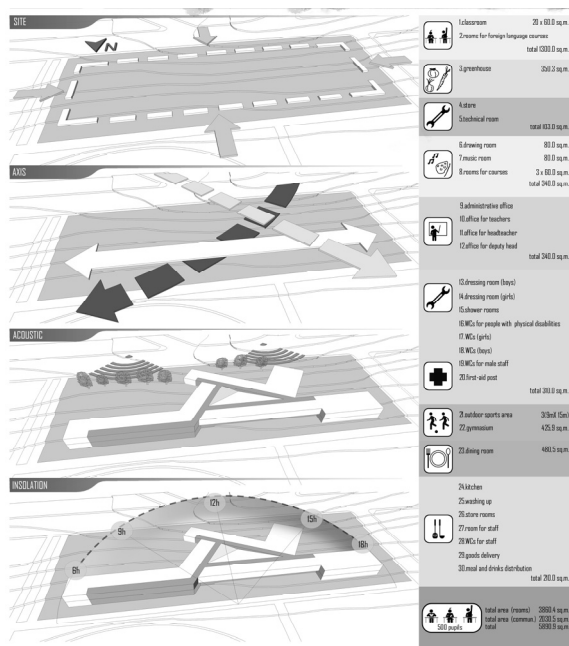


Рис. 2 Етапи формування об'ємно – просторового рішення

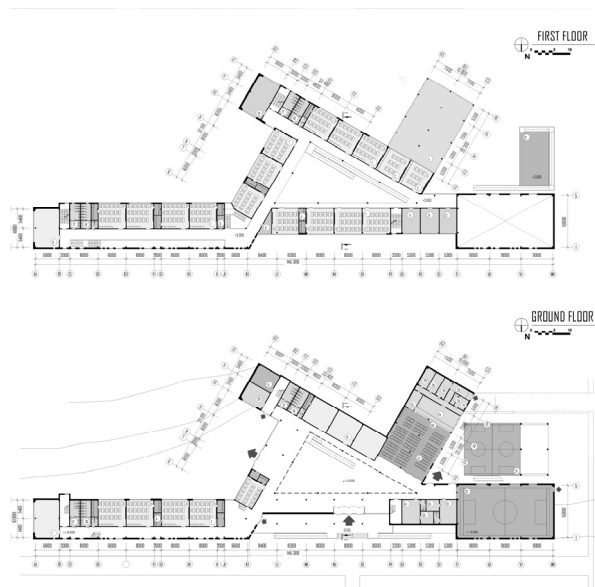


Рис. 3. Плани поверхів

Велику увагу приділено забезпеченню акустичного комфорту території, запроектовано систему зелених насаджень, передбачено поворот корпусу будівлі відносно головної автомагістралі та використання природного ландшафту. Так ігрова зона та зона відпочинку знаходиться в низині по відношенню до магістралі і створює своєрідний безпечний і в той же час відкритий простір.

Основні блоки приміщень було вирішено орієнтувати вздовж просторових осей оточуючої забудови та зважаючи на вимоги інсоляції приміщень. На верхній ділянці будівля має один наземний поверх, на якому розташовані навчальні аудиторії та теплиця (над приміщеннями їдальні), та підземний поверх, де розташовані приміщення гуртків, шкільної їдальні та допоміжні приміщення. На нижній ділянці розташовано основний двоповерховий блок навчальних приміщень та спортивна зала з допоміжними приміщеннями.

Між цими блоками утворився атриум в два поверхи з верхнім природним освітленням, що сформувало зону спілкування, рекреації та зону проведення масових заходів. Приміщення атриуму є з'єднуючим елементом між усіма функціональними зонами школи між собою та будівлі з оточуючим середовищем, через який можна потрапити як на головну площу перед входом через вестибюль, так і на спортивну площадку, ігровий майданчик. Приміщення з найвищим рівнем шуму (спортивна зала, їдальня, кабінет музики) розташовані в торцях будівлі. Це рішення покращує комфорт навчання. Для досягнення безбар'єрності простору використовуються пандуси при входах і у внутрішньому просторі будівлі з першого на другий поверх.

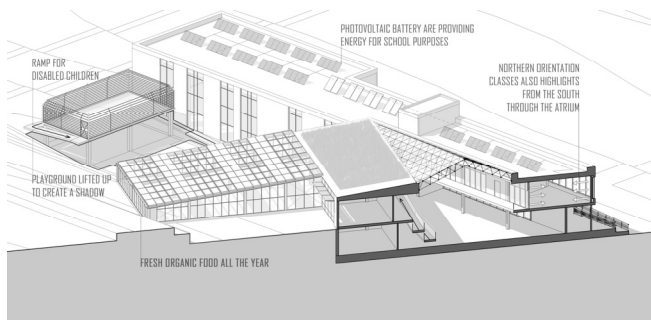


Рис. 4. Схема зонування будівлі

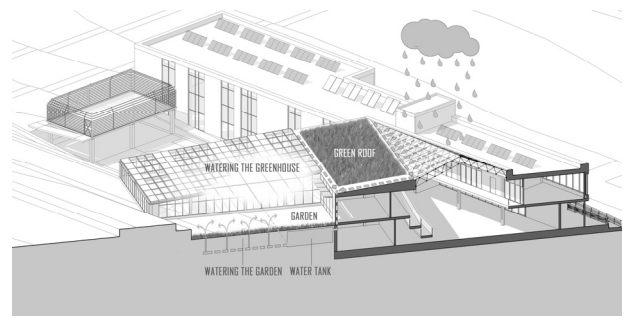


Рис. 5. Схема збору дощової води

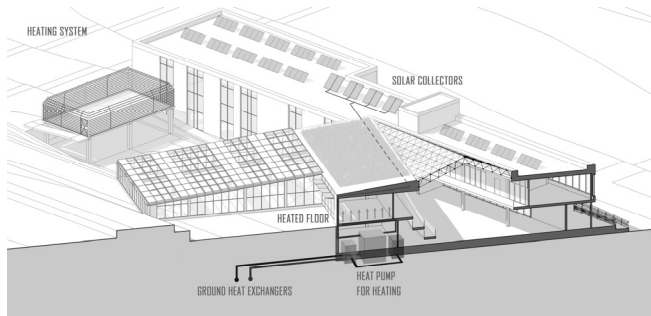


Рис. 6. Схема системи опалення

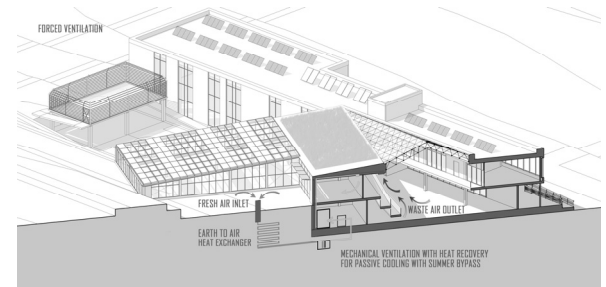
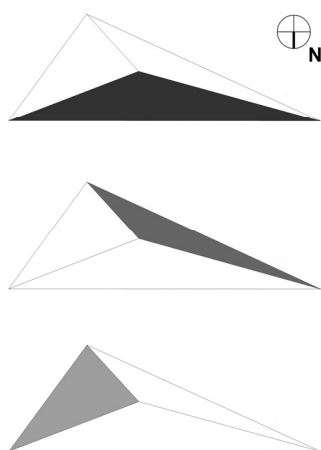


Рис. 7. Схема системи вентиляції



Рис. 8. Розріз 2-2

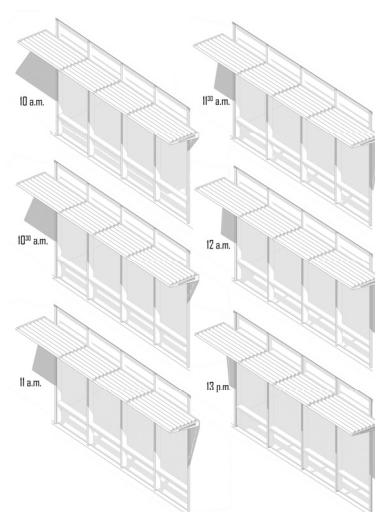
Рис. 9. Розріз 1-1



TYPE OF GLAZING ATRIUM

SGG COOL-LITE XTREME 60/28 II SETS A NEW STANDARD IN HIGH SELECTIVITY SOLAR CONTROL, WHILE RETAINING THE VERY NEUTRAL AESTHETICS ASSOCIATED WITH THE SGG COOL-LITE RANGE WITH:

- A HIGH LIGHT TRANSMISSION TO CREATE BRIGHTER INTERIORS AND YEAR ROUND NATURAL LIGHTING
- A LOW SOLAR FACTOR TO REDUCE THE BURDEN ON COSTLY AIR-CONDITIONING
- AN EXCELLENT U-VALUE OF 1.0W/M²K MAKING IT THE IDEAL PRODUCT FOR ENERGY SAVINGS AND IMPROVED THERMAL INSULATION
- A HIGH DEGREE OF NEUTRALITY BOTH IN TRANSMISSION AND EXTERIOR REFLECTION SGG COOL-LITE XTREME CAN BE USED TO CREATE MORE COMFORTABLE INTERIORS BY REDUCING OVERHEATING IN THE SUMMER AND HEAT LOSS IN THE WINTER, WHILE RETAINING AN EXTREMELY NEUTRAL APPEARANCE.



SUN SHADING SOUTH FACADE APRIL 15

THE BENEFITS OF USING EXTERNAL SHADING SYSTEMS

IMPROVED HVAC EFFICIENCY:
EXTERNAL SHADING SYSTEMS BLOCK SOLAR HEAT GAIN BEFORE IT ENTERS A BUILDING THROUGH THE GLAZING. THE REDUCTIONS IN SOLAR HEAT GAIN PUT LESS LOAD ON HVAC SYSTEMS AND SAVE COSTS ASSOCIATED WITH RUNNING THOSE SYSTEMS. THE EFFICACY OF EXTERNAL SHADING AT MANAGING SOLAR HEAT GAIN IS SIGNIFICANTLY HIGHER THAN MANY INTERIOR SOLUTIONS. BLOCKING 95 PERCENT OF SOLAR ENERGY. BY CONTRAST, INTERIOR SOLUTIONS MAY BLOCK ONLY 60 TO 75 PERCENT OF SOLAR ENERGY.

NATURAL DAYLIGHTING:
EXTERNAL SHADING SYSTEMS CAN OPTIMIZE THE USE OF SUNLIGHT TO ILLUMINATE INTERIORS, REDUCING THE NEED FOR ARTIFICIAL LIGHTING. INTERIOR COMFORT: A WELL-DESIGNED SHADING SYSTEM CONTRIBUTES TO COMFORTABLE WORKING CONDITIONS, MANAGING BOTH HEAT AND GLARE WHILE PROVIDING ACCESS TO VIEWS OF THE OUTSIDE.

Рис. 10. Схема розміщення різних типів оскління

Рис. 11. Схема сонцезахисту

Приміщення класів орієнтовані на південь, схід, південний захід (влаштовані системи сонцезахисту) і на північ (мають двосторонню

орієнтацію - на північ та вікна в атриум з верхнім світлом на південь).

Архітектурно-художня виразність будівлі досягається шляхом використання простих форм та палітри активних теплих кольорів фасадних панелей. Метр і ритм фасадних панелей, віконних прорізів збагачує композицію і формує приємний образ будівлі школи.

За розрахунками річне споживання тепла відповідає вимогам конкурсу. Для досягнення такого результату будівля значно утепляється та виключаються містки холоду, використовується система рекуперації повітря, що значно зменшує тепловтрати.

Наукові дослідження показали залежність між температурою приміщення та розумовою активністю у учнів. Так при температурі в приміщенні в 30°C продуктивність праці учнів знижується до 80% від продуктивності праці при 22°C. Для того щоб забезпечити оптимальні умови навчання в завданні запропоновано встановити цільове значення частоти перегріву вище +25°C (вимірюється у % від загального періоду) не більше 10%. Для досягнення цього значення застосовується в проекті як пасивні (зовнішні системи затінення, світлий колір зовнішніх поверхонь), так і активні засоби контролю (вентиляційна система з перепускною лінією використання тепла на літній період, активні засоби охолодження).

Більшість існуючих класних кімнат характеризуються великим періодом реверберації і високим рівнем фонового шуму. Наслідком чого успішність учнів падає (наприклад, згідно досліджень Сайбейна 1998 р. 600 класних кімнат у Флориді встановлено, що до 50% відсотків пояснень вчителів учні не чують), а викладачі частіше беруть лікарняний та мають хвороби, що пов'язані з голосом та горлом. Так як розрахунковий рівень зовнішнього шуму на території, що прилягає до школи, дорівнює 65-70 дБ, то проектом передбачено використання вікон з $R_w > 40$ дБ та непрозорі конструкції з $R_w > 50 - 55$ дБ. Також передбачена система звукоізоляції технічного обладнання та систем опалення, вентиляції, кондиціонування шляхом встановлення звукопоглинального обладнання на них. З метою досягнення якісної звукоізоляції класних кімнат, поліпшення параметрів реверберації використовується звукопоглинальні покриття підлог та стелі, спеціалізована звукопоглинальна обробка стін.

Концентрація CO₂ має безпосередній вплив на стан людини, на її здатність до концентрації та продуктивність праці. Стандартна концентрація CO₂ поза приміщенням становить біля 380 часток на мільйон, а по рекомендації ASHRAE (Американське товариство інженерів з опалення, охолодження і кондиціонування повітря) рівень CO₂ в приміщенні не повинен перевищувати рівень поза приміщенням більше чим на 600 часток на мільйон. Тобто оптимальний показник не більше 1000ppm (часток на мільйон) всередині приміщень. Для цього забезпечена кратність повітрообміну на рівні 30 куб.м/год на людину.

Високий рівень природного освітлення є обов'язковим для високої

якості процесу навчання. Згідно дослідженням, високий рівень природного освітлення підвищує рівень концентрації, покращує роботу короточасної пам'яті, що в свою чергу підвищує продуктивність праці учнів при виконанні стандартизованих тестів на 20 %. Для забезпечення високого рівня денного світла – показник автономності природного денного світла на протязі робочих годин становить 60%, тобто на протязі учбового часу не менше 60% часу рівень освітлення буде 300 люкс. Для досягнення таких показників з урахуванням місця розташування м. Газіантеп використовується співвідношення між вікнами і підлогою не менше 8%.

В проекті закладена стратегія використання сонячної енергії, шляхом встановлення на даху фотовольтаїчних модулів та теплових геліоколекторів. Це дозволить зменшити експлуатаційні витрати на електроенергію та підігрів води для школи. Система сонячних колекторів в поєднанні з тепловим насосом забезпечує опалення будівлі через систему «тепла підлога».

Для поливу зелених насаджень та теплиці використовується зібрана і збережена дощова вода.

Зменшення витрат на опалення теплиці шляхом її розташувати над шкільною кухнею, це викликано виділенням великої кількості тепла при виробничих процесах кухні, це тепло підігріває стелю кухні та через системи вентиляції подається до теплиці де і розсіюється.

Містобудівне та об'ємно-просторове рішення будівлі комплексно враховує місцеві природно-кліматичні та ландшафтні умови та передбачає мікрокліматизацію території навколо школи. Інтер'єрний простір школи функціонально та візуально пов'язаний з оточенням, а в самій будівлі створений сприятливий простір для навчання, спілкування, відпочинку учнів при досягненні високих показників якості мікроклімату та енергоефективності.

Література

1. *Проскураков В., Шулдан Л.* Архітектура шкільних будівель. Принципи удосконалення з урахуванням енергозаощаджування - Л., Видавництво Львівської Політехніки, 2011 – 244 с.
2. *Сабади П.Р.* Солнечный дом. – М.: Стройиздат, 1981 – 113 с.
3. *Фирсанов В.М.* Архитектура гражданских зданий в условиях жаркого климата.- М.: Высшая школа, 1971.- 271 с.
4. *Fathy H.* Natural energy and Vernacular Architecture.- The University of Chicago and London, 1986.
5. *Steele J.* Ecological Architecture.-Thames &Hudson , 2005 – 272p.
6. Режим доступу <http://www.architectural-review.com/2002-january-sustainable-school-by-lucian-kroll-caundry-france/8626050.article>

7. Режим доступа
<http://www.viewpictures.co.uk/Details.aspx?ID=175299&TypeID=1>
8. Режим доступа http://v1.world-architects.com/en/projects/38852_lycee_charles_de_gaulle/all/indexAZ
9. Режим доступа <http://www.isover-students.com>

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ЗДАНИЕ ШКОЛЫ В ЖАРКОМ КЛИМАТЕ: ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Т. А. Кащенко, В. Э. Асланян, Д. А. Казаков, В. А. Уваров

В статье изложены концептуальные основы, методы и приемы проектирования современных учебных заведений для условий жаркого климата по принципам устойчивого развития. Реализация основных приемов продемонстрирована на примере проектного решения школьного здания в рамках конкурса «Изовер. Мультикомфортное здание. Школа будущего. Газиантеп».

ENERGYEFFICIENT SCHOOL BUILDING IN HOT CLIMATE: DESIGN SPECIFIC

T. Kashchenko, V. Aslanian, D. Kazakov, V. Uvarov

The article is devoted to concept basics and methods of modern school building design according sustainable design principles. Realisation of the main methods is demonstrated on example of school building design developed for competition «Isover. Multy-Comfort House. School of tomorrow. Gaziantep».