

УДК 72; 721.

к.арх., доцент **Криворучко Н.І.**,
д.т.н., професор **Шмуклер В.С.**,
Харківський національний університет
міського господарства імені О.М. Бекетова

ІННОВАЦІЙНІ АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНІ ЗАХОДИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ УРБАНІЗОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА

Розглядаються сучасні інноваційні архітектурно-конструктивні заходи енергозбереження в системі міста і будівель, як його складових. Окреслено проблеми формування комфортного архітектурного середовища, яке розглядається як урбанізована просторова система будівель і споруд, і їх вирішення архітектурно-конструктивними заходами на основі сучасних інноваційних технологій і матеріалів. Визначено, що на основі міждисциплінарних наукових досліджень пошук шляхів енергозбереження усієї урбанізованої системи, як на стадії проектування, так і при будівництві, має прогресивний інноваційний характер, що відповідає сталому збалансованому розвитку.

Ключові слова: урбанізоване середовище, енергозбереження, архітектурно-конструктивні методи, «зелена» архітектура, еко-естетика, еко-технічні підходи, міждисциплінарні дослідження, будівлі високих технологій.

Постановка проблеми.

Шляхи пошуку енергозбереження як основи стійкого (збалансованого) розвитку вже декілька останніх десятиріч обговорюються і впроваджуються світовою міжнародною спільнотою. Після конференцій ООН у програмах досягнення умов сталого, екологічно збалансованого розвитку (Стокгольм, 1972; Хабітат, 1986; Ріо-де-Жанейро, 1992; Стамбул, 1996; Йоганесбург, 2002; Ріо-де-Жанейро, 2012) ці питання не обходять і Україну. Стратегія сталого розвитку «Україна-2020» визначає напрямки та пріоритети розвитку країни. Метою реформ є рівень досягнення європейських стандартів життя та гідного місця Україні в світі. Одним із пунктів програми передбачено реформу енергетики і програму енергоефективності. Вони зв'язані і з Кіотським протоколом за яким Україна отримала можливість реалізувати невикористані нею квоти для реалізації проектів зі скорочення викидів парникових газів. Згідно з так званою Схемою зелених інвестицій, яку створила Японія, було розроблено 598 проектів

з капітального ремонту (теплосанації) об'єктів соціальної сфери (утеплення фасадів і дахів, заміна вікон і дверей). Прагнення України у Європу потребує, з одного боку, розробки і реалізації комплексних екологічних проектів, які зберігають екологічний баланс урбанізованих територій, з іншого - пошук шляхів енергозбереження ще на стадії як проектування, так і будівництва і експлуатації. Ці моменти зв'язані між собою і представляють систему методів екологізації урбанізованого середовища. Архітектурні проекти з'єднують у собі і еко-естетику, і інженерію в єдину систему у процесі проектування, коли весь спектр питань майбутнього будівництва архітектор, як режисер усього процесу, узгоджує з інвесторами, конструкторами, підрядними організаціями і інженерами комунікацій. При такій технології проектування можна отримати енергозбереження не за рахунок спрощення архітектурних ідей і естетичних заходів, а пошуку інтегрованих інноваційних рішень. Такий підхід відповідає сучасним вимогам щодо реалізації програм сталого розвитку.

Тому виявлена необхідність проаналізувати існуючий досвід проектування архітектурного середовища життєдіяльності як системи енергоефективних об'єктів та визначити методи енергозбереження архітектурно-конструктивними заходами, що і складає мету даного дослідження.

Методи дослідження: аналіз і синтез, моделювання, системний аналіз.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Енергозбереження споконвічно закладено як у саму суть природного розвитку, так і в динамічний розвиток суспільства, як її похідної (перший закон термодинаміки), в прогресі, як гаранта, що ініціює розвиток технологій. Технологічна змінність пронизує діяльність зі створення архітектури, охоплює проектування, розробку інженерних систем, будівництво та експлуатацію об'єктів. На сьогоднішній день в Україні йдуть процеси з енергозбереження, але повільно і не на рівні методології архітектурного проектування і будівництва взагалі. Щодо нормативних документів, то в кожному проекті повинні закладатися енергозберігаючі засоби, як при проектуванні, так і в процесі будівництва та експлуатації. Розроблені рекомендації та наукові впровадження з окремих питань [1-3]) стосуються окремих напрямків, і які не зв'язані один з одним як одна система. Але і суть архітектурного проектування, і динамічний сучасний розвиток вимагає системних міждисциплінарних наукових розробок і впроваджень у проектну практику ще на етапі перед проектних рішень на основі накопиченого досвіду, як теоретичного, так і практичного вітчизняних та закордонних науковців-практиків і узгодження їх з усіма учасниками процесу як проектування так і будівництва.

Виклад основного матеріалу.

Сучасний розвиток архітектури називають постіндустріальним, а будівлі – будівлі високих технологій. Це метафоричне визначення архітектури означає її здатність втілювати в своїх формах і просторах досягнення науки і все зростаючі можливості техніки, різноманіття технологічних новацій, які враховують кліматичні особливості територій, вплив сонця і вітру, навколишній рослинний світ – той же закон збереження енергії. Цей закон розкриває нам суть існування людства: енергія не створюється заново і нікуди не зникає. Світло як одна з форм енергії може бути перетворене в роботу, теплоту або потенційну енергію хімічних речовин їжі. З цього випливає, що якщо яка небудь система (як нежива, так і жива) отримує або витрачає енергію, то така ж кількість енергії має бути вилучено з навколишнього її середовища. Енергія може лише перерозподілятися або переходити в іншу форму в залежності від ситуації, але при цьому вона не може виникнути нізвідки або безслідно зникнути. Тобто, усе зв'язано один з одним і в цій парадигмі закладено методологічний підхід до вирішення питань енергозбереження. Якщо підходити системно, то дослідження енергозбереження, так чи інакше, охоплюють весь спектр наукових досліджень в архітектурно-будівельній галузі і на сучасному розвитку науки підсилюють синергізують один одного.

Так екологія вивчає зв'язок між сонячним світлом і екологічними системами, всередині яких відбуваються перетворення енергії світла. Так, як об'єктами дослідження екології є системи вищого рівня окремих організмів: популяції, біоценози, екосистеми, а також вся біосфера, а предметом виступає вивчення організації і функціонування таких систем, то можна констатувати, що і екологія і архітектура, як друга природа, методологічно по'язані між собою. У методологічному підході сучасна архітектура, як наука, виділяє одним з головних своїх прикладних завдань - розробку принципів такого архітектурного проектування, при якому використання природних ресурсів стає раціональним на основі сформульованих і екологією, і економією, і естетикою загальних закономірностей організації життєдіяльності суспільства як еко-системи.

Відштовхуючись від позиції Хартії Міжнародної спілки архітекторів ЮНЕСКО, яка визначає архітектуру як міждисциплінарну галузь знань, «...що включає декілька головних компонентів: гуманітарні, соціальні та фізичні науки, технологію і образотворче мистецтво...» [4, с. 11], треба зазначити, що архітектура здатна поєднати системно різно направлені вектори. Вузько-дисциплінарний підхід до архітектури, що вилучає її з цілісної системи «природа-людина-архітектурно-просторове середовище» і розділяє на різні наукові дисципліни, не дає уявлення про архітектурну діяльність в цілому, як ту,

що може, на системному рівні, об'єднати і екологічні аспекти, і архітектурні, і інженерні і естетичні в сучасній проектній практиці, як в регенерації урбанізованого, так і в створенні нового: «цілісного» високо комфортного матеріально-енергетичного і еко-естетичного середовища, в якому живе і діє сучасна людина, з одного боку, з іншого – формування «другої природи», як частини еко-системи, яка може само відтворюватися.

В наукових дослідженнях цих питань можна виділити наступні напрямки. Це екологічні, соціологічні, технологічні заходи енергозбереження. Вони всі зв'язані з архітектурою, з архітектурним проектуванням і розглядати їх окремо один від одного на сучасному етапі розвитку неможливо. Але, як було вище зазначено, архітектура – міждисциплінарна складна система. І для її визначення треба розглядати кожен складову окремо, а також зв'язки і відносини між ними, як узагальнення наукових досліджень.

В невеликій статті неможливо охопити увесь спектр даної теми. Але аналізуючи якусь складову і її зв'язок з архітектурою, можна представити узагальнено підходи до вирішення поставлених питань. Розглянемо декілька підходів в архітектурному проектуванні.

На сьогоднішній момент основна архітектурна діяльність торкається вже існуючого середовища в умовах реконструкції міст. Їх системна реконструкція з пріоритетом у бік архітектурно-інженерних заходів з оптимізації енергоспоживання розглядається у світі з позицій так званих низько вуглеводних міст. Їх метою є формування такої архітектурно-містобудівної інфраструктури міста, яка раціонально застосовує енергії з відновлюваних як природних, так і штучних джерел і створює високу якість життєдіяльності населення. При цьому ці міста, або їх частина є органічною складовою екосистеми з високим природним потенціалом, яка формується із застосуванням архітектурно-містобудівних, екологічних, функціонально-просторових, архітектурно-естетичних, інженерно-технологічних засобів.

Так, у місті Масдар (буквальний переклад - *джерело*) в ОАЕ можна розглядати цілу систему заходів енергозбереження. По-перше, сама ідея міста – це будівництво міста оазиса в пустелі. Для цього, по-перше, були розроблені проекти з чистої енергетики - електростанція сонячної енергії потужністю 40-60 МВт. На дахах будинків розміщуються сонячні батареї загальною площею 130 км². По периметру міста запроектовано і вже будуються вітрогенератори енергоємністю 20 МВт, електростанція водневого палива 500 МВт. По-друге, запроектовані інноваційні технології в формуванні пішохідної та транспортної інфраструктури, де використовується електричний персональний автоматичний транспорт PRT, а в формуванні промислової і житлової інфраструктури -

пристрої, що поліпшують екологічні характеристики міського середовища - використання сонячної енергії та інших відтворюваних енергоджерел, що матимуть стійку екологію усього міста з мінімальними викидами вуглекислого газу та сміття.

У Масдарі будуються стіни по периметру, щоб захистити місто від гарячого пустельного вітру. Відсутність автомобілів дозволить створити вузькі тіністі вулички, які проводитимуть легкий вітерець із одного кінця міста у інший. Архітектори і інженери так запроектували планувальну структуру міста, щоб превалюючи вітра пронизували місто і освіжали б його в умовах пустелі. Ці заходи також допомагають генераторам прохолодного бризу, які розташовані по всьому місту, що дозволяє їм працювати більш ефективно. Температура на вулицях Масдара на 12-15° С менше, ніж в Абу-Дабі. Місто має нейтральний рівень емісії вуглецю, вся енергія виробляється з використанням відновлюваних джерел, включаючи найбільшу сонячну енергоустановку на Близькому Сході. Запроектовано і будуються вертикальні міські ферми, які повністю забезпечать Масдар їжею. Вони, також, використовують інноваційні біологічні системи замкнутого циклу, так і інженерні заходи поновлюваної енергії.

Штучно створений природний потенціал міста відповідає концепції «зеленого» будівництва, яка передбачає різноманітну інфраструктуру ландшафтно-рекреаційних заходів енергозбереження. Міські території органічно включають численні фонтани, канали, каскади і водоспади, які працюють на альтернативній енергії. Система громадських просторів пов'язана з затіненими житловими вулицями, які зв'язують будинки, інноваційні центри, школи, ресторани, театри, магазини. Наряду з заходами ландшафтного дизайну – озелененням, водними пристроями, створенням штучного природного середовища - комфортний мікроклімат в місті будуть створювати будівлі з інноваційними технологіями. Але в умовах пустелі цих заходів не достатньо.

Над Масдаром буде створено захисну ажурну конструкцію, яка буде захищати від палаючого сонця і пустельних бурь. Це може бути використана фтор полімерна плівка ETFE - новий матеріал, який надає сильний вплив на принципи проектування і вигляд будівель. Його було застосовано у 2000 році у «Проекті Едем» в Північному Корнуоллі - ботанічному саді площею 22 тис. кв.м, що розмістився в оранжереях під геодезичними ETFE-куполами. Після Eden Project, назва якого на українську переводять іноді як «Райський сад», вже в першій декаді нового століття на основі ETFE було побудовано ще кілька знакових будівель. Найвідоміші з них - спортивні споруди: футбольний стадіон Allianz Arena в Мюнхені (2006), олімпійські об'єкти «Пташине гніздо» і «Водний куб» в Пекіні (2008) і ін.

Безумовно є і інша сторона цих амбіційних проєктів. Це використання ресурсів на виготовлення усієї їх інфраструктури. На сьогоднішній момент існує принцип екологічності у будівництві. Він виражається не тільки в виготовленні і впровадженні екологічних матеріалів і систем планування, а і додержання екологічності у всьому ланцюгу, починаючи з добування сировини, її обробки і використання.

На сьогодні у світі існує декілька еко-технічних підходів, в яких розглядаються заходи енергозбереження через призму міжнародних екологічних стандартів в будівництві із застосуванням методу порівняльного аналізу. Це визначило загальні критерії окремих національних систем еко-стандартів таких, як американська LEED, британська BREEAM і німецька DGNB, «зелений» французький стандарт HQE. Вони синтезують в собі основні цілі еко-сертифікації, які полягають в трьох визначних напрямках: **захист навколишнього середовища, комфортні внутрішньо-кліматичні і зовнішньо-просторові умови і енергетична ефективність та еко-естетика на основі енергозберігаючих технологій.**

Крім прямої користі для екології і комфортних умов для користувачів, екологічні стандарти - засіб для розвитку і поліпшення проєктів. Перш за все, для інвесторів і власників, а також для місцевої будівельної галузі. Еко-сертифікація ставить на чільне місце комфорт людини, як з технічної точки зору, так і з позицій еко-естетики, і тільки потім розглядає екологічні, економічні цілі, а також вплив на клімат. На приклад, французький стандарт HQE розглядає технічні параметри для територій і будівель, які включають два типи вимог:

- вимоги, пов'язані з оцінкою екологічності будівлі, і включають в себе 14 завдань, об'єднаних в 4 теми (Рис. 1). Кожне завдання має кілька рівнів: обов'язковий, ефективний, із застосуванням сучасних рішень, і дуже ефективний, для досягнення якого застосовуються інноваційні технічні рішення.

- вимоги до екологічного менеджменту проєкту (аналог ISO 14001).

Сертифікація HQE насамперед націлена на ефективність прийнятих проєктних рішень і управління будівельними процесами, адаптованими до нормативної бази будь якої країни. Французький стандарт, як узагальнюючий системний підхід, дозволяє розглядати проєкт за сукупністю критеріїв, які розроблені на основі технічних і наукових робіт.



Рис.1. Чотирнадцять задач і чотири теми технічного зводу HQE™.

Вся робота над проектом починається з широко представленої міждисциплінарної команди. Це і соціологи, і економісти, і маркетингологи, і інженери і т. д. Так, першим завданням для туристичного кластера Тагазута (Марокко) із залученням державних і приватних інвесторів стало створення нової зони економічної активності зі збереженням унікальних природних особливостей, що повинно зіграти позитивну роль для місцевого населення. Проект комплексу в Тагазуті - частина національної та регіональної стратегії соціально-економічного та рекреаційного розвитку території, яка включає в себе кілька населених пунктів зі своїми специфічними особливостями. Було враховано розвиток прилеглих територій за допомогою програм спортивних і культурних заходів для створення додаткових робочих місць. Надалі планується розвиток туризму всередині країни з використанням місцевих особливостей, що підтримує місцеве населення.

Медіна, яка розташована в центрі комплексу, - не тільки місце відпочинку і культурних подій, але місце представлення різних місцевих ремесел. Розвиток Тагазута передбачається як для туристів, так і для місцевих жителів, ці два напрямки відібуваються в житловій та діловій забудовах. Залив Тагазут - перший проект за межами Франції по сертифікації схеми територіального розвитку за HQE. Всі території курортних готелів були розглянуті з точки зору екологічних цілей проекту, деякі з будівель вже були сертифіковані HQE як ті, що будуються.

Цей проект - приклад планування розвитку території на регіональному рівні, який повністю враховує ландшафтні та територіальні особливості. План охорони природи, соціальної і культурної спадщини і реалізація спільних ініціатив, об'єднання всіх зацікавлених сторін стало метою сталого розвитку цієї території.

Актуальним, також для регіонів з високою щільністю забудови, стає енергетична реновація будівель. Так, у Франції 97% будівлі мають потенціал для скорочення енергоспоживання на етапі експлуатації. Тому сертифікація існуючих будівель - це механізм для керуючих компаній і власників, що дозволяє оцінити і поліпшити існуючі активи, особливо енергетичні показники.

Існує декілька напрямів визначення енергозбереження будівлі. Перший - «Стала будівля для власників» стосується конструкцій будівлі. Технічна вимога «Енергія» стосується розрахунку споживання первинної енергії на опалення, охолодження, освітлення, гаряче водопостачання, вентиляцію, додаткове обладнання відповідно до чинного законодавства або математичної моделі.

Другий напрям - «Стале управління» призначене для підвищення ефективності при експлуатації будівлі. Технічна вимога «Енергія» націлена на зменшення енергоспоживання і підтримку належного функціонування обладнання. Саме на етапі перед проектного аналізу, а потім на стадіях проектування архітектори пліч опліч з інженерами різних напрямків розробляють принципові схеми майбутнього будівництва.

Так, на сьогоднішній момент марокканське агентство по сонячній енергії (MASEN) розпочало будівництво найбільшого заводу сонячної енергії в світі в регіоні Уарзатат. Будівля, в якій будуть розташовуватися офіси і конференц-центри, має бути екологічною і максимально технічно вивірною. У зоні напівпустель, де ресурси обмежені, раціональне використання ресурсів: води, енергії і матеріалів, а також планування і правильне управління будівництвом мають важливе значення.

Будівля є символом амбіцій Марокко в галузі поновлюваних джерел енергії і має інноваційну архітектуру, яка підкреслює унікальність об'єкта і специфіку місцевих умов. І, нарешті, проект є ще більш складним, багатофункціональним за своїм призначенням: дослідний центр, місце роботи, освіти, відпочинку. Сполучені між собою будівлі забезпечують цю багатофункціональність.

Особливу увагу було приділено місцю розташування майданчика поблизу річки Чааби, яка є джерелом води і інфраструктурним об'єктом. Для максимальної оптимізації енергії застосували такі рішення:

- південна експозиція фасадів мінімальна, для мінімізації їх нагрівання використані алюмінієві фасади;
- зовнішні огорожувальні конструкції мають високі ізоляційні властивості;
- природне і штучне освітлення оптимізовані;
- в будівлі використовуються світлодіоди або компактні флуоресцентні лампи. Розроблена природна система опалення та охолодження; вітрова вежа використовується для охолодження конференц-залу і відкритих громадських

просторів. Матеріали також були дуже ретельно підібрані. Перероблене пробкове дерево використовувалося для теплоізоляції частини будівлі. Запроектована і використовується автономна система очищення води з мікрообробки фільтрами.

Ця будівля в Уарзатат є першою, що отримала сертифікат exceptional HQETM на території Африки. Даний високий рівень сертифікації відображає дотримання технічних вимог по всіх темах сертифікації (енергія, навколишнє середовище, здоров'я і комфорт), а також амбіційність завдань. Управління проектом з самій початковій стадії враховує екологічні аспекти, що полегшує процес реалізації.

Будівля досягло рівня споживання енергії в 35 кВт / ч / м² / рік. Вся енергія, яка використовується в будівлі, - сонячна. Вода, зібрана на очисній установці повторно використовується для змиву туалетів і для поливу садів.

Офісна будівля Марокканського агентства по сонячній енергетиці в Рабаті - це впровадження передових екологічних технологій.

Ці приклади показують підходи і засоби до енергозбереження на основі високих технологій і інноваційних впроваджень.



Рис. 2. Studio Gang створила будівлю, яка відкидає мінімум тіні.

Але в арсеналі архітекторів і конструкторів є формотворчі заходи. Studio Gang створила будівлю, яка відкидає мінімум тіні. Вони адаптували під рух сонця форму офісної будівлі у парку Хайл-Лайн. Успіх нью-йоркського Хайл-Лайна швидко привів на ділянці девелоперів. Ціни на нерухомість в районі зросли в 2-3 рази.

Територію стали забудовувати преміальними об'єктами, які змінюють характер парку і банально затінюють його територію. Компромісне рішення

запропонувало бюро Джоан Ганг. У проекті 40 Tenth Ave геометрія будівлі формується з аналізу сонячних променів. Кути будинку підрізані всередину периметру, щоб відкидати на парк мінімум тіні (Рис.2).

Свій принцип архітектори назвали «solar carving» - «вирізування сонцем». Бюро зробило вже три проекти, в яких вони вивчили зв'язок сонця з формою будівлі. Всякий раз геометрія будівлі формується на основі кута падіння сонця.

Останні десятиліття практично вся архітектурна діяльність переорієнтувалася в «сталі» або навіть «еко-стійкі» проектування. Відбулася різка зміна акцентів в архітектурному проектуванні в сторону науково-технічних та інженерних рішень і архітектура в форматі «сталого розвитку» частіше визначається як «екологічно орієнтована архітектура високих технологій», рекомендована екостандартами [5].

Висновки:

- екологічна парадигма – «все пов'язано з усім» - це створення середовища для життєдіяльності суспільства за умови стійкого збалансованого підходу. Саме при ньому можна комплексно вирішити питання енергозбереження;
- архітектура, як міждисциплінарна діяльність, здатна поєднати системно різно направлені вектори наукових досліджень у екологічній парадигмі ще на етапі перед проектних рішень з узгодженням усієї низки проектних питань з усіма учасниками архітектурно-будівельного процесу;
- інноваційні архітектурно-конструктивні заходи енергозбереження урбанізованого середовища – це інноваційні матеріали і технології, як в самих будівлях, що утворюють еко-середовище, так і в архітектурно-просторовому формоутворенні на засадах стійкого, збалансованого розвитку.

Література:

1. Регіональна інвестиційна політика енергозбереження: [монографія] / М. А. Вознюк; НАН України, Ін-т регіон. дослідж. ім. М.І. Долішнього. - Львів, 2015. - 413, [1] с. - (Проблеми регіон. розвитку). - Бібліогр.: с. 386-401.
2. Енергозберігаючі технології в будівництві : навч. посіб. / М. А. Саницький, О. Р. Позняк, У. Д. Марущак ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т "Львів. політехніка". – 2-ге вид., виправл. – Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2013. – 236, [8] с. : іл. – Режим доступу: . – Бібліогр.: с. 208-214 (108 назв). – ISBN 978-617-607-514-1
3. Енергоощадні котеджі: методики проектування будинків без газу : [вироб-практ. вид.] / Ю. Б. Дудикевич. – Л. : Сполум, 2011. – 192 с. : іл. – Бібліогр.: с. 188-190 (73 назви). – ISBN 978-966-665-600-4

4. МСА – ЮНЕСКО. Международный Союз Архитекторов. МСА и Архитектурное образование. Соображения и рекомендации. – М.: Изд-во «Архитектура-С», 2004.
5. Сухинина Е. А. Экологические нормативы в архитектурно-градостроительном проектировании: дис. ... канд. арх.: 05.23.20 / Сухинина Елена Александровна; ФГБОУ ВПО СГТУ им. Гагарина Ю. А. Саратов, 2014. 286 с.

Аннотация

Рассматриваются современные инновационные архитектурно-конструктивные меры энергосбережения в системе города и зданий, как его составляющих. Обозначены проблемы формирования комфортной архитектурной среды, которая рассматривается как урбанизированная пространственная система зданий и сооружений, и их решения архитектурно-конструктивными методами на основе современных инновационных технологий и материалов. Определено, что на основе междисциплинарных научных исследований поиск путей энергосбережения всей урбанизированной системы, как на стадии проектирования, так и при строительстве, имеет прогрессивный инновационный характер, что соответствует устойчивому сбалансированному развитию.

Ключевые слова: урбанизированная среда, энергосбережение, архитектурно-конструктивные методы, «зеленая» архитектура, эко-эстетика, эко-технические подходы, междисциплинарные исследования, здания высоких технологий

Abstract

Modern innovative architectural and constructive measures of energy saving in the system of the city and buildings as its components are considered. The problems of formation of a comfortable architectural environment, which is considered as an urbanized spatial system of buildings and structures, and their solutions by architectural and constructive methods based on modern innovative technologies and materials are identified. It is determined that, based on interdisciplinary scientific research, the search for ways to save energy of the entire urbanized system, both at the design stage and during construction, has a progressive innovative character, which corresponds to sustainable balanced development.

Keywords: urban environment, energy saving, architectural and constructive methods, "green" architecture, eco-aesthetics, eco-technical approaches, interdisciplinary research, high-tech buildings.