

Л. О. Шулдан, С. А. Аль-Ахммаді\*  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра архітектурних конструкцій,  
\*ПП “Алекс-проект”

## ІНТЕГРАЦІЯ СОЛЯРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В АРХІТЕКТУРУ ІСТОРИЧНИХ БУДІВЕЛЬ (ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ)

© Шулдан Л. О., Аль-Ахммаді С. А., 2016

**Визначено основні архітектурні прийоми активного використання сонячної енергії у будівлях історичного ареалу. Проаналізовано сучасні типи фотоелектричних перетворювачів. Окреслено перелік технічних рішень солярних елементів та енергогенеруючих матеріалів, що можуть бути інтегровані в архітектуру історичних будівель.**

**Ключові слова:** солярні елементи, архітектуроенергозбереження, активне використання сонячної енергії, історична забудова, технічні рішення, сонячні панелі.

### Постановка проблеми

Підвищення енергетичної ефективності історичної забудови пов'язане насамперед з використанням поновлюваних джерел енергії. У сучасних умовах надзвичайно актуальним є розроблення і фахове впровадження прийомів архітектурної інтеграції елементів сонячної енергетики у сформоване історичне середовище.

Для вирішення цієї проблеми виходимо з того, що інтереси охорони пам'яток культурної спадщини є пріоритетом. Технологічне оснащення і конструкції у них мають підпорядкований характер, а інтеграція обладнання у контур будівлі має виконуватись непомітно. Необхідно визначити, які саме технічні рішення солярних елементів та енергогенеруючих матеріалів і у який спосіб можуть застосовуватись у таких умовах.

### Аналіз публікацій і досліджень

Актуальність теми визначається необхідністю розвитку методів енергомодернізації будівель історичних центрів міст, що можуть бути застосовані під час реконструкції. Під час проведення досліджень були проаналізовані роботи вітчизняних та іноземних авторів: Мургул В. А., Підгорного О. Л., Казакова Г. В., Хавхун Г. Н., Фаренюк Г. Г., Беляєва В. С., Хохлова Л. П., Табунщикова Ю. А., Кашченко Т. О., Шулдан Л. О. та ін. [1–10]. Аналіз цих робіт дає змогу зробити висновок про відсутність в Україні наукових праць, що охоплювали б питання архітектурного інтегрування солярних елементів в історичну забудову та визначали б можливий перелік технічних рішень. Вітчизняний практичний досвід застосування фотоелектричних систем під час реконструкції будівель в історично сформованому середовищі складається з поодиноких прикладів [2]. Аналіз зарубіжного досвіду енергетичної модернізації пам'яток історії та культури за допомогою солярних елементів надає значно більше матеріалів для їхнього вивчення, аналізу і систематизації.

### Виклад основного матеріалу

Поряд із вже відомими “демонстративно-акцентним” і “маскувальним” [1, с. 8] прийомами активного застосування сонячної енергії для енергопостачання будівель історичної забудови і покращення якості міського середовища автори запропонували третій прийом – “декларативний” [2, с. 438]. Перший, демонстративно-акцентний прийом передбачає застосування стилістично-

формувальних рішень з активними методами реконструкції. Другий прийом охоплює рішення, які у той чи інший спосіб маскують включення систем сонячного енергозабезпечення у зовнішній вигляд будівлі. Згідно з третім, декларативним прийомом, сонячні енергосистеми розташовуються у безпосередній близькості з історичним будинком або на дахах чи фасадах сусідніх будинків фонові забудови. Він спрямований на максимальне збереження об'єктів культурної спадщини та прийнятний навіть для пам'яток світового значення.

Стрімкий розвиток технологій, створення і впровадження у практику будівництва новітніх матеріалів та поширення ринку сонячної енергетики дали змогу зробити ретельний аналіз та відбір сучасних рішень з огляду на поставлені завдання. “Солярний елемент” – це будь-який з модулів, що сприймає сонячне випромінювання, зокрема й теплове. Але цей термін закріпився саме за панелями фотоелектричних перетворювачів і означає фотоелектричний пристрій, що перетворює сонячне випромінювання в електричний струм. Такі технології активно розвиваються з середини ХХ ст. і істотно стимульовані освоєнням космічного простору, де конкуренції солярним батареям фактично немає. З цього часу ефективність перетворення сонячного випромінювання в електричний струм зросла з 1–2 до 18 % у масових моделях і понад 44 % – у дослідних зразках. Збільшився термін служби і надійність роботи. Серед переваг фотоелектричних перетворювачів варто відзначити такі: енергія виробляється відразу у вигляді електрики; їхня гранична конструктивна простота та відсутність рухомих деталей; невелика питома вага; невибагливість у поєднанні з високою надійністю і мінімальні вимоги до обслуговування. Це плоскі елементи малої товщини, які успішно розміщуються на оберненому до Сонця схилі даху або на стіні будинку, за єдиної умови: ніщо не повинно затінювати їх протягом довгого часу.

Головні обмеження використання сонячної енергії пов'язані з її непостійністю. Вибір оптимальної орієнтації сонячних панелей будь-якого типу є найважливішим питанням. Кут падіння променів на поверхню впливає на коефіцієнт відбиття, а отже, і на частку неприйнятої сонячної енергії. Для скла, за відхилення кута падіння від перпендикуляра до 30°, коефіцієнт відбиття фактично не змінюється і становить близько 5 %. Майже 95 % випромінювання проходить всередину. Відхилення кута падіння до 60° спричиняє збільшення частки відбитого випромінювання майже до 10 %. За кута падіння 70° відбивається близько 20 % випромінювання, а при 80° – 40 %. Для більшості матеріалів залежність ступеня відбиття від кута падіння має приблизно такий самий характер.

Ще важливішою є ефективна площа елемента. Вона дорівнює реальній площі елемента, помноженій на синус кута між його площиною і напрямком світлового потоку. Тому, якщо елемент перпендикулярний до потоку випромінювання, то ефективна площа дорівнює його реальній площі, якщо ж потік відхилився від перпендикуляра на 60° – половині реальної площі. За паралельного потоку ефективна площа дорівнює нулю. Розсіяне випромінювання також сприймається елементом, однак його потужність порівняно з прямим освітленням дуже мала. Очевидно, що найефективніша постійна орієнтація елемента, перпендикулярна до потоку сонячних променів. Тому оптимальною є зміна положень елемента у двох площинах залежно від часу доби та пори року. Сьогодні існує велика кількість систем, що дають змогу відстежувати положення Сонця (solartracker). Вони, незалежно від типу та розміру, потребують вільного простору довкола для рухливих конструкцій та відкритого місця для встановлення (рис. 1–3). Таке місце можна забезпечити лишень на дахах будівель. Але, розглядаючи у цьому випадку дах як “п'ятий фасад” будівлі [11], застосування таких “типових” конструкцій у сформованому історичному середовищі *неприпустиме*.

*Варіанти солярних елементів у статичному монтажі.* Більшість виробників сьогодні орієнтуються на виробництво стандартних типових панелей (рис. 4–9). Найрозповсюдженіші фотоелементи на монокристалічному або полікристалічному кремнії. Монокристалічний кремній переважно має ККД у межах 16–23 %, а полікристалічний – 12–14 %.



*Рис. 1. Рама трекера*



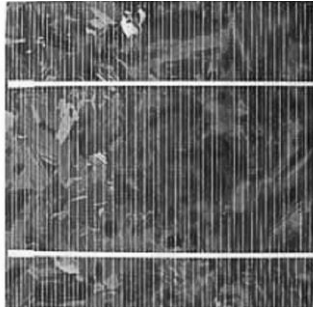
*Рис. 2. Автоматичний трекер на одну панель*



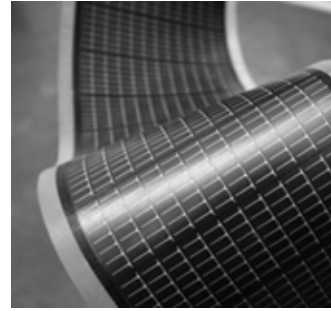
*Рис. 3. Панельні поворотні трекери*



*Рис. 4. Монокристалічні елементи*



*Рис. 5. Полікристалічні елементи*



*Рис. 6. Елементи на основі аморфного кремнію*

Розроблено елементи на аморфному кремнії, напиленому на основу, зокрема й гнучку. Однак аморфний кремній має дуже низьким ККД (6–10 %) і невеликий термін використання через швидку деградацію. Тобто для окупності застосування таких елементів вони повинні бути дешеві та монтуватися на максимально великій площі.



*Рис. 7. Монтаж з регулюванням кута нахилу*



*Рис. 8. Монтаж без регулювання кута нахилу*



*Рис. 9. Статичний монтаж без інтеграції у конструкції*

Стандартні панелі з моно- та полікристалічними елементами мають, як правило, прямокутну форму та характерний колір. Розміщення таких конструкцій в історичному центрі міста можливе тільки за умови повного маскуванню, без шкоди сприйняттю історичного середовища з видових точок доміантних висот або споруд. Подібний монтаж був виконаний компанією Murower на даху Глостерського собору у Великобританії [12]. Завдяки архітектурним елементам готичного собору панелей не видно знизу і вони не впливають на архітектуру будівлі (рис. 10, 11). Тим не менше, цей варіант монтажу можна зарахувати до демонстративно-акцентних прийомів.

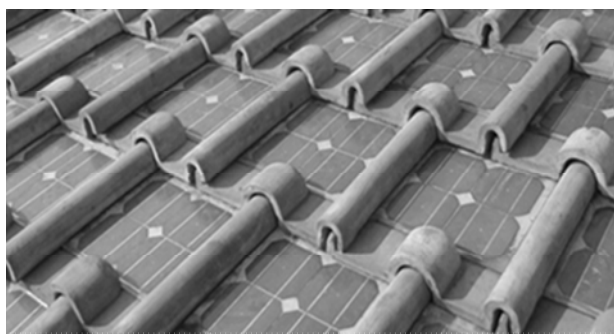


*Рис. 10. Глостерський собор, XI ст. Великобританія*



*Рис. 11. Сонячні панелі, що монтувалися на даху Глостерського собору*

У пошуках нових рішень, які б дали змогу непомітно інтегрувати солярні елементи у будівлю історичних міст, вчені різних інститутів працювали над створенням матеріалів наближених за зовнішнім виглядом до традиційних. Так, у 2009 р. в університеті Мінью (США) була розроблена фотоелектрична плитка-черепиця. Сьогодні вже серійне виробництво кількох видів такої черепиці розгорнули два італійські виробники Area Industrie Ceramiche REM [13] (рис. 12). У середньому на  $45 \text{ м}^2$  вона виробляє до 3 кВт електрики. У 2010 р. італійська компанія “REMSpa” запропонувала інтегрувати у звичайну глиняну черепицю сонячні фотоелементи або колектори для нагрівання води [14] (рис. 13).  $18 \text{ м}^2$  такої черепиці, встановленої під кутом  $30\text{--}35^\circ$ , може виробляти до 1650 кіловат-годин електроенергії на рік. Компанія SRS Energy також випустила фотоелектричну плитку [15] – полімер високої продуктивності, темно-синій, легкий, з вторинної переробки (рис. 14). Компанія UNI-SOLAR замість звичайних кристалічних кремнієвих сонячних пластин використовує аморфний кремній для виробництва гнучкого фотоелектричного ламінату. Японська компанія KANEKA Solar Energy спільно з науковим центром в Льовене (Бельгія) у 2010 році розпочали випуск гнучких сонячних елементів на основі аморфного кремнію (рис. 15). У 2011–2012 рр. розробники змінили підхід до виробництва [16] і структуру елемента було модернізовано до двох шарів мікрокристалічного та аморфного кремнію. Це дало можливість знизити ціну та підняти ККД елементів.



*Рис. 12. Фотоелектрична черепиця компанії “Area Industrie Ceramiche”*



*Рис. 13. Фотоелектрична черепиця “Techtile” компанії “REM Spa”*



Рис. 14. Фотоелектрична полімерна черепиця компанії "SRS Energy"

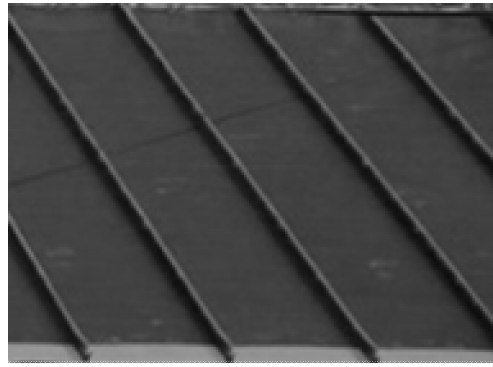


Рис. 15. Гнучкі покрівельні панелі компанії "KANEKA Solar Energy"

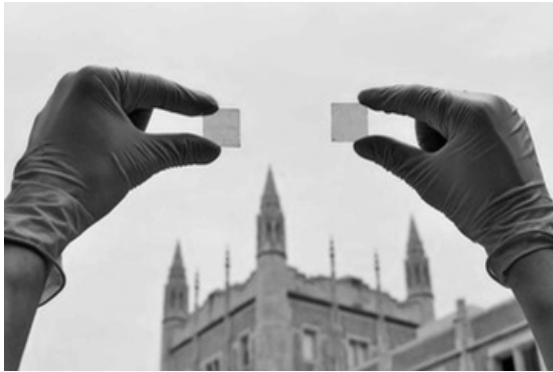


Рис. 16. Світлопрозорі полімерні солярні елементи

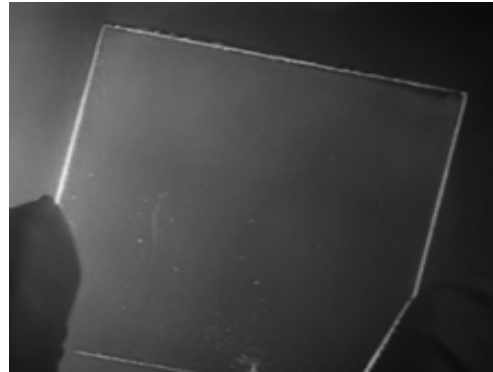


Рис. 17. Прозорий концентратор з органічних солей

У 2013 р. інженери з Каліфорнійського університету у Лос-Анджелесі (США), використовуючи світло-конверсійні властивості полімерних сонячних елементів, розробили фотоелементи, які поглинають світло переважно в інфрачервоному діапазоні і достатньо прозорі для застосування у вікнах та екранах електронних пристроїв [17]. ККД прозорого елемента – 6,4 %, за прозорості 51 %. Опис розробки опубліковано у журналі Energy & Environmental Science. У серпні 2014 році інженери Мічиганського університету (США) винайшли прозорий концентратор зі спеціальних органічних солей, які поглинають частину спектра, невидиму для людини, а потім випромінюють цю енергію в інфрачервоному діапазоні через кромки панелі [18]. На цьому етапі ефективність технології знаходиться на рівні 1 %, але, стверджують учені, незабаром ККД досягне 5 %. Дослідники також підтвердили, що ця технологія легко масштабується в широкому діапазоні – від гігантських промислових об'єктів до портативних споживчих пристроїв. У грудні 2014 р. швейцарська некомерційна організація "CSEM" розробила сонячні панелі, що мають різне забарвлення [19]. Компанія також анонсувала панелі, що можуть бути інтегровані у стіни та дахи будівель (рис. 18).

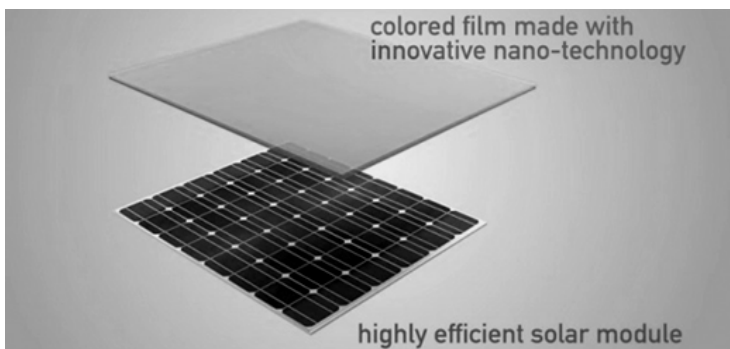
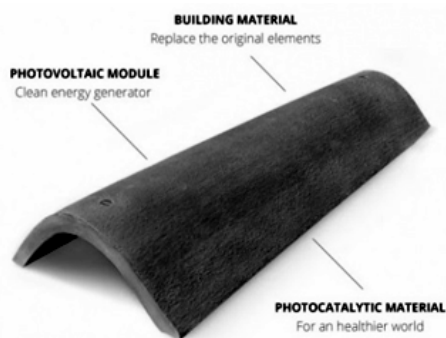


Рис. 18. Сонячні панелі, анонсовані компанією "CSEM"

На початку 2016 року італійська компанія Dyaqua Invisible Solar презентувала проект компактних сонячних панелей, що імітують дерево, черепицю, камінь, цеглу, азбестоцементні хвилясті листи бетон [20] (рис. 19, 20). Виробник зацентрував увагу на візуальному сприйнятті елементів та вирішенні проблеми їх можливого пошкодження. До сьогодні панелі були доволі громіздкими, порушували гармонію та історичний вигляд будівель. Основні частини панелей виготовляються із вторинного, нетоксичного та міцного матеріалу, який витримує великі навантаження та може використовуватись як на дахах, так і для мощення.

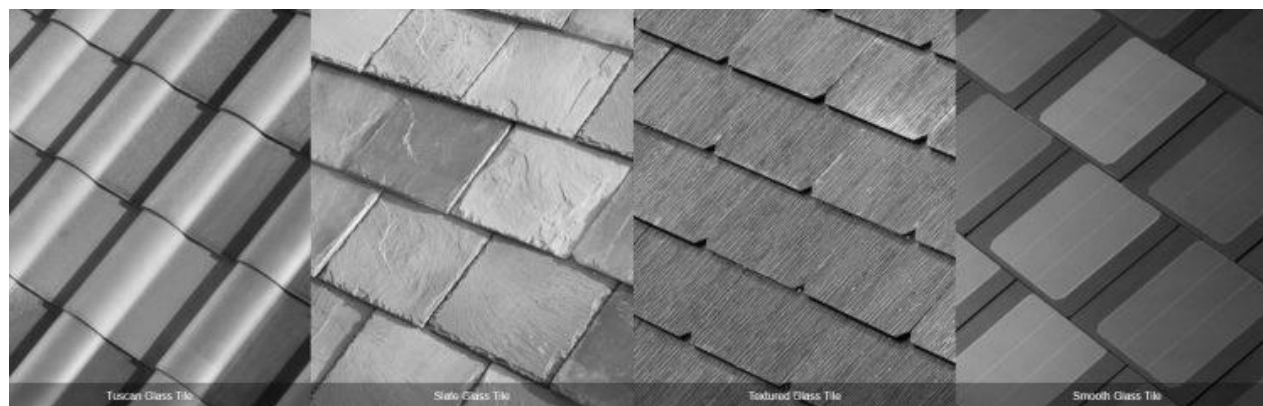


*Рис. 19. Солярний елемент у вигляді черепиці від компанії “Dyaqua Invisible Solar”*



*Рис. 20. Варіанти солярних елементів від компанії “Dyaqua Invisible Solar”, що імітують традиційні матеріали*

Наприкінці жовтня 2016 року в Лос-Анджелесі (штат Каліфорнія) Tesla Motors і Space X представлено сонячні батареї, що інтегровані у дах будинку [21]. Солярні елементи випускатимуться чотирьох варіантів: текстуроване скло, глянцева скляна плитка, шиферна плитка, а також черепиця у тосканському стилі (рис. 21).



*Рис. 21. Зовнішній вигляд дахових солярних елементів компанії “Tesla”*

Реставратори та архітектори також отримали солярні елементи, що імітують скло, черепицю, фальцевий дах, дерево, шифер, камінь, цеглу і бетон. Численні рішення, запропоновані в останнє десятиліття, імітують традиційні матеріали і можуть бути застосовані без втрат у сприйнятті середовища історичних міст *під час маскувального підходу до енергомодернізації пам’яток архітектури, і декларативного – у будівлях фонові забудови.*

Скло – незамінний матеріал саме для роботи в умовах історичного середовища. Матеріал, що візуально не домінує у забудові, відображає оточення, здатний зберегти ілюзію відкритого простору, не вступаючи у суперечність зі складними і масивними фасадами історичних будівель. Окрім того, сонячні панелі наближені за виглядом до скла, можуть використовуватись для: скляних фасадів компенсаційних будівель у лакунах поміж історичними будівлями; дахів та атриумів; огороження балконів. Чинні режими зон охорони об’єктів культурної спадщини переважно

допускають перекриття внутрішнього дворового простору. Легкі, потенційно розбірні, здатні виконувати тимчасову і постійну функцію металоконструкції із заскленням можуть застосовуватись як перекриття дворів-колодязів з метою покращання якості середовища. Цей матеріал може застосовуватись фактично в усіх прийомах інтеграції солярних елементів.

Застосування елементів у вигляді черепиці, особливо замовлені за автентичними зразками, дає змогу фактично без втрат виконувати енергомодернізацію будівлі. Зберігаючи фактуру, текстуру і колір історичного аналога, вказані матеріали, за умови комплексної реконструкції даху, можуть використовуватись в усіх прийомах інтеграції солярних елементів.

Солярні елементи у вигляді гнучких панелей органічно вписуються в існуючі дахи, що покривалися листами оцинкованої сталі з вертикальними фальцями. Наприклад, у Чернівцях саме таких дахів близько 90 %. Ці матеріали можуть застосовуватись у разі маскувального або декларативного прийомів інтеграції солярних елементів.

Решта нових видів солярних елементів, що імітують дерево, камінь, цеглу і бетон, з погляду авторів можуть бути застосовані під час комплексної реконструкції будівлі.

Оремо потрібно розглядати високоефективні солярні елементи, оснащені концентраторами. Їх зовнішній вигляд доволі техногенний і, безумовно, не історичний (рис. 22–24). Але окремі види таких конструкцій прийнятні для демонстративно-акцентного прийому та, в окремих випадках, для будівель компенсаційної забудови за умови гармонійного композиційного включення до об'ємно-просторового вирішення даху.



*Рис. 22. Сонячний концентратор українського винахідника О. Согоконя*



*Рис. 23. Сонячна установка концентруючого типу швейцарської компанії Airlight Energy*



*Рис. 24. Сферичні сонячні концентратори німецького архітектора Андре Брессела*





## Висновки та перспективи подальших досліджень

Енергомодернізація будівель історичного ареалу міста повинна враховувати інтереси охорони пам'яток культурної спадщини та забезпечувати збереження історичного середовища.

Сучасний рівень технічних рішень солярних елементів значно розширює можливості їх інтеграції в історичне середовище і може виконуватись трьома основними прийомами: *маскувальним, демонстративно-акцентним і декларативним*.

Стандартні рішення з компонуванням моно- чи полікристалічних солярних елементів у типові панелі не можуть використовуватись в енергомодернізаційних процесах в історичній забудові.

Солярні елементи, що імітують традиційні матеріали, можуть бути застосовані як у маскувальному, так і декларативному прийомах енергетичної модернізації історичних будівель. Застосування окремих видів солярних елементів, оснащених концентраторами, прийнятне у демонстративно-акцентному прийомі.

Під час енергоефективної реконструкції вибір типів солярних елементів є завданням, що повинно включати оцінювання естетичних, художніх, технічних, енергетичних, конструктивних та економічних якостей. Автори продовжують вивчати сучасні технічні розробки та досліджувати можливості впровадження прийомів архітектурної інтеграції елементів сонячної енергетики у сформоване історичне середовище.

1. Мургул В. А. *Возможности использования солнечной энергии для энергоснабжения жилых зданий исторической застройки Санкт-Петербурга и улучшения качества городской среды [Электронный ресурс]* / В. А. Мургул // *Международный электронный научно-образовательный журнал "Архитектура и современные информационные технологии"*. – 2013. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.marhi.ru/AMIT/2013/1kvart13/murgul/murgul.pdf>. (дата звернення: 25.11.16). – Назва з екрана. 2. Шулдан Л. О. *Прийоми використання солярних елементів в будівлях історичного центру міста* / Л. О. Шулдан, С. А. Аль-Ахммаді // *Науково-технічний збірник "Сучасні проблеми архітектури і містобудування"*. – К.: КНУБА. – 2016. – № 43, Ч. 2. – С. 435–441. 3. Підгорний О. Л. *Геометричне моделювання надходження сонячної радіації на різні поверхні* / О. Л. Підгорний. // *Прикладна геометрія та інженерна графіка: зб. ст.* – К.: КІБІ, 1993. – № 54. – С. 10–13. 4. Казаков Г. В. *Принципы совершенствования гелиоархитектуры* / Г. В. Казаков. – Львів: Світоч, 1990. – 152 с. 5. Хавхун Г. Н. *Применение систем использования солнечной энергии в архитектуре рекреационных зданий (на примере природно-климатических условий УССР): дис. ... канд. арх. наук* / Г. Н. Хавхун. – К., 1987. – 135 с. 6. Фаренюк Г. Г. *Теплова надійність огорожувальних конструкцій та енергоефективність будинків при новому будівництві та реконструкції: автореф. дис. ... д-ра техн. наук : спец. 05.23.01* / Г. Г. Фаренюк. – Полтава: ПНТУ ім. Ю. Кондратюка, 2009. – 36 с. 7. Беляев В. С. *Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий* / В. С. Беляев, Л. П. Хохлова. – М.: Высш. шк., 1991. – 255 с. 8. Табуничиков Ю. А. *Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий* / Ю. А. Табуничиков, М. М. Бродач. – М.: АВОК ПРЕСС, 2002. – 194 с. 9. Кащенко Т. О. *Підвищення енергоефективності житлових будинків на основі оптимізації їх форми : автореф. дис. ... канд. арх. наук : спец. 18.00.02* / Т. О. Кащенко. – К.: КНУБА, 2001. – 19 с. 10. Шулдан Л. О. *Принципи архітектурно-типологічного вдосконалення шкільних будівель з урахуванням енергозаощаджування: дис. ... канд. арх. наук: 18.00.02* / Л. О. Шулдан. – Львів, 2007. – 212 с. 11. Бевз В. М. *Проблеми збереження та охорони ландшафту дахів та панорами історичного міста* / В. М. Бевз. // *Вісн. Нац. ун-ту "Львів. політехніка"*. – 2011. – № 716. – С. 5–14. 12. *На 1000-летнем британском соборе устанавливают солнечные панели [Электронный ресурс]* // сайт "Econet". – 2016. – Режим доступа до ресурсу: <http://econet.ru/articles/139146-na-1000-letnem-britanskom-sobore-ustanavlivayut-solnechnye-paneli>. (дата звернення: 24.11.16). – Назва з екрана. 13. *"MadeinItaly" плитка, вырабатывающая энергию. [Электронный ресурс]* // сайт "ITAL TRADING.COM". – 2016. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.italtrade.com/countries/europe/russia/showroom/21076.htm>. (дата звернення: 24.11.16). – Назва з екрана. 14. Saharin Д. *"Солнечная" черепица итальянской REM Spa защищает дом от непогоды и генерирует электричество [Электронный ресурс]* / Д. Saharin // сайт "Еко Техніка". – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <http://ecotechnica.com.ua/arkhitektura/345-solnechnaya-cherepitsa-italyanskoj-rem-spa-zashchishchaet-dom-ot-nepogody-i-generiruet-elektrichestvo.html>. (дата звернення: 24.11.16). – Назва з екрана. 15. Eaton K. *SRS Roof Tiles Power Your House, Give Your*



*Energy Provider the Pink Slip* [Електронний ресурс] / KitEaton // сайт "GIZMODO". – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <http://gizmodo.com/367461/srs-roof-tiles-power-your-house-give-your-energy-provider-the-pink-slip/>. (дата звернення: 24.11.16). – Назва з екрана. 16. *WhyThin – FilmSilicon&* [Електронний ресурс] // сайт "KANЕКА SolarEnergy". – 2012. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.kaneka-solar.com/thin-film>. (дата звернення: 24.11.16). – Назва з екрана. 17. Kisliuk B. *UCLA researchers double efficiency of novel solar cell*, сайт "UCLA Newsroom [Електронний ресурс] / BillKisliuk // сайт "UCLA Newsroom". – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <http://newsroom.ucla.edu/releases/ucla-researchers-double-efficiency-247383>. (дата звернення: 25.11.16). – Назва з екрана. 18. Lendino J. *This fully transparent solar cell could make every window and screen a power source* [Електронний ресурс] / JamieLendino // сайт "ExtremeTech". – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.extremetech.com/extreme/188667-a-fully-transparent-solar-cell-that-could-make-every-window-and-screen-a-power-source>. (дата звернення: 25.11.16). – Назва з екрана. 19. *White solar modules: a revolution for building integration* [Електронний ресурс] // сайт "CSEM". – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.csem.ch/Page.aspx?pid=36617>. (дата звернення: 25.11.16). – Назва з екрана. 20. Лапикова А. *Итальянцы придумали солнечные панели с природным дизайном* [Електронний ресурс] / А. Лапикова // сайт "Rodovid.me". – 2016. – Режим доступу до ресурсу: [http://rodovid.me/solar\\_power/italyancu-pridumali-solnechnye-paneli-s-prirodnym-dizaynom.html](http://rodovid.me/solar_power/italyancu-pridumali-solnechnye-paneli-s-prirodnym-dizaynom.html). (дата звернення: 26.11.16). – Назва з екрана. 21. *Announcing Powerwall 2 and the Solar Roof* [Електронний ресурс] // сайт "Tesla". – 2016. – Режим доступу до ресурсу: [https://www.tesla.com/en\\_GB/powerwall?redirect=no](https://www.tesla.com/en_GB/powerwall?redirect=no). (дата звернення: 26.11.16). – Назва з екрана.

**Larysa Shuldan, S. A. Al-Ahmmadi**  
Lviv Polytechnic National University,  
Department of architectural constructions,  
PE "Alex-project"

## **INTEGRATION OF SOLAR ELEMENTS IN THE ARCHITECTURE OF HISTORIC BUILDINGS (TECHNICAL ASPECTS)**

*Ó Shuldan Larysa, Al-Ahmmadi S. A., 2016*

Improving the energy efficiency of historic buildings is primarily associated with the use of renewable energy sources. The interests of the protection of cultural heritage is a priority for solving these problems. Equipment integration in building outline is done invisibly. It is necessary to determine which of a wide range of modern technical solutions and solar energy generating elements and materials can be applied to historic buildings.

Architectural techniques for active use of solar energy supply for historic buildings and improvement of the quality of the urban environment, demonstrative, obscuring and declarative were analyzed. The first, demonstrative method, involves the use of stylistically-forming solutions with active methods of reconstruction. Second, obscuring – covering solutions that are hiding solar energy system including in the appearance of the building. According to the third declarative method, solar power system located in close proximity to the historic building or on roofs or facades of neighboring buildings. This method is aimed at maximum preservation of cultural heritage and acceptable for even the world-important monuments.

The main modern types of solar elements are analyzed in this article. The number of technical solutions of solar elements and energy generating materials are defined to be integrated into the architecture of historic buildings.

Standard solutions of layout of mono- or polycrystalline solar elements in a typical panel can not be used in energy modernisation processes in the historic buildings.

Solar elements that imitate traditional materials can be applied in obscuring and declarative methods of energy modernization of historic buildings. The use of certain types of solar elements that are equipped with concentrators are affordable at demonstrative method.

**Key words: solar elements, architectural adaptation of historic buildings, structures, technical solutions, solar panels.**