

УДК 71.712

DOI <https://doi.org/10.32782/uad.2025.1.24>**Шарлай Олена Василівна,**

кандидат архітектури,

старший викладач кафедри дизайну середовища

Харківської державної академії дизайну та мистецтв

ORCID ID: 0000-0003-1445-0339

helene.sharlay@gmail.com

ВЕРТИКАЛЬНЕ ОЗЕЛЕНЕННЯ ФАСАДІВ ЯК ЗАСІБ ГУМАНІЗАЦІЇ МІСЬКОГО АРХІТЕКТУРНОГО СЕРЕДОВИЩА

В статті розглядаються сучасні методи вертикального озеленення фасадів будівель. Аналізується світовий досвід створення державних програм з підтримки використання озеленення будівель і споруд, зокрема озеленення фасадів, на законодавчому рівні. Застосування інтегрованої рослинності має реальні переваги як на місцевому, так і на загальному рівні держави. Розглядається вплив вертикального озеленення на екологічні показники середовища, економічний розвиток і соціально-психологічний стан громади.

Аргументи для переконання законодавців, планувальників, архітекторів в необхідності використання технології вертикального озеленення надають результати досліджень в сфері екології, які показують, що використання вертикального озеленення сприяє зниженню температури поверхні зовнішніх стін в літній період на 10°C та зниженню ефекту міського острова тепла в густо населених районах, що зменшує енерговитрати на кондиціонування повітря. Збільшення поглинання вуглекислого газу і фільтрація шкідливих часток викидів веде до покращення якості повітря, що покращує стан здоров'я мешканців. Наявність зелені в міському середовищі покращує загальний психологічний і емоційний стан мешканців і сприяє гуманізації архітектурного середовища. Завдяки всім цим перевагам практика вертикального озеленення активно розвивається, створюючи нові методи і напрямки.

Велика кількість різноманітних напрямків у вертикальному озелененні потребує систематизації і типологічної класифікації конструктивних схем та аналізу потенціалу, який має кожна з них для архітектурних та дизайнерських рішень.

Попередньо всі системи діляться на каркасні і модульні системи. Каркасні системи поділяються на стаціонарні жорсткі і мобільні гнучкі. В якості стаціонарного каркасу виступають просторові конструкції з металевого профілю, решітки, сталеві троси. Метод використання каркасних систем дозволяє забезпечити заздалегідь спланований ритм, щільність і висоту озеленення і, з точки зору дизайну, є методом «спрямованого озеленення».

Мобільні гнучкі системи є одним із найбільш поширених рішень в озелененні фасадів. Двошарове полотно з полімерного войлоку, де в кишені з поживним субстратом висаджуються декоративні рослини. Метод озеленення з використанням мобільного гнучкого каркасу створив новий напрямок в дизайні вертикального озеленення «жива стіна».

В модульних системах в якості модулів можуть розглядатись плити або контейнери. Плити з легкого бетону або пластику мають кілька шарів: основа, гідроізоляція, водо поглинаючий шар, субстрат з насінням. Озеленення з використанням модульних систем започаткував напрямок «вертикальний сад»

Для кожного з цих методів озеленення аналізується можливість використання спільних підходів при розробці структури вертикального озеленення і елементів дизайну, з метою гармонізації архітектурного середовища і підвищення рівня комфортності міського простору.

Ключові слова: вертикальне озеленення, зелений фасад, архітектурне середовище, просторовий каркас, гуманізація середовища.

Sharlai Olena. VERTICAL GREENING OF FACADES AS A MEANS OF HUMANIZING THE URBAN ARCHITECTURAL ENVIRONMENT

The article considers modern methods of vertical greening of building facades. The world experience of creating state programs to support the use of greening of buildings and structures, in particular greening of facades, at the legislative level is analyzed. The use of integrated vegetation has real advantages both at the local and general state levels. The impact of vertical greening on environmental indicators, economic development and the socio-psychological state of the community is considered.

Arguments to convince legislators, planners, architects of the need to use vertical gardening technology are provided by the results of environmental studies, which show that the use of vertical gardening helps to reduce the surface temperature of external walls in the summer by 10°C and reduce the urban heat island effect in densely populated areas, which reduces energy costs for air conditioning. Increased absorption of carbon dioxide and filtration of harmful emissions particles leads to improved air quality, which improves the health of residents.

The presence of greenery in the urban environment improves the general psychological and emotional state of residents and contributes to the humanization of the architectural environment. Due to all these advantages, the practice of vertical gardening is actively developing, creating new methods and directions. The presence of greenery in the urban environment improves the general psychological and emotional state of residents and contributes to the humanization of the architectural environment. Due to all these advantages, the practice of vertical gardening is actively developing, creating new methods and directions.

A large number of various directions in vertical gardening requires systematization and typological classification of constructive schemes and analysis of the potential that each of them has for architectural and design solutions.

Previously, all systems are divided into frame and modular systems.

Frame systems are divided into stationary rigid and mobile flexible. Spatial structures made of metal profiles, lattices, steel cables act as a stationary frame. The method of using frame systems allows you to ensure a pre-planned rhythm, density and height of landscaping and, from a design point of view, is a method of "directional landscaping".

Mobile flexible systems are one of the most common solutions in facade landscaping. A two-layer polymer felt canvas, where ornamental plants are planted in a pocket with a nutrient substrate. The method of landscaping using a mobile flexible frame has created a new direction in the design of vertical landscaping "living wall".

In modular systems, slabs or containers can be considered as modules. Slabs made of lightweight concrete or plastic have several layers: base, waterproofing, water-absorbing layer, substrate with seeds. Landscaping using modular systems was initiated by the "vertical garden" direction

For each of these landscaping methods, the possibility of using common approaches in developing the structure of vertical landscaping and design elements is analyzed, in order to harmonize the architectural environment and increase the level of comfort of urban space.

Key words: *vertical landscaping, green facade, architectural environment, spatial framework, humanization of the environment.*

Вступ. Гуманізація середовища сучасних міст є однією з важливих задач при формуванні архітектурного простору. Разом з оптимізацією транспортних сполучень, функціональних зв'язків, виконання вимог інклюзивного простору, збільшення площ озеленення сприяє зниженню рівня забрудненості повітря і покращенню мікроклімату і, таким чином, підвищує рівень комфортності міського середовища.

Огляд літератури. Використання технології озеленених фасадів набувають особливої популярності, оскільки, крім підвищення естетичної якості оточення, вирішення проблеми обмеженого простору в умовах сформованого архітектурного середовища історичних районів міст, використання такої технології має багато практичних переваг. Відносно невелика економічна вартість, зменшення ризику підтоплення (через поглинання опадів), захист зовнішньої поверхні фасадів, збільшення енергоефективності будівлі за

рахунок теплоізоляції фасадів і внутрішніх приміщень [1].

Одним з лідерів по запровадженню методу вертикального озеленення є Європа. Так, в Парижі в 2014 році за ініціативи мерії була започаткована програма, що передбачала створення 100 гектарів озелених поверхонь стін і дахів міських споруд. За три роки до програми доєдналися 74 кампанії, що створили профінансували 75 проєктів [2].

В Британії, в Лондоні озеленення дахів і стін включено до програми розвитку міста з 2008 року. Це дозволило значно збільшити площі озеленення переважно за рахунок проєктів з реновації будівель в центрі міста. Місто мало на меті створити 30 км² зелених дахів. Лондонська екологічна стратегія містить політику та пропозиції, спрямовані на те, щоб до 2050 року більше половини Лондона було зеленим, а крона дерев у місті зросла на 10 відсотків.

У багатьох містах вид на ряд міських фасадів може бути не дуже надихаючим. Озеленені

фасади не тільки приємніші для очей; вони, швидше за все, сприйматимуться як перевага для продажу потенційним покупцям [3].

Майже половина всіх міст Німеччини, список яких наближається до 120 (включаючи Берлін, Франкфурт, Карлсруе, Мюнстер і Штутгарт), пропонують стимули для озеленення дахів [4]. Пряма фінансова підтримка коливається від 25% до 100% вартості монтажу. Основним обґрунтуванням цього є істотна економія витрат на опалення та кондиціювання. Непряма субсидія також забезпечується деякими німецькими землями та містами, де тарифи знижуються для забудов із зеленими дахами. Федеральний Закон про охорону природи вимагає зменшення екологічного впливу будівництва будівель [5].

Нью-Йорк – ще одна агломерація з серйозною проблемою міського теплового острова, де зливи часто спричиняють переливання каналізації. Створення нового відкритого простору малоймовірно через високу вартість землі але плоскі дахи складають до 29% площі Манхеттена, якщо додати площі фасадів покритих рослинністю, площа сягала б 500 гектарів, або територію вдвічі більшу за Центральний парк [6].

Існує багато успішних прикладів у всьому світі, щоб мати можливість переконати більше законодавців, планувальників, архітекторів в необхідності використання технології вертикального озеленення. Тим не менш, необхідні додаткові дослідження, щоб підтвердити та кількісно визначити переваги.

Головними аспектами впливу вертикального озеленення на стан середовища є екологічні, технологічні, соціальні і естетичні.

Дослідження в сфері екології показують, що використання вертикального озеленення сприяє зниженню температури поверхні зовнішніх стін на 10°C та зниженню ефекту міського острова тепла в густо населених районах, збільшення поглинання CO₂ і фільтрації шкідливих часток викидів, що веде до покращення якості повітря [7]. Також, завдяки новим технологічним розробкам, отримана можливість використання нових матеріалів, що підлягають вторинній переробці та біологічному розкладанню [8, 9]. Оптимізація

використання води можлива за рахунок використання сучасних систем моніторингу об'єму та режиму поливу. Економічний ефект від використання вертикального озеленення полягає в можливості суттєво знижувати витрати на енергоспоживання будівлі за рахунок зменшення витрат на кондиціювання повітря на 20–30% [10]. Крім того, озеленені фасади потенційно підвищують вартість нерухомості завдяки створенню більш привабливого середовища для проживання.

Гуманізація архітектурного середовища має за мету забезпечити соціальний та психологічний комфорт мешканців. Наявність зелені в міському середовищі покращує загальний психологічний і емоційний стан мешканців. В результаті опитувань мешканців Чикаго з'ясувалось, що люди, які живуть у «зеленішому» середовищі, відчують нижчий рівень стресу. В таких районах менше було зареєстровано злочинів [11]. Тож, озеленені фасади стають важливим інструментом у створенні здорового міського середовища.

Традиція використання повзучих рослин для декорування будівель існує протягом століть. Цей спосіб оформлення вертикальних поверхонь будівельних споруд з використанням рослин, найбільш поширений в країнах з теплим і помірним кліматом. В якості посадкового матеріалу, найчастіше використовуються – плющ (*Hedera helix*) і виноград дівочий (*Parthenocissus tricuspidata*). Повзучі види винограду дівочого є дуже популярними, завдяки невибагливості до умов зростання, безкаркасному розміщенню і надзвичайній декоративності. В країнах з теплим кліматом також висаджують гліцинію (*Wistéria*), кампсис (*Campsis*) та бугенвіллію (*Bougainvillea*), як красиво квітучі багаторічні рослини.

Мета статті. Сучасні архітектори і дизайнери пропонують багато нових методів вертикального озеленення. Пропонується класифікація цих методів за особливостями конструктивного рішення.

Матеріали дослідження. Для аналізу були обрані приклади реалізованих проєктів вертикального озеленення фасадів споруд, що знаходяться в країнах з помірним кліматом.

В дослідженні використовувались наступні методи:

- контент-аналіз, що дозволяє виділити ключові тенденції в використанні вертикального озеленення;
- порівняльний аналіз, для виділення характерних особливостей конструктивної схеми;
- композиційний аналіз, для виділення потенціалу різних конструктивних систем в формуванні дизайнерських рішень.

Застосування таких методів дає змогу формування комплексного уявлення про роль вертикального озеленення в сучасному дизайні і його вплив на формування комфортного і естетичного середовища.

Результати. Реалізовані проекти вертикального озеленення насамперед поділяються на дві основні групи: рослинний шар з субстратом може кріпитись до стіни за допомогою каркасу, або становити собою частину несучої конструкції без застосування додаткової структури.

Пропонується виділити системи каркасні і безкаркасні. Каркасні системи в свою чергу, поділяються на стаціонарні і мобільні, а безкаркасні на плитні і просторові.

Стаціонарні каркасні конструкції. Використання стаціонарного каркасу надає витким рослинам можливість закріплюватись і рости вгору у відповідності до дизайнерського рішення, оскільки розташування опор може мати певний ритм, висоту та щільність. Це запобігає хаотичному розростанню рослин та забезпечує естетичну цілісність дизайну. В якості стаціонарного каркасу можуть розглядатись просторові конструкції з металевго профілю, решітки, спрямовані сталеві троси.

Вибір стаціонарної каркасної конструкції залежить від дизайнерського рішення образу будівлі. Решітки можуть бути використані для формування невисоких зелених вертикальних площин, що матимуть рівномірну щільність. Можна висадити як багаторічні виткі рослини, так і однорічні. Також решітку доречно використовувати для опори під рослини, які потребують зимової обрізки. Додатковий декоративний ефект може створити сама

решітка за рахунок матеріалу (метал, дерево, пластик) форми і кольору.

Каркас на основі сталевих тросів з високоякісної нержавіючої сталі дозволяє створювати композиції на значну висоту (до 15 м.). Троси кріпляться точково до фасаду будинку і можуть утворювати лінійні або складні мережані композиції. Передбачається використання багаторічних високих витких рослин, витривалих до низьких температур. Використання тросових систем дозволяє створювати масштабні зелені стіни з мінімальним втручанням у архітектуру будівлі.

Просторові каркаси з металевго профілю кріпляться до фасаду будинку відповідно архітектурного рішення. Вони можуть використовуватись як опора для рослин відкритого ґрунту, так і для розміщення рослин в контейнерах. Це надає змогу створення зеленого фасаду багатоповерхових споруд, бо шаг каркасу може бути узгодженим з висотою поверху будівлі. Просторова структура також може передбачати додаткове зовнішнє скління, що в разі використання контейнерних посадок, забезпечить озеленення і в холодні сезони.

Метод використання каркасних систем дозволяє забезпечити заздалегідь спланований ритм і висоту озеленення і, з точки зору дизайну, є методом «спрямованого озеленення».

Мобільні гнучкі системи є одним із поширених рішень в озелененні фасадів. Ідея належить видатному ботаніку і дизайнеру Патріку Бланку [12].

Він запропонував використовувати двохарове полотно з полімерного войлоку, де в кишені з поживним субстратом висаджуються декоративні рослини. Це полотно кріпиться до фасаду будівлі на легкий металевий каркас і забезпечується автономне зрошення.

Метод використання мобільних систем має кілька переваг. Товщина конструкцій дорівнює 8 см, а вага одного квадратного метра з субстратом становить 30 кг. Системи легкі в монтажі, можуть мати будь-які розміри і форми, легко адаптуються до структури фасаду, дозволяють створювати виразні ландшафтні композиції. Резервуари з поживним

розчином для поливу рослин розташовані на покрівлі або горищі будівлі, і розподіляється під дією гравітації, що спрощує систему поливу.

Підбір рослин визначається умовами кліматичної зони, але переважно обирають рослини з декоративним листям, стійкі до низьких температур, стійкі до якості повітря і з обмеженими вимогами до вологості. Розташування рослин в окремих кишнях дозволяє легко замінювати рослини в разі втрати декоративності або для зміни композиції.

Мобільні системи, за умов відповідного підбору рослин, використовуються навіть в країнах з холодним кліматом на півночі Європи і в Канаді. Метод озеленення з використанням мобільного гнучкого каркасу створив новий напрямок в дизайні вертикального озеленення «жива стіна».

Поруч з каркасними системами для вертикального озеленення існує багато варіантів модульних систем, де кожний елемент (модуль) кріпиться безпосередньо до фасаду будівлі. В якості модулів можуть бути плити, або просторові елементи (контейнери).

Просторові модулі можуть виготовлятися з металу, кераміки або пластику, що надає великі можливості для формування образу, оскільки самі модулі стають елементами дизайну. Призначені для висадки однорічних декоративно-квіткових або декоративно-листяних рослин. При розміщенні їх на значній висоті слід передбачити можливість автоматизованого поливу.

Ще одним з варіантів модульного озеленення фасадів є плити з субстратом. Такий інноваційний підхід дає можливість застосувати матеріал, який є одночасно і будівельним матеріалом, і поживним субстратом для рослин. Плити з легкого бетону або пластику мають кілька шарів: основа, гідроізоляція, водо поглинаючий шар, субстрат з насінням. Субстрати відрізняються легкістю та здатністю утримувати вологу, що забезпечує оптимальні умови для росту рослин при мінімальних затратах на полив та обслуговування. До складу субстратів зазвичай входять перероблені матеріали, такі як кокосове волокно, торф, перліт,

вермикуліт та інші компоненти, що забезпечують баланс поживних речовин і дренаж. Використання цього методу дозволяє легко замінювати окремі модулі або посадковий матеріал, в разі необхідності. В якості насіння переважно обирають сукуленти, які не вимагають штучного поливу, бо отримують вологу з повітря, є стійкими до приморозків, зберігають декоративність протягом всього року.

Так, іспанський архітектор Еміліо Ллобато запропонував використання модульних плит для вертикального озеленення [13]. Плити з легкого пористого бетону, вкриті субстратом з насінням газонної трави, фіксованим полімерним текстилем, закріплюються на фасаді будівлі і дозволяють створювати геометричні орнаменти з яскравих зелених модулів.

Легкі в експлуатації, ці системи широко використовуються в озелененні як житлових і суспільних будівель, так і для споруд транспортної інфраструктури: мостів, естакад підпірних стін, що підвищує естетичну якість і робить їх привабливим елементом сучасного міського середовища.

В Політехнічному університеті Каталонії був розроблений метод використання плит з "біологічного бетону". Цей матеріал, призначений для фасадів у середземноморському кліматі, забезпечує екологічні, теплові та естетичні переваги в порівнянні з іншими будівельними рішеннями. В основі пропозиції лежить поєднання двох видів цементу. Внутрішній шар з карбонатного бетону на основі портландцементу і зовнішній шар з бетону на основі магній-фосфатного цементу з природно кислим рН [14]. Кисле середовище є основою для росту лишайників і моху, спори яких потрапляють на поверхню плити природним чином. Плита складається з трьох шарів: гідроізоляційний, шар, що накопичує і зберігає вологу після опадів, і зовнішній шар, що дозволяє дощовій воді проникати в середину плити. Декоративність фасадів з використанням плит з «біологічного бетону» полягає у створенні «патини» у вигляді малюнків з мохів і лишайників. Вигляд фасадів оздоблених зим матеріалом, міняється з часом, демонструючи зміну

кольору відповідно до пори року і виду заселених організмів.

Висновки. Якщо порівняти наведені варіанти сучасних технологій озеленення фасадів, можна виділити три основні підходи: каркасні стаціонарні, гнучкі каркаси і плитні. Використання стаціонарного каркасу використовується для створення «спрямованого» озеленення, гнучкий каркас дозволяє сформувати «живу стіну», використання плит з субстратом дозволяє створювати складні графічні композиції на фасадах будівель.

Кожний з цих методів має переваги і недоліки. Стаціонарний каркас потребує додаткових витрат на матеріал і монтаж, але надає можливість використовувати і контейнерне озеленення, і рослини відкритого ґрунту. Крім того, легкі металеві конструкції дозволяють створювати складні за малюнком композиції значної висоти, не обтяжуючі конструкцію фасаду і можуть бути використані як для сучасних будівель, так і для історичної забудови.

Використання гнучкого каркасу, завдяки значній масі, може потребувати додаткових конструкцій, і облаштування системи автоматизованого поливу, що збільшує вартість, але надає можливість використання широкого асортименту декоративних рослин.

Плити з субстратом легко монтуються до фасаду, не обтяжуючи його, не потребують додаткових витрат на полив і підживлення рослин, але кількість видів рослин обмежена кліматичними умовами регіону.

Кількість інноваційних підходів в озелененні фасадів свідчить про надзвичайну актуальність і затребуваність цього напрямку в архітектурі і дизайні. Постійне удосконалення технологій поливу дозволяє використовувати гідропонні та інтелектуальні системи зрошення і робить зелені фасади все більш легкими в обслуговуванні. Поява нових матеріалів зменшує вартість систем озеленення і надає додаткові можливості архітекторам і дизайнерам для пошуку нових рішень підвищення естетичної якості наших міст

Література:

1. Gary Grant. Green roofs and facades. London: IHS BRE Press. 2006. 85p.
2. Jan Wisniewski. The Plan to Turn Paris Green. *Reset digital for good*. 2020. <https://en.reset.org/plan-turn-paris-green-literally-2020-06282018/>
3. Roberts K. A postgraduate degree apprenticeship and a passion for sustainability *UCEM University college of estate management*. 2025. URL: <https://www.ucem.ac.uk/whats-happening/articles/katie-roberts-shortlister-profile/>
4. Lindsey R., Dahlman L. Global average surface temperature. *NOAA Climate.gov*. 2004. URL: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>
5. Jackson S. D. 1996. Overview of transport related wildlife problems in Proceedings of the International Conference on Wildlife Ecology and Transportation. *State of Florida Department of Transportation. Tallahassee*. 1996. URL: <https://trid.trb.org/view/1378471>
6. Will Ing. Is the boom in green roofs and living walls good for sustainability? *The Architects' Journal*. 2021. URL: <https://www.architectsjournal.co.uk/news/is-the-boom-in-green-roofs-and-living-walls-good-for-sustainability>
7. Berardi U., Ghaffarian Hoseini A., State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs. *Applied Energy*. Elsevier. 2014. P. 411–428.
8. Pérez-Urrestarazu L., Fernández-Cañero. R., Franco-Salas. A. Vertical Greening Systems and Sustainable Cities. *Journal of Urban Technology*. 2016. P. 65–85. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10630732.2015.1073900>
9. Joep van Vilsteren. How to Keep Exterior Green Walls Alive in the winter. *Living architecture monitor*. 2021. URL: <https://livingarchitecturemonitor.com/articles/how-to-keep-exterior-green-walls-alive-in-the-winter-w21>
10. Köhler, M. Green facades – a view back and some visions. *Open Journal of Ecology*. 2011 Vol. 1. No. 1 P. 423–436. URL: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=123526>
11. Green Walls Surviving the Cold. Surviving the cold with a SemperGreenwall. 2019. URL: [Sempergreenempergreen.com/us/about-us/news/outdoor-green-walls-can-thrive-even-in-climates-like-chicago-or-toronto-or-montreal](https://sempergreenempergreen.com/us/about-us/news/outdoor-green-walls-can-thrive-even-in-climates-like-chicago-or-toronto-or-montreal)

12. Blanc P. The Vertical Garden. From nature to the city. Revised and updated. New York; W.W.Norton & Company. 2008. 192 p.
13. Jennifer Brite. Ceracasa Lifewall. *Architect Magazine*. 2010. URL: https://www.architectmagazine.com/technology/products/ceracasa-lifewall_o
14. Irina Vinnitskaya. Biological Concrete for a Living, Breathing Façade. *Archdaily*. 2013. URL: <https://www.archdaily.com/315453/biological-concrete-for-a-living-breathing-facade>

References:

1. Gary Grant. (2006). Green roofs and facades. London: IHS BRE Press. 85p.
2. Jan Wisnewski. (2020). The Plan to Turn Paris Green. *Reset digital for good*. <https://en.reset.org/plan-turn-paris-green-literally-2020-06282018/>
3. Roberts, K. (2025). A postgraduate degree apprenticeship and a passion for sustainability. *UCEM University college of estate management*. Retrieved from: <https://www.ucem.ac.uk/whats-happening/articles/katie-roberts-shortlister-profile/>
4. Lindsey R., & Dahlman L. (2004). Global average surface temperature. NOAA *Climate.gov*. Retrieved from: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>
5. Jackson, S. D. (1996). Overview of transport related wildlife problems in Proceedings of the International Conference on Wildlife Ecology and Transportation. *State of Florida Department of Transportation. Tallahassee*. Retrieved from: <https://trid.trb.org/view/1378471>
6. Will Ing. (2021). Is the boom in green roofs and living walls good for sustainability? *The Architects' Journal*. Retrieved from: <https://www.architectsjournal.co.uk/news/is-the-boom-in-green-roofs-and-living-walls-good-for-sustainability>
7. Berardi, U., & Ghaffarian Hoseini, A., (2014). State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs. *Applied Energy*. Elsevier (p. 411–428).
8. Perez-Urrestarazu L., Fernandez-Cañero. R., Franco-Salas. A. (2016). Vertical Greening Systems and Sustainable Cities. *Journal of Urban Technology*. (p. 65–85). Retrieved from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10630732.2015.1073900>
9. Joep van Vilsteren. (2021). How to Keep Exterior Green Walls Alive in the winter. *Living architecture monitor*. Retrieved from: <https://livingarchitecturemonitor.com/articles/how-to-keep-exterior-green-walls-alive-in-the-winter-w21>
10. Kohler, M. (2011). Green facades – a view back and some visions. *Open Journal of Ecology*. Vol. 1. No. 1 (p. 423–436). Retrieved from: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=123526>
11. Green Walls Surviving the Cold. (2019). Surviving the cold with a SemperGreen wall. Retrieved from: sempergreenempergreen.com/us/about-us/news/outdoor-green-walls-can-thrive-even-in-climates-like-chicago-or-toronto-or-montreal
12. Blanc, P. (2008). The Vertical Garden. From nature to the city. Revised and updated. New York; W.W.Norton & Company. 192 p.
13. Jennifer Brite. (2010). Ceracasa Lifewall. *Architect Magazine*. Retrieved from: https://www.architectmagazine.com/technology/products/ceracasa-lifewall_o
14. Vinnitskaya I. (2013). Biological Concrete for a Living, Breathing Façade. *Archdaily*. Retrieved from: <https://www.archdaily.com/315453/biological-concrete-for-a-living-breathing-facade>