

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.51-67

УДК 721.011.6с 728.1.012.1

канд. фіз.-мат.наук, доцент **Кайнц Д.І.**,

diana.kaynts@uzhnu.edu.ua, ORCID: 0000-0002-7242-027X,

канд. фіз.-мат.наук, доцент **Микайло О.А.**,

oksana.mykailo@uzhnu.edu.ua, ORCID: 0000-0002-4591-9729,

Швець М.Р.,

shvets.maksym@student.uzhnu.edu.ua, ORCID: 0009-0008-7649-535X

Ужгородський національний університет

СИСТЕМИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ В СЕРЕДМІСТІ ТА ВІЗУАЛЬНІ РІШЕННЯ ДЛЯ М. УЖГОРОДА

Проведено аналіз характеристик систем вертикального озеленення, способів їх організації, конструктивних рішень та засад експлуатації в сучасних містах. У статті наведено змістовну класифікацію таких систем, описано їх особливості, переваги та недоліки, інструменти та конструкції, рослинність, а також співставлено вартості витратних матеріалів для кожного з видів.

У статті наведено опис властивостей вертикального озеленення, аргументованого його позитивний вплив на мікроклімат міста, екологію, здоров'я та психо-емоційний стан мешканців.

Спираючись на кращі світові аналоги та зважаючи на необхідність впровадження такого виду озеленення у структуру комплексної зеленої зони міста, запропоновано візуальні коцепти перетворення фасадів та дахів існуючих будівель м. Ужгорода.

Ключові слова: системи вертикального озеленення; озеленення фасадів і дахів; рослинність; зелені фасади; зелені дахи; екологія міста.

Мета публікації: описати основні засади організації вертикального озеленення в середмісті, інструменти, технології та рослинність, що слугують для їх створення та проілюструвати можливість інновативного та ефективного використання рослин на фасадах та дахах існуючих будівель в місті Ужгороді.

Основна частина. Не є секретом, що зелені насадження здатні істотно запобігати руйнівним наслідкам екологічних змін, також важлива їх роль і у міському просторі, де вони фактично відіграють роль фільтру, який значно зменшує обсяги викидів, пилу, аерозолів, впливає на формування мікроклімату, діючи на тепловий режим, вологість і ступінь рухливості повітряних мас. Крім того, зелені насадження є невід'ємною складовою архітектурної та планувальної композиції міста.

У наш час проблема нестачі зелені набуває великий масштаб. Міста стають все більш густо населеними і забудованими, дороги - більш завантаженими транспортними засобами, в той час як вільного від забудови простору стає значно менше. Один із способів вирішення цієї проблеми - це вертикальне озеленення, яке здатне змінити зовнішній вигляд будівель і споруд, а також надати особливу мальовничість міському простору.

Озеленення фасадів користується все більшим інтересом і є не просто елементом декорації. При правильних конструктивних рішеннях та дотриманні технології воно здатне ефективно захищати від шкідливих емісій і забезпечує додатковий комфорт, підвищує загальну якість житла. Вдалі комбінації допоміжних конструкцій, анкерування та підбір відповідних видів рослин народжує оригінальні, а головне, корисні рішення по зеленому оздобленню фасадів [1].

Зазвичай центри міст мають щільну забудову і часом багато старих або просто непривабливих фасадів, які можуть віднайти свою втрачену колишню красу за рахунок вмілого озеленення. Нанесення зеленого орнаменту на фасад слід розглядати як довгостроковий захід, що має на меті не тільки декорацію, але і багато інших корисних для міста та його мешканців наслідків. Зараз для виконання цього завдання є все необхідне: технічні засоби та відповідні рослини.

Основною функцією вертикального озеленення є терморегулювання, яке забезпечує збереження тепла всередині будівлі взимку і комфортної прохолодної температури влітку, що значно скорочує витрати на опалення (кондиціонування). Також вертикальне озеленення здатне підтримувати особливий мікроклімат, що визначається збалансованою вологістю повітря, і сприяє інтенсивному збагаченню його киснем.

До естетичної сторони питання додається актуальний на сьогоднішній день екологічний аспект. Озеленення фасадів будинків проводиться цілеспрямовано для покращення мікроклімату міста і захисту навколишнього середовища, іншими словами для підвищення якості життя людини.

Екологічний фактор, визначається наявністю проблем, характерних для великих міст і мегаполісів, таких як ефект теплового острова, великий рівень задимлення, підвищена концентрація парникових газів, відсутність природних зелених просторів в межах міста.

Ефект теплового острова є серйозною проблемою для багатьох великих сучасних міст [2]. Відомо, що температура повітря в містах завжди вище, ніж в сільських поселеннях або на периферії, оскільки в них значно більше джерел теплового забруднення, таких як: транспорт, промислове виробництво, механічне обладнання, будівельні матеріали з високою відбиваючою

поверхнею. Температура ж в сільській місцевості значно нижче через відсутність вищезазначених умов та наявності великих зелених масивів. Крім усього цього збільшуються витрати будівель на кондиціонування, а також обсяг викидів парникових газів в атмосферу. Це фактори можуть бути мінімізовані за рахунок організації в місті зелених територій, не тільки міських парків, але і зелених дахів, і зелених стін [3,4].

Тема технологій вертикального озеленення досліджується давно, дива казкових Висячих Садів Семіраміди тривожили уми багатьох поколінь вчених. Перші спроби впровадження ідеї зелених фасадів передусім базувалися на ботанічних аспектах [5]. Однак з 1980-х років з'явилася нові ідеї для зеленого кольору на фасадах, як внесок у покращення екології міста, зокрема вони були реалізовані в Берліні, де в період з 1983 по 1997 рік було встановлено 245 584 квадратних метрів зелених фасадів [6].

Ідея про перенесення зеленої рослинності з горизонтальної площини в вертикальну була вперше реалізована французьким ботаніком та дизайнером Патріком Бланом (фр. Patrick Blanc), в 1988 році. Яскравий приклад його роботи - музей на набережній Бранлі у Парижі (Le musée du quai Branly - Jacques Chirac), відкритий в Парижі в липні 2006 (рис.1).



Рис.1. Музей на набережній Бранлі у Парижі

На створення цього сучасного дива ним було витрачено близько 10 років. Протягом цього часу він проводив польові дослідження в горах Таїланду і Малайзії, вивчаючи природні співтовариства рослин і займався кропіткими

лабораторними дослідженнями в Національному Центрі наукових досліджень. Розроблена ним технологія заснована на застосуванні полотна двошарового поліаміду з прокладкою з спіненого ПВХ, закріпленого на вертикальній металевій обрешітці. Необхідні для росту рослин поживні речовини подаються до коріння через систему крапельного зрошення.

В живому полотні, що закутує фасад, використано 15 000 екземплярів 150 видів трав, мохів, папоротей і навіть чагарників. Ретельно підібрані за кольором для інсталяції гейхери, плющі, герані, шавлії і інші рослини створюють оригінальні, зачаровують очі візерунки різних зелених тонів з додаванням крапель коричневого, жовтого і червоного кольорів [8].

Сучасні мегаполіси світу докладають неабияких зусиль аби знайти простір для зелених насаджень та поліпшити якість життя городян. На вулицях багатьох сучасних міст концентрація діоксиду азоту (NO_2), який згубно впливає на здоров'я людей, перевищує безпечні рівні. Натомість рослини покращують якість повітря, значно знижуючи вміст небезпечних речовин [9]. Останні дослідження показують, що зелені фасадні системи надають можливість контролювати надходження та втрати тепла, сприяючи покращенню теплового комфорту в приміщенні та зменшенню потреби в енергії для опалення або охолодження [10,11].

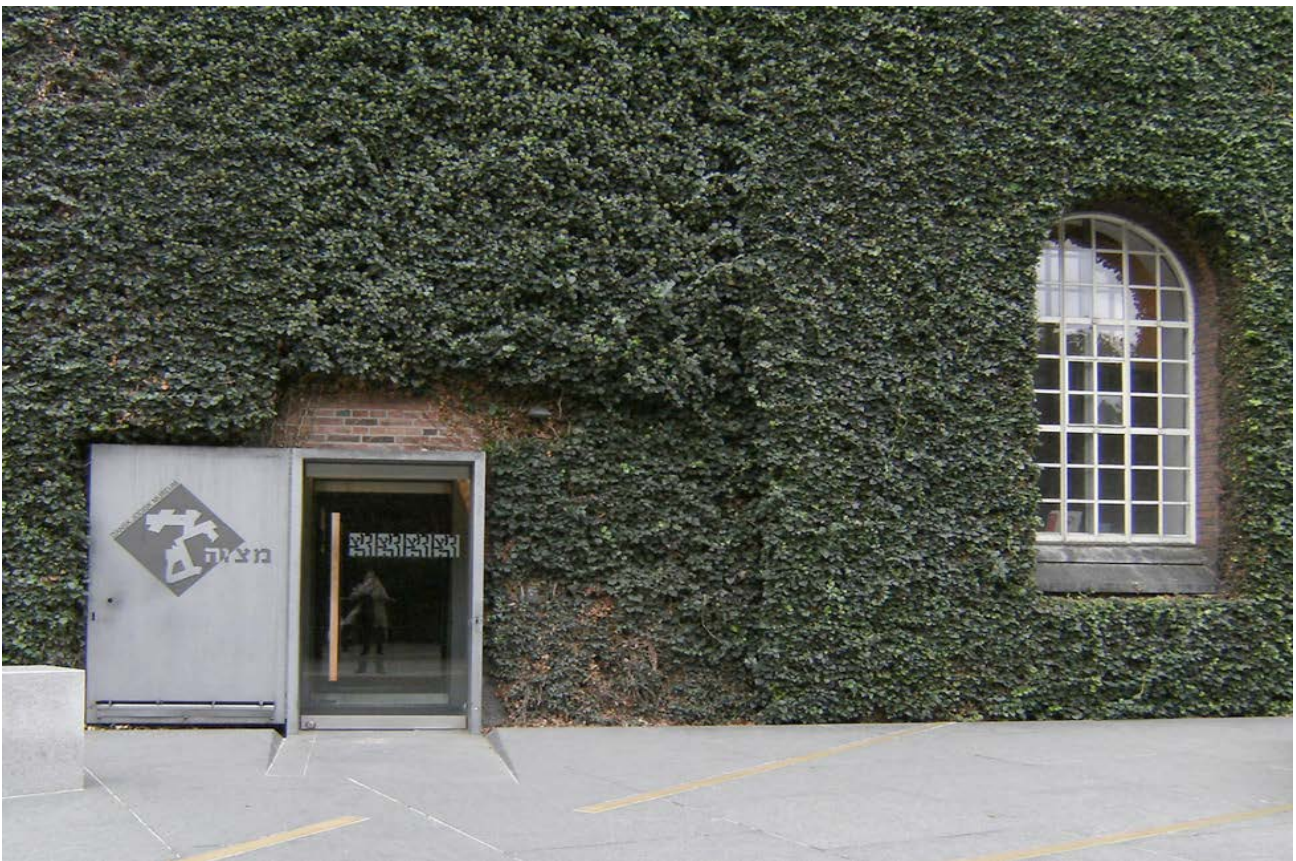


Рис. 2. Прямий зелений фасад, Голеган, Португалія.



Рис. 3. Суцільна система живих стін, Caixa Forum, Мадрид.

На думку авторів [12] вертикальне озеленення в містах за рахунок своїх первинних властивостей виконує наступні функції: конструкції виглядають естетично і позитивно впливають на психічний стан людини (зелений колір рослин); рослини спричиняють тонізуючу та заспокійливу дію (запахи), знезаражують і очищають навколишнє середовище (фітонциди), стабілізують температуру в будинку, рослини є природними біоіндикаторами, також підкреслюють архітектуру будівель, надають йому оригінального вигляду і при цьому ховають деякі дефекти (нерівності, тріщини).

Важливо наголосити, що вертикальні зелені насадження мають наступні переваги: зменшують вплив зовнішнього середовища: в зимовий час, прикриваючи обшивку будівель, зменшують її тепловтрати, тоді як влітку приймають на себе УФ-промені і пил; створюють кращий мікроклімат на ділянці, збагачуючи повітря киснем, очищаючи його від газу і пилу та зволожуючи [13]. Різноманітність витких рослин дає можливість періодично міняти зовнішній вигляд житла, а нескладна технологія виготовлення конструкцій, посадки і догляду за рослинами доступна для багатьох людей, хоча без стартового навчання не обійтись.

Слід відзначити, що поряд з перевагами є і відчутні вимоги, а саме: необхідність періодичного догляду для естетичного вигляду, а також вартість

конструкцій, яка, як правило, є досить висока. До того ж вертикальне озеленення потребує спеціально підібраних матеріалів та наповнення. При можливості певні конструкції бюджетно можна виготовити своїми руками, при цьому вони матимуть не менш привабливий вигляд.

Існує два підходи вертикального озеленення: екстенсивне і інтенсивне [14]. Екстенсивне підходить, як для міських багатоповерхових будівель, так і для приватних будинків. Інтенсивний спосіб озеленення більше підходить для офісів і багатоповерхових комплексів. Розрізняють кілька варіантів озеленення, а саме: суцільне озеленення стін, часткове озеленення та створення окремих композицій [15]. Малоповерховий, або багатоповерховий будинок, стіни якого повиті плющем, завжди прикрашає вулицю. Неспроста сади, розбиті на фасадах – це не просто увита рослинністю стіна, а ціла інженерна конструкція, оснащена системою поливу.

Види вертикального озеленення можна класифікувати за кількома особливостями. По прийомам вертикальне озеленення ділять на 2 групи: суцільне вертикальне озеленення та часткове вертикальне озеленення. Суцільне вертикальне озеленення часто використовується для того щоб приховати дефекти будівлі або замаскувати глухі стіни і фасади, на яких практично немає інших декоративних елементів. Зазвичай для такого озеленення характерні в'юнкі рослини. Часткове озеленення несе, як правило, декоративну функцію. За допомогою даного озеленення оформляють фасади будівель і споруд, розташовуючи його в місцях відсутності віконних і дверних прорізів [16].

Згідно принципів підбору композиційних поєднань вертикальне озеленення ділиться на 3 групи: за функціональним, за екологічним та за декоративним принципами [17].

Функціональний принцип підбору - принцип підбору, при якому вертикальне озеленення необхідно в силу різних факторів. Ними може бути необхідність збагачення середовища киснем, теплорегуляція, захист від шуму вулиць і пилу, створення тіні, тощо. Для того, щоб рослини ефективно виконували ці функції, слід брати враховувати їх природні характеристики: густоту, висоту, щільність листя. Екологічний принцип розглядає в якості головного фактора погодні умови, найкращі для кожного виду рослин, також температуру, склад і родючість ґранту, а також орієнтація будівлі по сторонах світу. Декоративний принцип являє собою принцип підбору, при якому вертикальне озеленення повинно приховати недоліки даної будівлі або, навпаки, підкреслити особливість того чи іншого фасаду. При цьому підборі дуже важлива текстура листя рослин, їх щільність і тривалість періоду цвітіння [18].

Технологічно на сьогоднішній день розрізняють кілька основних систем вертикального озеленення, які розподіляються за принципом роботи:

1. Повстяні системи (гідропонні);
2. Модульні системи (з використанням субстрату) ;
3. Контейнерні системи (висадка в горщики).

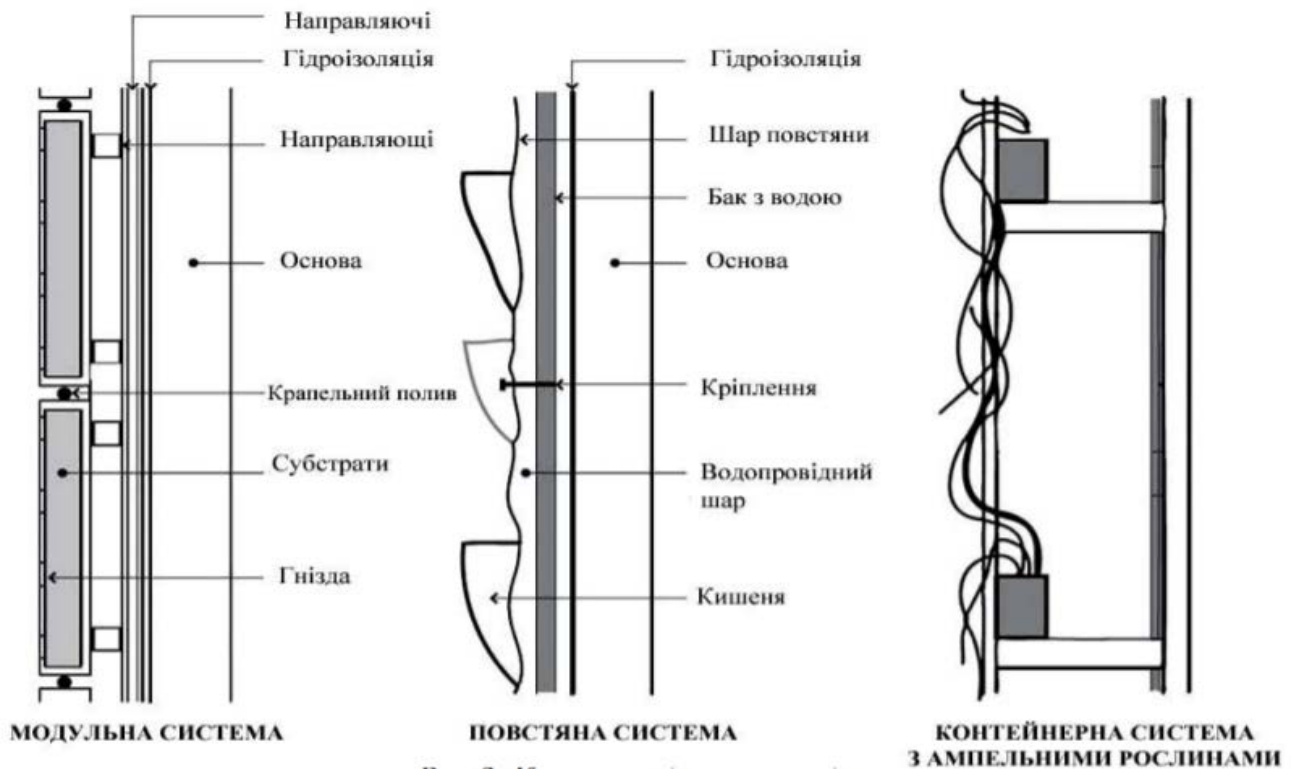


Рис.4. Схеми систем вертикального озеленення

Найбільш набирає популярність технологія вертикального озеленення - це гідропонна або повстяна технологія. В основі конструкції лежить рама, яка прикріплена безпосередньо до фасаду, що декорується. На металевий каркас рами встановлюється ПВХ пластини (ПВХ) по 10 мм. Далі кріпиться шар з повстю поліамідного волокна, який зовні чимось схожий на сфагнум. Даний шар фіксується кишенями приблизно 20 * 20 см. Після чого проводиться система дренажу і система автоматизації крапельного поливу, які включають в себе невеликі труби і насоси, які постачають воду і різні добрива для рослинності.

Модульна система озеленення прийшла в повсякденне життя відносно недавно. На фасаді встановлюється спеціальна рама, після чого прикручуються вертикальні стійки з кронштейнами для фіксації модулів з завчасно обраним кроком конструкції. Далі розгортається гідропонна система зрошення і йде наладка освітлення. Система поливу модулів, досить, зручна, так як вона може бути вбудована в конструкцію панелі будь-якої форми. У модулях

використовуються особливі, заздалегідь вирощені рослини. Їх особливість полягає в тому, що вони пристосовані виключно для вертикального зростання. З'єднуючи модулі один з одним, ландшафтні дизайнери отримують оригінальні візерунки та орнаменти з рослинності, які, як правило, проектують заздалегідь.

В основі однієї з найвідоміших технологій вертикального озеленення – контейнерного, лежить несучий гідроізолюваний металевий каркас, який поділяється на три види: а) каркасна сітка; б) вбудований каркасний стелаж; в) переносний каркасний стелаж з направляючими. Безпосередньо на самому каркасі фіксується система поливу, яка представляє собою обширну мережу з пустотілих труб, і попередньо спроектованих горщиків з ґрунтовим субстратом, в які згодом висаджують рослини. До кожного горщика проводиться особиста зрошувальна трубка для подачі води і добрив [19,20]. Як правило, дана система поливу підключається до системи водопостачання і каналізації. Найчастіше дані каркасної конструкції оснащуються додатковим освітленням. Найбільш підходящі рослини для озеленення в горщиках - це ампельні рослини з довгим гнучким стеблом, які дуже красиво виглядають на підвісних конструкціях.

Таблиця 1.

Порівняльна характеристика систем вертикального озеленення.

Критерій порівняння	Повстяна система	Модульна система	Контейнерна система
Спосіб монтажу	Повстяні кишені	Заготовані модулі	Контейнери (горщики)
Система поливу	Гідропонна система поливу	Гідропонна система поливу	Система труб, підведена до системи водопостачання
Система дренажу	Здійснюється	Не здійснюється	Не здійснюється
Експлуатаційний догляд	Простий	Простий	Складний
Змога здійснювати декорацію	повстяну стіну неможливо змінити, потрібно виконувати демонтаж	Зміна декорації за допомогою перестановки модулів	Заміна декорації шляхом переміщення контейнерів в різних комбінаціях
Вид використовуваного озеленення	Суцільне озеленення, часткове озеленення (рідко)	Суцільне озеленення (рідко), часткове озеленення	Суцільне озеленення, часткове озеленення

Проаналізувавши дані з Таблиці 1, можна помітити, що найбільш вдалою системою озеленення для суцільних, глухих стін і фасадів є повстяна система. Вона також підходить і для стін, на яких потрібно приховати різного виду дефекти. Для озеленення та часткового декорування найбільш підходящою є модульна система озеленення, так як вона володіє найбільш високими художньо-декоративними властивостями. Для ландшафтного озеленення краще всього використовувати контейнерну систему. Також ця система буде зручною при оформленні частин будівлі, що виступають.

Для визначення економічної доцільності проведемо розрахунок середніх витрат на установку систем озеленення на заданій нами стіні площею 4 * 6 м. Нижче наведені середні витрати на встановлення різних систем озеленення (табл.2).

Таблиця 2.

Середні витрати на матеріали для різних систем вертикального озеленення.

Назва	Кількість	Вартість за шт, грн	Загальна вартість, грн
1	2	3	4
Повстяна система			
Бак з водою	1 шт	1226	1226
Труба 16"	140 м	38,3	5363
Кишені войлокові 200*200 мм	600 шт	0,75	434
ПВХ	4 шт	3794,5	15178
Гідрогель	9 кг	498	4482
Профіль 3000*100*50 мм	19 шт	68,95	1310
Кріплення для профіля	35 шт	14,57	510
Таймер подачі води	1 шт	1542	1542
Всього:			30045
Модульна система			
Труба 16"	75 м	38,25	2869
Фітомодулі 400*420*32 мм	140 шт	1912	267775
ПВХ	4 шт	3789	15156
Гідрогель	4 кг	497,25	1989

1	2	3	4
Профіль 3000*100*50 мм	19 шт	68,84	1308
Кріплення для профіля	35 шт	14,50	508
Кріплення для профіля	35 шт	14,50	508
Кронштейн для кріплення модуля	280 шт	9,17	2570
Таймер подачі води	1 шт	1542	1542
Всього:			293717
Контейнерна система			
Тримач для труб 16”	270 шт	6,88	1859
T-подібний зубчатий фітинг 16”	600 шт	27,15	16296
G-подібний зубчатий фітинг 16”	59 шт	26	1534
Заглушка 16”	1 шт	4,22	4,22
Крапельний кінцевик 5*3	600 шт	5,75	3442
Труба 16”	140 м	38,25	5355
Контейнер (горшок) 200*200*200 мм	600 шт	12,25	7344
Каркасна сітка	2 шт	288	576
Ґрунт	2100 л	3,13	6587
Профіль 3000*100*50 мм	19 шт	68,84	1308
Кріплення для профілю	35 шт	14,50	508
Таймер подачі води	1 шт	1542	1542
Всього:			46357

Стосовно рослин, які використовуються для вертикального озеленення, то в південних широтах при створенні живих зелених стін використовують досить багато різновидів рослин, але не всі вони придатні для вирощування в наших кліматичних умовах. Для декорування фасадів на території України в основному використовують такі рослини як: дівочий виноград, амурський виноград, арістолох, лунонасінник даурський, каприфоль. Ці види рослин дуже

швидко ростуть, не вимагаючи при цьому особливого догляду, мають здатність адаптуватися до будь-яких погодних умов і температур.

Феномен «негативного фототропізму» - поява хвороби світла у витких рослин - досить поширений. В першу чергу, це стосується *циссуса*, *Hedera*, *Campsis*, *Parthenocissus tricuspidata* і т.д. Такі рослини тримаються безпосередньо на поверхні і тиснуть на неї своєю вагою, тому для озеленення фасаду вони не підходять. Для цих цілей рекомендуються ліанові (в'юнки), вусикові рослини та плющі. Також можна розглядати використання таких рослин як: *ломонос (clematis vilicella)*, *акебія (akebia quinata)*, *гліцинія китайська (wisteria sinensis)* *садовий жасмин (aristolochia macrophylla)*, багаторічний хміль, різні сорти плющів.

Як бачимо з табл.2 економічно найефективнішою є повстяна, а найбільш затратною є модульна, але слід зазначити, що в процесі експлуатації модульна є досить невибагливою і дозволяє при необхідності легко змінити певні модулі, а декоративний ефект від такої системи озеленення має найвищу ступінь, в порівнянні з іншими. Саме цей спосіб озеленення має найбільшу естетичну привабливість та може створюватись як художнє авторське декоративне панно. Ми хочемо проілюструвати даний підхід візуальним концептом озеленення фасадів відомих будівель міста Ужгорода.



Рис.5а. Медичний факультет Ужгородського національного університету.



Рис.5б. Медичний факультет Ужгородського національного університету.



Рис.6а. Музично-драматичний театр м. Ужгорода



Рис.66. Музично-драматичний театр м. Ужгорода

ВИСНОВКИ

Ідея покращення мікроклімату в межах міста за допомогою оздоблення фасадів будівель вертикальними зеленими насадженнями вважаємо дієвим рішенням, що здатне вплинути на покращення якості повітря міста Ужгород, оскільки зменшить загальний рівень вуглекислого газу (CO_2) та діоксиду азоту (NO_2), які згубно впливають на здоров'я містян, так як часто безпечний рівень значно перевищений. Рослини можуть покращити якість повітря, знизивши в цілому вміст небезпечних речовин. Дана концепція на теперішній час набирає тренду в багатьох містах світу.

В межах міста Ужгород поки є всього декілька подібних прикладів, зазвичай озеленені дахи приватних садиб, завиті плющем опорні стінки, але це не має масового характеру і скоріше є декоративним ландшафтним рішенням. Важливо, щоб саме концепт озеленення будівель для покращення клімату та зменшення шкідливих викидів, почав впливати на прийняття рішень стосовно комплексного включення вертикального озеленення у систему зелених насаджень міста [21]. Ми розглянули декілька видів вертикального озеленення і прийшли до висновку, що найкращим для наших кліматичних умов була б модульна система озеленення, але реалії повсякдення та необхідність значних перевтілень голосують за повстаний тип, до того ж він є досить поширеним та

найбільш бюджетним в порівнянні з іншими, які використовується для суцільних озелень. Стосовно типу рослин, які ми вважаємо найбільш придатні для вертикального озеленення в місті Ужгород, то це: дикі сорти виноградів, каприфоль, арістолох та лунонасіник даурський [22 -24].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Virtudes A, Manso M. Green façades: as a feature in urban design. ICEUBI 2011. In: International Conference on Engineering. University of Beira Interior, Covilhã, Portugal; 2011.
2. Arnfield, A.J. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island, International journal of climatology, 2003, 23(1), 1-26
3. Rizwan, A.M., Dennis, L.Y., & Chunho, L.I.U. A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. Journal of Environmental Sciences, 2008, 20(1), 120-128.
4. Pérez G, Rincón L, Vila A, González J, Cabeza L. Green vertical systems for buildings as passive systems for energy savings. Appl Energy, 2011;88:4854–9.
5. Kohler M. Green facades – a view back and some visions. Urb Ecosyst, 2008;11:423.
6. Schmidt M. Energy saving strategies through the greening of buildings/ The example of the Institute of Physics of the Humboldt University in Berlin– Adlershof, Germany. Rio 3 – World Climate and Energy Event, Rio de Janeiro, Brazil; 2003.
7. Patrick Blanc: The Pioneer of Living Walls / South China Morning/ Post on June 7 2018.
8. Nathan Johnson/ The story behind Patrick Blanc vertical gardens at Sydney’s One Central Park <https://www.architectureanddesign.com.au/author/nathan-johnson>
9. Alexandri E, Jones P. Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. Build Environ/ 2008;43: 480–93.
10. Ghaffarian Hoseini A, et al. Sustainable energy performances of green buildings: a review of current theories, implementations and challenges. Renew Sustain Energy Rev, 2013; 25:1–17.
11. Kontoleon K, Eumorfopoulou E. The effect of the orientation and proportion of a plant-covered wall layer on the thermal performance of a building zone, Build Environ 2010;45:1287–303.
12. Sheweka S, Magdy N. The living walls as an approach for a healthy urban environment. Energy Proc 2011;6:592–9.
13. Francis R, Lorimer J. Urban reconciliation ecology: The potential of living roofs and walls, J Environ Manag, 2011;92:1429–37.
14. Fukuzumi Y. Plant growing method for greening wall surfaces. US 5579603;1996.
15. Aa.V.V. Introduction to Green Walls Technology. Benefits and Design. GreenRoofs for Healthy Cities; 2008.
16. Koumoudis S. Green wall planting module, support structure and irrigation control system. US 2011/0088319 A1; 2011.

17. Bass B, Baskaran B. Evaluating rooftop and vertical gardens as an adaptation strategy for urban areas. CCAF Report B1046. Canada: National Research Council Canada, Institute for Research Canada; 2003.
18. Dunnett N, Kingsbury N. Planting green roofs and living walls. Portland/ London: Timber Press; 2008.
19. Perini K, Ottelé M, Haas E. Vertical greening systems, a process tree for green façades and living walls. *Urb Ecosyst*, 2013;16:265–77.
20. Perini K, Magliocco A. The integration of vegetation in architecture, vertical and horizontal greened surfaces. *Int J Biol*, 2012;4:79–91.
21. Kaynts D. I., Mykaylo O. A., Golyk Y. M. "Green" Urban Trends as an Effective Means of Improving the Environmental State of the City of Uzhhorod. In book: International Scientific-Practical Conference "Actual problems of science, education and technologies" July 25, 2023, Bratislava, Slovakia
22. Швець В.В. Формування екологічного каркасу міста. Укриття під зеленим фасадом / В.В. Швець., К.С. Руденко, О.Г. Веремій // Сучасні технології: наук.-техн. зб. – Вінниця. ВНТУ. 2011. – С. 139-143.
23. Ткачук П.В. Системний підхід до проектування екологічного житла на території України / П.В. Ткачук // Перспективні напрямки проектування житлових та громадських будівель: зб. Наук. Праць. – К.: Київ. ЗНДІЕП, 2003. – С. 170-176.
24. Kaynts D., Boyko N., Mykaylo O. /Monitoring of the "green" urban ecosystem of the city of Uzhhorod. Abstracts of XXX International Scientific and Practical Conference. Graz, Austria. Pp. 8-9. <https://eu-conf.com/events/modernity-and-current-problems-of-society-regarding-the-development-of-science>.

Ph. D. Associate Professor **Kaynts Diana**,
Ph. D. Associate Professor **Mykaylo Oksana**, **Shvets Maksym**,
Uzhgorod National University

VERTICAL GREENING SYSTEMS IN THE CITY AND VISUAL SOLUTIONS FOR THE CITY OF UZHGOROD

An analysis of the characteristics of vertical "green" urban systems, also methods of their organization, constructive solutions and principles of operation in modern cities was carried out. The article provides a meaningful classification of such systems, describes their features, advantages and disadvantages, tools and structures, vegetation, and also compares the cost of consumables for each of the types.

This article describes the properties of vertical landscaping, argued for its positive impact on the city microclimate, ecology, health and psycho-emotional state

of residents. Based on the best world analogues and taking into account the need to introduce this type of landscaping into the structure of the complex city green zone, visual concepts for the transformation of facades and roofs of existing buildings in Uzhgorod were proposed.

Keywords: vertical "green" urban systems; greening of facades and roofs; vegetation; green facades; green roofs; city ecology.

REFERENCES

1. Virtudes A, Manso M. Green façades: as a feature in urban design. ICEUBI 2011. In: International Conference on Engineering. University of Beira Interior, Covilhã, Portugal; 2011. {in English}.
2. Arnfield, A.J. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island, International journal of climatology, 2003, 23(1), 1-26. {in English}.
3. Rizwan, A.M., Dennis, L.Y., & Chunho, L.I.U. A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. Journal of Environmental Sciences, 2008, 20(1), 120-128. {in English}.
4. Pérez G., Rincón L., Vila A., González J, Cabeza L. Green vertical systems for buildings as passive systems for energy savings. Appl Energy, 2011;88:4854–9.
5. Kohler M. Green facades – a view back and some visions. Urb Ecosyst, 2008;11:423. {in English}.
6. Schmidt M. Energy saving strategies through the greening of buildings/ The example of the Institute of Physics of the Humboldt University in Berlin– Adlershof, Germany. Rio 3 – World Climate and Energy Event, Rio de Janeiro, Brazil; 2003. {in English}.
7. Patrick Blanc: The Pioneer of Living Walls / South China Morning/ Post on June 7 2018. {in English}.
8. Nathan Johnson/The story behind Patrick Blanc vertical gardens at Sydney’s One Central Park <https://www.architectureanddesign.com.au/author/nathan-johnson>. {in English}.
9. Alexandri E., Jones P. Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. Build Environ/ 2008;43: 480–93. {in English}.
10. Ghaffarian Hoseini A, et al. Sustainable energy performances of green buildings: a review of current theories, implementations and challenges. Renew Sustain Energy Rev, 2013; 25:1–17. {in English}.
11. Kontoleon K., Eumorfopoulou E. The effect of the orientation and proportion of a plant-covered wall layer on the thermal performance of a building zone, Build Environ 2010;45:1287–303. {in English}.

12. Sheweka S., Magdy N. The living walls as an approach for a healthy urban environment. *Energy Proc* 2011;6:592–9. {in English}.
13. Francis R., Lorimer J. Urban reconciliation ecology: The potential of living roofs and walls, *J Environ Manag*, 2011;92:1429–37. {in English}.
14. Fukuzumi Y. Plant growing method for greening wall surfaces. *US 5579603*;1996. {in English}.
15. Aa.V.V. Introduction to Green Walls Technology. Benefits and Design. *GreenRoofs for Healthy Cities*; 2008. {in English}.
16. Koumoudis S.. Green wall planting module, support structure and irrigation control system. *US 2011/0088319 A1*; 2011. {in English}.
17. Bass B., Baskaran B. Evaluating rooftop and vertical gardens as an adaptation strategy for urban areas. *CCAF Report B1046*. Canada: National Research Council Canada, Institute for Research Canada; 2003. {in English}.
18. Dunnett N., Kingsbury N. Planting green roofs and living walls. Portland/London: Timber Press; 2008. {in English}.
19. Perini K., Ottelé M., Haas E.. Vertical greening systems, a process tree for green façades and living walls. *Urb Ecosyst*, 2013;16:265–77. {in English}.
20. Perini K., Magliocco A.. The integration of vegetation in architecture, vertical and horizontal greened surfaces. *Int J Biol*, 2012;4:79–91. {in English}.
21. Kaynts D.I., Mykaylo O.A., Golyk Y. M."Green" Urban Trends as an Effective Means of Improving the Environmental State of the City of Uzhhorod. In book: International Scientific-Practical Conference "Actual problems of science, education and technologies" July 25, 2023, Bratislava, Slovakia/. {in English}.
22. Shvets V.V. Formation of the ecological frame of the city. Shelter under the green facade / V.V. Shvets., K.S. Rudenko, O.H. Veremiy // *Modern technologies: science and technology*. Coll. - Vinnitsa. VNTU. 2011. – P. 139-143. {in Ukrainian}.
23. Tkachuk P.V. A systematic approach to the design of ecological housing in the territory of Ukraine / P.V. Tkachuk // *Prospective trends in the design of residential and public buildings: coll. Science Working - K.: Kyiv. ZNDIEP*, 2003. - P. 170-176. {in Ukrainian}.
24. Kaynts D., Boyko N., Mykaylo O. /Monitoring of the "green" urban ecosystem of the city of Uzhhorod. Abstracts of XXX International Scientific and Practical Conference. Graz, Austria. Pp. 8-9. <https://eu-conf.com/events/modernity-and-current-problems-of-society-regarding-the-development-of-science>. {in English}.