

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ГУМАНІТАРНО-ПЕДАГОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ

ДИПЛОМНА РОБОТА
МАГІСТРА

САДИ НА ДАХАХ ЯК ІННОВАЦІЙНЕ ОЗЕЛЕНЕННЯ СУЧАСНИХ МІСТ
(НА ПРИКЛАДІ МІСТА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО)

Галузь знань – *10 Природничі науки*
Спеціальність – *101 Екологія*

ДРЕКОЛ. 017134.01.03.00

Виконала: студентка 2 курсу
групи ЕКОЛ_М-21-1

_____ Ю.Ю. Фуртик

Керівник:

_____ Л.П. Казімірова

Нормоконтролер:

_____ Б.Б. Артамонов

До захисту допускаю:

Зав. кафедри

_____ Н.Г. Міронова

_____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

АНОТАЦІЯ

Тема дипломної роботи: Сади на дахах як інноваційне озеленення сучасних міст (на прикладі міста Хмельницького)

Виконав: студент групи ЕКОЛм-21 Ю. Ю. Фуртик.

Керівник: доцент кафедри екології, канд. біол. наук Л. П. Казімірова.

Дипломна робота: 82 с., 3 таблиці, 19 рисунків, 1 додаток, 47 літературних джерела.

Ключові слова: САД НА ДАХАХ, ОЗЕЛЕНЕННЯ, ЛАНДШАФТНИЙ ДИЗАЙН, ІНТЕНСИВНІ ПОКРІВЛІ, ЕКСТЕНСИВНІ ПОКРІВЛІ, ЕКОЛОГІЧНІ ПОСЛУГИ.

У дипломній роботі досліджено світовий досвід озеленення дахів і доведено необхідність використання даної технології в Україні і в м. Хмельницькому; наведено основні положення організації зелених дахах, архітектурно-планувальні та конструктивні рішення їх облаштування; обґрунтовано критерії відбору деревних та квітничково-декоративних рослин і запропоновано перелік рослин для зелених дахів; вказано позитивні наслідки озеленення дахів та їх недоліки; розроблено проєкт саду на даху багатоповерхівки на вулиці Лісогринівецькій, 18.

ЗМІСТ

С.

Вступ	5
1 Зелені дахи як елемент благоустрою сучасних міст	8
1.1 Досвід озеленення дахів у світі.....	8
1.2 Переваги та недоліки облаштування садів на дахах.....	15
2 Технології облаштування зелених дахів.....	23
2.1 Типи садів на дахах	23
2.2 Ландшафтно-архітектурне облаштування	46
2.3 Критерії підбору рослин для озеленення дахів.....	48
3 Розробка проєкту саду на даху для багатоповерхівки міста Хмельницького.....	57
3.1 Кліматичні умови міста Хмельницького	57
3.2 Темпи забудови міста Хмельницького.....	59
3.3 Проєкт саду на даху багатоповерхівки на вулиці Лісогринівецькій, 18	61 71
Висновки	
Перелік джерел посилання	74
Додаток А Результати апробації роботи	80

ВСТУП

Актуальність дослідження. У сучасних екологічних умовах зелені насадження міст і селищ відіграють роль найважливішого засобу регулювання, захисту і оптимізації життєвого середовища людини та біосфери в цілому.

Сучасне місто наступає на природу небаченими досі темпами. Все менше в його межах залишається землі, не зайнятої забудовою і транспортними магістралями, асфальтом та іншими твердими покриттями. Територій для облаштування парків і садів стає все менше, вартість землі надзвичайно висока. Це призводить до руйнування навколишнього середовища і натурального ландшафту. Внаслідок цього рослини і тварини втрачають ареали існування.

Гіпотеза дослідження. Сьогодні у світі близько 1000 га нових зелених дахів будуються щороку. Є країни (Німеччина, Франція, Японія тощо), де за допомогою законодавства населення навіть спонукають озеленювати дахи будівель. У наш час зелені дахи перетворюються з елітарної та малодоступної технології на поширену практику у міському просторі. Парки на дахах облаштовують у всьому світі не лише у приватних віллах і котеджах, а й на торговельних та офісних центрах, покинутих промзонах й інших міських будівлях.

Метою дипломної роботи є на прикладі світового досвіду досліджень та аналогів обґрунтувати доцільність створення садів на даху як перспективного напрямку ландшафтного дизайну в умовах урбосоціосистеми міста Хмельницького.

Завдання дипломної роботи:

- проаналізувати сучасний досвід озеленення дахів у світі як елементу благоустрою сучасних міст;
- показати переваги та недоліки облаштування зелених дахів, їх екосистемні послуги;
- вивчити та проаналізувати типи зелених дахів;

- охарактеризувати технології створення і ландшафтно-архітектурне облаштування екстенсивного та інтенсивного типів зелених дахів;
- обґрунтувати основні критерії відбору рослин для садів на дахах;
- розробити проєкт саду на даху для багатоповерхівки у місті Хмельницькому.

Об'єкт дослідження: сади на дахах як інноваційне озеленення сучасних міст.

Предмет дослідження – світовий досвід озеленення садів на дахах, їх типи, екстенсивна покрівля, інтенсивна покрівля, критерії для вибору рослин.

Методи дослідження: емпіричні – спостереження, порівняння; загальні методи, що застосовуються на емпіричному та теоретичному рівнях досліджень: аналіз, синтез і узагальнення; теоретичні – системний підхід.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що вперше для міста Хмельницького досліджено сади на дахах як елемент благоустрою сучасного міста та важливе природоорієнтоване рішення для урбоєкосистеми міста в умовах урбанізації та глобального потепління клімату.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розроблений проєкт саду на даху багатоповерхівки по вулиці Лісогринівецькій, 18 у місті Хмельницькому може бути реалізований для інших багатоповерхівок міста як приклад облаштування зеленої покрівлі плоского даху в умовах хмельницької урбоєкосистеми.

Особистий внесок магістранта. Особисто опрацьовані методи дослідження, підібрано асортимент рослин та розроблено проєкт саду на даху багатоповерхівки на вулиці Лісогринівецькій, 18.

Апробація результатів дипломної роботи і публікації з теми дослідження: робота була апробована на Міжнародній науково-практичній конференції «Подільські читання. Охорона довкілля, збереження біотичного і ландшафтного різноманіття, природнича освіта: проблеми, перспективи, рішення», присвяченій 170-річчю з дня народження Петра Миколайовича Бучинського у м. Кам'янець-Подільському національному університеті імені Івана Огієнка, 8-

9 грудня 2022 року.

Фуртик Ю. Ю. Сади на дахах як складова зелених насаджень сучасних міст / Ю. Ю. Фуртик, Л. П. Казімірова // Подільські читання. Охорона довкілля, збереження біотичного і ландшафтного різноманіття, природнича освіта: проблеми, перспективи, рішення / Збірник наукових праць за матеріалами міжнародної науково-практичної конференції, м. Кам'янець-Подільський, 8-9 грудня, 2022 р., К-ПНУ ім. Івана Огієнка, 2022. – С.____.

1 ЗЕЛЕНІ ДАХИ ЯК ЕЛЕМЕНТ БЛАГОУСТРОЮ СУЧАСНИХ МІСТ

1.1 Досвід озеленення дахів у світі

Озелененням дахів займаються не одне століття. Ще в середньовічній Скандинавії покривали берестяні дахи дерном. Клади ґрунт, порослий травою та скріплений корінням багатолітніх рослин. Це забезпечувало прохолоду влітку та тепло взимку. Однак, через відсутність спеціальної технології такі покрівлі могли пропускати вологу.

Сучасну методику озеленення дахів винайшли у Німеччині в 1960-х роках. Потім тенденція поширилась іншими країнами. Зараз близько 10 % німецьких дахів вкриті рослинами, а в Амстердамі озеленення співфінансує муніципалітет.

На сьогодні найбільша у світі площа зелених дахів – у швейцарському Базелі, яка ще у 2006 році становила 23 % від загальної площі дахів міста. Схожа ситуація у німецькому Штутгарті, де озеленена майже чверть місцевих дахів. У Лондоні зелені покрівлі займають майже півтора мільйони квадратних футів, а в японських містах діє окрема постанова: дерева, квіти і газони мають рости на всіх пласких дахах площею понад 100 м².

У 2015 році у Франції ухвалили закон, який зобов'язує на дахах нових будівель комерційного призначення висаджувати зелень або встановлювати сонячні панелі. У канадському Торонто схожий закон діє ще з 2009 року.

«K11 MUSEA» у Гонконзі. Яскравим прикладом поєднання урбаністичного та природнього середовища є створення у 2019 році природного парк у Гонконзі «K11 MUSEA» (рисунок 1.1).

Розташований на восьмому поверсі, природний парк є першим у Гонконзі міським музеєм біорізноманіття та освітнім парком на тему сталого розвитку. Демонструючи екологічну важливість і глобальну цінність Гонконгу, він є місцем проживання різноманітних рідкісних та ендемічних рослин, а також

містить понад 180 тропічних і місцевих видів, відкритий акваріум із інсталяцією пірсу, де розміщені місцеві види Гонконгу, а також метелики, які приваблюють тварин [1].



Рисунок 1.1 – «K11 MUSEA», Гонконг [2]

Загальна площа зелених дахів (включаючи міські ферми, плантатори, менші зелені дахи на спорудах) становить 876 м². Глибина середовища для вирощування варіюється, оскільки деякі з них інтегровані в модулі, але мінімум становить від 300 мм [2].

Просторовий дизайн парку виступає за співіснування людини, природи та міського середовища, забезпечуючи екологічні екскурсії та серію освітніх програм щодо біорізноманіття та сталого розвитку. Подорож до природи починається з архіву, який демонструє рідкісні види метеликів, веде до акваріума, де мешкають водні та тропічні морські види гавані. Всередині теплиці гідропонний садок приносить до столу овочі, вирощені органічно. Ферма перед оранжереєю пропонує міські можливості для ведення сільського господарства для міських жителів.

Оскільки Гонконг є домом для приголомшливої різноманітності видів метеликів, подорож до природи закінчується садом метеликів у парку, де вирощують квіти, які їх приваблюють [3].

Міська ферми на даху університету Таммасат, Бангкоку. На тлі кліматичної кризи дефіцит їжі та води становить величезну загрозу для людської цивілізації. Колись багаті аграрні країни, такі як Бангкок та міста Південно-Східної Азії, стали жертвами нерегульованої урбанізації. Щоб поставити пріоритет глобальної продовольчої безпеки, а також здоров'я людей і довкілля, міста повинні використовувати занедбані місця для ефективного та екологічного виробництва їжі з – притримуючись такої цілі у 2019 році був втілений проєкт «Міської ферми на даху університету Таммасат» (далі, TURF) [4].

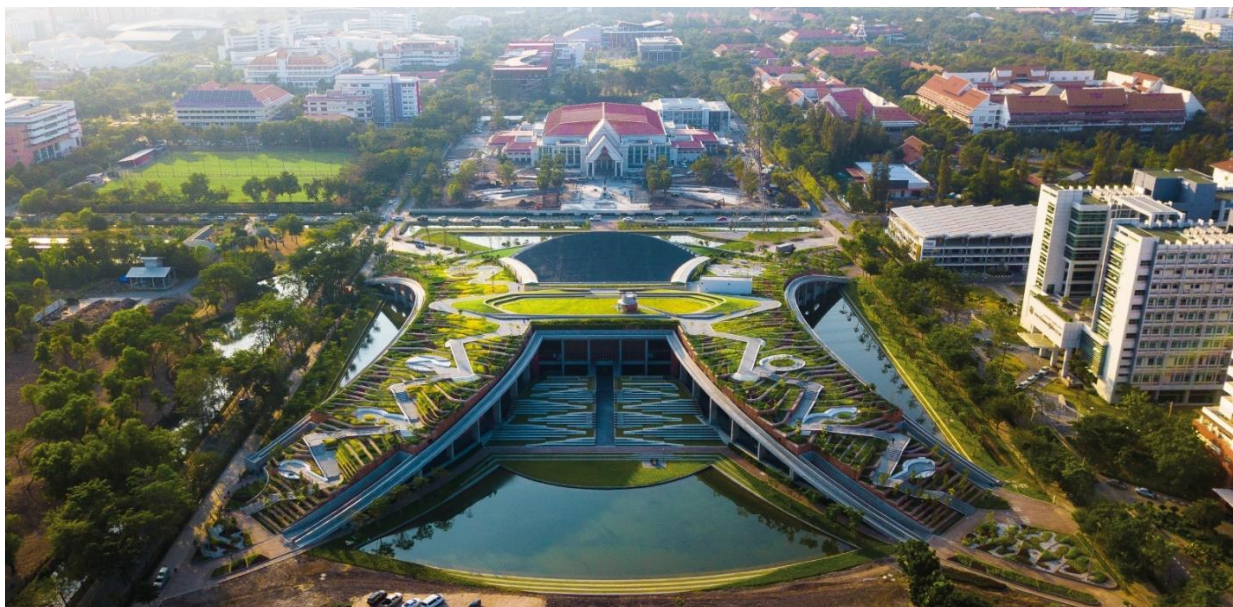


Рисунок 1.2 – «TURF», Бангкок [5]

Проєкт реалізований компанією «LANDPROCESS», що займається ландшафтною архітектурою та міським дизайном, і була заснована в Бангкоку у 2011 році ландшафтним архітектором Котчакорном Вораахомом. Намір проєкту TURF полягав у поєднанні ландшафтної архітектури з винахідливістю традиційних рисових терас [5].

Перепрофілювавши 22000 м² простору на даху, який вирізаний у гірській архітектурі, TURF максимізує корисну місцевість для створення багатофункціональних громадських приміщень. Натхнені винахідливістю

традиційних методів ведення сільського господарства на гірській місцевості по всій Південно-Східній Азії, різноманітні каскадні плантації пом'якшують ризики повеней, вирощуючи їжу, щоб прогодувати громаду.

Архітектура у формі кургану віддає повагу колишньому директору університету, доктору Пуї Унгпхакорну. «Пуей» тайською означає «горбина під деревом» або «живлення». Завдяки земляним роботам рисових терас і сучасній технології зеленого даху, каскадний дах поглинає, фільтрує та уповільнює стік в 20 разів ефективніше, ніж звичайні бетонні дахи.

Протягом кількох поколінь фермерів, які навчалися на землі та воді, на якій вони жили, TURF містить у собі історію тайського сільського господарства. Ландшафтний архітектор реалізував цілісний підхід, натхнений місцевою винахідливістю. TURF вирішує основні екологічні проблеми та соціальні питання через виробництво продуктів харчування, енергетику, управління відходами, управління водними ресурсами та місцеву економіку, щоб створити стійке бачення наших міст майбутнього.

«401 Richmond» у Торонто, Канада. Цей сад на даху формально розпочав історію свого створення у 1995 році, але був закінчений відносно недавно, у 2018 році (рисунок 1.3).

Дах, що перетворився на кедрову палубу площею 588 м², яка сяє квітами, виноградними лозами та кущами, багато з яких були вирощені з насіння – і пишна ковдра з очитків, яка покриває майже 295 м² даху за палубою. Є також ряд великих контейнерів з землею, в яких дерева та багатолітні чагарники, зимують на даху [6].

З цього чудового відкритого простору відкривається вражаючий вид на центр міста, у тому числі на вежу «CN Tower». Восени 2000 року було встановлено 3,5 метрову теплицю, щоб забезпечити зимове укриття для великих тропічних рослин. Вона ж виконує роль розсадника для вирощування весняних/літніх однолітників з насіння, зібраного в попередній сезон. Теплиця забезпечує ранній початок вегетації та приголомшливу колекцію квітів ранньої весни.



Рисунок 1.3 – «401 Richmond», Торонто [7]

З 2003 року по 2007 рік координатор з питань довкілля, охорони здоров'я та безпеки Бет Енн Каррі працювала над різними проектами в «401 Richmond». Її першим зусиллям було координувати проєкт міського сільського господарства на даху, щоб вивчити потенціал місцевого виробництва їжі. Органічні трави та овочі вирощували в перероблених ящиках для садів, які були збиті зі старих дощочок і фанери. Рослини вирощували з насіння в теплиці [7].

Лікарня «Khoо Tесk Puat», Сінгапур . Від самого початку лікарня «Khoо Tесk Puat» була задумана як «лікарня в саду і сад у лікарні». При будівництві, було забезпечено, щоб на кожен квадратний метр землі додавалось три квадратні метри зелені (незважаючи на компактний розмір).

Наміром було створити цілюще середовище через сади, щоб задіяти органи зору, звуку, запаху та дотику для пацієнтів, відвідувачів та персоналу. Завдяки відданим волонтерам і партнерським організаціям, які втілили це в

реальність, нині тут можна знайти яскраве середовище з процвітаючою флорою та фауною (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Лікарня «Khoo Teck Puat», Сінгапур [10]

Кожен сад на даху зображує цікаві теми, щоб вони були привабливими та освітніми. Наприклад, деякі сади містять їстівні види, тоді як цитрусові процвітають на підумах, а плодоносні дерева знову вирощуються на дахах.

Однією з особливостей є терасові сади на подіумних рівнях даху палат. Пацієнти та гості отримують дослідницьку насолоду, коли вони проходять крізь терасові рівні. Ще однією унікальною особливістю цих садів є можливість рециркуляції холодного повітря з операційних на нижніх рівнях, щоб створити прохолодніше середовище для насолоди пишним оточенням.

Загальна озеленена площа для цього проєкту лікарні Ху Тек Пуат становить приблизно 7339 м².

«Grand Hope Park», Лос-Анжелес. «Відчуття перебування на природі» – в самому центрі міста – інтенсивний зелений дах площею 2787 м², на висоті 25 м. Це справжня зелена перлина, захоплююче місце для відпочинку (рисунок

1.5). Завдання проєкту полягало в тому, щоб створити належне середовище для росту і розвитку дерев, кущів та інших рослин через комплексну систему озеленення.

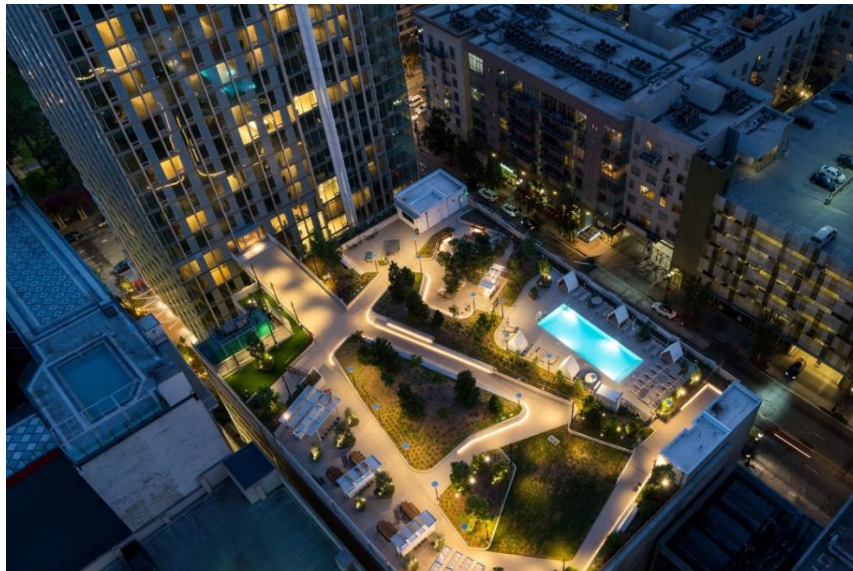


Рисунок 1.5 – «Grand Hope Park», Лос-Анджелес [14]

У центрі великого міста часто важко побачити ліс крізь хмарочоси – але саме цього досягла група архітекторів і забудовників у «Grand Hope Park» змінивши уявлення про те, що може бути житловим комплексом.

На восьми поверхах над вулицями центру Лос-Анджелеса зелений дах імітує пейзаж, натхненний сусідніми горами Сан-Габріель. Команда дизайнерів створили багатий гірський ландшафт, об'єднавши зручності парку з лісистими галями та звивистими стежками. Занурення в природу має на меті покращити життя мешканців нової розкішної будівлі.

«Grand Hope Park» пропонує сучасне комфортне життя та надає мешканцям можливість втекти від міської суєти вниз та насолоджуватись зеленим простором з панорамним видом на центр Лос-Анджелеса.

Компанія «ZinCo» (Штутгарт, Німеччина). Одним з світових лідерів озеленення дахів є німецька компанія «ZinCo», її головний офіс розташований неподалік Штутгарта. Компанія якісно реалізовує складні проєкти по усьому світу, включно в Україні.

До 2000 року в Україні практично не було прикладів впровадження «зелених конструкцій». Окремі приватні зелені покрівлі почали з'являтися з 2005 року. Останніми роками перед війною спостерігався бурхливий розвиток зеленого будівництва з використанням зелених конструкцій на дахах. Останні реалізовані проекти охоплюють не тільки приватний сектор будівництва. Зелені конструкції стали з'являтися на торгових центрах та офісах, університетах та бібліотеках (наприклад, Український Католицький університет у Львові), а також на житлових комплексах [13].

Існуючі зелені покрівлі на житлових будинках у даний час затверджуються в Україні як експериментальне житло. Сюди можна віднести «зелену покрівлю» в Києві на житловому будинку Royal Tower і Skyline. Унікальність покрівлі на Royal Tower в тому, що вона є інтенсивною і розташована на 32 поверсі. На покрівлі висаджені великорозмірні деревні рослини до 6 м заввишки. У Skyline терасовий принцип озеленення.

Останніми роками перед війною особливо популярним було покрівельне озеленення офісних будівель. Простір покрівлі використовується як рекреаційна зона для мешканців і гостей будинку, а також здається в оренду для проведення різних заходів. Власники деяких офісних будинків, наприклад, на проспекті Лобановського, де розташована «зелена покрівля» фірми «ZinCo», використовують її в комерційних цілях – для здачі в оренду з метою проведення різних заходів.

Аналізуючи озеленення дахів в місті Київ, як приклад можна навести дах житлового комплексу «Tetris Hall», що був створений у проміжку з 2018 року до 2019 року творчою архітектурною майстернею «А. Пашенько» у співпраці зі студією ландшафтної архітектури «KOTSIUBA». На його даху в центрі Києва було створено різноманітні зони для мешканців, в тому числі й зелені зони, що дозволяються насолодитися природою і помилуватися видами міста просто піднявшись на дах будинку [3].

1.2 Переваги та недоліки облаштування садів на дахах

Багато переваг зелених дахів досягаються завдяки природному потенціалу рослинних систем регулювати клімат і сприяти ефективному колообігу води та хімічних речовин. Заміна рослинності та дерев темними теплопоглинаючими будівельними матеріалами в міських районах призводить до більш спекотних днів із смогом і більшого споживання енергії, ніж навколишні природні території.

Повертаючи рослинність у міське середовище, зелені дахи допомагають природним регуляторним функціям навколишнього середовища знову почати працювати.

Також неможливо не відзначити переваги зелених дахів щодо управління зливовими водами, що полягає у здатності ґрунтових середовищ і рослин утримувати дощову воду, збільшувати випаровування та дозволяти зливовим стокам поступово надходити до приймальних вод зі зниженими витратами.

Рослини та ґрунт вловлюють забруднювачі, що осідають з атмосфери, і усувають вимивання металів та інших забруднюючих речовин із звичайних матеріалів для покрівлі [8].

Чим менше у місті зелених насаджень – тим менше буде тіні, прохолоди, чистого повітря, тим більше бруду та задухи буде на вулицях. Тому будівля, укрита травою або деревами, має очевидні переваги над «голими» сусідами – вона виробляє додатковий кисень, необхідний для комфортного життя у мегаполісі, а також допомагає очистити повітря від забруднення газовими вихлопами. За окремими підрахунками, один невеликий газон площею 150 м² продукує об'єм кисню, який можуть споживати 100 чоловік впродовж цілого року. І такий показник вельми важливий за нинішнього рівня міського забруднення. Адже саме у містах зосереджена основна маса автомобільного транспорту, який забезпечує 70 % усіх токсичних викидів в атмосферу. Це означає, що за кожний новий автомобіль жителі міста розплачуються киснем, а відтак – і власним здоров'ям.

У багатьох містах рівень шуму перевищує нормативні показники. Це викликає у містян роздратування, заважає їхньому спокою та відпочинку. Але якщо звичайні будинки із голими стінами пропускають шум від міського транспорту, ремонтних робіт або народних гулянь, то рослинний покрив здатний серйозно зменшувати рівень шумового забруднення. На озелених поверхнях часто починають гніздитися птахи, створюючи навкруги природне звукове середовище. Психологи зазначають, що все це справляє позитивний вплив на щоденне самопочуття жителів міста.

Отже, зелені дахи роблять корисним простір, який не використовувався раніше. У спеку вони зберігають прохолоду, взимку – тепло. Вони ахищають будинок від міського шуму, очищають повітря та поглинають дощову воду, чим розвантажують дренажну систему. Технологія озеленення використовується в усьому світі.

Основним недоліком озелених дахів можна вважати велику початкову вартість в порівнянні зі звичайним дахом. Також, у сейсмонебезпечних регіонах озеленення може істотно ускладнити конструкцію даху. Не всі будівлі можуть бути обладнані будь-яким з типів «зелених дахів» через те, що їхні дахи можуть бути не розраховані на таке навантаження.

Для багатьох видів рослин актуальна також проблема збереження постійної вологості даху, і як наслідок – надійного захисту від протікання (нагадаємо, що коріння рослин можуть прорвати водозахисну мембрану, тому при грамотному озелененні потрібно також коренезахистний шар). Однак для екстенсивних зелених дахів, наприклад, покритих ґрунтом, ця проблема неактуальна, оскільки рослинам цього роду вистачає періодично випадаючої дощової води, і вони може довго жити в сухому ґрунті.

Слід, однак, пам'ятати, що озелений дах живе в кілька разів довше за звичайний, оскільки вегетація захищає і сам дах, і мембранні шари від впливу погодних умов та ультрафіолету, що зазвичай легко покриває збільшені початкові витрати на озеленення [2; 3].

Під час проведення дослідження напівінтенсивного зеленого даху, який мав місцеву змішану систему прерій. Вчені виявили, що біомаси більше, зокрема павуків та різних видів; а також, що біорізноманіття в напівінтенсивному даху було більшим, ніж у нерідному для них екстенсивному зеленому даху.

Однак є занепокоєння щодо заохочення висаджування місцевих рослин на зелених дахах. Сем Бенві припустив, що місцеві рослинні угруповання можуть бути під загрозою з боку інших видів та інвазивних видів, тому витрати на утримання місцевого рослинного угруповання на зеленому даху можуть бути збільшені та ускладнені [9].

Дуневіц Текслер і Лейн у 2007 році наводять причини не висаджувати рідкісні види або місцеві рослини, оскільки на рідкісні види або місцеві рослини, які вже є у слабких популяціях, вплинуть зміни генів подібних рослин. Крім рідкісних видів, вони часто мали різноманітні вимоги до середовища проживання, тому процес посадки та встановлення міг бути невдалим у довгостроковій перспективі.

Думки щодо використання місцевих видів на зелених дахах залишаються неоднозначними. Батлер у 2012 році також узагальнив різні думки щодо їх використання. Були опубліковані кількісні дані з 14 робіт щодо темпів росту та виживання місцевих рослин на зелених дахах за різних умов. Тим не менш, невдале вирощування місцевих рослин вплине на продуктивність зеленого даху, тобто на естетику. Ефективність зеленого даху вплине на довгострокову реакцію громадськості.

Зелені дахи заощаджують гроші. Наприклад, у Німеччині їх використовують, як альтернативу звичайним. Адже вони:

- скорочують витрати на опалення та кондиціонування;
- зменшують водяні потоки під час дощу (а, отже, і повені);
- збільшують ринкову вартість будинку.

До того ж, такі дахи мають довший термін експлуатації. Якщо бітумну черепицю потрібно міняти кожні 15 років, то зелений дах служитиме до 100 років [11].

Вартість догляду за таким дахом залежить від методу озеленення. Найдешевший варіант – екстенсивний, покриття покрівлі тонким шаром субстрату з ґрунтопокривними рослинами. Ці дахи практично автономні й не вимагають спеціального догляду. Максимум їх потрібно поливати під час затяжних засух. Ціна змінюється залежно від товщини субстрату (ґрунтової суміші) та видів висаджених рослин.

«Якщо озеленити дах заводу, то можна заощадити на опаленні та охолодженні приміщень. Яскравий приклад – американська автомобілебудівна компанія «Ford». У 2003 році вони озеленили понад 42 тис. м² дахів, заощадивши мільйони доларів», – розповідають експерти студії ландшафтного дизайну «Вишукане садівництво» [10].

Питання щодо протікання садів на дахах нині питань не викликає. Будь-який дах може протікати, якщо він неправильно спроектований. Ця проблема не пов'язана з озелененням. До того ж, перевага зелених дахів над звичайними в тому, що вони захищають водонепроникну мембрану від руйнівних впливів навколишнього середовища й ультрафіолетового випромінювання.

Один із передостанніх шарів зеленого даху – захист від проростання коренів. Він не дозволяє кореням рослин пошкоджувати нижні шари покрівлі. А як відомо, коріння з часом здатне пробити навіть асфальт, тому важливо не нехтувати якісним захистом [12].

Велися дискусії щодо можливого загоряння садів на дахах. Якщо на даху сад з автоматичним поливом, то пожежа неможлива – рослини не пересихають і не займаються. Якщо екстенсивна покрівля, то загоряння дійсно можливе, але це трапляється дуже рідко. Крім того, спеціалісти розробили пожежно-охоронні норми – вздовж периметра зеленого даху встановлюють спеціальний бар'єр, який не загоряється (смуга з гальки або щебеню). Цього достатньо, щоб зупинити вогонь.

Взимку рослини не замерзнуть, якщо висаджувати максимально стійкі для наших погодних умов види. Також необхідно пам'ятати, що чим вищий будинок, тим сильніші вітри будуть на даху. Рослинам, які люблять тепло та затишок закритих садів, там буде дискомфортно.

Найважливішу роль відіграє субстрат. Якщо він правильно виготовлений він матиме пористу структуру і під час замерзання води в ньому взимку, його частинки рухаються та не ущільнюється. Звичайний ґрунт не дає такого ефекту, тому ґрунт ущільнюється та руйнує капіляри коріння рослин, що веде до їхньої загибелі.

Зелені дахи в міських і приміських районах діють як зелені коридори, які є сходишками для проникнення дикої природи в навколишні місця проживання. Вони можуть з'єднувати фрагментовані середовища проживання один з одним, щоб сприяти біорізноманіттю міст. Всього в зеленому даху спостерігали 30 видів або навіть більше організмів [11].

Виявили, що існує три фактори, які сприяють біорізноманіттю зеленого даху. По-перше, це тип зростаючого субстрату; другий – процес ґрунтоутворення під час дозрівання субстрату; і останнє – це зростання біологічної активності, а також збільшення органічної речовини з відмерлого листя або організмів. Тим не менш, є припущення, що зелений дах не може бути виправданням для руйнування природи або заміни природи.

Зелений дах – це додатковий зелений простір, який додає привабливості будинку та збільшує корисну площу території, а також вирішує функціональні питання експлуатації даху.

Озеленені дахи служать набагато довше звичайних за рахунок того, що ізолюючі шари захищені від ультрафіолетового випромінювання та інших негативних природних явищ. В довгостроковій перспективі це значно заощаджує кошти.

Зелені дахи забезпечують теплоізоляцію: влітку служать для зменшення нагрівання, взимку зберігають тепло, що в свою чергу покращує рівень комфорту проживання.

Під час сильних опадів система зеленого даху утримує та поступово відводить воду, чим розвантажує прибудинкову дренажну систему та міські системи водовідведення.

З точки зору екології, озеленення дахів значно покращує місцевий мікроклімат за рахунок відновлення рослинного шару.

Рослинний шар фільтрує повітря від забруднюючих речовин та пилу, зменшуючи рівень CO₂.

Відновлює втрачене природне середовище та забезпечує тимчасовий або постійний прихисток для птахів та комах.

Зелені дахи – це складова сталого розвитку в будівництві. Доступні дахи можуть бути додатковими громадськими просторами, дитячими майданчиками, спортивними зонами та місцями для зустрічей.

Загалом, наукові дослідження, а також багаторічне застосування технології озеленення будівель довели, що зелене покриття має низку позитивних наслідків, серед яких виділяють технічні, соціальні, економічні, екологічні.

Серед технічних наслідків виділяють:

- озеленення дахів вирішує завдання із кондиціювання (охолодження) приміщень при високих зовнішніх температурах і утримання тепла при зовнішніх низьких температурах;

- система озеленення дахів забезпечує зниження шуму в межах від 2 до 10 децибел [13];

- вирішення проблеми великих міст – теплового острівкового ефекту, який виникає в літній період року, коли чорні дахи значно збільшують температуру навколишнього повітряного простору, відправляючи вгору маси розігрітого повітря. Рослини здатні нейтралізувати це явище [12];

- система озеленення захищає покриття дахів від руйнування ультрафіолетовими променями й від механічних впливів. За оцінками експертів, термін служби покриття дахів подовжується від 2-разів до 3 разів.

Соціальні наслідки включають:

– озеленення дахів інтенсивним способом створює додатковий простір, що може використовуватися як місце для відпочинку;

– наявність зелених зон відпочинку створює позитивний ефект від контакту людей з природою.

Економічні наслідки:

– завдяки енергозберігаючим властивостям зелених дахів знижуються витрати на опалення та кондиціонування відповідних приміщень;

– застосування стимулюючих заходів в деяких країнах для юридичних осіб дозволяє реінвестувати частину прибутку в нове, більш екологічне обладнання.

Екологічні наслідки полягають у тому, що:

– рослинний шар утримує близько 20 % пилу і шкідливих речовин, які містяться в повітрі;

– абсорбуючі можливості зелених покрівель утримують вологу до 70 % дощової води, що потрапляє на неї в результаті випадання опадів [15];

– випаровування дощової води сприяє збереженню природної вологості повітря.

– зелені дахи є сприятливим середовищем для рослин, птахів, комах.

Недоліки і застереження садів на дахах полягають у наступному:

– істотні витрати: доведеться заплатити за зміцнення даху і його покриття, автоматичну систему поливу (оскільки не зручно поливати дах вручну);

– необхідність неухильно дотримуватися правил безпеки;

– ретельне дотримання технологій їх створення;

– зелені дахи підходять не для кожної форми даху;

– ретельний підбір рослин і догляд за ними [16].

2 ТЕХНОЛОГІЇ ОБЛАШТУВАННЯ ЗЕЛЕНИХ ДАХІВ

2.1 Типи садів на дахах

Зелений дах – це шар рослинності, висаджений поверх гідроізоляційної системи, яка встановлюється поверх плоского або злегка похилого даху. Зелені дахи також відомі як рослинні або еко-дахи. Вони діляться на два основні типи – екстенсивні, інтенсивні. Хоча немає їх точних визначень, екстенсивна зелена покрівля має неглибоке середовище для росту – зазвичай менше шести дюймів – із помірним навантаженням на покрівлю, обмеженим різноманіттям рослин.

Екстенсивне озеленення більш легке в облаштуванні та експлуатації. Розташовуватися вони можуть на плоскій або похилому даху (рисунок 2.1). На плоскому даху гаража, альтанки, сараю можна легко влаштувати діжкових сад: навесні рослини в контейнерах встановлюють на покрівлю, а восени прибирають. При цьому ніяких додаткових підготовчих робіт не потрібно. Звичайно, дах повинен бути достатньо міцним, щоб витримати вагу рослин (а їх може набратися чимало) [17].



Рисунок 2.1 – Екстенсивний сад [17]

Для надійності контейнери краще закріпити на покрівлі, інакше вітер може їх повалити, покотити і впустити з даху. Такі сади не передбачають доріжок та інших садових споруд [18].

На похилому даху роблять сади з використанням насипного ґрунту. Сади на похилому даху виконують функцію зеленої зони і для відвідування людьми не призначені. Рослини використовуються самі невибагливі.

Вимоги до міцності покрівлі зростають, адже їй доведеться витримувати навантаження до 200 кг/м², а в зимовий час, з урахуванням снігу, ці показники будуть ще вище. Тому, якщо є хоч найменші сумніви в міцності покрівельної системи, її доведеться зміцнити. Важливий нюанс: ухил покрівлі не повинен перевищувати 30°, інакше ґрунт може сповзати. Саме облаштування саду досить просто: завдяки ухилу при створенні не буде потрібно дренажний шар – вода і так буде добре стікати; досить укласти шар гідроізоляційного матеріалу і полотна захисту від коріння; на них укладають обрешітку і засипають ґрунт в осередку; по краю даху встановлюють обмежувальний бортик.

Не вимагає перебування людей на даху, не потребує ретельного догляду і значних інвестиційних ресурсів. Таке озеленення доцільно здійснювати на вже існуючих будівлях (за умови розрахунку припустимого навантаження на будівельні конструкції), приватних будинках, гаражах, промислових будівлях тощо. мінімальними вимогами до поливу та часто недоступне [19].

Оснащене всіма атрибутами справжнього саду: доріжками, зонами відпочинку, альтанками, альпійськими гірками, ставоками або фонтанчиками (рисунок 2.2). Рослини тут висаджують в ґрунт, шар якого може досягати 200 см. А значить і навантаження буде значною. При облаштуванні таких садів буде потрібно залучення ряду фахівців, які зможуть правильно провести розрахунок навантаження на несучі конструкції будівлі і фундамент, грамотно облаштувати гідроізоляцію, водовідведення. Під час експлуатації теж потрібно постійний контроль за станом цих систем. Рядовому садівникові-любителю важко буде з цим впоратися.



Рисунок 2.2 – Інтенсивний сад на даху [18]

Озеленення, яке дозволяє перенести рослини та малі архітектурні форми (арки, альтанки, лавки тощо) на дах. Даний вид озеленення дорогий, вимагає високого рівня організаційного, технічного обслуговування, а також значних інвестиційних ресурсів. Покрівля, створена таким чином, що має значну вагу, а тому планування щодо її організації необхідно здійснювати при проектуванні того чи іншого проєкту [20].

Найчастіше інтенсивні сади розміщують на плоских дахах магазинів, готелів, багатоповерхових житлових будинків. При їх створенні краще відмовитися від використання важких матеріалів: для мощення доріжок використовувати легкі дерево або пластик, звичайний ґрунт замінити полегшеним. Все це дозволить знизити навантаження на будівлю. Оскільки інтенсивний сад призначений для відвідування людьми, потрібно подбати про безпеку: зробити надійне огороження не нижче 1 м, забезпечити зручний вхід, провести освітлення, якщо ви плануєте нічні прогулянки по саду на даху.

Рослинність для цих садів можна підібрати різноманітну: від трав і квітів до хвойних і листяних дерев. Природно, не всім рослинам буде комфортно в таких незвичайних умовах.

Інтенсивні зелені дахи мають більше ґрунту та більш глибоке середовище для росту, що може підтримувати більш різноманітний вибір рослин, включаючи невеликі дерева. Таким чином, вони мають більш значні конструктивні навантаження і потребують частішого догляду та поливу. Зазвичай вони доступні. Порівняльні особливості за типом зеленого даху даху таблиця 2.1

Таблиця 2.1 – Порівняння екстенсивного та інтенсивного озеленення [21]

Екстенсивне озеленення	Інтенсивне озеленення
Не передбачає постійного перебування людей на покрівлі	Дозволяє створити повноцінний сад на покрівлі із зонами доступними для пішоходів та автотранспорту
Невелика різноманітність рослин	Необмежена різноманітність рослин та дерев
Не вимагає особливого догляду та практично не вимагає поливу	Потрібний догляд як за повноцінним садом
Не вимагає частого технічного обслуговування	Потребує високого рівня технічного обслуговування
Дозволяє скликати зелені покрівлі з різним кутом нахилу	Дозволяє розміщувати на даху клумби, чагарники, зони відпочинку, альтанки, водоймища.
Невелика вага	Середня та велика вага
Прийнятне рішення для зведених будівель	Розробляється на етапі проектування будівлі
Низька вартість. Економний варіант	Варіант із високою вартістю

Основна анатомія зеленого даху складається з рослинності, середовища для вирощування, фільтруючої мембрани, дренажного шару, водонепроникного кореневого шару, опори покрівельної мембрани для насаджень вище, теплоізоляції, шару для контролю пари та структурної опори даху. Кожен з цих шарів виконує певну функцію, щоб підтримувати рослини в живих і захищати структуру під ним.

Середовище для вирощування – це не той самий матеріал, який використовується для кімнатної рослини чи саду. Традиційний ґрунт важкий і щільний після повторних дощів, зменшує затримку води та аерацію для коренів

рослин. Середовище для вирощування зеленого даху складається з мінеральних агрегатів і лише невеликої кількості органічного матеріалу. Він повинен мати хороший постійний дренаж і аерацію зі структурою, яка дозволяє йому утримувати воду. Він також повинен бути невеликою вагою, стійким до розкладання та стиснення, фізично та хімічно стабільним [22].

Деякі зелені дахи встановлюються в одній великій інтегрованій секції, тоді як модульні зелені дахи використовують невеликі переносні грядки, розміщені разом, щоб створити більший зелений дах. Модульні блоки часто являють собою пластикові або металеві лотки, заповнені живильним середовищем. Модульні зелені дахи можна встановлювати поступово і легко знімаються для обслуговування та огляду шарів даху під ним. Крім того, модульні секції часто можна вирощувати в теплиці і бути «готовими до посадки» на зеленому даху. Оскільки рослини вже укорінені, є менше проблем із замінами рослинами, які не приживаються або не процвітають. Однак одним із недоліків є те, що волога не може протікати між блоками, посилюючи вплив вологих і сухих періодів на рослини [23].

Також можна окремо відзначити випадки застосування певних типів озеленення, на плоских дахах застосовують озеленення інтенсивного і екстенсивного типу. На скатних - тільки екстенсивного. Деякі експерти крім екстенсивної і інтенсивної виділяють також перехідну категорію. Її називають або поліпшеною екстенсивної, або спрощеної інтенсивної (В обох випадках - з простим обслуговуванням).

У порівнянні з чисто екстенсивною групою, перехідна конструкція відрізняється вибором міцніших матеріалів (зокрема гідроізоляцією), збільшеною товщиною родючого шару, можливістю висаджування не тільки найпростіших культур, а й невибагливих квітів. Для забезпечення мінімального догляду на даху залишають вільний простір (у вигляді доріжок або ділянок).

Якщо власник житла приймає рішення поміняти на зелену покрівлю покриття в експлуатується будинку, це може бути тільки екстенсивна конструкція. Малоімовірно, що для неї потрібні заходи щодо посилення плит

існуючого перекриття, обрешітки, несучих стін і фундаменту. Остаточне рішення залежить від перерахунку навантажень і перевірки працездатності гідроізоляційної і зливової систем.

Правильно спроектований зелений дах – це набагато більше, ніж просто ґрунт з рослинами. Перед озелененням потрібно проаналізувати, чи придатний дах для реалізації такого проєкту, врахувати клімат регіону і розробити систему дренажу рослин [9].

Можливість створення унікального ландшафту з місцями відпочинку. Крім декоративного призначення, така покрівля задовольняє тягу людини до землі.

Кращі зразки зеленої покрівлі – це розбиті на зони простору, на яких чергуються ділянки з гарноквітучими рослинами і доріжки з гравію, плитки або садового паркету. Для комфортного відпочинку на дах заводять електрику (для освітлення зон, а також харчування систем поливу і контролю), встановлюють садові меблі. Товщина шару ґрунту на покрівлі залежить від вибору рослин: для трави і красивоквітучих культур необхідно близько від 0,2 м до 0,6 м землі. При вирощуванні чагарників і мініатюрних дерев родючий шар повинен становити від 0,7 м до 1,2 м. Спосіб висадки рослин – в ґрунт або штучні ємності [24].

Сади на даху і балконах вимагають поживного ґрунту. Якщо рослини в діжках, то на основу укладають шар гальки або щебеню. Зверху накривають бетонними плитами – і можна створювати комбінацію з вазонів.

Там, де будуть рослини, необхідно настелити дренажний шар. Його з'єднують з системою відведення води. Це гравій або пемза, які приховують дренажні трубки.

Слідом викладається фільтруючий шар геотекстилю. Ґрунтовий субстрат. Не рекомендується брати звичайну землю. Це повинен бути ґрунт, пісок, перліт, торф, глина, тобто суміші, які рекомендовані для конкретного виду рослин.

Замість ґрунту варто використовувати суміш із 22 компонентів, необхідних для повноцінного розвитку рослин. Вона називається «субстрат».

Рослини беруть із землі всі необхідні мікроелементи, але якщо пересадити їх на дах – в нетипове для них середовище – потрібно забезпечувати поживними речовинами. Для цього і використовують субстрат. У його складі є елементи, які пропускають та затримують воду, забезпечують доступ повітря до коріння. Таку суміш виготовляють всюди, але за спеціальними формулами спеціалістів.

«Якщо використовувати тільки чорнозем або, ще гірше, – землю з-під котловану будинку, то рослини будуть погано рости і, швидше за все, загинуть. Чорнозем з часом ущільнюється і не пропускає воду, яка потім збирається в калюжі на поверхні. Вода знизу не піднімається вгору до рослин, тому коріння починає гнити, і з часом рослина гине», – кажуть в студії ландшафтного дизайну «Вишукане садівництво» [24].

Рослини повинні бути стійкими до різких перепадів температур і вміти виживати навіть при повному промерзанні ґрунту. Зазвичай це трав'янисті і ґрунтопокривні рослини, карликові породи деревних рослин, хвойні і листяні чагарники. Краще всього вибирати зразки з вітчизняних розплідників, оскільки вони пристосовані до умов зростання [25].

Зелені зони міста що існують зараз активно впливають на формування їх структури, вони представляють з себе один з найважливіших факторів в організації та поліпшення санітарних, гігієнічних і також мікрокліматичних умов для життя громадян, і в формуванні архітектурного ландшафту населених міст. Також усі зелені зони мають свій унікальний склад, різні місця призначення та розташування.

У далекому минулому, конструкція трав'яного покриття традиційної дерев'яної покрівлі була значно примітивною ніж конструкція, що використовується на теперішній час: рослинний ґрунт насипався на шари берести, вони стримували зайву вологу. Коріння швидко утвореної дернини створювало міцний рослинний покрив, що слугував у якості утеплення. Дах цегляного будинку став складнішим: дерев'яні крівлі і прокладені по них дошки стали вкриватися рулонною гідроізоляцією, поверх якої створювався дренаж і вода, що на ньому скупчувалася відводилась за допомогою дірчастих

труб, прокладених уздовж дерев'яного піддашся. Складнішою і дорожчою була конструкція дахів у стародавніх кам'яних будівлях, створюючи на них чарівні висячі сади не шкодували металевих плит [20].

Під час екстенсивного озеленення на крівлі даху утворюють килим що складається з газонних трав також у якості альтернативи можуть використовуватися низькорослі багаторічники, які вимагають менше ґрунту та догляду за собою. У такому форматі трава переважно росте на даху будинку, доступність для людей є обмеженою. Трава розподіляється по тонкому шару ґрунту і після зростання зелена покрівля відрізняється набагато простішим доглядом: залишається необхідність у стрижці та чистці від бур'янів.

Перевагами такого типу крівлі є [23]:

- порівняно низька собівартість;
- відносно невелика вага;
- простота висадки рослин.

Склад ґрунтового субстрату представляє собою суміш: гравію, органічних речовин, керамзиту, торфу і також піску. Має товщину на крівлі даху від 5 см до 15 см. Зазвичай таке озеленення робиться на не експлуатованих та похилих дахах з ухилом максимум від 25° до 30°.

Під час організації садів на даху необхідно брати до уваги ряд особливостей. Покриття сучасних дахів будинків перегріваються у спекотній час до 75 °С утворюючи не лише тепло але також і шкідливі летючі речовини. Такі явища можуть бути нівельовані за рахунок озеленення дахів. Температура дахів у спеку може бути зменшена до 24 °С. Також значно змінюється і температура між поверхами, вона може становити від 17 °С до 18 °С. Рослини на даху значно зменшують запилення. Трав'яне покриття на даху захоплює до 45 % пилу, а після поливу – набагато більше. Такий дах зменшує електромагнітний вплив, захищає конструкцію від ультрафіолетових променів, а також наділений шумозахисними властивостями. Товща рослинного ґрунту утримує до 25 % атмосферних опадів. Рослини представляють собою фільтр для повітря від бактерій, мікробів та очищають його від вуглекислого газу.

Попри те, що конструктивні рішення до теперішнього часу розроблені досить розгорнуто, основною є проблема сумісності функціональних завдань даху будівлі та вирощування на ній рослин.

Дах представляє з себе верхню захисна конструкцію будівлі. Яка виконує несучу та теплоізоляційну функцію, а її покрівля – забезпечує захист погодних умов і перепадів температури повітря [26].

Дах може бути призначеним для виконання цілей, не пов'язаних з облаштуванням саду, в основному це відноситься до плоских дахів. На дахах сучасних будівель часто влаштовують проїзди та стоянки для автомашин, а й навіть посадочні майданчики для вертольотів на висотних будинках. Їх може бути зручно використовувати для спортивних споруд – і навіть цілих оздоровчих комплексів із включенням верхніх поверхів.

Дахи можуть бути теплими, що поєднують захисну функцію з утепленням, і холодними, без теплоізоляції. При цьому вони обов'язково повинні мати ухил для відводу опадів. Плоскими є дахи з невеликим ухилом який становить не менше 2° , для того, щоб забезпечити водовідведення. Похилі дахи можуть мати ухил від 20° і більше. Такі дахи використовуються для влаштовуються горищ або мансардних поверхонь. Від типу даху, конструктивної організації покрівлі, її ухилу і залежить можливість її експлуатації.

Дах будинку одночасно представляє з себе важливу складову частину його архітектури, виразність завершення, від розмірів до художнього вигляду який визначає силует забудови, загальне враження від архітектурного ансамблю. Його часто називають «п'ятим фасадом» будинку.

Першочергово, потрібно брати до уваги необхідний для життя рослин ґрунтовий шар, з його постійним вологим режимом, що створює умови для розвитку мікроорганізмів та цвілі. Крім того, гумус і добрива характеризуються окислювальним впливом на конструкції покриття, можуть викликати і корозію металу. Необхідним є забезпечення біостійкості будівельних матеріалів покрівлі, які виконуватимуть функцію відокремлення рослинного шару від

покриття. Звичайна рулонна крівля містить кілька шарів водостійких матеріалів. Під час створення на ній штучної основи для озеленення додається ще декілька шарів, в тому числі ізоляційний шар особливого призначення – протикореневий. Він виконує роль захисту гідроізоляції даху від проростання кореневої системи рослин. У спеку, за відсутності поливу, коріння рослин на даху можуть проникнути в багатошарове покриття та в свою чергу пошкодити гідроізоляцію [27].

Важливо не залишати без уваги – додаткове навантаження на дах. Так як до ваги конструкцій покрівлі додається вага рослин і ємностей для їх облаштування, ґрунту та усіх додаткових шарів покриття (рисунок 2.3), мощення доріжок і майданчиків, а також, вага необхідного садового інвентарю та обладнання.

Сад на даху може використовуватися постійно, при цьому до його ваги додаються навантаження від перебування на ньому людей і роботи деяких механізмів, так звані динамічні і вібраційні навантаження. Для неексплуатованих дахів, дахів екстенсивного озеленення, вони являються найменшими. Щодо дахів інтенсивного озеленення, додаткові навантаження іноді є значними. Для обох випадків є потреба у розрахунку навантаження на каркас будівлі, який передається на його основу та фундамент [25].

Також значно легшим є врахування всіх навантажень при розрахунку спроектованої будівлі, ніж пристосовувати під сад конструкції існуючої споруди. На сьогодні розроблено і діє чимало конструктивних систем для облаштування садів на дахах, використовуваних як в першому, так і в другому випадках [24].

Інтенсивне озеленення даху – представляє собою створення повноцінного саду з доріжками, квітниками, деревами та навіть водоймами.

При цьому на даху можуть бути висаджені найрізноманітніші рослини: від квітів до чагарників і навіть невеликих дерев. При таких умовах підсумком стає більш складна екосистема, що вимагає повноцінного догляду і поливу. Товщина ґрунтового шару становить близько 60 см, це значно ускладнює

конструкцію. Головною перевагою є – можливість створення унікального дизайну на даху. Існують також певні особливості [28]:

- такий проєкт має бути закладений в конструкцію будинку на етапі проєктування з використанням професійних розрахунків;
- підтримання належного вигляду вимагає регулярного обслуговування.

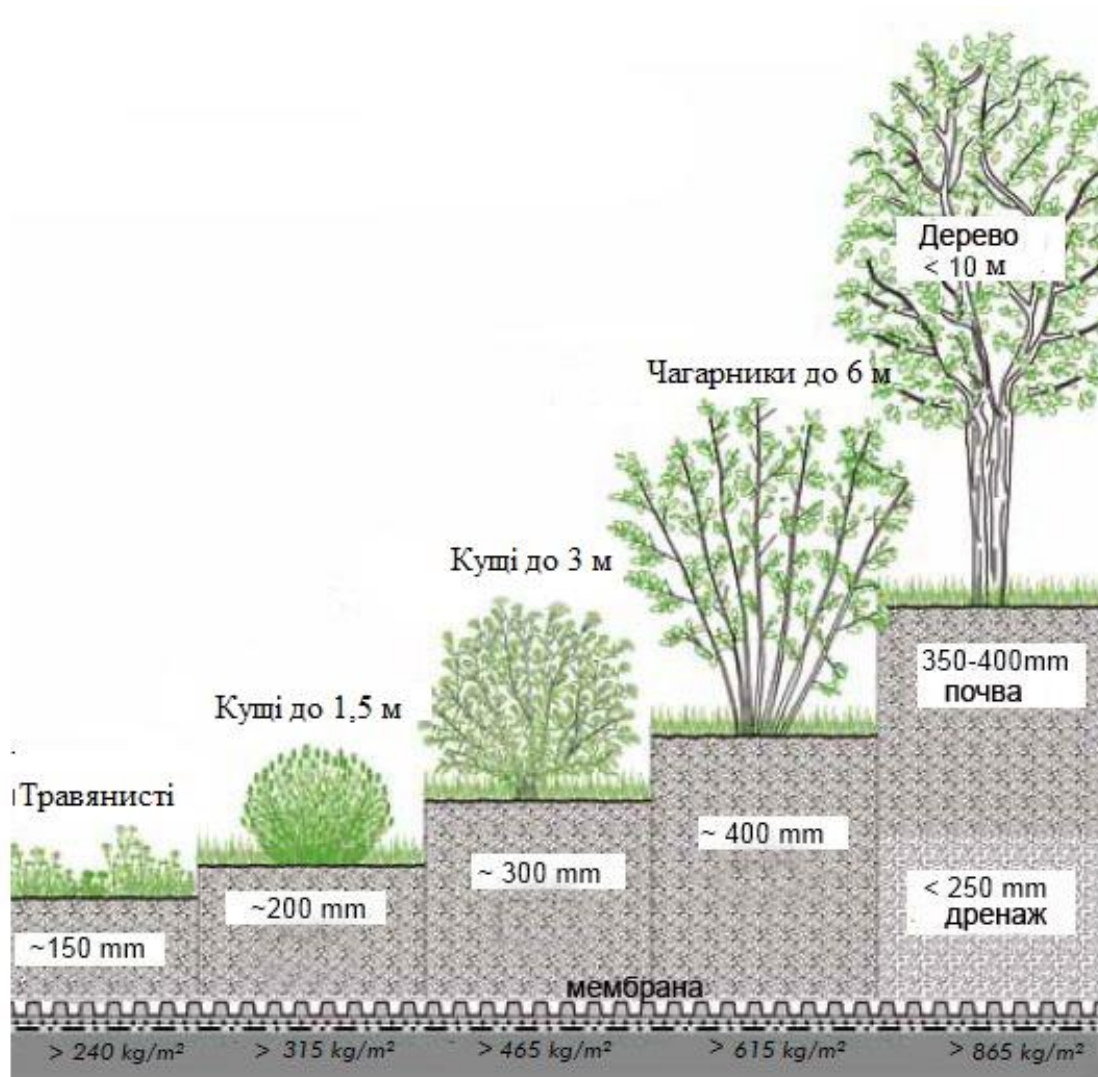


Рисунок 2.3 – Схема товщини і навантаження для саду на даху [24]

Субстрат інтенсивних покрівель глибиною від 20 см до 60 см, з вагою в насиченому стані від 250 кг/м^2 до 950 кг/м^2 . Вимоги до обслуговування інтенсивних покрівель, особливо до їх поливу, більші: необхідно передбачати особливі системи для поливу.

Сучасні матеріали дають можливість виконувати якісне та швидке озеленення дахів самостійно. Для теплоізоляції можуть бути використані піноскло, пінополістирол, поліуретан, які укладаються на плиту перекриття з пароізоляцією. У якості гідроізоляції використовують спеціальні мембрани з захистом від проникнення коренів. Дренаж у вигляді гравію дає змогу відвести надлишки вологи, у якості фільтра між ґрунтом і нижніми шарами виступають геотекстильні матеріали.

Покрівельний шар зеленого даху складається з ґрунтової суміші, під якою розміщується фільтруючий шар, перешкоджаючи проростанню коренів у нижньому шарі. Під фільтруючим шаром, укладається дренажний шар, наприклад, з великого гравію, або спученого перліту. Таке влаштування є необхідним для відведення вологи, що може утворитися в процесі поливу рослин. Ґрунт повністю покриває всю зелену покрівлю, також вона може знаходитися в спеціальних ємностях.

Особливу увагу під час проектування потрібно приділяти використанню сучасних матеріалів. Потрібно врахувати й те, що найкращими поглинаючим властивостям наділений переважно справжній ґрунт. Але він є дуже важким вага його може досягати 1800 кг/м^3 . Зменшення ваги можна добитися вносячи в його склад неорганічні добавки, пісок, рихлий торф. Захистити субстрат від атмосферного впливу можна за допомогою захисного шару з мульчі, товщиною від 2 см до 3 см, що складається з тирси та мілкої кори, чи з штучних пористих матеріалів, таких як перліт або лавопор [28].

Рекомендовано засипати зверху рихлі мульчуючі матеріали шаром гравію або пористих матеріалів, таких як керамзит або пемза. Також використовують мати мінеральної агровати які мають товщину до 20 см. Фільтруючий шар – тонкий прошарок між рослинним шаром і дренажем, яка запобігає проникненню в дренаж мілких частинок ґрунту чи субстрат. Одночасно завдяки капілярній структурі фільтруючого шару проходить і зворотній процес, передача рослинам вологи з дренажу. Для дренажу в наш час використовують штучні спущені і волокнисті матеріали гранули

пінополістеролу промочені бітумними емульсіями, камінчики з нейлону. Товщина дренажного шару з них скорочується від 4 см до 6 см. Якщо ж з них пресуються мати то товщина від 1 см до 3 см. Догляд за ґрунтами на даху подібний до догляду на присадибних ділянках. Сила тиску коріння при проростанні становить 25 атмосфер. Найбільш стійким матеріалом проти такого тиску та окислення є фольга, і скловолокно. Особливої уваги заслуговує конструкція ємностей для рослин: контейнерів, ящиків, квітниць. Контейнери можуть бути стаціонарними та мобільними. Стаціонарні контейнери для великорозмірних рослин обов'язково мають теплоізоляцію для захисту зимою від замерзання. Якщо ж температура взимку опускається нижче нуля 1 °С дах слід утепляти. Для цього використовують синтетичні матеріали: комірчастий та легкий бетон та піноскло, фібролід. Основними рослинами на даху є декоративні кущі [26].

Під час облаштування сучасних зелених дахів шар ґрунту замінюють ґрунтовим штучним субстратом. Так як він представляє з себе чудовий поглинач який добре накопичує вологу, що є досить легким. Зелені покрівлі також можна влаштовувати і на скатних покрівлях. Висота шару, що необхідна для скатних покрівель повинна бути не менше 15 см, вага системи не менше 150 кг. Для плоских покрівель з кутом нахилу до 20°, застосовують перфорований металевий профіль, необхідний для запобігання зсуву [29].

Потрібно також розуміти, рослинам для росту необхідні ґрунт і волога, відповідною є технологія влаштування зеленої покрівлі, що передбачає собою створення особливої конструкції у вигляді пирога, в будові якого кожен шар виконує свої, певні функції. Пошарово, будова системи зелена покрівля має вигляд (рисунок 2.4) [30]:

– гідроізоляційний шар. В якості гідроізоляції застосовується спеціальна мембрана, яка не пропускає воду і огорожує будівлю від проникнення всередину вологи. Оптимальний варіант – полімерна гідроізоляційна мембрана м'якої структури з захистом від коріння;

– теплоізоляційний шар. Теплоізоляційний матеріал, у якості якого може виступати, як піноскло, так і звичайні пінополістирол та поліуретан, укладається на бетонну основу з пароізоляцією або на дерев'яну обрешітку. Це дозволяє утримувати в будинку тепло і не пропускати всередину холод, навіть у разі накопичення холодної води всередині «зеленої» покрівлі, а також у випадку раптових заморозків;

– дренажний шар. Дренаж необхідний для того, щоб відвозити від коріння рослин залишки вологи з метою запобігання гниттю. Для дренажу прекрасно підходить щебінь або гравій. Хороший відвід води буде здійснюватися, якщо покрівля має допустимий уклін;

– фільтруючий шар. Цей шар служить для запобігання попадання в дренажний шар частинок ґрунту. Для цього майданчик застигають геотекстилем, який прекрасно пропускає і воду, і повітря;

– ґрунтовий шар. Склад ґрунтового субстрату підбирають, виходячи з рослин, які будуть використовуватися у висадці. Якщо зелений дах екстенсивний, тобто передбачає виростання тільки газонної трави, то досить шару ґрунту 10 см. У разі монтажу інтенсивного даху шар ґрунту насипають близько 60 см;

– рослинний шар. Це безпосередньо ті рослини, які висаджуються на покрівлі, для чого найчастіше підбираються види, стійкі до посухи, сонця, вітрів та перепадів температури.

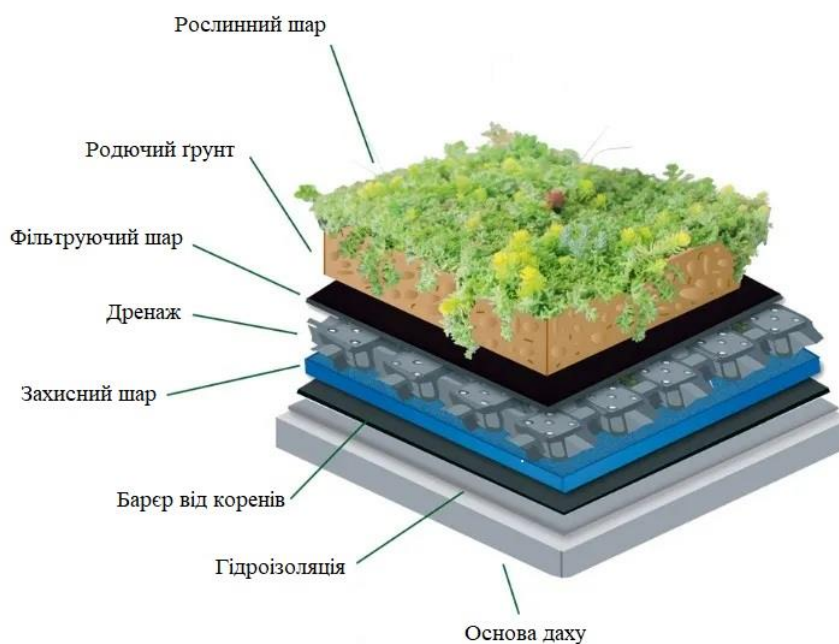


Рисунок 2.4 – Пиріг зеленої покрівлі [30]

Система озеленення даху являю собою багатошарову конструкцію у якій присутні, як незмінні матеріали, так і матеріали, що можливо замінити [32; 33].

Для повної конструкції зеленого даху, залежно від його функціонального призначення і навантаження, кількість і компоненти шарів можуть змінюватися, як і їхня товщина та взаємне розташування.

Так зазвичай на горищних вентилятованих покрівлях зі складу конструкції крівлі іноді взагалі виключають теплоізоляцію, тому як рослинний шар виконує роль утеплювача. Але якщо ж теплоізоляція все-таки потрібна за розрахунковими даними, то вона переноситься на горищне перекриття. Конструкція самої покрівлі при такій структурі спрощується.

Над збірним покриттям експлуатаційний шар може бути виконаний у вигляді платформи – з дерев'яних щитів, плит або решіток, покладених на опори у вигляді стовпчиків, і у вигляді підставних балок з повітряним прошарком. Такий тип досить широко поширений у світовій практиці та отримав назву – «палубний-дах». Можуть бути також інші варіанти крівлі експлуатованих дахів, але при облаштуванні на них озеленення, склад необхідних для цього шарів конструкції постійний.

Можна також послідовно розглянути експлуатаційний шар усі перелічені елементи штучної основи для озеленення даху і одночасно сучасні та набагато поширеніші матеріали, з яких вони будуються. Він включає ґрунтовий субстрат і мощення. Якість, структура, склад і стан субстрату – основні умови для існування рослин і мікроорганізмів в саду на даху, їх середовище існування. Найліпшими поживними властивостями володіє природний ґрунт, проте його використання обмежується значною вагою, яка може досягати 1800 кг/м³. Зменшити вагу цього шару можна, включивши до його складу розпушувачі – торф, пісок і неорганічні (синтетичні) добавки. Однак це веде до зниження родючості ґрунту і зменшує здатність більшості рослин добре вкорінюватися.

Більша перевага надається не ґрунтам, а сумішам ґрунтів, що називають субстратами. Зберегти субстрат від атмосферних впливів допомагає захисний шар з мульчі товщиною від 2 см до 3 см або з штучних пористих матеріалів. Пухкі мульчуючі матеріали зверху рекомендовано засипати шаром гравію або кам'яної крихти завтовшки близько 5 см – він охороняє верхній шар ґрунту від зайвої інсоляції та вивітрювання [30].

Товщина і склад рослинного шару приймаються відповідно до вимог обраних для саду рослин і обсягом їх кореневої системи, а перевага віддається штучному поживному ґрунту – субстрату. Він складається на основі суміші рослинного ґрунту з органічними і легкими гранульованими, а також пористими або волокнистими синтетичними матеріалами. У суміші додаються також поживні речовини і добрива, вони поліпшують фізичні та біохімічні властивості ґрунту, стабілізують його структуру.

Простіша суміш – ґрунтово-торф'яна. Вона складається з легкого перегною і перепрілого торфу. Для зменшення ваги суміші та створення пухкого, повітропроникного субстрату, що не ущільнюється при поливі, в нього додають невелику кількість неорганічних пористих матеріалів – керамзитового гравію або пемзи, пінопластових пластівців. Переважно виготовляють субстрати у виробничих умовах.

Відомими рослинними субстратами є: агронерл, гродан, гігромікс, плантоліт, ліадрайн, легодан. Для кожного з них розроблена своя технологія виготовлення [31].

Легодан, представляє з себе продукт випікання спеціальних глиняних гранул з пемзовим гравієм при температурі до 115 °С. В результаті випікання утворюються дрібні гранули, що обволікаються сумішшю глини і гумусу. Його використання характеризується зниженням ваги рослинного шару. Якщо вага шару чорнозему у зволоженому стані товщиною 10 см становить від 180 кг/м² до 200 кг/м², то такий же прошарок легодану, також у зволоженому стані, важить всього 65 кг/м².

Також широко поширені субстратні плити, що повністю замінюють рослинний ґрунт. Виготовляються на основі піноматеріалів або штучних волокон, які пресують з суміші глини, торфу і поживних речовин у вологому стані. Такі плити, зберігають свою структуру при будь-якій погоді, мають в сухому стані дуже малу вагу, але при цьому чудово поглинають вологу. Їх доцільно використовувати при посадці ґрунтопокривних і низьких сланких рослин. Під час посадки рослин і догляду за ними такі плити витримують відповідні навантаження, але при облаштуванні спортивного газону застосовують тільки сипучий рослинний ґрунт, оскільки такий газон вимагає регулярної стрижки [33].

У світовій практиці в субстрат додають, дроблену кору дерев або подрібнений хмиз, задля зменшення ваги та поліпшення структури ґрунтового шару. Товща конкретної субстратної плити визначається залежно від обсягу кореневої системи під кожен вид рослин, зазвичай її роблять в 4 рази менше висоти рослини в дорослому стані.

Озеленюючи похилі дахи набагато частіше використовують попередньо вирощений рулонний газон. Він викладається на рослинний шар, спочатку коренезахисний шар, а потім прокладають по дренажній плиті фільтруючий шар задля того, щоб дренаж не засмічувався частинками ґрунту. Після цього залишається тільки розстелити рулони і злегка їх втоптати.

Фільтруючий шар – представляє з себе тонкий прошарок між рослинним шаром і дренажем, який перешкоджає проникненню в дренаж дрібних частинок ґрунту або субстрату, замулювання і вимивання з ґрунту поживних речовин. У той же час, завдяки капілярній структурі фільтруючого шару відбувається і зворотний процес – передача рослинам вологи з дренажу. Таку фільтрацію після вкорінення рослини виробляють і самі, але тим не менш штучний фільтр необхідний.

Під час встановлення фільтруючого шару частіше використовують легку скловолокнисту тканину або мати з товщиною шару до 1 см, які накладають один на одну від 3 см до 10 см. Чудовий ефект дає використання фільтруючого шару з волокон полієфіру і поліпропілену, а також матеріалу, що отримав назву геотекстиль. Натяжка тканини при укладанні повинна бути без перекосів і складок, і краще всього закріпити її клеєм для скловолокна і склошпалерів [34].

Окрім цього використовується також формальдегідна піна, яка добре акумулює вологу. З неї виготовлюються плити фільтруючого шару, недоліком яких є відносно велика товщина (до 10 см). На невеликих ділянках покриття в якості фільтруючого шару іноді застосовують традиційний прошарок з соломи. Між фільтруючим шаром і субстратом для зміцнення кореневої системи рослин часто прокладають спеціальну поліпропіленову решітку [35].

Дренажний шар призначений для відведення надлишків атмосферних опадів з рослинного шару і з мощення, тоді коли кількість води перевищує місячну норму найбільшого дощового періоду, також для видалення надлишку води при поливі рослин. Вода скупчується в ґрунті при відсутності дренажу, і тоді коріння рослин можуть загнити.

На плоских покрівлях за відсутності ухилу утворюються калюжі, тому необхідно змінити стандартну системну конструкцію. За рахунок установки дренажних елементів «Флоратек» висотою 5,0 або 7,5 см створюється необхідний простір для води, що стоїть. Внаслідок цього збільшується висота конструкції озеленення, але її вага змінюється незначно, оскільки елементи виготовлені з пінополістиролу. Для такої конструкції досить захисного мату

ТСМ 32, так як додатково присутні стояча вода.

Напроти, занадто швидкий стік води буде вимагати більш частого поливу рослин, на відмінно від звичайних умов, де коріння мають доступ до ґрунтових вод. Дренажний шар є необхідним в окремих ємностях – контейнерах для рослин, у тому числі і тоді, коли рослинний шар розподілений по всій поверхні даху [31; 33].

Він відводить зайву воду при сильних літніх зливах, оскільки надлишок води так само шкідливий для рослин, як і її нестача. При поганому стані дренажу в літній час у рослин можуть з'явитися грибні захворювання, а взимку – промерзання землі і руйнування кореневої системи. Дренаж поглинає вологу, а в посушливий час віддає по капілярах в рослинний шар. При відсутності в дренажі води його пориста структура сприяє провітрюванню рослинного шару і притоку повітря до коріння рослин [28; 29].

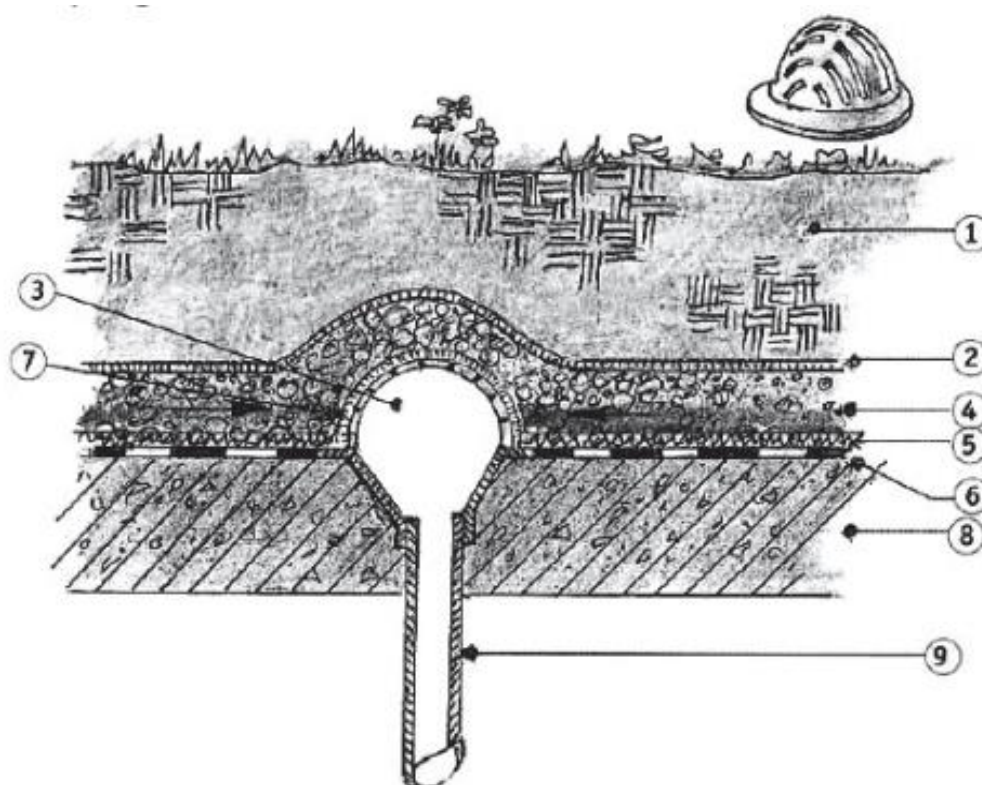
Використовуванні для дренажу матеріали: повинні мати велику кількість пор, та мають ущільнюватися під дією експлуатаційних навантажень, не піддаватися гниттю і окислювальним процесам, бути стабільними в будь-яку погоду. Дренажний шар викладається з гравію, що має фракцію від 1,5 см до 3 см. Його мінімальний шар має бути 5 см, але краще від 7 см до 8 см [35].

При можливо малій товщині дренажний шар повинен мати невелику вагу, навіть у стані вологості. Особливо важливе об'єднання цих якостей в одному матеріалі. Для дренажного шару на тепер використовуються штучні роздуті і волокнисті матеріали, гранули пінополістиролу, просочені бітумними емульсіями, кульки з полістиролу, нейлону та інших синтетичних матеріалів. Товщина дренажного шару з них складає від 4 см до 10 см. Якщо ж з них пресуються мати або плити, то вони мають зовсім малу товщину – від 1 см до 3 см при обсязі пор не менше 50 %. Так, поліамідні мати енкадрайн при товщині всього 2 см мають об'єм пор 90 % і дуже невелику вагу. Ще одна перевага полягає в можливості застосовувати їх на похилих дахах, закріплюючи на покритті будівлі.

Зовнішнє водовідведення з даху незалежне від внутрішнього водовідводу з дренажного шару, досягається використанням фільтруючого шару, а також пристроєм спеціальної лійки, що має три рівні: 15 см, 30 см і 45 см. Завдяки цьому, вода відводиться як з поверхні мощення, так і з рослинного шару.

Повітря та водообмін, отвори в дренажно-накопичувальному елементі забезпечують випаровування води та необхідну вентиляцію кореневої системи рослин (рисунок 2.5).

Лійки, що збирають надлишки води, виготовляються з пластику, або з металів (латуні, нержавіючої сталі). Залежно від виду покрівлі вони є декількох типів [39]: круглі, купольні, каналні та комбіновані. Кругла лійка накривається зверху решіткою, яка має отвори по всій поверхні і використовується як на поверхні мощення, так і в глибині дренажного шару (рисунок 2.6). Другий тип лійки – «купольний», так як лійка має округлу поверхню з отворами в кришці у вигляді щілин, які запобігають скупченню листя і рослинних залишків. В основному застосовується в садах інтенсивного використання. Третій тип – каналний, або розбірний – добре підходить для відводу води від вертикальних елементів і стін, але може застосовуватися і для стінок заглиблених басейнів.



1 – субстрат (рослинний шар); 2 – фільтруючий шар; 3 – лійка; 4 – дренаж;
 5 – протикореневий шар; 6 – гідроізоляція; 7 – додатковий фільтруючий шар з фібергласа;
 8 – залізобетонна плита; 9 – внутрішній водостік
 Зверху – загальний вигляд купольної лійки

Рисунок 2.5 – Варіант конструкції водовідведення з використанням фільтруючого шару та спеціальної лійки [30]

У Європі популярніший комбінований тип лійки. Їх розміщують в товщі бетонного покриття даху, під шаром дренажу, і до них підходять дрени, що викладені на гідроізоляції покрівлі. У всіх випадках для захисту лійок і труб дренажу від рослинних залишків, частинок ґрунту і мульчі необхідна фільтруюча тканина, яка прикриває отвори, оскільки лійки і дренажний шар швидко засмічуються. У кожному конкретному випадку, і особливо при реконструкції даху існуючої будівлі, підбирається певний тип дренажу.

Передбачені поряд з ємностями оглядові люки, дають можливість постійно контролювати рівень води і вологість піску, а в разі протяжних дощів спорожнити систему. Так дренаж саду на даху може здійснюватися різними способами, в основі яких лежить використання пористих сипучих матеріалів або пресованих матів з них, або, нарешті, спеціальних ємностей, здатних не тільки затримувати вологу, але і видаляти її надлишки з рослинного шару.

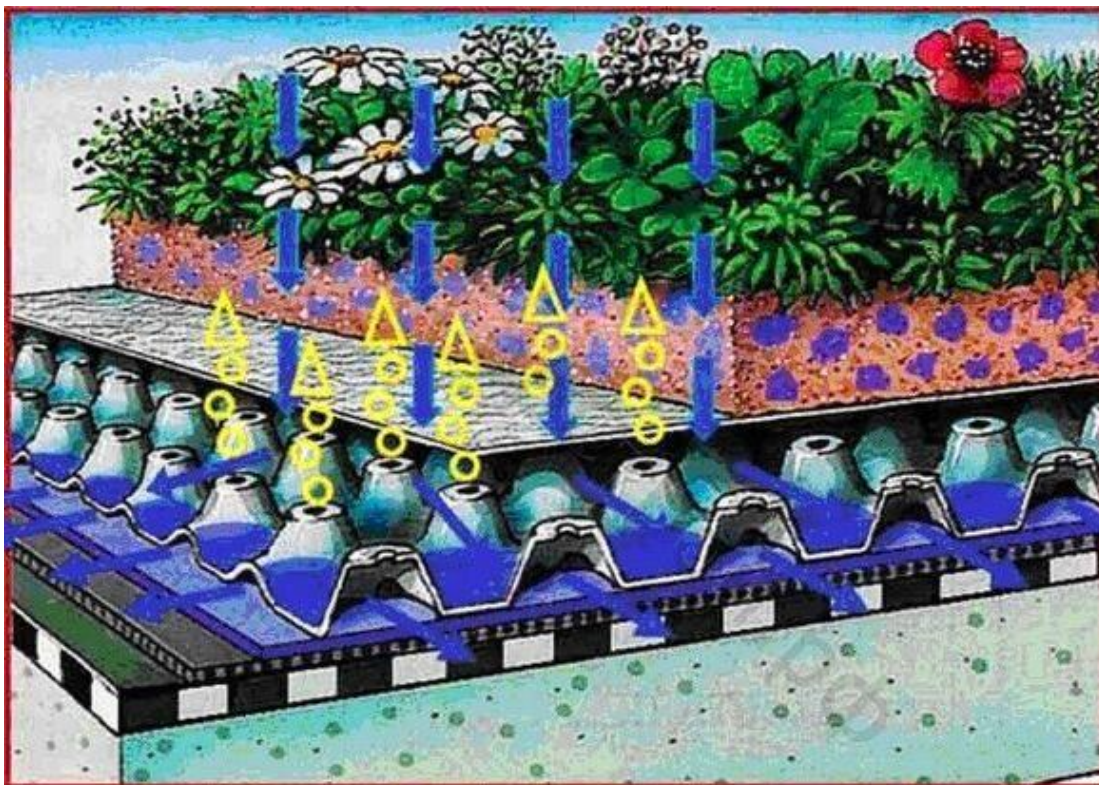


Рисунок 2.6 – Вентиляція та водообмін [35]

Протикореневий шар потрібний для захисту гідроізоляції від проростання коренів рослин та від механічних пошкоджень під час будівництва покрівлі. При нестачі вологи і поживних речовин в рослинному шарі коріння рослин здатні проникати в найменші тріщини і пори. При цьому сила тиску такої агресивної кореневої системи може досягати 25 атмосфер. Так, далеко не всі рослини володіють такими властивостями. Але спостереження продемонстрували, що у рослин, найбільш вимогливих до вологи, кінчики коренів мають особливі пристосування, які можуть захопити кристали піску, використовуючи їх в якості своєрідного «буру», досягаючи шару насиченого вологою. Таким чином вони здатні пробурити навіть тверде асфальтоване покриття [35; 36].

Можна припустити що на плитах покриття з водонепроникного бетону, протикореневий шар взагалі можна виключити, оскільки такий бетон стійкий до кислотного впливу кореневої системи. Проте його обов'язково прокладають,

оскільки з часом, внаслідок перепаду температур, в плитах можуть виникнути тріщини, куди проникатиме коріння рослин. Також у випадках коли при будівництві бетон не встиг схопитися і затвердіти перед укладанням цього шару, поверхню бетону просочують рідиною на основі силіну [29; 35; 36].

Нові будівельні матеріали, що поєднують в собі кілька функцій. Наприклад фомглас – одночасно і теплоізолюючий, і протикореневий матеріал з битого скла і вуглецю. Він представляє собою жорсткі піно-плити, які стійкі до дії кислот та бактерій.

Сучасні матеріали поєднують відразу кілька функцій: плити з гродану одночасно служать і субстратом і дренажем, а фомглас може використовуватися, окрім дренажного шару, як утеплювач.

При використанні водонепроникного бетону в конструкції покриття покрівлі допускають засипку рослинним ґрунтом або ж укладання плит субстрату по всіх шарах без гідроізоляції самого покриття. Коли ж експлуатована покрівля розраховується не тільки на пішохідний рух, а й на інші динамічні навантаження, використовують гідроізоляцію з декількох шарів рулонних матеріалів [35-37].

Водонепроникність, надійність і довговічність конструктивного рішення озелених дахів в багато чому залежать від того, наскільки добре продумано в проєкті і ретельно виконано при будівництві прилягання експлуатаційного шару до вертикальних конструкцій: парапетів, огорож, світлових ліхтарів, вентиляційних шахт, стін надбудов та інших деталей даху. Категорично не повинна порушуватися безперервність гідроізоляції і робота всієї конструкції при тривалому впливі різних навантажень [37; 38].

Для того, щоб уникнути утворення тріщин при можливих деформаціях всієї будівлі. При суцільному огороженню саду на даху – цегельними або бетонними перилами – у місцях з'єднання їх з покриттям вкладають ковзаючі роздільні шари з піднятими вгору краями [35; 38].

При облаштуванні покриття дитячих і спортивних майданчиків на дренажний шар викладається гравійний або вапняковий щебінь декількома шарами до загальної товщини 10 см.

Для створення садів перевага надається дахам з масивними несучими конструкціями. Найчастіше це монолітні покриття або збірні залізобетонні плити. При цьому так звані зосереджені навантаження (крупні дерева в контейнерах або важке обладнання) розміщують над колонами конструктивного каркасу будівлі, які передають це навантаження на фундамент [36; 37].

Пересувні контейнери дозволяють переміщати рослини в тінь або в захищене від вітру місце, їх легко можна перенести в приміщення на зиму або в дощовий сезон, зручні вони і у випадку ремонту даху. Контейнери виготовляють з різних будівельних матеріалів. Використовують бетон, полегшені пластмаси, теракоти і скловолокно, відповідно отримуючи різноманітну фактуру і забарвлення їх поверхні. Застосовують також і дерев'яні ємності (діжки, ящики), які просочують антисептиками, а внутрішню частину покривають поліетиленовою плівкою. Стінки великих стаціонарних контейнерів виготовляють з блоків, заглиблених в дренажний шар, звертаючи особливу увагу на міцність бічних стінок, які повинні витримувати тиск ґрунту і води. На дні таких контейнерів або в бічних стінках передбачені отвори для стоку води. Субстрат укладається на фільтруючий шар [31; 32].

Умова для використання теплоізоляції є середня зимова температура повітря, і, якщо трапляється так що вона опускається нижче -1°C , дах потрібно утеплювати. Сьогодні для цього використовують синтетичні матеріали: комірчасті і легкі бетони, піноскло. Застосовують також фіброліт, пінополістирол і плити. Рослинний шар, в минулому виконував функцію утеплювача в дерев'яних будівлях, тепер, в багатоповерхових бетонних будівлях, для цієї ролі він не підходить: при зволоженні субстрату навіть всього на 30 % він багато в чому втрачає свої теплоізоляційні властивості, а тривалий вплив застійної води в дренажному шарі і в водних установках може стати

причиною того, що покриття взагалі позбудеться своїх теплоізоляційних властивостей.

У стаціонарних контейнерах для великих рослин обов'язково влаштовують теплоізоляцію для захисту взимку від замерзання і відтаювання, а влітку – від перегрівання кореневої системи сонячним промінням. Тоді ж коли емності знаходяться на поверхні, що сильно перегрівається, тоді влаштовують і нижню теплоізоляцію, розміщуючи її під решіткою, що відокремлює собою дренаж від днища.

2.2 Ландшафтно-архітектурне облаштування

Суцільна планувальна композиція озеленення саду на даху включає в собі декілька основних завдань [37]:

- гармонійне поєднання різних функціональних зон;
- створення природних композицій на дуже обмеженій території;
- створення елементів захисних зон, що композиційно об'єднає територію в одне ціле і в той же момент відокремить затишні куточки відпочинку.

Композиційні прийоми повинні відрізнятися новизною, декоративністю, вдалим поєднанням з навколишнім середовищем, стійкістю і вільною змінюваністю у будь-який час, якщо виникне така необхідність. Мініатюрні композиції в саду на даху можуть бути представлені ретельно підібраними рослинами із заздальгідь розробленого асортименту для малих садів з участю в композиції каменів, піску і інших матеріалів, також водних елементів і малих архітектурних форм.

При створенні мініатюрних композицій потрібно враховувати висоту рослин, особливість будови крони, забарвлення і форму листя, час, тривалість і рясність цвітіння, забарвлення і розміри квіток і суцвіть [36].

Будь-який штучно створюваний пейзаж бажано спроектувати так, щоб по забарвленню він був цікавий у всі пори року, був «садом безперервного цвітіння».

У процесі розробки саду на даху визначається провідний ландшафтний компонент, який стає темою саду, а решта компонентів грає підлеглу роль, підсилює виразність головного.

Обмеженість ділянки примушує удаватися до планувальних прийомів, що ілюзорно збільшують простір саду. Наприклад, доріжка ведуча до будинку, робить декілька поворотів або прокладається по діагоналі, розкриваючи то один, то інший куточок саду. Кордони ділянки прикривають квітучими чагарниками, багатолітниками і деревами. Покриття доріжок, декоративні стінки, що розділяють спільний простір, перголи, що дають візерункову тінь на поверхню землі – все це насичує і різноманітність сад деталями.

При створенні саду на даху, територія озеленення поділяється на зони, а саме такі як: парадна зона, зона тихого відпочинку, оглядова зона, зона кутового огляду, прохідна зона, зелена зона.

Парадна зона – це зона перед входом до саду. Вона представлена групами хвойних, листяних та контейнерних рослин з елементами каміння на декоративній висипці з мармурової крихти, а також поодиноких рослин.

Оглядова зона – на території саду на даху включає в себе декоративні групи з елементами малих архітектурних форм та каміння на декоративній висипці, висадкою поодиноких кущів троянд та квітковими композиціями.

Зона тихого відпочинку – займає невеличку територію, де поставлені лави для відпочинку, що відмежовується оглядовою зоною.

Зона кутового огляду – займає також невелику територію, із кутових сторін з елементами декоративних груп та поодиноких кущів і дерев.

Зелена зона – займає значну територію саду на даху, так як основним елементом є газон із висадкою дерев та гарно-квітучих кущів

Прохідна зона – займає велику територію саду на даху, так як по всій території саду розміщена пішохідна доріжка округлої форми [37; 39].

2.3 Критерії підбору рослин для озеленення дахів

Сад на даху потребує чималого догляду та уваги, потрібно правильно підібрати рослини беручи до уваги комунікації даху. Для озеленення садів на дахах використовуються саджанці у віці від 6 років до 7 років, дерева від 3 років та до 4 років чагарники. Також саджанці, які мають висаджувати на даху, мають вирощуватись в подібних умовах.

Під час підбору флори для саду на даху варто віддавати перевагу невибагливим, стійким до перепадів температур і витривалим рослинам. Відмінним вибором є рослини гірської флори. Сюди підходять карликові або сланкі форми дерев і чагарників. Рослини на даху інакше переносять сезонні зміни: так навесні пробудження приходить раніше, ніж на землі від 3 днів до 10 днів. Так само справа йде з цвітінням, дозріванням плодів і появою зів'янення. Цю особливість необхідно враховувати, складаючи декоративні комбінації рослин.

Сприятлива мікрокліматична роль зелених насаджень у поліпшенні санітарно-гігієнічних умов міських територій величезна й багатогранна. Але під час створення спеціалізованих зелених насаджень, курортних зон, лікувальних та дитячих закладів потрібно враховувати й можливість негативного впливу окремих рослин, які алергенно активні або ж провокують астматичні явища. До них належить багато хвойних дерев, особливо під час цвітіння та пилкового льоту, а також покритонасінні рослини з сильних квітковим запахом. У пору цвітіння платанів, наприклад, відзначено різке збільшення частоти захворювання пропасницею. Недоброю славою джерел тополиного пуху користуються й жіночі екземпляри деяких видів тополі [36].

На дахах висотних будівель особливо штучних основах, рослини перебувають в інших мікрокліматичних умовах, ніж на землі – у звичній для них обстановці. Мікроклімат на високих відмітках наближається до гірського:

висока сонячна радіація, вітер, тверда основа вимушено невеликого ґрунтового шару, більш різкі, ніж у горах, коливання температур.

Влітку рослини страждають від спеки, сухості повітря і нестачі вологи, а взимку – від промерзання ґрунту. Серйозну небезпеку представляє також вітер, його швидкість зростає з висотою: вже на рівні дев'ятого поверху вона від 1,5 разів до 2 разів вище, ніж на рівні землі, а дахи будинків від 16 поверхів до 20 поверхів відчують вітрові навантаження, що в 5 разів перевищують наземні. Вітер завдає рослинам механічних пошкоджень також висушує ґрунт значно швидше, ніж на землі, посилює випаровування з поверхні листя і знижуючи температуру самої рослини. Нормальний розвиток рослин неможливий без відповідної кількості тепла і певної температури, яку вони здатні перенести без пошкоджень, особливо в зимовий час. Морозостійкість кореневої системи, як правило, значно менша, ніж у пагонів [38; 39].

Також несприятливими для рослин є температурні коливання протягом зими, так само як можливе нагрівання даху знизу, від самої будівлі. Сніговий покрив на даху далеко не завжди утворює шар необхідної товщини, і ґрунт в контейнерах з рослинами може промерзати на всю глибину. Навесні і влітку температура повітря біля поверхні даху вища, ніж на землі; восени ці відмінності зменшуються, а взимку за рахунок снігових заметів вона стає трохи вищою. Відносна вологість на поверхні даху від 5 % до 10 % нижче, ніж на землі, а влітку вона збільшується до 14 %, причому вночі і в ясну погоду ця різниця становить від 15 % до 20 %. В умовах дахів рослини характеризуються значно меншою здатністю протистояти змінам клімату, ніж на землі. Позитивним фактором є зменшення на висоті концентрації шкідливих для рослин речовин у повітрі [21].

Рослини на даху не тільки відчують негативний вплив кліматичних умов, але й самі сприяють створенню на ній певного мікроклімату. Рослини повільно підвищують вологість повітря випаровуючи поглинену вологу. Підраховано, що в середньому з 1 м² газону випаровується до 200 г води на годину, і це підвищує вологість повітря в порівнянні з неозелененою

покрівлею на 20 %. За іншими даними, тільки за рахунок поливу газону в посушливу погоду вологість повітря може змінитися з 3 % до 16 % і одночасно значно зменшиться стік в зливову каналізацію. З звичайних дахів цей стік складає до 70 % опадів, що випадають, з дахів-садів всього 40 %, а з трав'яних дахів він майже повністю відсутній. Випаровування створює певний охолоджуючий ефект. Крім того, знижується швидкість вітру, що зустрічає на своєму шляху перешкоди у вигляді дерев, кущів і елементів саду. Над самим дахом це зниження досягає 70 %, а окремі пориви вітру зменшують швидкість на 0,5 м/с.

Рослини, висаджені в садах на дахах, поведуться інакше, ніж рослини тих же видів, що ростуть у звичайних умовах. Навесні їх активне зростання починається раніше ніж на землі, від 3 днів до 12 днів, оскільки швидше відбувається відтавання і прогрівання ґрунту. Настільки ж раніше починається цвітіння декоративних кущів, хоча більшість видів зберігає притаманну їм тривалість цвітіння [40].

Осіньне забарвлення листя з'являється у них теж раніше у проміжку від 4 днів до 10 днів і буває інтенсивніше, ніж у ідентичних умовах на землі, швидше дозрівають і плоди. Таким чином, у деяких рослин в садах на дахах збільшується загальний термін вегетації, причому значно.

Рослини на даху страждають від перегріву внаслідок надлишкової інсоляції і теплового впливу споруд від вимерзання, через незначну товщину ґрунтового шару (від 30 см до 35 см), а також їм доводиться витримувати значні вітрові навантаження. Якщо мова йде про висотні будинки, де по даху гуляє вітер з протягами, то найдоречніше буде висадити низькорослі види рослин. На дахах будинків, де не так вітряно можна висаджувати чагарники і навіть карликові дерева [27]. Для боротьби з такими явищами необхідно вводити в сади на дахах водні влаштування, які охолоджують і зволожують повітря; передбачати активний полив рослин і дренажування поживного шару ґрунту, а також вкриття ґрунту в зимовий період або використовувати мобільні

форми озеленення дахів; влаштовувати вітрозахисні стінки, спеціальні породи рослин, які добре адаптуються до особливих мікрокліматичних умов на дахах.

Роль рослин різноманітна. Саме вони забезпечують декоративний і естетичний зміст основної площі вулиці. Далі, формуючи мікроклімат, вони виконують функцію головного чинника утворення сприятливого середовища: чистого, свіжого повітря, нормального зволоження, приємного запаху, заспокійливого зеленого кольору, рятівної тіні в жарку погоду. Рослини створюють захист від вітру, від вітрової і водної ерозії, є шумо- і пиловловлювачами.

З чагарників для озеленення даху використовують найбільш невибагливі витривалі і компактні види.

Посадку дерев і чагарників можна проводити як весною, так і восени. Весняна посадка проводиться після розмерзання ґрунту і до початку розпускання бруньок. Теплолюбні і хвойні породи висаджують тільки весною, холодостійкі рослини можна висаджувати восени. Восени посадку можна починати після опадання листя і припинення росту і закінчувати за проміжок часу від одного тижня до двох тижнів до початку стійких морозів. Літню посадку лише з грудкою землі. Посадку холодостійких рослин можна проводити у зимовий період і з замерзлим грудкою землі. Посадковий матеріал із розсадника повинен відповідати стандарту, бути здоровими, мати добре розвинену кореневу систему без механічних пошкоджень, відповідати асортименту згідно проєкту. Перед посадкою рослин старанно оглядають коріння; пошкоджені корінці вирізають гострим садовим ножом або секатором. Зрізи повинні бути рівними, а площа направленою вниз, зрізи замазують садовою замазкою [42].

Навесні посадки проводяться після відтавання і прогрівання ґрунту до початку активного розпускання бруньок і утворення пагонів. Осінні посадки слід проводити з моменту листопада до стійких заморозків. Хвойні породи краще переносять пересадку в ранньовесняний час (від березня до початку квітня) та осінній (від серпня до початку вересня).

При виборі посадкового матеріалу важливо звертати увагу на добре розвинене коріння, відсутність слідів шкідників і захворювань і активне зростання [27].

Потрібно враховувати, що дерева в садах на дахах не володіють тією довговічністю, яку мають дерева, висаджені в природний ґрунт, і через проміжок часу від 5 років до 6 років їх треба буде замінювати [24].

При виборі рослин для саду на штучній основі треба брати до уваги всі ці обставини, віддаючи перевагу невибагливим і витривалим рослинам, у тому числі характерним для гірських районів. Переважно це сланкі або карликові форми дерев і кущів, трав'янисті і особливо ґрунтопокривні рослини та ліани. Для сукулентів досить від 5 см до 7 см ґрунту, а ось іншим трав'янистих рослин знадобиться більший простір і шар субстрату товщиною від 8 см до 12 см.

Газон з сукулентів потребує виконанню високорослих бур'янів, особливо однорічних. Полив такого газону проводиться лише в перші 6 тижнів після укладання на дах. Добрива вносяться в разі появи червоно-бурого забарвлення листя і пагонів сукуленту, що свідчить, про нестачу елементів мінерального живлення в субстраті. Зазвичай добрива вносять один раз на рік. Середня норма – 30 грам комплексних добрив на 1 м². Такий газон не потребує скошування.

Вибір рослини повинен визначатися в першу чергу виходячи з узгодження його біології з умовами зростання (це і є екологічний критерій). По-друге, потрібно дбати про створення стійких сполучень рослин – життєздатних біоценозів [41; 42].

Варто використовувати рослини незвичайні, не характерні для того регіону, де створюється сад, які мають різне походження, можливо, але тільки за умови, що вони інтродуковані, тобто вирощені пристосованими до чужого середовища і клімату. Але компонувати ці екзотичні прибульці в одній групі зі звичними, «рідними» рослинами – ризиковано: навіть якщо вони підійдуть один до одного за своїми декоративним особливостям, навряд чи вони зможуть

скласти вдалий біоценоз і співіснувати один з одним. Тому їх варто об'єднувати в окремі композиції.

Естетичний критерій – ландшафтними дизайнерами вважається головним. Грунтуючись на декоративних якостях кожного виду рослин, його зовнішніх формах і включає висоту рослини, форму її крони, характер розгалуження гілок, забарвлення кори, листя, квіток і плодів, їх аромат, співвідношення один з одним, сезонну і вікову мінливість кожного виду. По суті, цей критерій застосовується для рослинних композицій будь-якого об'єкта ландшафтно-архітектури, але в невеликому просторі саду на даху, замкнутого, обмеженого високими перилами, він набуває особливо важливого значення. Рослини в такому саду сприймаються детально, на близькій відстані. Зовнішній вигляд (габітус) рослини, обумовлений його морфологічними ознаками, характерний для кожного виду, але кожен даний екземпляр може мати властиві тільки йому індивідуальні особливості, і з цим теж потрібно рахуватися. Потрібно рахуватися і з тим, що дерева в садах на штучних основах не володіють тією довговічністю, яку мають ті ж породи, висаджені в природний ґрунт, і через деякий час їх доводиться замінювати.

Поєднання різних видів і форм хвойних рослин з декоративно-листяними та квітучими чагарниками, роблять сад на даху привабливим у будь-який час. Під час створення саду на даху слід проводити ретельний догляд за рослинами, це є дуже важливим елементом в озелененні. Купа високих кущів, виростаючи, досягають розмірів невеликих дерев, точно так само, як деякі дерева в певних умовах утворюють багатостовбурні форми і цим нагадують великий кущ [39; 42].

Листяні дерева потребують найбільшої товщини ґрунтового шару (не менше 100 см) і разом з грудю являють собою значне навантаження на покриття. При цьому вага вологого ґрунту при об'ємі контейнеру 0,75 м³ становить 1300 кг (без урахування ваги самого контейнера). Звичайно, ці показники коригуються для підібраних матеріалів, особливо коли використовують полегшені субстрати.

Створити всі необхідні умови для розвитку рослин на даху значно важче, ніж на землі, і головна складність полягає в тому обмеженому обсязі поживного ґрунту, який стримує нормальний розвиток кореневої системи, особливо у дерев і великих кущів. Однак існує кілька способів збільшення цього обсягу [20].

У першу чергу це місцеве підвищення рівня ґрунту – додаткова підсипка ґрунту у вигляді невеликого горбка. Іноді такий горбик закріплюють камінням, бруківкою, але частіше використовують різні за висотою контейнери для посадки групи з кількох рослин з різним типом кореневої системи. Цей спосіб підходить для дерев з мичкуватою кореневою системою.

Для дерев зі стрижневою кореневою системою, які намагаються якомога менше використовувати в озелененні дахів, заздалегідь передбачають більш глибокі ємності в конструкції покриття [39].

Рекомендований асортимент рослин. У контейнерному озелененні можна застосовувати практично весь асортимент рослин, який застосовується в оформленні садів та інтер'єрів будівель. Тільки при посадці важливо підібрати для конкретних рослин контейнери відповідного розміру. Як правило, в контейнерному озелененні використовують низькорослі дерева і кущі з компактною кроною і кореневою системою, а також штучно формовані рослини – топіарі, бонсаї; компактні багаторічники, троянди, однолітні квіти, цибулинні і овочеві рослини. Перевагу, все ж таки, слід віддавати тим видам рослин, які відносно стійкі до несприятливих екологічних умов, хвороб і шкідників і не потребують складного догляду [40].

Основу асортименту високих рослин в саду на даху все ж складають кущі, масштаб яких найбільше відповідає масштабу простору такого саду. Серед листопадних віддають перевагу кущам, що дають тривалий декоративний ефект для того, щоб раньоквітучі рослини влітку відрізнялися цікавим забарвленням листя, а взимку – або своєрідною графікою гілок, або забарвленням кори. Красивоквітучі кущі можуть забезпечити зміну колірних акцентів в саду з весни до осені. Цьому сприятиме велика кількість сонячного

світла на відкритих просторах саду. Можна підібрати і витривалі рослини для затінених куточків [42].

Вимагають ретельного догляду та більш вибагливі, але все ж нерідко використовуються троянди. Ефектно виглядають в контейнерах штамбові троянди. Але основна проблема – зимове збереження рослин. Особливо красиво виглядають в контейнерах в'юнкі троянди, посаджені біля стін, декоративних решіток, перил, арок. В окремих контейнерах можна висаджувати різні сорти троянд з груп – мініатюрних, ґрунтопокривних, поліантових, патіо, англійських [41; 43].

Для листяних (листопадних) кущів потрібно рослинний шар товщиною не менше 50 см, що не створює серйозних проблем збільшення навантаження на покриття. Проте багато рослини страждають від сильних вітрів, і тому їх слід компонувати в групи. З хвойних використовують і деревні, і кущові форми, головна їхня перевага – в цілорічному декоративному ефекті озеленення. Проте їх слід оберігати за допомогою спеціальних укриттів від зимових вітрів і зайвого сонячного освітлення, яке може викликати опіки. Вони можуть рости на ґрунтовому шарі меншому, ніж потрібно для листяних дерев, але потребують обов'язкового захисту кореневої системи від морозу [45].

На відміну від листопадних чагарників, хвойні треба оберігати від надмірної сонячної радіації, так само як і від зимових вітрів. Взимку при висушуванні і промерзанні ґрунту коріння не можуть передати вологу хвої, і вона відмирає так само, як навесні від сонячних опіків. Це часто обмежує використання хвойних в садах на великій висоті. Проте при правильному використанні перил, екранів, що захищають від вітру, і при влаштуванні необхідного притінення навесні вони можуть переносити досить суворі погодні умови.

Для хвойних кущів потрібна така ж товщина рослинного шару, як і для листопадних – не менше 50 см. При цьому зрозуміло, що перевага віддається більш легким і витривалим листяним кущам, в тому числі кучерявим (ліанам) і трав'янистим, але особливо ґрунтопокривним рослинам [44-45].

Чудовим вибором є ліани, що можуть рости на різних рівнях і не пошкоджуватися вітром. Також вони можуть самостійно закріплюватися на стінах або на спеціальних опорах, утворюючи спадаючі каскади. Одночасно вони можуть використовуватися і як ґрунтопокривні рослини, оскільки потребують в незначному за висотою шару ґрунту (від 20 см до 30 см).

Лілійники чудово виглядають в горщиках, досить невибагливі у догляді, після того, як вони відцвіли, зберігають декоративність завдяки ланцентному листю [43].

Останнім часом часто використовують злаки. Злаки виглядають в контейнерах оригінально і ефектно. Газон з злакових трав регулярно поливається і скошується. При досягненні пагонами від 10 см до 12 см, з метою недопущення виходу рослини в колос і пов'язаної з цим втрати декоративності. Пагони зрізаються до розмірів від 5 см до 7 см. Коли в контейнерах створюється композиція з декількох рослин, то потрібно підбирати ті, що добре поєднуються за розміром, фактурою та забарвленням листя і квіток, умов вирощування і часу цвітіння, а також, щоб рослини були з однаковими екологічними потребами [45].

3 РОЗРОБКА ПРОЄКТУ САДУ НА ДАХУ БАГАТОПОВЕРХІВКИ МІСТА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО

3.1 Кліматичні умови міста Хмельницького

Територія міста Хмельницького має помірно-континентальний клімат з теплим літом, м'якою зимою і достатньою кількістю опадів. Він сформувався під впливом різноманітних чинників. Головним з них є географічна широта, з якою пов'язана висота Сонця над горизонтом і величина сонячної радіації.

Висота Сонця над горизонтом в червні в полудень досягає від 63° до 65° , в грудні від 16° до 18° , а в рівнодення від $39,5^{\circ}$ до $41,5^{\circ}$. Тривалість дня змінюється від 8 годин до 16,5 години.

Неоднакові показники висоти Сонця над горизонтом та зміни хмарності протягом року впливають на зміну сонячної радіації від 130 кал/см^2 в грудні до 530 кал/см^2 в червні, досягаючи за рік 101 ккал/см^2 .

Хмельницький розташований вглибині материка, і тому на його клімат мають вплив континентальні повітряні маси, які приносять суху погоду. Взимку сюди доходить повітря Сибірського антициклону, яке приносить холодну погоду, а влітку має вплив Азорський максимум. Навесні і на початку осені на територію області проникає арктичне повітря, яке приносить різке похолодання.

В усі пори року територія міста перебуває під впливом циклонів, які формуються над Атлантичним океаном. Влітку вони зумовлюють значну хмарність, опади, зниження температури повітря, а взимку – потепління, відлиги, снігопади.

Середньорічна температура повітря – плюс $6,8^{\circ}\text{C}$. Знаходження у Хмельницький континентальних повітряних мас приводить до значних коливань температури повітря в усі пори року. Влітку повітря може нагріватись до 36°C (абсолютний максимум), а взимку охолоджуватись до мінус 32°C (абсолютний мінімум).

В літній період часто бувають зливи, грози, іноді – град. Особливі атмосферні явища, що характерні для території міста (прояв днів/рік – середнє число): туман – 56 днів, заметіль – 12 днів, гроза – 26 днів, град – 1,5 днів, пилові бурі – 0,8 днів.

Сніговий покрив утворюється в другій половині грудня і тримається, переважно, до першої декади березня. Товщина його незначна і становить від 10 см до 15 см).

Протягом року над територією області дмуть переважно північно-західні і північно-східні вітри. Вони мають і найбільшу швидкість. Влітку переважають північно-західні і західні вітри, а взимку – північно-західні і південно-східні. Взимку їх швидкість більша, ніж улітку. Кількість днів з тихою погодою влітку майже в півтора рази більша, ніж узимку.

На всій території чітко виділяються пори року. Кожна з них має свої особливості. Зима коротка і м'яка, з частими відлигами. Вона триває від 100 днів на півдні до 115 днів на півночі. Кількість часу із сніговим покривом досягає від 75 днів до 95 днів. Відлиги і різкі коливання температури повітря часто наносять шкоду озимим культурам.

Весна починається з другої декади березня, коли температура повітря стійко переходить вище 0 °C і триває до останньої декади травня. Збільшується кількість опадів, ясних днів. Але повторні похолодання в квітні і травні зумовлені вторгненням на територію області північних вітрів, нерідко наносять шкоду сільськогосподарським культурам.

Літо триває з кінця травня до першої декади вересня. В першій половині літа нерідко бувають короткочасні зливи, велика кількість опадів. Іноді випадає град, який супроводжується сильними вітрами.

Осінь триває з кінця вересня до кінця листопада. Вона настає тоді, коли відбувається стійкий перехід середньої добової температури повітря до 15 °C і нижче. Перша її половина відзначається погожими сонячними днями. Перші приморозки бувають вже в середині вересня. В листопаді ґрунт промерзає на глибину від 5 см до 6 см.

3.2 Проєкт саду на даху багатоповерхівки на вулиці Лісогринівецькій, 18

Для розробки проєкту саду на даху було обрано дах новобудови багатоповерхівки, зданої у експлуатацію у 2013 році.

Ділянка для облаштування саду розміщена на даху багатоповерхівки за адресом, вулиця Лісогринівецька 18.

Конструкція даху, згідно креслення будівельних конструкцій, є такою:

- шар гравію;
- два шари водоізоляційного килиму, що складається з шарів наплавленого євроруберойду;
- ґрунтування розчином бітуму в керосині;
- стяжка – цементно-піщаний розчин, армований сіткою;
- керамзитовий гравій для задання нахилу;
- утеплювач – пінобетон;
- пароізоляція – поліетиленова плівка на гарячій бітумній мастиці;
- блискавкозахисна сітка;
- монолітна плита перекриття.

На даху багатоповерхівки знаходяться багато інженерних обслуговуючих споруд, серед яких 9 вентиляційних шахт, 2 отвори для стікання води, звисаючі дроти телекомунікацій (рисунок 3.1).

Дах чудово проглядається з верхніх поверхів сусідніх багатоповерхівок. Він має не естетичний зовнішній вигляд. На даху знаходиться багато телекомунікаційних споруд таких як супутникові антени.

Дах має непрямокутну складну геометричну форму, його розміри такі:

- максимальна ширина – 16,2 м;
- максимальна довжина – 61,4 м;
- площа – 738,9 м².

Для розробки проєкту саду на даху ми пропонуємо конструкцію інтенсивної покрівлі, яку демонструє рисунок 3.2.



Рисунок 3.1 – Вигляд даху 1-го під'їзду будинку на вулиці Лісогринівецькій, 18

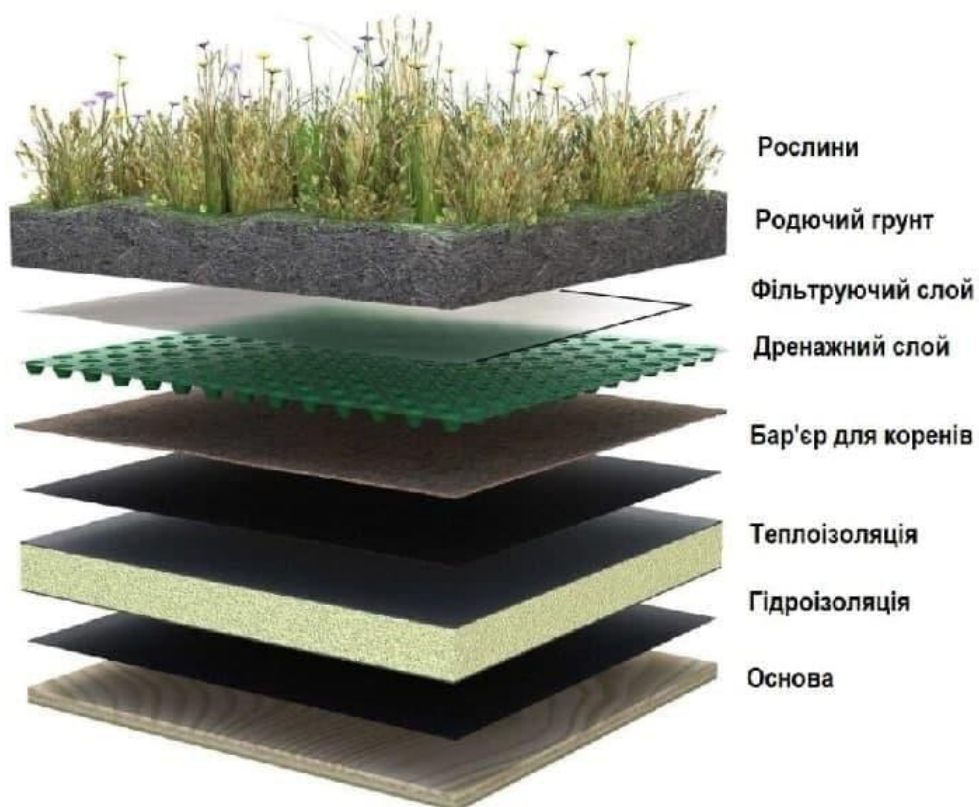


Рисунок 3.2 – Пропонована конструкція даху [47]

Існуюча покрівля даху потребує реконструкції. Насамперед, ще стосується гідроізоляції. Існуючий гідроізоляційний шар слід підсилити, всі рослини без винятку потребують поливу. Але такий вплив дуже шкідливий для матеріалів, з яких виробляється дах. В даному випадку використовується гідроізоляція, ґрунт огорожують від даху. Застосовуються полімерні мембрани або поліетиленова плівка, рідка гума. Гідроізоляція може розташовуватися безпосередньо на покрівельному покритті.

Теплоізоляція, в основному, теплоізоляційний шар створюють з плит, зроблених з пробки. Використовується також екструдований пінополістирол або поліуретан у вигляді піни. Плити укласти необхідно дуже щільно. Коли верхніми шарами створюються недостатньо тиску, можна з'єднати їх, застосовуючи спеціальний клей.

Бар'єр від коренів, він необхідний щоб захистити дах від пошкоджень, що можуть спричинити коріння, які ростуть вглиб. Являє собою полімерну звичайну плівку або ж фольгу. Дуже добре підходить плівка, що має металеве покриття. Вона укладається на шар гідроізоляції.

Дренажний шар, затримує певну кількість води, необхідної для існування рослин. Вода при цьому має вільно переміщуватися у бік водостоку по даху.

Фільтраційний шар, необхідний для затримання непотрібних опадів. Відмінним фільтром є геотекстиль. Більш того, геополотно запобігає змішуванню ґрунту і шару дренажу.

Родючий ґрунт, що використовуються на даху, має відрізнятися невеликою вагою, теплою, бути пористими і вологоємними. Рекомендується застосовувати легку ґрунтосуміш, що складається з нейтрального торфу, дрібного керамзиту і перліту. Для заміни ґрунту часто використовується субстрат, що є набагато легшим від звичайного ґрунту, це дасть можливість значно зменшити навантаження на основу покрівлі, але субстрат інтенсивних покрівель глибиною від 20 см до 60 см, з вагою в насиченому стані становить від 250 кг/м² до 960 кг/м². Для інтенсивних покрівель полегшення є особливо актуальним. Пропонуємо для даху шар ґрунту 40 см. [47].

Водонепроникність, надійність і довговічність конструктивного рішення озелених дахів в багато чому залежать від того, наскільки добре продумано в проєкті і ретельно виконано при будівництві прилягання експлуатаційного шару до вертикальних конструкцій: парапетів, огорож, світлових ліхтарів, вентиляційних шахт, стін надбудов та інших деталей даху (рисунок 3.3).



- 1 – ґрунт; 2 – фільтруючий шар; 3 – дренажний шар;
 4 – протикореневий шар; 5 – гідроізоляція; 6 – термоізоляція; 7 – плита покриття;
 8 – можливе розміщення труби для зливу води; 9 – оцинковане залізо;
 10 – вентиляційний отвір; 11 – мощення

Рисунок 3.3 – Прилягання експлуатаційного шару до вентиляційної шахти [44]

Головна умова: в цілому не повинна порушуватися безперервність гідроізоляції і робота всієї конструкції при тривалому впливі різних навантажень.

Враховуючи кліматичні умови міста Хмельницького, технологію за якою відбуватиметься облаштування, та також розміщення даху багатоповерхівки відносно сторін горизонту, ми пропонуємо облаштувати сад на даху багатоповерхівки з використанням дерев, куців, ампельних рослин та газонів .

Проєкт було розроблено у програмі для створення ландшафтного дизайну Realtime Landscaping Architect 2016 (рисунок 3.4 – 3.7).



Рисунок 3.5 – План проекту



Рисунок 3.6 – Проект погляд у перспективі



Рисунок 3.7 – Проект, вигляд даху 1-го підїзду



Рисунок 3.8 – Проект, вигляд даху 2-го підїзду

Проект передбачає облаштування доріжок з гумової плитки для пішохідних доріжок на плоскій покрівлі, 8 зон для відпочинку з лавками, 4 з яких під навісом (альтанки), 56 кадок для посадки дерев, 6 ящиків для ампельних рослин, 10 квітників з низькорослих кущів. Проекти зеленого даху на двох під'їздах є симетричними.

Конструктивне забезпечення саду на даху багатоповерхівки:

- 18 дерев'яних лавок;
- 4 дерев'яні альтанки
- 56 дерев'яних ящиків (100 см x 100 см, 50 см глибина) для дерев;
- 10 квітників;
- 2 ящики (90 см x 55 см) для ампельних рослин;
- 2 ящики (165 см x 60 см) для ампельних рослин;
- 2 ящики (420 см x 50 см) для ампельних рослин.

Перелік рослин та їхня кількість, що необхідні для облаштування саду на даху, наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Найменування рослин необхідних для облаштування саду на даху та їх кількість

№ з/п	Назва рослини українською мовою	Назва рослини на латинською мовою	Кількість, шт
1	2	3	4
1	Гінкго дволопатеве 'Каліфорнія Сунсет'	<i>Ginkgo biloba</i> 'California Sunset'	1
2	Сосна рясоноквіткова	<i>Pinus densiflora</i> Sieb. et Zucc.	5
3	Сосна гірська 'Гном'	<i>Pinus mugo</i> Turra 'Gnom'	5
4	Яловець прибережний 'Блу Паціфік'	<i>Juniperus conferta</i> Parl. 'Blue Pacific'	23
5	Яловець прибережний 'Олд Голд'	<i>Juniperus conferta</i> 'Old Gold'	23
6	Вишня надтяга (надрізана)	<i>Prunus incisa</i> Thunb. Loisel 'Kojo no mai'	20
7	Слива пурпурнолиста	<i>Prunus</i> × <i>blireiana</i> Andre.	1
8	Клен віяловий 'Атропурпуреум'	<i>Acer palmatum</i> Thunb. 'Atropurpureum'	1
9	Клен віяловий 'Санго Каку'	<i>Acer palmatum</i> Thunb. 'Sango Kaku'	1

10	Магнолія зірчаста	<i>Magnolia stellata</i> Maxim.	7
11	Магнолія зірчаста 'Роял Стар'	<i>Magnolia stellata</i> Maxim. 'Royal Star'	7
12	Магнолія Лебнера	<i>Magnolia x loebneri</i> Kache.	7
13	Магнолія Лебнера 'Леонард Месел'	<i>Magnolia x loebneri</i> Kache. 'Leonard Messel'	7
15	Магнолія гібридна 'Беті'	<i>Magnolia hybrida</i> 'Betty'	1
16	Магнолія гібридна 'Джені'	<i>Magnolia hybrida</i> 'Genie'	1
17	Гортензія волотиста 'Ваніла Фрайз'	<i>Hydrangea paniculata</i> Siebold 'Vanille Fraise'	9
18	Гортензія волотиста 'Пінкі Вінкі'	<i>Hydrangea paniculate</i> Siebold 'Pinky Winky'	9
8	Гортензія волотиста 'Лаймлайт'	<i>Hydrangea paniculata</i> Siebold 'Limelight'	9
9	Гортензія волотиста 'Меджікал Фаєр'	<i>Hydrangea paniculata</i> Siebold 'Magical Fire'	9
10	Гортензія деревовидна	<i>Hydrangea arborescens</i> L.	2
11	Таволга японська 'Меджік Карпет'	<i>Spiraea japonica</i> L. 'Magic Carpet'	134
12	Таволга японська 'Альпіна'	<i>Spiraea japonica</i> L. 'Alpina'	134
14	Таволга японська 'Літл Принцес'	<i>Spiraea japonica</i> L. 'Little Princess'	134
15	Петунія гібридна 'Кармін Роза'	<i>Petunia x hybrida</i> hort. 'Karmin-Rosa'	34
16	Петунія гібридна 'Лавандер Сторм'	<i>Petunia x hybrida</i> hort. 'Lavander Storm'	34
17	Петунія гібридна 'Альба'	<i>Petunia x hybrida</i> hort. 'Alba'	28

Пропонований асортимент рослин для саду на даху по вулиці Лісогринівецькій, 18 забезпечить безперервне квітування рослин – з ранньої весни (магнолії зірчаста та Лебнера) до пізньої осені (гортензії волотисті). Низькорослі культивари таволги японської зі змінним забарвленням листя та

квітування забезпечать декоративність квітників, а ампельні рослини у ящиках – додаткове квітникове оформлення ділянки. Проектне рішення щодо асортименту рослин для дахів двох під'їздів визначається однаковим видовим складом рослин, але відмінним складом культиварів пропонованих видів.

Характеристика рослин використаних для озеленення даху. Яловець прибережний (*Juniperus conferta* Parl. 'Blue Pacific'). Приголомшливо красивий повзучий сорт ялівцю прибережного. Повільнорослий карликовий чагарник, з пагонами, що стелються по землі, що досягає 30 см висоти і близько 2 м в діаметрі. Висадку з контейнера можна проводити фактично круглий рік, крім періоду коли замерзла земля Гарно переносить стрижку, тому можна тримати на певній висоті та надавати потрібну форму. Використовується як ґрунтопокривна рослина, на альпійських гірках і альпінаріях, на укоси і кам'янистих садах. Один із сортів ґрунтопокривних ялівців, з яких роблять ялівцеві «газони».

Сосна рясоквіткова (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.). Оригінальне, декоративне дерево для паркового будівництва у вологих, теплих районах в пухких (негустих) групових посадках. Висотою від 20 м до 30 м у дорослому віці, загальним виглядом нагадує звичайну; старі дерева з неправильною широко розкидистою плоскою кроною. Кора червона, відокремлюється тонкими пластинками. Батьківщина – центральна Японія, на висоті до 1000 м над рівнем моря. Улюблене дерево японців дуже характерне для ландшафту цієї країни. Широко використовується в декоративному садівництві в садах, парках та в горщиках.

Сосна гірська (*Pinus mugo* Turra 'Gnom'). Карликовий кущ щільний, компактний кулястий, в молодому віці – округлий, з віком – куполоподібний, конічний. Світлолюбна, але виносить затінення, в тіні росте дуже погано, може засохнути. Морозостійка. Стійка в міських умовах. Вибаглива, любить супіщані або піщані ґрунти. Вологолюбна, виносить короткочасний застій вологи, чутлива до ущільнення ґрунту. Росте на всіх помірно сухих, сухих або вологих, навіть бідних живильними речовинами ґрунтах, від кислих до лужних.

Рекомендується для одиночних і групових посадок на партерному газоні, а також для вирощування в контейнерах, озеленення дахів і кам'янистих ділянок.

Яловець прибережний 'Олд Голд' (*Juniperus conferta* 'Allgold'). Ошатний ялівець, який додасть яскравості альпійській гірці, кам'янистому і вересковому садочку, підпірній стінці, схилу, доріжці, узлісся, прибережній зоні водойми. Сланкий сорт, використовується як ґрунтопокривна рослин. Висота не перевищує 20 см при діаметрі крони від 80 см до 90 см. До ґрунтів невибаглива, добре росте на свіжих, дренажних, помірно зволжених ґрунтах. Рекомендується садити тільки на відкритих, сонячних ділянках, саме в цьому випадку забарвлення хвої стає максимально насиченим, яскравим.

Вишня японська (*Prunus incisa* Thunb. Loisel 'Kojo no mai'). Карликовий сорт з широкою припіднятою кроною і тонкими вигнутими пагонами, досягає до 2 м. у висоту, часто зустрічається у штамбовій формі. Листя дрібне, до 2 см. в довжину, зелене, знизу голубувате, восени гарно забарвлюється в червоний колір. Цвітіння рясне і дуже раннє, березень – квітень. Квіти дрібні, в бутонах червонуваті, розпускаються рожеві, характерно обвислі. Вимоги до вирощування середні, але краще росте на родючих і гумосових ґрунтах. Цікавий кольоровий акцент ранньою весною і восени, особливо на невеликих присадибних ділянках.

Гінґо білоба 'California Sunset' (*Ginkgo biloba* 'California Sunset'). Відноситься до хвойних рослин і користується популярністю серед садівників. Має прекрасний зовнішній вигляд, зберігає декоративність протягом усього сезону. У молодому віці розвивається швидко. Потім знижує активність. Є чагарником заввишки до 5 м. Має розлогу, пишну форму. Листя біло-жовтого відтінку, кремове. На них можна побачити золотисті смужки. З віком смужок стає більше. Висаджують на сонячному та відкритому місці. Можна також вибрати півтінь. Ґрунт підходить дренажний і родючий. Має високу морозостійкість. Не потребує особливого догляду. Чи не боїться шкідників. Використовується для посадки в контейнерах, поодиноко або групах. Чудово поєднується з іншими хвойними рослинами.

Магнолія зірчаста 'Роял Стар' (*Magnolia stellate* 'Royal Star'). Листопадний густо розгалужений, широко розлогий кущ з округлою кроною, росте швидше, ніж початкова форма. Розповсюджена в Японія, в горах південної частини острова Хонсю на сфагнових кислих болотах. Добре росте на помірно сухих лужних ґрунтах, якщо коріння замульчувати органічними матеріалами. Краще висаджувати на відстані від інших кущів, щоб вона могла показати себе у всій красі, і робити це слід у квітні, а не восени. При посадці в яму додають верховий (білий) кислий торф, стовбур не заглиблюють. У посуху щойно посаджену рослину рясно поливають. Добре переносить морози, однак весняні заморозки можуть пошкодити квітки.

Магнолія Лебнера 'Леонард Мессел' (*Magnolia x loebneri* Kache. 'Leonard Messel'). Листопадний широкий, вертикальноростучий, багатогільний, сильнорозгалужений, крупний кущ або невелике дерево з коротким стовбуром, з віком плоско-асиметричною кроною, зі злегка звисаючими гілками; в молодості росте повільно. Від 3 м до 5 м заввишки, має тенденцію до розростання в ширину. 40-річний примірник має висоту 4 м при ширині 6 м. Річний приріст у висоту 25 см, завширшки 20 см. Цвітіння кінці квітня-початку травня на кінцях гілок до розпускання листя у великій кількості, окремі квіти – великі бутони зірчастої форми. Морозостійкість середня.

Магнолія гібридна 'Беті' (*Magnolia x hybrida* 'Betty'). Популярна гібридна садова форма з ніжними рожево-пурпуровими квітками. Бутони розкриваються до 20 см, червонувато-фіолетові пелюстки з внутрішнього боку – білі, що надає квітам особливої краси. Крона частіше у вигляді куща, рідше – у формі деревця. Квіти з'являються одночасно з появою листя. Підходить для вирощування в контейнерах.

Гортензія волотиста 'Лаймлайт' (*Hydrangea paniculata* Sieb. 'Limelight'). Листяний красиво квітнучий кущ широкоокруглої форми, висотою від 2 до 3 м, міцні пагони, здатні утримувати тяжкі великі суцвіття. Квіти: зібрані в великі, широкопірамідальні суцвіття, спочатку квітнення і в тіні зеленуватого кольору, на сонячному місці білі, відцвітаючи рожевіють. Квітнення триває з липня по

вересень. Віддає перевагу сонячним місцям, виносить півтінь. Любить родючі, вологі, кислі ґрунти, не переносить вапняних.

Гортензія волотиста 'Меджікал Фаєр' (*Hydrangea paniculata* Sieb. 'Magical Fire'). При нормальних умовах догляду і посадки виростає у висоту до 2 м. Перші суцвіття розпускаються вже в липні місяці. При правильному догляді цей процес може тривати до пізньої осені. Хоча гортензія і віддає перевагу сонячним ділянкам, їй необхідна тінь протягом літнього дня. Ботанічний опис вказує на те, що рослина витримує значне зниження температури в зимовий період. Стебла рослини має міцні і щільні. Вони не прогинаються під істотним вагою суцвіть. Їх довжина може досягати 20 см. Саме ця особливість створила гортензії хорошу славу серед квітників. Суцвіття складається з безлічі невеликого розміру квіток. Їх забарвлення змінюється на протязі всього цвітіння. Спочатку з'являються світло-рожеві квітки. В середині літа вони стають насиченого світло-червоного відтінку. А восени набувають яскраво-червоний, а часом навіть пурпурний відтінок.

Таволга японська 'Літл Принцесс' (*Spiraea japonica* 'Little Princess'). компактний густий листяний кущ з компактною кулястою формою крони. багатостовбурний кущ з прямими численними пагонами. Молоді пагони червоного кольору. Квіти: ніжного рожево-червоного кольору, дрібні, діаметром 0,5 см, зібрані в щитковидні суцвіття на кінцях гілок, діаметр суцвіття від 3 см до 4 см. Час цвітіння: з червня по серпень, тривалість цвітіння – близько 45 днів, цвітіння рясне. Може цвісти повторно, але вже не так рясно. Добре переносить морози і не завдасть особливого клопоту тим, хто не має можливості створювати спеціальні укриття. Сорт морозостійкий для всієї території України.

ВИСНОВКИ

Зелений дах – це шар рослинності, висаджений поверх гідроізоляційної системи, яка встановлюється поверх плоского або злегка похилого даху. Це зелений простір, створений додаванням поверх традиційної покрівельної системи додаткових шарів родючого ґрунту і рослин.

Сьогодні ідея використання дахів, які експлуатуються, у якості об'єктів ландшафтної архітектури отримала міжнародне визнання і практично здійснюється у всіх регіонах і країнах світу незалежно від особливостей клімату.

В деяких містах зелені покрівлі є не тільки технічно, економічно ефективним рішенням, а законодавчо урегульованою нормою.

У 2015 році у Франції ухвалили закон, який зобов'язує на дахах нових будівель комерційного призначення висаджувати зелень або встановлювати сонячні панелі. У канадському Торонто схожий закон діє ще з 2009 року.

На сьогодні найбільша у світі площа зелених дахів – у швейцарському Базелі, яка ще у 2006 році становила 23 % від загальної площі дахів міста. Схожа ситуація у німецькому Штутгарті, де озеленена майже чверть місцевих дахів. У Лондоні зелені покрівлі займають майже півтора мільйони квадратних футів, а в японських містах діє окрема постанова: дерева, квіти і газони мають рости на всіх плоских дахах площею понад 100 м². Зараз близько 10 % німецьких дахів вкриті рослинами, а в Амстердамі озеленення співфінансує муніципалітет.

Яскравими прикладами реалізованих проєктів садів на дах є «K11 MUSEA», Гонконг; «TURF», Бангкок; «401 Richmond», Торонто; Лікарня «Khoo Teck Puat», Сінгапур; «Grand Hope Park», Лос-Анжелес та ін.

В Україні зелені технології в цілому, і озеленення дахів, зокрема, ще не отримали належного розповсюдження. Перешкодами для поширення цих

сучасних технологій серед архітекторів та забудовників є технічні й економічні проблеми, що пов'язані з ризиками, відсутність необхідних знань та стимулів.

Відповідно до навантаження на дахову конструкцію і різновидів рослин виокремлюють два основних типи озеленення дахів: екстенсивний та інтенсивний. Під час озеленення дахів потрібно дотримуватись технічних рекомендацій щодо матеріалів, навантажень і дендрологічних особливостей рослин.

До повної схеми конструкції даху-саду входять такі шари як: експлуатаційний шар (грунтовий субстрат і мощення), фільтруючий шар, дренаж, протикореневий (кореневозахисний) шар, конструктивні елементи саду на даху (кадки, горщики, ящики).

Під час підбору асортименту рослин необхідним є: враховувати мікроклімат на високих відмітках, більш високу сонячну радіацію, швидкість вітру, а також умови росту на штучній основі. Основні критерії при відборі рослин для озеленення дахів є екологічний, біоценологічний та декоративний.

Позитивними наслідками озеленення кривлі дахів є: екологічні, соціальні, технічні та економічні.

Серед технічних наслідків виділяють: озеленення дахів вирішує завдання із кондиціонування (охолодження) приміщень при високих зовнішніх температурах і утримання тепла при зовнішніх низьких температурах; система озеленення дахів забезпечує зниження шуму в межах від 2 до 10 децибел; вирішення проблеми великих міст – теплового острівкового ефекту, який виникає в літній період року, коли чорні дахи значно збільшують температуру навколишнього повітряного простору, відправляючи вгору маси розігрітого повітря. Рослини здатні нейтралізувати це явище; система озеленення захищає покриття дахів від руйнування ультрафіолетовими променями й від механічних впливів. За оцінками експертів, термін служби покриття дахів подовжується від 2-разів до 3 разів.

Соціальні наслідки включають: озеленення дахів інтенсивним способом створює додатковий простір, що може використовуватися як місце для

відпочинку; наявність зелених зон відпочинку створює позитивний ефект від контакту людей з природою.

Економічні наслідки: завдяки енергозберігаючим властивостям зелених дахів знижуються витрати на опалення та кондиціонування відповідних приміщень; застосування стимулюючих заходів в деяких країнах для юридичних осіб дозволяє реінвестувати частину прибутку в нове, більш екологічне обладнання.

Екологічні наслідки полягають у тому, що рослинний шар утримує близько 20 % пилу і шкідливих речовин, які містяться в повітрі; абсорбуючі можливості зелених покрівель утримують вологу до 70 % дощової води, що потрапляє на неї в результаті випадання опадів; випаровування дощової води сприяє збереженню природної вологості повітря; зелені дахи є сприятливим середовищем для рослин, птахів, комах.

Нами розроблено проєкт інтенсивного типу зеленого саду на даху багатоповерхівки на вулиці Лісогринівецькій, 18 площею 738,9 м²

Проєкт передбачає облаштування доріжок з гумової плитки для пішохідних доріжок на плоскій покрівлі, 8 зон для відпочинку з лавками, 4 з яких під навісом (альтанки), 56 кадок для посадки дерев, 6 ящиків для ампельних рослин, 10 квітників з низькорослих кущів. Проєкти зеленого даху на двох під'їздах є симетричними.

Пропонований асортимент рослин для саду на даху по вулиці Лісогринівецькій, 18 забезпечить безперервне квітування рослин – з ранньої весни (магнолії зірчаста та Лебнера) до пізньої осені (гортензії волотисті). Види магнолій та сакур є низькорослими або кущової життєвої форми. Карликові культивари таволги японської зі змінним забарвленням листя та яскравим квітування забезпечать декоративність квітників, а ампельні рослини у ящиках – додаткове квітникове оформлення ділянки. Проєктне рішення щодо асортименту рослин для дахів двох під'їздів визначається однаковим видовим складом рослин, але відмінним складом культиварів пропонованих видів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1 Зелені дахи від студії ландшафтного дизайну [Електронний ресурс] / Вишукане Садівництво. – Режим доступу : <http://landscaping.kiev.ua/zelenye-kryshi> (дата звернення : 07.10.22).

2 Nature discovery park, K11 MUSEA [Electronic resource] / GREENROFS.COM. – Access mode : <https://www.greenroofs.com/projects/nature-discovery-park-k11-musea/> (date of appeal : 08.10.22).

3 Сади на даху [Електронний ресурс] / Хмарочос. – Режим доступу : <https://hmarochos.kiev.ua/2016/03/16/sad-na-dahu-yak-ozelenyuyut-pokrivli-v-ukrayini-ta-sviti/> (дата звернення : 07.10.22).

4 Nature Discovery Park, Hong Kong [Electronic resource] / Archi-Europe Group. – Access mode : <https://www.archi-europe.com/nature-discovery-park-hong-kong/> (date of appeal : 08.10.22)

5 Thammasat university urban rooftop farm (TURF) [Electronic resource] / GREENROFS.COM. – Access mode : <https://www.greenroofs.com/projects/thammasat-university-urban-rooftop-farm-turf/> (date of appeal : 08.10.22).

6 Thammasat University – the largest urban rooftop farm in Asia [Electronic resource] / World Land Scape Architect. – Access mode : <https://worldlandscapearchitect.com/thammasat-university-the-largest-urban-rooftop-farm-in-asia/> (date of appeal : 08.10.22).

7 401 Richmond [Electronic resource] / GREENROFS.COM. – Режим доступу : <https://www.greenroofs.com/projects/401-richmond/> (date of appeal : 08.10.22).

8 Richmond street restoration with heritage property tax rebate program [Electronic resource] / Catherine Nasmith Architect. – Access mode : <https://www.cnarchitect.ca/projects2.php?id=47> (date of appeal : 08.10.22).

9 Парк у великому місті [Електронний ресурс] / Telegraf Design. – Режим доступу : <https://telegraf.design/park-u-velykomu-misti/> (дата звернення : 08.10.22).

10 A hospital in a garden, a garden in a hospital [Electronic resource] / World Architecture News. – Access mode : <https://www.worldarchitecturenews.com/article/1510566/hospital-garden-garden-hospital> (date of appeal : 09.10.22).

11 Міфи про зелені дахи [Електронний ресурс] / Хмарочос. – Режим доступу : <https://hmarochos.kiev.ua/2018/09/17/ne-protikayut-ne-zamerzayut-i-ne-spalahuyut-ruynuemo-7-mifiv-pro-zeleni-dahi/> (дата звернення : 09.10.22).

12 A comprehensive study of green roof performance from environmental perspective [Electronic resource] / ScinceDirect. – Access mode : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212609014000211> (date of appeal : 09.10.22).

13 Основні екологічні проблеми сучасності [Електронний ресурс] \ Дорovid. – Режим доступу : <https://works.dorovid.ua/view/KwбppMSnqm4/all.html> (дата звернення : 09.10.22).

14 Озеленення території підприємства: як облікувати витрати [Електронний ресурс] \ iFactor. – Режим доступу : <https://i.factor.ua/ukr/journals/nibu/2013/june/issue-46/article-63372.html> (дата звернення : 09.10.22).

15 У Парижі відкриється найбільша ферма на даху [Електронний ресурс] / AgroTimes. – Режим доступу : <https://agrotims.ua/ovochi-sad/u-paryzhi-vidkryuetsya-najbilsha-ferma-na-dahu/> (дата звернення : 09.10.2022).

16 Вертикальне озеленення «[Електронний ресурс] / Сад.Топ. – Режим доступу : <https://xn--80ai1b.top/Vertikalnoe-ozelenenie-ua.html> (дата звернення : 09.10.22).

17 «888 AT GRAND HOPE PAR» [Electronic resource] / RoofLiteSoil. – Access mode : <https://www.rooflitesoil.com/project/888-at-grand-hope-park/> (date of appeal : 09.10.22).

18 К.В. Богун, Соціально-економічні та екологічні наслідки озеленення дахів будівель [Електронний ресурс] / Ефективна Економіка. – Режим доступу : <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=1804> (дата звернення 09.10.22).

19 Сад на даху: нова хвиля озеленення захоплює міста [Електронний ресурс] / UA SuperMG. – Режим доступу : <https://ua.supermg.com/rizne/22782-sad-na-dahu-nova-hvilja-ozelenennja-zahopljuje.html> (дата звернення : 09.10.22).

20 Shold I get a green roof? [Electronic resource] / The Green Age. – Access mode : <https://www.thegreenage.co.uk/get-green-roof/> (date of appeal :09.10.22).

21 Малі архітектурні форми [Електронний ресурс] / Deckland. – Режим доступу : <http://deckland.biz/projects/idei/malye-arkhitekturnye-formi/> (дата звернення : 08.05.22).

22 Greening projects [Electronic resource] / World Green Infrastructure. – Access mode : <https://worldgreeninfrastructurenetwork.org/> (date of appeal : 09.10.22).

23 Hunger For Green Spaces Transforming NYC Commercial Spaces [Electronic resource] \ Talisen construction corp. – Access mode : <https://talisenconstructioncorp.com/hunger-for-green-transforming-nyc-commercial-spaces-2/> (date of appeal : 09.10.22).

24 Види озеленення покрівель [Електронний ресурс] / Stroy and UKRS. – Режим доступу : <https://stroyukrs.org/budinok-i-dacha/6522-vidi-zelenih-pokrivel-ekstensivni-ta-intensivni.html> (дата звернення 09.10.22).

24 Озеленення даху і покрівлі [Електронний ресурс] / Детально про будівництво. – Режим доступу : <http://stroyka-gid.com.ua/landchafts/13816-ozelenena-dahu.html> (дата звернення : 15.10.2022).

26 Крайниковець О.В. Сади на дахах [Електронний ресурс] / О.В. Крайниковець, В.В. Дідик, Т.М. Максим'юк. Електронний науковий архів національного університету «Львівська політехніка» – Режим доступу : <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/fbdd6aca-6706-46dc-9802-e4d20a4bcf2d/content> (дата звернення : 15.10.2022).

27 Сад на даху способи озеленення дахів будинків з фото, будинок мрії [Електронний ресурс] / Дизайнерський блог, Як Козачек. – Режим доступу : <https://jak.koshachek.com/articles/sad-na-dahu-sposobi-ozelenennja-dahiv-budinkiv-z.html> (дата звернення : 15.10.2022).

28 Системи зелених дахів [Електронний ресурс] / ZinCo. – Режим доступу : <https://www.zinco.com.ua/uk/systems> (дата звернення 15.10.2022).

29 Як правильно стелити гідроізоляцію на дах? [Електронний ресурс] / Будівельний Блог. – Режим доступу : <https://tdp.org.ua/yak-pravilno-steliti-gidroizolyaciyu-na-dax/> (дата звернення : 22.10.2022).

30 Квітники з багаторічних рослин на даху – особливості організації [Електронний ресурс] / Садиба. – Режим доступу : <https://sadyba.com.ua/kvitnyky-z-bagatorichnyh-roslyn-na-dahu-osoblyvosti-organizatsiyi/> (дата звернення : 15.09.2022).

31 Озеленення населених місць. Підручник для студентів вищих навчальних закладів / В.П. Кучерявий, В.С. Кучерявий. – Львів : Видавництво «Світ-2000», 2019. – 666 с.

32 Зелені дахи: характеристики, види, переваги, недоліки [Електронний ресурс] / WARBLETONCOUNCIL. – Режим доступу : <https://uk.warbletoncouncil.org/azoteas-verdes-5583> (дата звернення: 15.10.2022).

33 У чому переваги контейнерного саду, та як створити його власноруч – 6 порад від експертів [Електронний ресурс] / Ukr.Media. – Режим доступу : <https://ukr.media/garden/426253/> (дата звернення : 15.10.2022).

34 Сад на даху: як облаштувати і які рослини вибрати [Електронний ресурс] / Кафедра. – Режим доступу : <https://kafedra.com.ua/sad-na-dahu-yak-oblashtuvati-i-yaki-roslini-vibrati/> (дата звернення : 28.10.2022).

35 Rooftop Gardens: Are They a Cool Idea? [Electronic resource] / SCINSE BUDDIES. – Режим доступу : <http://surl.li/dkprjk> (date of appeal : 15.09.2022).

36 Зелена покрівля: пристрій і види [Електронний ресурс] / Remontu. – Режим доступу : <https://remontu.com.ua/zelena-pokrivlya-pristriy-i-vidi> (дата звернення : 15.10.2022).

37 Asmat Ismail Rahman Department of Building, Universiti Teknologi MARA, Bota 32600 Perak, Malaysia Department of Architecture, School of Housing, Building and Planning, Universiti Sains Malaysia, 11800 Penang, Malaysia / Asmat Ismail , Muna Hanim Abdul Samad, Abdul Malek Abdul [Electronic resource] / ResearchGate – Access mode : https://www.researchgate.net/publication/305776904_green_roof_technology_a_strategy_to_reduce_the_impact_of_global_warming (date of appeal : 15.09.2022).

38 NASA and Green roof research. Utilizing New Technologies to Update an Old Concept [Electronic resource] / NASA. – Access mode : https://www.nasa.gov/pdf/665642main_NASA_and_Green_Roof_Research.pdf (date of appeal : 15.10.2022).

39 Green Roof Technology – Research, Design and Implementation Of A Green Roof at the University of Canterbury [Electronic resource] / University of Canterbury page. – Access mode : https://www.canterbury.ac.nz/media/documents/brochure/sustain/Green_Roof_Technology.pdf (date of appeal : 28.10.2022).

40 Особливості різних типів даху [Електронний ресурс] / Прагма. – Режим доступу : <https://pragma.ua/stati-i-novosti/59-tipy-krysh/> (дата звернення : 19.09.2022).

41 Dr. Hemla Principles of Landscape Gardening [Electronic resource] / Dr. Hemla, Naik B / InfoBooks. – Access mode : <https://www.infobooks.org/pdfview/2170-principles-of-landscape-gardening-dr-hemla-naik-b/> (date of appeal : 15.09.2022).

42 Landscape for Life [Electronic resource] / InfoBooks. – Access mode : <https://www.infobooks.org/pdfview/2167-landscape-for-life-landscape-for-life/> (date of appeal : 28.10.2022).

43 Кучерявий В.П. Ландшафтна архітектура: підручник / В. П. Кучерявий. – Львів : «Новий Світ-2000», 2020. – 521 с.

44 Крижановська Н.Я. Основи ландшафтної архітектури та дизайну : підручник / Н. Я. Крижановська, М. А. Вотінов, О. В. Смірнова; Харків. нац.

ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 348 с.

45 Korol Elena Benefits of a Modular Green Roof Technology / Elena Korol, Natalia Shushunova [Electronic resource] / ScienceDirect. – Access mode : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816329022> (date of appeal : 15.10.2022).

46 Коригування (внесення змін) Генерального плану міста Хмельницький [Електронний ресурс] / Хмельницька міська рада. – Режим доступу : https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjT_7SXhu_7AhWEk4sKHRuvAxQQFnoECBQQAQ&url=https%3A%2F%2Fkhm.gov.ua%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fpdf%2FGenplan_correction.pdf&usg=AOvVaw0O0fhQxI-T3LAm0EwRjg8 (дата звернення : 15.11.2022)

47 Озеленення даху [Електронний ресурс] / Renesans Style. – Режим доступу : <https://www.renesans-style.lviv.ua/ozelenennia-dakhu/> (дата звернення : 15.11.2022)