

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Леонід ПЛЯЦУК
(підпис)

_____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр
зі спеціальності 101 «Екологія» освітньо-професійної програми «Екологія та
охорона навколишнього середовища»
на тему:

ЕКОЛОГІЧНІ ПЕРЕВАГИ ОЗЕЛЕНЕННЯ ДАХІВ МІСТ

Здобувачки групи ОС-01 Єрмоєнко Анастасії Олександрівни

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело.

_____ Анастасія
ЄРЬОМЕНКО
(підпис)

Керівник – завідувач кафедри екології
та природозахисних технологій,
доктор технічних наук,
професор

_____ Леонід ПЛЯЦУК
(підпис)

Консультант з англійської мови –
старший викладач кафедри екології
та природозахисних технологій,
кандидат технічних наук, доцент

_____ Ірина ВАСЬКІНА
(підпис)

Суми – 2024

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій
Спеціальність 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“ ___ ” _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Студентові Єрмоменко Анастасії Олександрівни

Група ОС-01

1. Тема кваліфікаційної роботи: Екологічні переваги озеленення дахів міст.
2. Вихідні дані: літературні джерела.
3. Перелік обов'язкового графічного матеріалу: 2 таблиці, 3 рисунки.
4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2	3	4	5	6
1	Літературний огляд	+	+				
2	Аналіз проблеми			+			
3	Оброблення результатів				+		
4	Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях					+	
5	Оформлення роботи						+

Дата видачі завдання – 03.04.2024 р.

Керівник завідувач кафедри екології та природозахисних технологій, доктор технічних наук, професор Пляцук Леонід Дмитрович

АНОТАЦІЯ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра. Робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, переліку джерел посилання, який містить 23 найменування. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 56 сторінок, у тому числі 8 таблиць, 14 рисунків, перелік джерел посилання 3 сторінки.

Мета роботи – оцінити екологічні та технічні аспекти озеленення дахів міст.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та виконано такі завдання:

- Визначення ролі зелених насаджень для міського середовища;
- Аналіз досвіду інших країн у влаштуванні зелених покрівель;
- Визначення типів зелених дахів;
- Підбір асортименту рослин, що можна використати для озеленення дахів в Україні;
- Визначення раціональних параметрів технологічних процесів і операцій стійкого покрівельного покриття.

Об'єкт дослідження – технологія облаштування «зелених покрівель».

Предмет дослідження – технологічні параметри процесу озеленення покрівель.

У кваліфікаційній роботі проаналізовано екологічні та технічні аспекти озеленення покрівель. Виконано порівняльний аналіз технологій, що застосовуються для облаштування зелених покрівель та наведена методика розрахунку зеленої покрівлі на споруду. Також було запропоновано асортимент рослин, що можуть використовуватися для озеленення на території України.

Ключові слова: ЗЕЛЕНИЙ ДАХ, ОЗЕЛЕНЕННЯ ПОКРІВЛІ, ТИП ПОКРИТТЯ, ОЦІНКА, НАВАНТАЖЕННЯ НА ПОКРІВЛЮ, ЕКСТЕНСИВНИЙ ДАХ, ІНТЕНСИВНИЙ ДАХ

ABSTRACT

Every year, the density of urban development is growing fast, which significantly limits the space available for parks, squares, boulevards, and other recreational areas. This fast urbanization of cities leads to new sources of pollution and changes in urban space. Therefore, the relevance of this problem for Ukraine is growing. One of the solutions to this problem is to use one of the elements of green architecture - green roofs, which do not require extra space for building, only the roofs of existing buildings or their inclusion in the construction projects of new buildings.

The following theses mainly focus on the environmental and technical aspects of green roofs. The ecological aspect - the advantages and disadvantages of green roofs are discussed. As for the technical aspects, the technological solutions used for greening roofs are considered, the vegetation that can be used on roofs in Ukraine is evaluated, and the rational parameters of technological processes for greening roofs are determined.

Nowadays, green roofs can be found around the world. Most of all this direction is developing in Europe, in some European countries landscaping roofs is mandatory at the legislative level. These countries include Denmark, Great Britain, Germany, France, the Netherlands, Switzerland. However, in Ukraine, so far this architectural solution is not very common.

Thanks to the foreign experience of installing "green" roofs, it was possible to identify many environmental advantages. The advantages include: reducing the anthropogenic load on the environment (the main one is reducing the impact of the heat island), increasing biodiversity (by creating habitats for various plants, insects, and birds), storing rainwater (as plants use it for their growth and reduce the load on sewer systems), reducing energy consumption for heating and cooling buildings (as plants will create an additional layer of thermal insulation). The economic side of greening roofs has both advantages and disadvantages. The advantage is that a

"green" roof helps reduce maintenance costs (by increasing energy efficiency) but to achieve this advantage, you need to go through the main disadvantage - the cost of installation and maintenance.

Green roof systems may vary, but they all have more or less the same structure. The generalized structure of the green roof can be defined as follows: 1. Waterproof and filtering membranes; 2. Drainage; 3. Substrate; 4. Plants.

Nowadays there are two main types - extensive and intensive. And more often you can hear about the third, intermediate type - semi-intensive. The intensive type of roof is quite expensive to build, but it allows you to choose a larger number of plant species, which makes it possible to diversify the roof, also these coatings allow free access for people, require an artificial water irrigation system, and are laid on structures specially designed to withstand these additional loads.

The choice of the type of green roof will be influenced by many factors. Among them, this is the type of structure, since it must be able to withstand the additional load that will be created by this roof. Climatic conditions will also affect, it because depending on the climate, selected vegetation, which will be planted on the roof, will also affect the durability of the roof.

As the demand for green roofs increases, so does the market for building materials, which offers a variety of solutions for roof construction.

The research also made a comparative analysis of the main technological solutions for roof greening. There were relatively three technologies used for the construction of green roofs, the comparison included: Protan SE-T1, DELTA FLORAXX TOP, roof of modular structures RUVIMAT GREEN. As a result, it was found that the best technology is DELTA FLORAXX TOP. This membrane had the best noise insulation, the lowest cost, and the longest service life. One drawback, among others, was the relatively high weight, but this is not critical compared to other benefits achieved by choosing this technology. This weight should be considered when designing the structure, where the green roof will be used.

One of the sections of the work is devoted to the selection of plants that can be used for both extensive and intensive roofs. Since the living conditions on green roofs are close to desert conditions, not all vegetation can withstand such extreme conditions. In general, the best plants for green roofs are plants that are resistant to cold, heat, drought, wind, sun, diseases, and insects, and preferably local plant species. For extensive green roofs, drought-resistant, durable, and unpretentious plant species are recommended, while for intensive green roofs an almost endless selection of plants is used. Other factors to consider when choosing plants include plant growth rate, nutrient requirement, and sensitivity to pollution. The type of plants and their location on the roofs also depends on the geographical location, the level of air pollution, the height of the roof, shading, the depth and composition of the soil environment, the accessibility of the roof, the objectives of wastewater management, the method of irrigation, the goals of thermal insulation, installation, and maintenance techniques.

After choosing vegetation, an important factor is to take into account the parameters of technological processes. This is what is investigated in detail in the next section. According to the results of the calculations, the load without substrate and vegetation will be 97.35 kg/m^2 . And based on the minimum additional load, the mass of green spaces per 1 m^2 can be 149 kg. The additional load on the roof will also be created by snow and wind, and the methodology for calculating these loads was considered.

Discussing the above-mentioned advantages of green roofs, it is also important to mention that such roofs affect the energy efficiency of buildings. Today, green roofs are considered a modern, relevant technology for improving the energy efficiency of buildings, resource conservation, and environmental safety. Measures to ensure the energy efficiency of buildings at the stage of design, repair, or reconstruction are necessary procedures to save energy and maintain the environmental well-being of the urban environment in the long term. One of the main factors that will determine the heat loss in the premises of buildings, and heat loss, in

turn, will increase energy consumption for their heating, is the resistance to heat transfer of external envelope structures - windows, balconies, and entrance doors, walls, roofs, and floors. The paper presents a methodology for calculating the energy efficiency of a building.

It is also important to note the need to follow safety rules when working with roof greening. The factors that can be harmful during work were analyzed and identified. These factors include industrial noise, dangerous levels of electrical voltage, high temperatures, poor air quality, and low lighting. The roofing site is a high-risk area where any emergency can occur due to the inattention of the workforce. Therefore, working with roofing can lead to emergencies, one of the most common of which is fire. Since bituminous materials are used for roofing, fire is used to install them, which can lead to negative consequences if used improperly. The roofing work site must be equipped with powder fire extinguishers (their calculation is also important), a box of sand and hand shovels, a fire cloth, and a first aid kit with a set of necessary medicines that can save lives in unforeseen situations at the workplace.

Currently, green roofs are seen as an environmentally friendly technology that can cause conflicts between water consumption and energy conservation. Although the technology is not new, scientific research on green roofs is still a relatively new field and more research is expected to support and enrich the knowledge gained to date.

The relevance of the study. Green roofs can become more widely used, especially in multi-story construction. One more thing to consider is that any one-time costs during the design and construction of any facility are economically justified if they ensure low operating costs during the use of the facility. The most striking example in this regard is the first subway lines. While insanely expensive during construction, they have not required major repairs for more than 50 years and have long since justified the costs incurred during their construction.

The qualification work analyzes the environmental and technical aspects of green roofs. The experience of other countries in the construction of green roofs was analyzed. This experience helped to highlight the advantages and disadvantages of green roofs.

The research also made a comparative analysis of the main technological solutions for roof greening. A comparative analysis of the main technological solutions for landscaping the roof was carried out. The comparison was carried out according to the following parameters: noise insulation, durability, and price.

Also were selected plants used for landscaping roofs in Ukraine. However, the choice of plants is not the last stage in the design of such roofs. It is also necessary to calculate the load of the green roof on the building on which it is planned to be installed. This calculation will help to determine whether the building can handle such a load and will help to make timely improvements to the project.

Purpose: To investigate the environmental and technical aspects of roof greening.

Objectives of the study: to determine the role of green spaces in the urban environment, to analyze the experience of other countries in the construction of green roofs, to determine the types of green roofs, to choose an assortment of plants that can be used for greening roofs in Ukraine, to determine the rational parameters of technological processes and operations of stable roofing.

The object of research: technology arrangement of green roofs.

The subject of research: technological parameters of the process of landscaping roofs.

Research methods: literary search, theoretical analysis of literature data, statistical information processing.

Keywords: GREEN ROOF, ROOF PLANTING, ROOF TYPE, ROOF LOAD, ROOFING ENERGY EFFICIENCY, CLIMATE CHANGE, SUSTAINABLE DEVELOPMENT, RECREATION AREA, ECOLOGY, ECONOMY, EXTENSIVE ROOF, INTENSIVE ROOF

ВСТУП

З кожним роком великими темпами зростає щільність забудови міст, що значно обмежує місця для влаштування парків, скверів, бульварів та інших рекреаційних зон. Така швидка урбанізація міст призводить до появи нових джерел забруднення та до змін у міському просторі. Тому актуальність даної проблеми для України зростає. Одним із варіантів вирішення даної проблеми є застосування одного з елементів «зеленої» архітектури – «зеленої» покрівлі, яка не вимагає виділення додаткових територій для облаштування, лише покрівлі споруд, що вже є, або включення їх до проектів з будівництва нових споруд.

Оскільки останнім часом інтерес до застосування «зелених» дахів зростає, то вчені активно досліджують переваги застосування цього архітектурного рішення. Результати досліджень демонструють, що одними з головних переваг є зниження впливу міського «острову тепла», зростання біорізноманіття, покращення фізичного та психічного здоров'я людей. Незважаючи на позитивний вплив таких покрівель на навколишнє середовище та стан здоров'я населення, суттєвим недоліком цього елемента «зеленого» будівництва є вартість. Вартість «зелених» збільшується, оскільки мають більш складну будову в порівнянні з традиційними дахами.

"Зелені дахи" можуть набути ширшого розвитку, особливо при різноповерховому будівництві. При цьому потрібно врахувати ще одну обставину: економічно виправдані будь-які одноразові витрати під час проектування і будівництва будь-яких об'єктів, якщо вони забезпечують низькі експлуатаційні витрати під час використання цих об'єктів. Найяскравішим прикладом у цьому відношенні є перші лінії метро. Будучи шалено дорогими під час будівництва, вони вже понад 50 років не потребують капітального ремонту і завдяки цьому давно багаторазово виправдали ті витрати, які було зроблено під час їхнього будівництва.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

ОС 20510002

Арк

10

Вип Арк № докум. Підп. Дата

Вартість «зелених» покрівель також варіюється в залежності від типу зеленого даху. Зараз виділяють 2 основні види - екстенсивна та інтенсивна. І все частіше можна почути про третій, проміжний тип – напівінтенсивна. Інтенсивний тип даху досить дорогий у будівництві, але він дає можливість обрати більшу кількість видів рослин, що дає можливість урізноманітнити дизайн покрівлі. На вибір типу даху впливає багато факторів. Зі зростом попиту на «зелені» покрівлі, зростає і ринок будівельних матеріалів, який пропонує різні варіанти рішень при облаштуванні покрівель. В роботі був проведений порівняльний аналіз найбільш популярних технологічних рішень при озелененні дахів. Окрім вибору матеріалів для покрівель також важливим аспектом є вибір рослин, що будуть використовуватися для озеленення. Оскільки на озелених дахах умови існування наближені до пустельних, тож не вся рослинність може витримати такі екстремальні умови. Проте вибір рослинності це не останній етап у проектуванні таких покрівель. Також необхідним є розрахунок навантаження «зеленого» даху на будівлю, на якій планується його встановити. Цей розрахунок допоможе виявити чи може витримати споруда таке навантаження та допоможе вчасно внести корективи у проект.

Говорячи про переваги озеленення дахів, також важливо згадати про те, що вони впливають на енергоефективність будівель, у роботі була наведена методика розрахунку теплотехнічних властивостей покрівель.

Метою роботи є оцінити екологічні та технічні аспекти озеленення дахів міст.

Для досягнення поставленої мети дослідження необхідно виконати наступні завдання:

1. Визначити роль зелених насаджень для міського середовища.
2. Проаналізувати досвід інших країн у влаштуванні зелених покрівель.
3. Деталізувати типи зелених дахів.
4. Підібрати асортимент рослин, що можна використати для озеленення дахів в Україні.

Інв.№подел.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

ОС 20510002

Арк

11

5. Визначення раціональних параметрів технологічних процесів і операцій стійкого покрівельного покриття

Об'єкт дослідження: технологія облаштування «зелених покрівель».

Предмет дослідження: технологічні параметри процесу озеленення покрівель.

Інв.№подел.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ОС 20510002	Арк
						12
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОЗЕЛЕНЕННЯ

1.1 Роль зелених насаджень в міському середовищі

Прискорення темпів урбанізації, як глобальна проблема, проявилася декілька десятиріч тому. Такий швидкий розвиток міст призвів до появи нових джерел забруднення навколишнього середовища та низки екологічних проблем у містах, таких як незадовільний стан повітря, вод, ґрунтів, збільшення рівня шуму та значне скорочення зеленого простору у місті.

Зелені насадження являють собою вкриті рослинністю території в міському середовищі, такі як парки, сквери, сади та бульвари. Ці простори забезпечують численні переваги для довкілля та здоров'я населення. Озеленення територій допомагає пом'якшити наслідки урбанізації, такі як забруднення повітря, шум та впливи теплових островів. Вони також забезпечують середовище існування для диких тварин і допомагають підтримувати біорізноманіття. Крім того, зелені насадження надають можливості для відпочинку та соціальної взаємодії, що може сприяти психічному та фізичному благополуччю населення. Озеленення набуває все більшого значення для стійкості міст та адаптації до зміни клімату. Включаючи зелену інфраструктуру в міський дизайн, міста можуть зменшити свою вразливість до екстремальних погодних явищ та інших впливів, пов'язаних зі зміною клімату. Розглянемо більш детально основні впливи рослин на мікроклімат та санітарно-гігієнічні умови в місті.

Одна з найважливіших ролей зелених насаджень – участь у процесі газообміну. Оскільки вони поглинають вуглекислий газ та виділяють кисень. Одне дерево середнього розміру за добу відновлює стільки кисню, скільки необхідно для дихання трьох людей протягом доби. Також деревна рослинність може ефективно очищувати повітря від частинок пилу та різних газів.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№поділ.	

ОС 20510002

Арк

Вип Арк № докум. Підп. Дата

13

Наприклад, дерева можуть затримувати на своїй поверхні зважені частинки діаметром менше 10 і 2,5 мкм [14]. Наступна властивість рослинності – це те, що вони впливають на температурний режим. Невеликі зелені масиви здатні знижувати температуру на кілька градусів не тільки в середині себе, а також і в прилеглих районах. Ця властивість ґрунтується на тому, що зелені насадження здатні поглинати теплову енергію та мають велику відбивну здатність. Варто зазначити, що рослини теж впливають на рівень вологості повітря, оскільки мають велику випаровуючу здатність, і тому вони випаровують вологи об'ємом більше в 20 разів, ніж та площа, яку вони займають [1,**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Боротьба із шумом є не менш важливою за вищезгадані функцією рослинності. Зелені насадження не дають поширюватися звуковим хвилям за рахунок відбиття від вертикальних площин будівель. Різні види рослин характеризуються різним рівнем захисту від шуму. Окрім вищезгаданих функцій зелених насаджень, вони ще виконують низку ролей, які розглядаються на Рисунок 1.1.

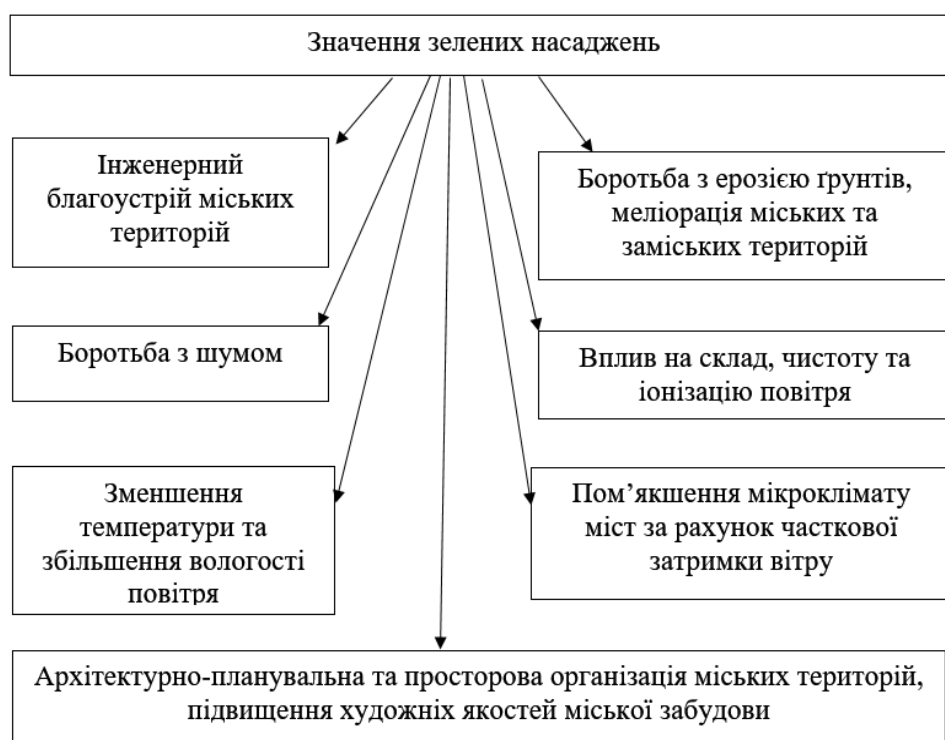


Рисунок 1.1 – Роль зелених насаджень для міст

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 20510002

Арк

14

Отже, наявність рослин несе в собі не тільки естетичну функцію, а відіграє важливу роль для стану навколишнього природного середовища та стану здоров'я населення .

1.2 Поняття «зеленої покрівлі» та переваги її використання

В умовах постійного розширення та розвитку міст основними завданнями є організація зелених просторів, які будуть поліпшувати екологічні показники міста та позитивно впливати на психоемоційне та фізичне здоров'я населення. Значне обмеження площ для зелених насаджень породжують нові способи зробити антропогенний вплив на навколишнє середовище меншим. Таким чином останні двадцять років в Європі активно впроваджують так звану «зелену архітектуру», яка включає в себе дуже багато елементів, які стають все більш популярними при благоустрої сучасних міст. Приклади елементів «зеленої архітектури» (Рисунок 1.2), що набирають популярності по всьому світу це – екодуки (зелені мости для дикої природи), живоплоти, зелені вуличні меблі, дахи, стіни, колії [8].



Рисунок 1.2 – Приклади елементів зеленої архітектури: а – екодуки, б – живоплоти, в – зелені вуличні меблі, г – зелений дах, д – зелена колія, е – зелений фасад

Інв.№подел.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20510002	Арк 15
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

Масштаб використання концепції «зеленої архітектури» в кожній країні різний. Одним із найпопулярніших напрямів цієї концепції є «зелені дахи», які в свою чергу не дуже популярні в Україні. Проте, деякі європейські країни вже запровадили використання даної концепції на законодавчому рівні, до цього списку увійшли багато європейських країн. Деякі країни та політичні заходи, що вони вживають наведені в Таблиця 1.1.

Таблиця 1.1 – Заходи та країни Європи, в яких діяльність спрямована на поширення зелених дахів

Місто, країна	Політичні заходи
Копенгаген (Данія)	З 2010 року зелені дахи є обов'язковими для всіх нових дахів з кутом нахилу менше 30 градусів.
Лондон (Великобританія)	Відповідно до політики планування, зелені дахи є одним із головних методів адаптації Лондону до змін клімату.
Мюнхен (Німеччина)	Використання рослин на всіх плоских дахах площею понад 330 квадратних футів є обов'язковим.
Базель (Швейцарія)	Всі нові та відремонтовані плоскі дахи повинні бути озеленені та спроектовані таким чином, щоб максимізувати біорізноманіття.
Роттердам (Нідерланди)	Запроваджено програму «Зелені дахи», яка включає щедрі фінансові стимули
Франція	Розроблено закон про «зелені дахи», який вимагає, щоб дахи нових комерційних будівель у Франції були частково вкриті рослинами або сонячними панелями.

Однією із важливих переваг зелених покрівель є те, що вони не вимагають додаткового виділення територій для облаштування. Тож у сучасному розумінні «зелений» дах представлений як рослинна частина покрівлі, яка функціонально інтегрована в площу даху. Оскільки через зміни клімату та поступове

Інв.№поодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

перетворення міст на «кам'яні джунглі» ми можемо все частіше побачити приклади такого архітектурного рішення. Але варто зазначити, що озеленення дахів не є новітньою технологією, найстарішим прикладом будівництва садів на даху є всім відоме чудо стародавнього світу – висячі сади Семіраміди (Рисунок 1.3) [13].



Рисунок 1.3 – Висячі сади Семіраміди (реконструкція), 1866 рік

Висячі сади були побудовані на терасовому зіккураті (різновид ступінчастої піраміди) з ланцюговими насосами, які брали воду з річки Євфрат. Ця іригаційна система була надзвичайно вражаючою для того часу.

Проте, якщо порівнювати цілі з якими були побудовані стародавні сади на дахах та сучасні, то вони будуть значно відрізнятися. Оскільки стародавні «зелені» покрівлі несли в собі більше естетичну функцію, а сучасні – мають низку екологічних та економічних функцій. Щодо екологічної ролі «зелених» покрівель проведено не одне дослідження. Наприклад, дослідження проведене групою науковців в 2011 році, було проведено оцінку впливу поверхневого альбедо на зміни клімату. За результатами дослідження виявили, що поверхневе альбедо є вирішальним показником при оцінці екологічного навантаження покрівлі, а рослини позитивно впливають не тільки на місто, а і на забудову [22].

Результати іншого дослідження, що було проведено в 2019 році, показують, що зелені дахи мають приблизно в 3 рази більший позитивний вплив на навколишнє середовище порівняно з традиційними дахами. Більшість

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№поодл.	

						ОС 20510002	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			17

1.3 Будова та види «зеленої» покрівлі

У намічених тенденціях зростання використання «зелених технологій» у будівництві, які, у свою чергу, вимагають реалізації екологічних проєктів, особлива роль відводиться державі, оскільки вона пов'язана з розвитком нормативно-технічної бази організаційно-технологічного проєктування. Останніми роками ведеться розробка нових типів безпечних будівельних матеріалів, наприклад, цементу, що має біоцидні властивості [16].

Технологічність конструктивно-технологічних рішень влаштування систем озеленення покрівель є важливим параметром. Технологічність як сукупність комплексних характеристик технічного пристрою виражає зручність його виробництва, ремонтпридатність і експлуатаційні якості. Сучасні інженерні рішення і технології дають змогу зробити зелені дахи для житлових і адміністративних будівель не тільки в селищах, а й у містах. Як фасад будинку до такого даху підійдуть практично будь-які оздоблювальні матеріали природного походження: камінь, цегла, дерево або керамічні плитки чи сендвіч-панелі, що імітують їх. Системи «зелених» дахів можуть різнитися, проте всі вони мають більш менш однакову будову [2]. Узагальнено будову «зеленої» покрівлі можна визначити наступним чином: 1. Водонепроникна та фільтруюча мембрани; 2. Дренаж; 3. Субстрат; 4. Рослини. Більш детальну будову даного типу покрівлі представлено на Рисунок 1.4

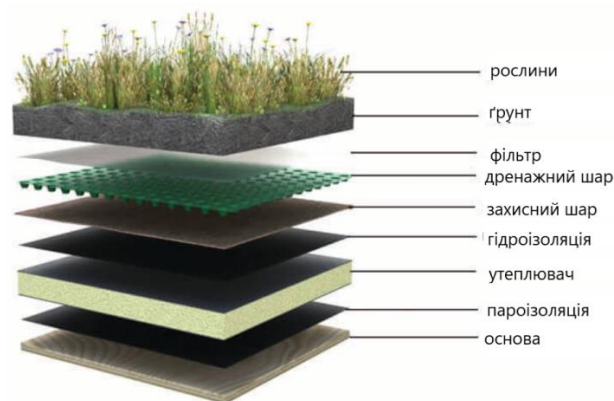


Рисунок 1.4 – Розширена будова зеленого даху

Підп. і дата	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Інв.№подел.	Вип	Арк	№ докум.

природнім подрібненим камінням. Зараз проводяться дослідження, спрямовані на зменшення використання природних заповнювачів, щоб мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище від використання невідновлюваних ресурсів на зелених дахах;

4. Фільтр: Цей захисний шар будівлі зазвичай являє собою геотекстиль; його основна функція - блокувати потік матеріалу субстрату до дренажного шару і утримувати його в правильному положенні. Цей геотекстиль, хімічно нейтральний, повинен бути стійким до впливу кислот і лугів;

5. Субстрат: функція цього шару полягає у фізичній підтримці рослинності та постачанні необхідних поживних речовин для її розвитку. Крім того, цей шар повинен мати здатність накопичувати і поступово віддавати надлишок дощової води, зберігаючи достатню кількість вологи. Найчастіше при будівництві використовують одношарову або багатшарову систему субстрату. Фізичні властивості типового субстрату представлені в Таблиця 1.2 [17,21].

Таблиця 1.2 – Фізичні властивості типового субстрату, що використовується в зелених дахах

Фізичні властивості	Одношарова система	Багатшарова система
Затримка води	Мінімум 20%	Мінімум 35%
Проникнення води	Мінімум 60 мм/хв	Мінімум 0,6 мм/хв
Вміст повітря (повністю насиченого)	Мінімум 10%	Мінімум 10%
pH	6,5 – 9,5	6,5 – 8,0

Як ґрунт використовують субстрат, який набагато легший за звичайну землю, що дає змогу значно знизити навантаження на основу покрівлі. Полегшення конструкції зеленої покрівлі є особливо актуальним для покрівель

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

Як наслідок, використовується субстрат товщиною від 5 до 15 см (Рисунок 1.5). Таке біологічне покриття зазвичай впроваджується в місцях з ускладненим доступом для людей, може зволожуватися дощовою водою і може бути розміщене на існуючих спорудах, якщо будівля має належну конструкцію (тобто, навантаження на дах відповідає нормативам, зазначених в проєктних нормах і правилах). Його вага варіюється від 60 до 140 кг/м². До переваг такого типу покрівель відноситься: простота висадки рослин, відносно невелика вага та низька вартість.



Рисунок 1.5 – Будинки в Ісландії, побудовані з використанням екстенсивних зелених дахів

Інтенсивний: На зелених дахах цього типу можна використовувати найрізноманітніші рослини і навіть породи дерев (Рисунок 1.6). Тому вони, як правило, потребують субстрату більшої глибини (20 – 60 см). Виходячи з останнього аспекту, ці покриття допускають вільний доступ людей, вимагають системи штучного зрошення водою і укладаються на конструкції, спеціально розроблені для того, щоб витримувати ці додаткові навантаження. Їх вага варіюється від 250 до 400 кг/м². Будівництво даного типу покрівлі вимагає великих фінансових затрат, оскільки потребує постійного догляду, та врахування навантаження на споруду під час проектування. Але суттєвою перевагою даного типу даху є можливість створення унікального дизайну, оскільки доступна більша різноманітність рослин для висадки.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№поодл.	

						ОС 20510002	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			23



Рисунок 1.6 – Приклад інтенсивного типу зеленого даху

Напівінтенсивний: Цей тип зеленого даху є проміжним видом між інтенсивними та екстенсивними типами дахів з видами, які ростуть на субстраті глибиною від 10 до 30 см (**Рисунок 1.7**). Він дозволяє частковий доступ для пішоходів і вимагає систем штучного зрошення. Його вага варіюється від 60 до 140 кг/м². Щодо фінансової складової цей тип буде дорожчим у встановленні в порівнянні з екстенсивним типом, також якщо планується висадка дерев, то необхідно заздалегідь розраховувати навантаження на споруду.



Рисунок 1.7 – Приклад напівінтенсивного зеленого даху

Для більш наглядного порівняння цих трьох типів покрівель розглянемо

Таблиця 1.3

Інв. № подел.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 20510002

ПВХ мембрана Protan SE-T1 (Рисунок 2.1). Серія мембран Protan SE - це армована поліестером ПВХ-мембрана, яка використовується на відкритих поверхнях покрівлі. Її можна кріпити механічно або укласти у вакуумній покрівельній системі. Мембрану можна укласти на всі типи основ, включаючи теплі і холодні покрівлі. Мембрану Protan SE можна використовувати на всіх формах і комбінаціях дахів - плоских, скатних і криволінійних. Мембрана виготовлена з пом'якшеного ПВХ та армована поліефірною ниткою. Мембрана Protan SE містить стабілізатори, які дозволяють продукції витримувати високі та низькі температури, а також є стійкою до ультрафіолетового випромінювання та полум'я.

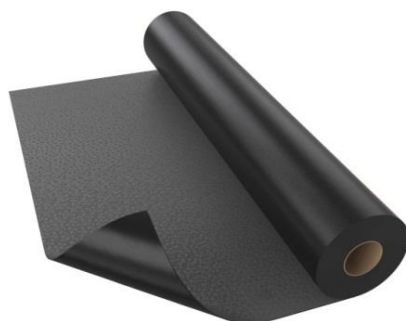
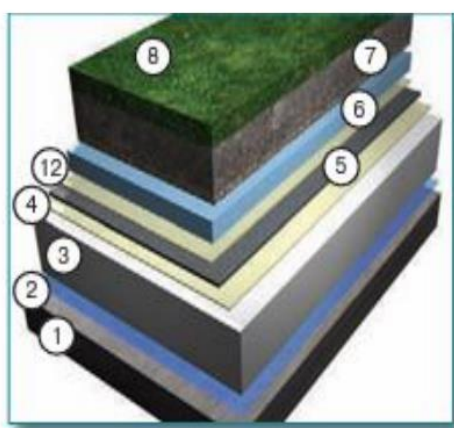


Рисунок 2.1 – ПВХ мембрана Protan SE-T1

На Рисунок 2.2 наведено послідовність виконання робіт при влаштуванні покрівлі з використанням ПВХ мембрани.



- 1 – Залізобетонна основа
- 2 - Пароізоляція
- 3 – Екструзійний пінополістирол
- 4- Роздільний шар (геотекстиль 200г/м2)
- 5 – ПВХ мембрана (тип G/GG)
- 6 (12) – Дренажний шар
- 7 -Гідроізоляція
- 8- Грунт
- 9 – Зелені насадження

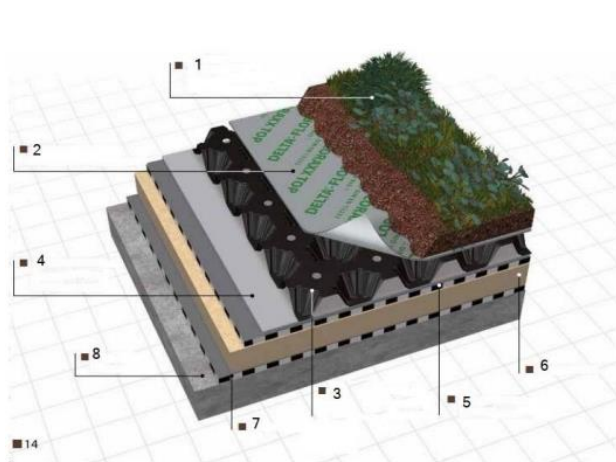
Рисунок 2.2 – Послідовність виконання робіт системи Protan

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ОС 20510002

Ламінований геотекстиль стійкий до тиску, надійно запобігає замулюванню полотна. Delta Floraxx Top пропонує швидкий і безпечний монтаж - субстрат для рослин можна наносити безпосередньо на мембрану з ямочками, оскільки фільтруючий нетканий матеріал вже інтегрований. На Рисунок 2.4 наведена послідовність виконання робіт при влаштуванні покрівлі з використанням цієї профільованої мембрани.



- 1 - Ґрунт із зеленими рослинами
- 2 – Термоскріплений геотекстиль мембрани
- 3 – DELTA FLORAXX TOP мембрана з виступами 20 мм
- 4 - DELTA FLORAXX TEX захисний шар з геотекстилю
- 5 – Гідроізоляція стійка до стискування
- 6 - Утеплювач
- 7 - Пароізоляція
- 8 - Залізобетонна основа

Рисунок 2.4 – Послідовність виконання робіт з мембраною Delta Floraxx Top

Як і в попередній технології, залізобетонна основа повинна бути попередньо очищена. Якщо брати до уваги нове будівництво споруди, то рекомендується використовувати гідроізоляцію, що буде стійкою до проростання коріння. Для захисту гідроізоляції від механічних ушкоджень використовують розділовий шар з нетканого геотекстилю (наприклад, Delta Floraxx Tex 300/400). Наступним етапом є встановлення дренажної мембрани Delta Floraxx Top, при цьому встановлюється таким чином, щоб шар, який фільтрує, знаходився зверху. Далі на шар, що фільтрує наноситься субстрат.

Використання модульних конструкцій для влаштування покрівлі. Модульна конструкція є одним із способів озеленення, що використовує контейнерні рослини, що можуть бути як однорічними, так і багаторічними. Контейнерне озеленення можна вважати універсальним, оскільки доступний

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№поодл.	

великий вибір рослин, в порівнянні з іншими методами найменш затратний за часом та фінансово.



Рисунок 2.5 – Покрівля з використанням модульних конструкцій

RUVIMAT GREEN 15 - тришарова полімерна мембрана на основі високоякісного ПВХ пластифікованого із внутрішнім армуванням поліестеровою сіткою. Мембрана не стійка до ультрафіолетового випромінювання. Використовується дана мембрана для будівництва зелених дахів, для гідроізоляції використовують баластове кріплення. Даний тип мембрани придатний для всіх видів будівництва, як для нового, так і для ремонту старих покрівель. Всі компоненти, що використовуються для виробництва – від європейських виробників.

Для порівняння всіх трьох вищезгаданих технологій, розглянемо Таблиця 2. 1

Таблиця 2. 1– Порівняння технологій будівництва «зелених дахів»

Технологія	Protan SE-T1	DELTA Floraxx top	Покрівля з модульних конструкцій RUVIMAT GREEN
Критерій			
Вага (кг/м ²)	1,4	2,6	2
Довговічність (років)	10	50	30

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Рослинність зеленого даху повинна бути менш залежною від поживних речовин і витривалішою, ніж ті види рослин, які зустрічаються в ландшафті на рівні землі. Загалом, найкращими рослинами для зелених дахів є рослини, стійкі до холоду, спеки, посухи, вітру, сонця, хвороб і комах, і бажано місцеві види рослин. Для екстенсивних зелених дахів рекомендуються посухостійкі, довговічні та невибагливі у догляді види рослин, тоді як для інтенсивних зелених дахів використовується майже нескінченний вибір рослин.

Інші фактори, які слід враховувати при виборі рослин, включають швидкість росту рослин, потребу в поживних речовинах і чутливість до забруднення. Тип рослин і їх розташування на дахах також залежить від географічного розташування, рівня забруднення повітря, висоти даху, затіненості, глибини і складу ґрунтового середовища, доступності даху, цілей управління стічними водами, способу поливу, цілей теплоізоляції, техніки монтажу та догляду. Здатність рослин виживати в умовах дахового ландшафту безпосередньо пов'язана з обсягом бюджету і часом на обслуговування, виділеним на проект, особливо в перші два роки, коли рослини перебувають на стадії росту і є чутливими до впливів навколишнього середовища.

Так само необхідно враховувати мікроклімат на даху. Орієнтація та нахил даху можуть впливати на інтенсивність сонячного випромінювання та вологість ґрунту, сусідні будівлі можуть затінювати частину даху, вентиляційні отвори від кондиціонерів та опалювальних приладів можуть пересушувати ґрунт, а промислові димарі можуть затримувати ріст рослин через хімічне забруднення.

Враховуючи вищезазначені фактори, що будуть впливати на вибір рослинності, варто зазначити, що в даній роботі були розглянуті рослини, що можуть використовуватися для озеленення дахів в Україні.

Оскільки на даху будуть створюватися умови, що наближені до пустельних, тому перевагу надають невибагливим видам. Такими можуть стати різні карликові види, що мають невелику кореневу систему.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

						ОС 20510002	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			32

- у процесі експлуатації покрівлі з озелененням (посадка і прибирання рослин, копка ґрунту, полив, внесення добрив, заміна і переміщення контейнерів з рослинами тощо) елементи покрівлі піддаються вкрай важким механічним, хімічним і біологічним впливам, що призводить до порушення цілісності покрівлі (захисних шарів) і, як наслідок, до проникнення води (за умови щоденного поливу рослин) усередину покрівлі та протікання в приміщення;
- ремонт суміщених покриттів ускладнений, оскільки потрібне зняття і заміна всіх шарів (хоча і на окремих ділянках - у місці протікання);
- важко на час ремонту організувати захист приміщень від води (дощу);
- застосування токсичних матеріалів для хімічного захисту рослин від шкідників і для пригнічення росту коренів може призвести до потрапляння розчинів цих речовин у приміщення верхнього поверху будівлі;
- зберігання інвентарю для догляду за рослинами, запасної тари, ємностей, їхній ремонт потребує влаштування на покрівлі спеціального приміщення.

Найпростіше конструктивне рішення експлуатованої покрівлі на даху - з не утепленим горищем або технічним поверхом. Така покрівля має низку переваг перед покрівлею на суміщеному покритті:

- наявність горища дає змогу швидко визначити місце протікання в покрівлі та здійснити її ремонт, тому що при цьому ремонтується тільки гідроізоляційний килим і його захисні шари;
- ремонт виконується безболісно для приміщень верхнього поверху, тому що в межах горища протікає вода, яку можна тимчасово відвести в каналізацію;
- простір горища можна використовувати для зберігання інвентарю, запасних контейнерів, ящиків, добрив та інших матеріалів; у разі необхідності збереження в зимовий час великих рослин, що висаджуються в контейнерних

Інв. № по одл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ОС 20510002					Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	35

системах, можливе укриття їх від холоду (і навіть обігрів) у горищному просторі;

- горище захищає приміщення верхнього поверху від шкідливого впливу гербіцидів, що застосовуються для придушення росту коренів і захисту рослин;

- на горищі можна розташувати обладнання для автоматизованого поливу озеленення.

Інв.№поділ.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 20510002

Арк

36

3. $K_{t\ gr}$ – коефіцієнт технологічності влаштування експлуатованого покриття із системами озеленення, який розраховується за формулою (3.3):

$$K_{t\ gr} = \frac{Q_{gr\ k}}{Q_{ml\ i} + Q_{gr\ k}}, \quad (3.3)$$

де $Q_{gr\ k}$ – трудомісткість влаштування конструктивно-технологічного рішення систем озеленення покрівельного покриття ($k = 1 \dots m$ можливих альтернатив);

$Q_{ml\ i}$ – трудомісткість влаштування конструктивно-технологічного рішення багатoshарової системи експлуатованої покрівлі ($i = 1 \dots n$ можливих альтернатив).

При $K_{t\ gr} < 0,1$ обране конструктивно-технологічне рішення влаштування експлуатованого покриття із системами озеленення є раціональним.

При $K_{t\ gr} = 0,1 \dots 0,2$ обране конструктивно-технологічне рішення влаштування експлуатованого покриття із системами озеленення є допустимим.

При $K_{t\ gr} > 0,2$ обране конструктивно-технологічне рішення влаштування експлуатованого покриття із системами озеленення є нераціональним.

Коефіцієнт технологічності влаштування експлуатованого покриття із системами озеленення може бути використаний для раціонального вибору конструктивно-технологічного рішення влаштування експлуатованого покриття із системами озеленення.

Інв. № подел.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

3.2 Навантаження на плиту перекриття будівлі від зеленої покрівлі

Попередній розрахунок навантаження на плиту перекриття будівлі від зеленої покрівлі був проведений на основі вихідних даних про щільність покриття кожного шару. Розрахункове навантаження від шарів зеленої покрівлі без урахування рослинного субстрату із зеленими насадженнями складе ~ 97,35 кг/м² (Таблиця 3. 1).

Таблиця 3. 1 – Маса і вартість матеріалів, що використовуються в технології зеленої покрівлі, на 1 кв. м плити перекриття

Матеріали	Маса кг на 1 м ²	Ціна за 1 м ² , грн
Термоскріплений геотекстиль (щільністю 150 г/м ²)	0,150	26
Екструзійний пінополістирол (товщиною 20 см)	6	86
Голкопробивний геотекстиль (щільність 300 г/м ²)	0,3	44
Рулонний бітумно-полімерний матеріал (нижній шар покрівельного килима)	4,95	93
Бітумно-полімерний матеріал (верхній шар покрівельного килима)	4,95	130
Армована цементно-піщана стяжка (товщиною 5 см та щільністю 41 кг/м ²)	41	524
Ухилоутворювальний шар із керамзитбетону (товщиною 10 см і щільністю 40)	40	270
Всього	97,35	1 173
<i>Примітка: вказані ціни є середніми на будівельному ринку України в 2024 році.</i>		

Інв.№поодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20510002	Арк
						40

Середня вартість за 1 м² «зеленої» покрівлі становитиме ~ 1 173 грн, що в порівнянні з витратами на традиційну покрівлю значно більше.

Для подальших розрахунків навантаження «зеленого» даху на плити перекриття споруди, як основу для зелених насаджень було обрано легкий мінеральний субстрат, який забезпечує здоровий ріст і декоративність покрівельного озеленення. Вага обраного мінерального субстрату в сухому стані - 600 кг/м³, а вага субстрату у вологому стані за підсумками розрахунків вологоємності досягає 900 кг/м³. За підсумками максимального додаткового навантаження від зелених насаджень залежно від гранично допустимого навантаження на плиту перекриття та періоду часу було визначено, що виходячи з мінімального додаткового навантаження маса зелених насаджень на 1 м² може становити 149 кг.

Обрана товщина ґрунту та гравію будуть впливати на величину навантаження. Вага ґрунтового шару у вологому стані будуть створювати наступні навантаження:

- Земля 10 см + гравій 5 см - 300 кг/м²;
- Земля 20 см + гравій 10 см - 600 кг/м²;
- Земля 40 см + гравій 10 см - 1000 кг/м²;
- Земля 80 см + гравій 10 см - 1800 кг/м²;

Якщо рослини будуть висаджуватися не просто у субстрат, а у контейнерах, то в залежності від його розміру буде змінюватися навантаження на дах. Вага вологого ґрунту в контейнерах (без урахування ваги контейнера, яка залежить від використовуваного матеріалу) при розмірах контейнера:

- 0,7×0,7×0,25 м - 200 кг;
- 1,0×1,0×0,25 м - 900 кг;
- 1,2×1,2×0,50 м - 1300 кг;
- 1,5×1,5×0,80 м - 3400 кг;

Вага трав'яного покриву - 2-5 кг/м²; одного чагарнику - 5 кг; невеликого дерева - 10-20 кг.

Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Підп. і дата	Інв.№поодл.
Підп. і дата	Інв.№дубл.		

ОС 20510002

Арк

41

Вип Арк № докум. Підп. Дата

Деталі та конструкції, що дають значні навантаження (великі контейнери, пагорби), слід розташовувати над колонами, несучими стінами. Бетонні декоративні стінки потрібно орієнтувати поперек плит перекриттів, розподіляючи навантаження від них на кілька плит.

Також необхідно враховувати снігове навантаження на покрівлю. По території України рівень снігового покриву розподілений не рівномірно, тому Україну було поділено на райони за вагою снігового покриву (Рисунок 3.1).

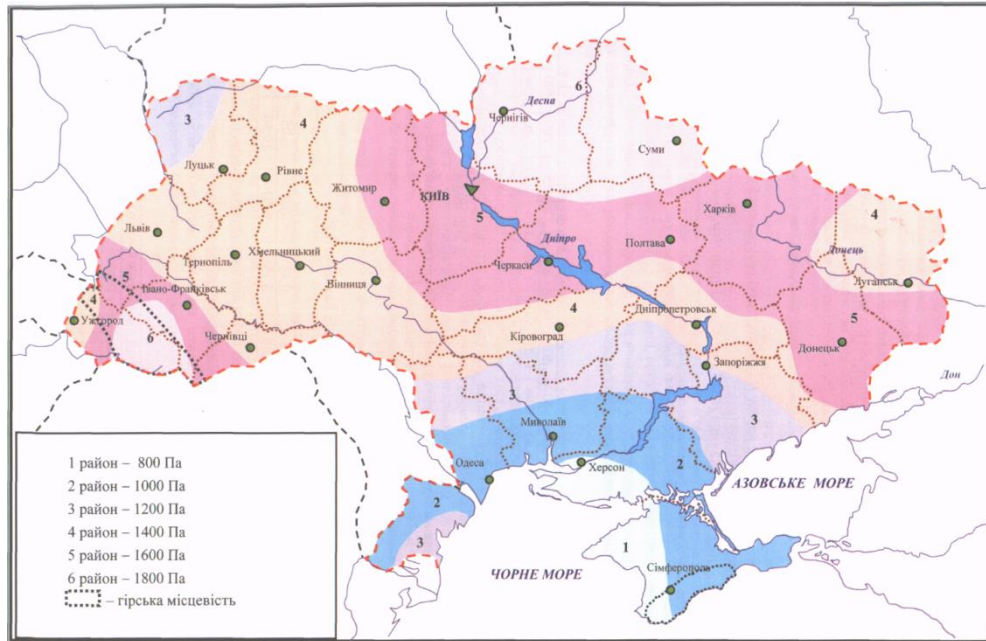


Рисунок 3.1 – Карта районування території України за характеристичними значеннями ваги снігового покриву

Снігове навантаження є змінним, тому було встановлено 3 розрахункові значення:

- Граничне;
- Експлуатаційне;
- Квазіпостійне.

Для розрахунку граничного розрахункового значення снігового навантаження використовують формулу (3.4):

$$S_m = \gamma_{fm} \cdot S_0 \cdot C, \quad (3.4)$$

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

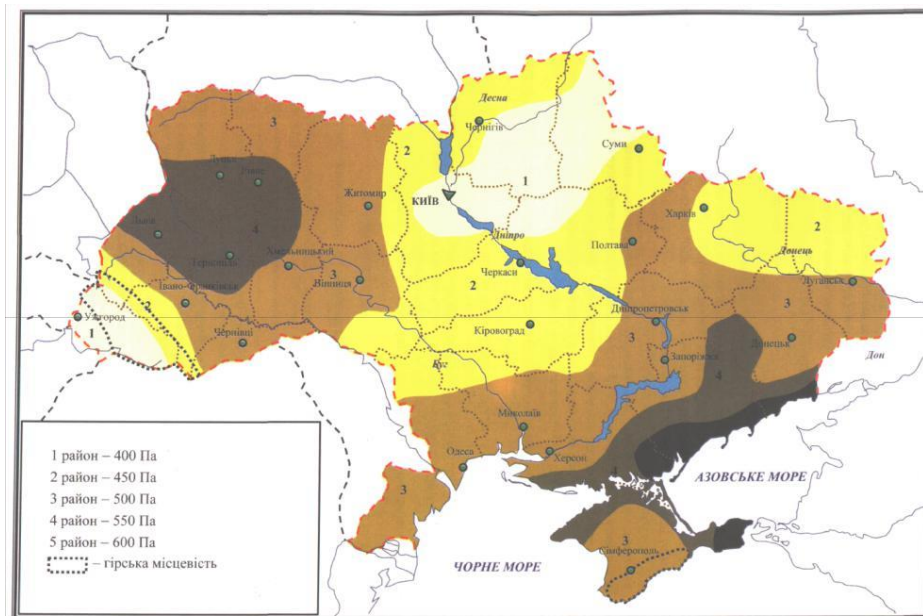


Рисунок 3.2 – Карта районування території України за характеристичними значеннями вітрового тиску

Оскільки на висоті вітрові навантаження більші, ніж унизу, необхідно передбачати на покрівлі спеціальні вітрозахисні стінки по одній зі сторін будівлі з урахуванням рози вітрів. При цьому слід враховувати, що вітрова тінь (простір, де "вітрове навантаження" знижується під впливом вітрозахисних стінок) дорівнює 10 висотам стінки. У стінках необхідно робити проsvіти для провітрювання (до 1/3 від площі стінки).

3.3 Методика розрахунку теплотехнічних властивостей покрівель

Технологія озеленення покрівлі пов'язана з таким поняттям як енергозбереження. На сьогодні озеленення покрівлі розглядають як сучасну актуальну технологію з підвищення енергоефективності будівель, ресурсозбереження та екологічної безпеки. Заходи щодо забезпечення енергоефективності будівель на етапі проєктування, ремонту або реконструкції - необхідна процедура для економії енергоресурсів і підтримки екологічного добробуту міського середовища на довгострокову перспективу.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№поодл.	

Збільшення чисельності населення міст підвищує витрату енергоресурсів, що в свою чергу призводить до спалювання більшої кількості палива на потреби енергетики призводить до різко негативного впливу на екологію. Близько половини всіх енергоресурсів, що виробляються у світі, витрачається на підтримання комфортного перебування жителів міста. Це безпосередньо опалення та вентиляція будівель. Тому контроль енергоефективності будівлі та її підвищення - необхідні процедури для економії енергоресурсів і підтримки екологічного стану міського середовища.

Одним із головних факторів, який буде визначати втрати тепла в приміщеннях будівель, а втрати тепла в свою чергу будуть збільшувати споживання енергії на їх опалення, є опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій – вікон, балконних та входних дверей, стін, покриттів, перекриттів.

Опором теплопередачі огорожувальної конструкції є величина, що визначає здатність конструкції чинити опір тепловому потоку, що проходить через неї, при цьому опір теплопередачі на пряму залежить від товщини будівельних матеріалів, обернено пропорційний до теплопровідності будівельних матеріалів.

Необхідну теплопередачу визначають при виконанні наступної умови:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{qmin}, \quad (3.8)$$

де $R_{\Sigma пр}$ – приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції $m^2 \cdot K/Вт$, визначають згідно ДСТУ 9191:2022 [12];

R_{qmin} – мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції $m^2 \cdot K/Вт$, визначають згідно ДБН В.2.6 – 31 [6].

Для розрахунку опору теплопередачі термічно однорідної, непрозорої огорожувальної конструкції використовують формулу 3.9:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_b} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i p}} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (3.9)$$

де R_i – тепловий опір i -того шару конструкції в розрахункових умовах;

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

					ОС 20510002		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			45

α_b та α_3 – розрахункові значення тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь огорожувальних конструкцій;
 δ_i – товщина і-того шару конструкції в розрахункових умовах;
 λ_i – теплопровідність і-того шару конструкції в розрахункових умовах;
 n - кількість шарів огорожувальної конструкції.

Інв.№поділ.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ОС 20510002	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		46

IV розряду, норми при денному, штучному і суміщеному освітленні наведено в Таблиця 4. 3

Таблиця 4. 3 – Вимоги до освітлення приміщень, що будуються

Характеристика зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під- розряд зорової	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення, лк		Природне Ен пр., %	Сумісне Е сум, %
						всього	У т.ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	в	малий середній великий	світлий середній темний	400	200	4	2,4

Також для підтримки достатнього освітлення проводиться систематичне очищення світильників від пилу.

4.2 Безпека при надзвичайних ситуаціях

Виконувати будь-які види покрівельних робіт можуть лише ті фахівці. Які пройшли спеціальне навчання за цією спеціальністю, мають документ, що підтверджує це, а також такі працівники зобов'язані пройти інструктаж з пожежної безпеки та мати медичну книжку.

Місце проведення покрівельних робіт - це зона підвищеної небезпеки, де, через неуважність робочого персоналу, може статися будь-яка надзвичайна

Інв.№подел.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

- Якщо на даху складується горючий матеріал для утеплення або будь-яка інша легкозаймиста речовина, то все це повинно складуватися штабелями на площі не більше, ніж 100 квадратів з мінімальним розривом між групами в 24 метри.

- По завершенні робочої зміни заборонено залишати всі ремонтні матеріали, особливо легкозаймисті, в безхазяйному стані.

- Весь матеріал, який використовується для ремонту покрівлі, після закінчення роботи має бути переміщений в окрему будівлю, не всередині або нагорі об'єкта, на відстані мінімум 18 метрів.

- Усі засоби пожежогасіння повинні регулярно перевірятися відповідальною особою на наявність і справність.

Інв. №поділ.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ОС 20510002	Арк
						51
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

9. Косик О. І., Летік К. В. Формування комфортного міського середовища засобами озеленення. Theory and practice of design. 2021. № 23. С. 134–140. URL: <https://doi.org/10.18372/2415-8151.23.16279> (дата звернення: 04.04.2024).

10. Риднюк С. В., Максименко М. А. Учасні прийоми організації зелених зон в ущільненій забудові міста. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2021. Т. 30, № 1. С. 111–119. URL: <https://stmkvb.vntu.edu.ua/index.php/stmkvb/article/view/717/671> (дата звернення: 03.04.2024).

11. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку : ДСН 3.3.6.037-99 від 01.12.1999 р.

12. Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель : ДСТУ 9191:2022 від 06.10.2023 р.

13. Building the Classical World. Google Books. URL: https://books.google.com.ua/books?hl=ru&lr=&id=4r9uEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA218&dq=Hanging+Gardens+of+Babylon&ots=hu7S8-jf1k&sig=rNRLHoev5j-UEA6p9BRmwDeJ8Cg&redir_esc=y#v=onepage&q=Hanging%20Gardens%20of%20Babylon&f=false (date of access: 04.04.2024).

14. Cleaning Of Atmospheric Air Using Phytoremediation Methods / O. Rybalova et al. Danish Scientific Journal. 2022. Vol. 63. P. 17–21. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/15583/1/Очищення%20атмосферного%20повітря%20методами%20фіторемедіації.pdf> (date of access: 04.04.2024).

15. Considerations For Plant Selection In Green Roofs / R. Arabi et al. Universiti Putra Malaysia. 2015. Vol. 8, no. 3. P. 10–17. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/153821903.pdf> (date of access: 17.04.2024).

16. Development of Biocidal Cements for Buildings and Structures with Biologically Active Environments / V. I. Travush et al. Power Technology and

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

ОС 20510002

Арк

55

