

УДК 336.72:477.42

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2022-3-9>

Ірина ПАЦЕВА

доктор технічних наук, професор кафедри екології та природоохоронних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

ORCID: 0000-0002-6572-681X

Оксана АЛПАТОВА

кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

ORCID: 0000-0003-0803-9850

Оксана РИБАК

здобувач третього рівня вищої освіти, Державний університет «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

ORCID: 0000-0002-6475-4587

Ілля ЦИГАНЕНКО-ДЗЮБЕНКО

здобувач третього рівня вищої освіти, Державний університет «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

ORCID: 0000-0002-3240-8719

Олександр МЕДВІДЬ

здобувач третього рівня вищої освіти, Державний університет «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

ORCID: 0000-0002-2368-712X

Бібліографічний опис статті: Пацева І., Алпатова О., Рибак О., Циганенко-Дзюбенко, Медвідь О. (2022). Озеленення даху як захід по адаптації зміни клімату на прикладі м. Житомир. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 3, 67–74, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2022-3-9>

ОЗЕЛЕНЕННЯ ДАХУ ЯК ЗАХІД ПО АДАПТАЦІЇ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ПРИКЛАДІ М. ЖИТОМИР

У статті розглянуто сутність, узагальнення позитивних наслідків озеленення дахів. Популяризація впровадження заходів енергозбереження та покращення екологічної обстановки із застосуванням технології озеленення дахів будівель на сьогодні є актуальною. Надано рекомендації щодо впровадження проєкту озеленення дахів у містах, зокрема м. Житомирі. Адже високий рівень урбанізації, поява нових джерел забруднення навколишнього середовища, зростання міського населення і ущільнення міської забудови обумовлює особливість проблеми створення зон екологічного комфорту. Збільшення площі зелених насаджень, в тому числі зовнішнього озеленення будівель можуть значно поліпшити мікроклімат як житлових територій, так і міста в цілому. Зелені насадження виконують найрізноманітніші функції в залежності від свого призначення. Вони впливають на іонізацію повітря, тому що володіють більшою випаровуючою здатністю, їх можна використовувати для очищення міського середовища від пилу та газу, організують мікроклімат і зближують людину до оптимальних умов оточуючого середовища. Вони впливають на формування мікроклімату, тому що діють на тепловий режим, вологість і ступінь рухомості повітря. Життя городянина стає екологічним та комфортним, а озеленення створює відчуття захищеності. Збільшення площі зелених насаджень, зокрема зовнішнього озеленення будівель, значно поліпшує мікроклімат міста, а також створює виразну архітектурну композицію. Розглянуто останні досягнення сучасності в області озеленення дахів та оцінено їх основні переваги. Вказана ступінь їх впливу на навколишнє середовище, корисність та перспективність.

У найближчі роки процес урбанізації продовжуватиметься, відтак питання, пов'язані з наслідками зміни клімату у містах, є дуже важливими та набувають особливої актуальності. Наразі в Україні зелені дахи – це нова технологія, а у місті Житомир та Житомирській області їх взагалі немає, тому це буде крок до сталого

розвитку не лише нашого регіону, а і для України загалом. Тому озеленення дахів на сьогодні є ефективним засобом для поліпшення екологічної ситуації в містах. Сучасні прийоми і конструкції дозволяють створювати зручні, ефективні та економічні системи зовнішнього озеленення будівель.

Ключові слова: кліматичні зміни, урбанізація, екологічна ситуація, озеленення дахів, екологічна безпека.

Iryna PATSEVA

Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Ecology and Environmental Technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, 103, Chudnivska str., Zhytomyr, Ukraine, 10005

ORCID: 0000-0002-6572-681X

Oksana ALPATOVA

PhD of Biology, Associate Professor at the Department of Ecology and Environmental Technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, 103, Chudnivska str., Zhytomyr, Ukraine, 10005

ORCID: 0000-0003-0803-9850

Oksana RYBAK

Applicant for the third level of higher education, Zhytomyr Polytechnic State University, 103, Chudnivska str., Zhytomyr, Ukraine, 10005

ORCID: 0000-0002-6475-4587

Elijah TSYGANENKO-DZIUBENKO

Applicant for the third level of higher education, Zhytomyr Polytechnic State University, 103, Chudnivska str., Zhytomyr, Ukraine, 10005

ORCID: 0000-0002-3240-8719

Oleksandr MEDVID

Applicant for the third level of higher education, Zhytomyr Polytechnic State University, 103, Chudnivska str., Zhytomyr, Ukraine, 10005

ORCID: 0000-0002-2368-712X

To cite this article: Patseva, I., Alpatova, O., Rybak, O., Tsyganenko-Dziubenko I., Medvid, O. (2022). Ozelenennia dakhu yak zakhid po adaptatsii zminy klimatu na prykladi m. Zhytomyr [Rooftop gardening as an adaption measure of the climate changes a case study of Zhytomyr]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 3, 67–74, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2022-3-9>

ROOFTOP GARDENING AS AN ADAPTION MEASURE OF THE CLIMATE CHANGES A CASE STUDY OF ZHYTOMYR

The article examines the meaning and generalization of the positive consequences of rooftop gardening. The relevant issue of the research is implementation of the energy conservation measures and improvement of the environmental situation using the technology of the rooftop gardening. Our scientific research considers and evaluates the latest modern achievements and main advantages of the rooftop gardening. The article indicates their impact degree on the environment, usefulness and prospects. The research provides recommendations relating to the implementation of the rooftop gardening project in cities, in particular, Zhytomyr. After all the high level of urbanization, the emergence of the new environmental contamination sources, densification and urban consolidation determine the peculiarity of the problem in the process of ecological comfort zones creation. Increasing the area of green spaces, including external buildings landscape, can significantly improve the microclimate of both residential areas and the city as a whole. Green spaces perform a wide variety of functions, depending on their purpose. They have beneficial effect on the air ionization, greater evaporation capacity, they can be used as urban environment cleaner from dust and gas, organize a microclimate and bring people closer to optimal environmental conditions. They affect the formation of the microclimate, since they act on the thermal regime, humidity and the degree of urban air mobility. The life of a citizen becomes eco-friendly and comfortable, and landscaping creates a sense of security. Increasing the area of green spaces, especially external buildings landscape, significantly effects the microclimate of the city, as well as creates an expressive architectural composition.

In the coming years, the process of urbanization will increase, so issues related to the consequences of climate changes in cities are very important and become particularly relevant. Nowadays, rooftop gardening considers as a new landscape

technology in Ukraine, and in Zhytomyr and Zhytomyr region such technology does not exist at all, so this will be a step towards sustainable development not only for our region, but also for Ukraine as a whole. Therefore, rooftop gardening is an effective tool for improving the environmental situation in cities. Modern techniques and designs allow us to create convenient, efficient and economical systems for external buildings landscape.

Key words: *climate changes, ecological comfort zone, ecological situation, rooftop gardening, urbanization.*

Актуальність проблеми. Відомо, що будь-яке місто створює свої місцеві особливості клімату. Його розглядають як складну систему радіаційних потоків для різних типів діяльної поверхні, що сформувалися над його висотною забудовою, заасфальтованими площами, вулицями, а також зеленими насадженнями та водними об'єктами. Значний вплив на клімат також мають забруднення атмосферного повітря й додаткове надходження тепла внаслідок господарської діяльності людини, зокрема від спалювання палива та малої втрати тепла на випаровування (Шевченко, Сніжко, 2019). Усе це призводить до формування так званого метеорологічного явища ХХ–ХХІ ст. – острова тепла, у якому спостерігають підвищення приземної температури повітря всередині міста, порівняно з його околицями. Він відчутно впливає на зміну міської погоди та клімату, а влітку створює дискомфортні умови для мешканців міста. Отже, у місті створюються своєрідні мікрокліматичні особливості, які проявляються, насамперед, у зміні співвідношення складників радіаційного балансу, різниці температур, вологості повітря й ґрунту, освітленості територій, опадів та швидкості вітру.

В результаті глобальних кліматичних змін зростає тривалість спекотних періодів та інтенсивність стихійних гідрометеорологічних явищ, змінюється режим випадання опадів, що у поєднанні з підвищенням темпів урбанізації представляє серйозну загрозу соціальній стабільності, економічній та екологічній безпеці міського населення та середовища (Шевченко, Сніжко, 2019).

Міста суттєво впливають на кліматичні зміни, оскільки вони споживають 78% світової енергії і виробляють понад 60% викидів парникових газів, хоча при цьому вони займають менше 2% поверхні Землі (The United Nations Human Settlements Programme). Кліматичні зміни у поєднанні з підвищенням темпів урбанізації представляють дедалі більшу загрозу для світової економіки, населення і збалансованого розвитку (Cities and climate change global report on human settlements).

З нинішнім розвитком процесу урбанізації природне середовище в містах дуже сильно змінюється, а рослини в місті сприяють підвищенню комфортності, поліпшення якості міського середовища. Тому зараз використання рослин в озелененні, використання натуральних матеріалів, сприятливо впливають на людину. Життя городянина стає екологічним та комфортним, а озеленення створює відчуття захищеності (Кривомаз, Савченко, 2021).

Зелені насадження виконують найрізноманітніші функції в залежності від свого призначення. Вони впливають на іонізацію повітря, тому що володіють більшою випаровуючою здатністю, їх можна використовувати для очищення міського середовища від пилу та газу, організують мікроклімат і зближують людину до оптимальних умов оточуючого середовища (Бобраков, Куліш, Вакулук, 2019). Тому вкрай необхідні заходи з адаптації клімату на місцевому рівні, щоб зменшити наслідки зміни клімату та зберегти міста з комфортними умовами для проживання людей.

Сьогодні перед місцевими адміністраціями і постає важливе завдання – створити в індустріальних містах комфортні умови мешкання, роботи та дозвілля, що, в першу чергу, передбачає забезпечення екологічності та енергоефективності житла. Вирішення цих двох завдань можливо за допомогою озеленення дахів будівель (Богун, 2013).

Децентралізоване зберігання та використання дощової води зменшує ризик повеней і у зв'язку з транспірацією рослинності знижується температура та значно зменшується спека. Це значною мірою сприяє більш приємному міському клімату та підвищенню якості життя в містах. Ізоляція та затінення будівель зменшує навантаження на охолодження та опалення. Також можливе поєднання озеленення будівель з фотоелектричними засобами з позитивним синергічним ефектом між фотоелектричною потужністю та рослинністю. Тому озеленення будівель є важливим будівельним кроком для адаптації до змін клімату та сприяє захисту клімату (Швець, Руденко, Веремій, 2010).

У найближчі роки процес урбанізації продовжуватиметься, відтак питання, пов'язані з наслідками зміни клімату у містах, є дуже важливими та набувають особливої актуальності.

Метою роботи є дослідження сутності, узагальнення позитивних наслідків озеленення дахів та надання рекомендацій щодо впровадження проекту озеленення дахів у містах, зокрема м. Житомирі. Популяризувати впровадження заходів енергозбереження та покращення екологічної обстановки із застосуванням технології озеленення дахів будівель.

Виклад основного матеріалу дослідження. З нинішнім розвитком процесу урбанізації природне середовище в містах дуже сильно змінюється, а рослини в місті сприяють підвищенню комфортності, поліпшення якості міського середовища та сприятливо впливають на людину – життя городянина стає екологічним та комфортним.

Серед основних негативних наслідків кліматичних змін для міст відзначають тепловий стрес, підтоплення, зменшення площ та порушення видового складу міських зелених зон, стихійні гідрометеорологічні явища, зменшення кількості та погіршення якості питної води, зростання кількості інфекційних захворювань та алергійних проявів, порушення нормального функціонування енергетичних систем міста (Кривомаз, Савченко, 2021). Кліматичні зміни прямо чи опосередковано впливають на кожен із секторів міського розвитку. А збільшення площі зелених насаджень, в тому числі зовнішнього озеленення будівель можуть значно поліпшити мікроклімат як житлових територій, так і міста в цілому.

Озеленення дахів – термін, що позначає частково або повністю засаджені живими рослинами дахи будівель, покриті сумішшю зі спеціальним ґрунтом, розміщеним на гідроізолюючій мембрані. Також можуть використовуватися додаткові шари, що захищають дах від коренів, дренаж і системи поливу (Таранець, Кузьменко, 2015).

Існує два види озеленення міських дахів: інтенсивне («сад на даху» для відпочинку) та екстенсивне (дах покривається відносно тонким шаром ґрунту, куди висаджується низькоросла рослинність, що не вимагає спеціального догляду).

Покрівельний шар «зеленого даху» складається з ґрунтової суміші, під якою розміщується фільтруючий шар, перешкоджаючи проростанню коренів у нижньому шарі. (див. рис. 1). Під фільтруючим шаром, укладається дренажний шар, наприклад, з великого гравію, або спученого перліту. Він необхідний для відведення вологи, яка може утворитися в процесі поливу рослин. Ґрунт повністю покриває всю зелену покрівлю, також вона також може знаходитися в спеціальних ємностях.

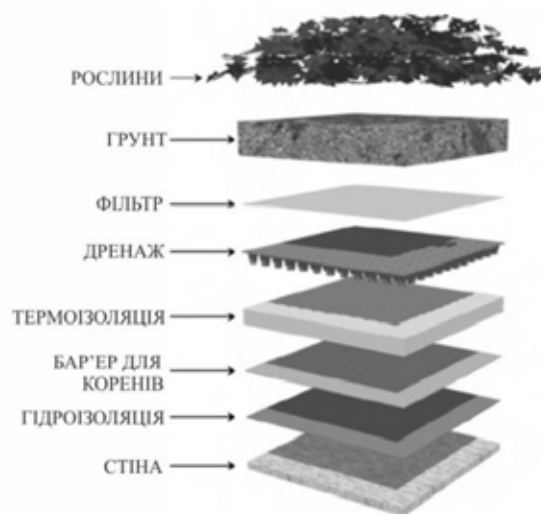


Рис. 1. Схема зеленої покрівлі

У сучасних зелених дахах шар ґрунту замінюють ґрунтовым штучним субстратом. Він добре поглинає і накопичує вологу, досить легкий. 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 24°, застосовують перфорований металевий профіль, необхідний для запобігання зсуву (Бобраков, Куліш, Вакулюк, 2019).

При озелененні дахів використовуються газонні трави. Розрізняють інтенсивне і екстенсивне озеленення дахів. При інтенсивному створюють поверхні, придатні для пересування та іншого використання. На них можна зробити газон, висадити кустики і квіти, розбити місця відпочинку, прокласти доріжки.

Екстенсивне озеленення потребує набагато меншого догляду, часто це просто газон на даху. Таке озеленення дахів приводить до: скорочення витрат на електроенергію, скорочення ефекту

теплового острова, збільшення терміну служби даху і зниження витрат на його обслуговування і ремонт. Зелені дахи захищають будинки від шкідливого впливу ультрафіолетових променів і різких змін зовнішньої температури, дозволяють зменшити потоки води, яка стікає з дахів під час сильних дощів. Грунт затримує воду на кілька годин, вона не виливається бурхливим струменем з водостоків. Ця "губка" не дає можливості зірвати дах вітрами і дозволяє знизити навантаження на системи водяних стоків.

Зелені дахи поглинають і перетворюють двоокис вуглецю з повітря і генерують кисень. 1м² трав'яного покриву поглинає з повітря і переробляє 0,2 кг шкідливих речовин.

Вибір рослин – відповідальний процес, який визначає не тільки естетичні характеристики саду, але і ступінь складності догляду за ним. Рослини на даху знаходяться в екстремальних умовах, подібних до гірських, і повинні бути адаптовані до них. Не всі рослини здатні витримати морозні зими при тонкому промерзаючому ґрунті. Тому основні вимоги до них на даху – стійкість до різкого перепаду температури, морозів, вітрів, сухості повітря, нестачі поживних речовин і вологи.

Перелік рослин, рекомендований для озеленення дахів, включає близько 50 видів, і всі вони підходять для умов України. До них відносяться різні сорти очитки, багато трав'янистих і ґрунтопокривних рослин. Зазвичай на газон висаджується їх композиція. З дерев переважно карликові породи – листяні чагарники (наприклад, клен «фламінго», клематис, хвилівник, рододендрон і хвойні (ялівець, ялини, гірська сосна). Слід ретельно обирати обсяг ґрунту, окремо підбираючи склад для кожної ландшафтної композиції.

На основі наукових даних, завдяки сучасному програмному забезпеченню можливе індивідуальне моделювання ефективності озеленення міста на рівні будівлі або району. Таким чином, зелені дахи – це як рішення для орієнтованого на майбутнє сталого міського розвитку при міському плануванні на прикладі міста Житомир.

В наші дні ідея озеленення покрівель не має кордонів. Зелений дах отримав міжнародне визнання та незалежно від особливостей клімату використовується в усіх регіонах та країнах світу – від Америки до Австралії,

від Аргентини до Китаю. Зараз озеленений дах є одним з найперспективніших напрямків ландшафтного дизайну зовнішнього простору. У розвинених країнах урядові структури та місцеві муніципалітети намагаються різними способами заохочувати архітекторів, проєктантів, власників нерухомості до озеленення міських покрівель, зокрема шляхом матеріального стимулювання: зниженням податків, пільгами або частковою допомогою з фінансуванням. Лідером за кількістю зелених дахів у Європі є Німеччина, де кожного року створюється близько 14 мільйонів зелених дахів (Кривомаз, Савченко, 2021).

Отже, зелені дахи, відповідаючи екологічним викликам сучасності, можуть стати не тільки окрасою урбопросторів, але і прекрасним рішенням для поліпшення якості повітря та стати звичною практикою для міст України та всього світу.

Наше дослідження-проєкт планується проводитися на прикладі міста Житомир, яке в подальшому можна використовувати для всієї зони Полісся, бо інші зони, відрізняються як географічно, так і кліматично. Основним орієнтиром досліджень, є висота опадів та місячні температури, щоб дослідити, якою мірою ця місцевість та кліматичні умови впливають на розвиток рослин на даху.

Для збалансованого росту рослин, крім необхідного догляду, важливу роль в оптимальному зростанні рослин відіграють і властивості субстрату. Тому субстрати досліджуються більш уважно, використовуючи вибрані фізико-хімічні параметри, які мають особливе значення для фізіології рослин.

Особлива увага приділяється вмісту води та об'єму повітряних включень, а також вмісту поживних речовин у субстратах.

Мета проєкту: зробити місто Житомир більш комфортним для життя. Рослини мають дати затінок та поліпшити якість повітря.

Перший і очевидний результат – охолодження. Завдяки тому, що рослини використовують сонячну енергію для фотосинтезу, а також відкидають тінь на стіну, поверхня будинку не перегрівається. А випаровування вологи з поверхні рослин дає охолоджувальний ефект. Дослідження показали, що озеленення стіни дає зниження температури поверхні на 4,67°C у порівнянні із голою стіною.

По-друге, рослини затримують леткі органічні сполуки, пил, інші мікрочастки та виділяють кисень, тому покращують якість повітря. Київ декілька разів вривався у світові лідери із найгіршої якості повітря. Тому збільшення площі зелених насаджень, зокрема вертикального озеленення, має позитивно вплинути на ситуацію, хоча і не розв'яже проблему, адже не впливає на джерело забруднення.

Також вертикальне озеленення знижує рівень шуму, залежно від виду рослини та віддаленості джерела звуку. Проте чим вищий рівень шуму, тим вищий ризик ішемічного захворювання серця, тому навіть незначне його зниження позитивно впливає на здоров'я.

Крім того, зелені насадження – це осередки біорізноманіття в місті. Вони можуть створювати цілі екосистеми, приваблюючи комах та птахів. Комахи потрібні в будь-якій екосистемі, адже вони як мінімум є і запилювачами, і кормом для пташок.

Дослідження ділиться на п'ять кроків:

1. За кліматичними умовами (опаді та температура) підібрати рослини, які добре пристосовані для зони Полісся і можуть використовуватись на зелених дахах. Приклад негативного впливу температурного фактору наведено на рисунку 2.

2. Дослідження причин різного стану рослинності, виведення можливих рішень щодо необхідного догляду та реабілітації.

3. Фізико-хімічні дослідження субстратів (висота основи на покрівлі, ємність для зберігання води/об'єм повітряних порожнеч, значення рН, солоність, вміст азоту) Практичні дослідження для оптимізації догляду (удо-

брення, зрошення) різних видів субстратів, але з тією самою рослинністю (включаючи багатofакторний тест) (див. рис. 3).

4. Розробка оптимальних, екологічних та економічно ефективних концепцій обслуговування та реабілітації.

5. Виведення рекомендацій для власників нерухомості для досягнення сталого ландшафтного дизайну і, таким чином, підвищення вартості будівлі та популяризації «зеленого будівництва» – як однієї зі складових озеленення міст.

Озеленення – важливий елемент адаптації до зміни клімату, але і його треба впроваджувати продумано (Іванюта, Коломієць, Малиновська, Якушенко, 2020). За будь-якими зеленими насадженнями необхідно доглядати. Слід зазначити, що догляд за рослинами на даху не складний та зводиться до систематичного поливу та підживлення спеціальними добривами. Для спрощення процедури догляду можна встановити систему автоматичного поливу рослин. Добрива найкраще додати до посадки рослин в ґрунт або ж використовувати підживлення при поливі.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Зовнішнє озеленення будівель на сьогодні є ефективним засобом для поліпшення екологічної ситуації в містах та відмінний спосіб благоустрою території, районів, будинків. Це не стільки модне віяння, а й по-справжньому виправданий проєкт. Наразі в Україні зелені дахи – це нова технологія, а у місті Житомир та Житомирській області їх взагалі немає, тому це буде крок до сталого розвитку не лише нашого регіону,



Рис. 2. Приклад негативного впливу температурного фактору на озеленення даху

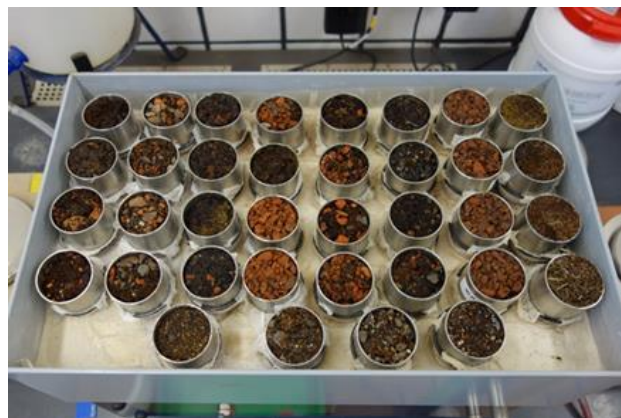


Рис. 3. Коробка зі зразками субстратів

а і для України загалом. Тому озеленення дахів на сьогодні є ефективним засобом для поліпшення екологічної ситуації в містах. Сучасні прийоми і конструкції дозволяють створювати зручні, ефективні та економічні системи зовнішнього озеленення будівель.

У той же час наслідки зміни клімату (спека та сильні дощі, шторми, підвищений ризик поведінки) вимагають збільшення утримання дощової води та контрольованого скидання в каналізаційну систему. Вище перераховані фактори

встановлюють та супроводжують стратегію зелених дахів міста Житомир науковим обґрунтуванням. Наші наукові дослідження служать допоміжним матеріалом щодо питань зелених дахів та пропонують аргументацію щодо обов'язкових процедур планування землекористування та отримання дозволів на будівництво. Зацікавленими сторонами є органи міського самоврядування, а також архітектори, забудовники та інвестори і звичайно ж самі жителі нашого міста.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Шевченко О., Сніжко С. Зміна клімату та українські міста: прояви та проєкції до кінця ХХІ століття на основі RCP-сценаріїв. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка: Географія*. 2019. Т. 2(75). С. 11–18.
2. The United Nations Human Settlements Programme – UN-HABITAT: <https://unhabitat.org> (дата звернення: 15.08.2022).
3. Cities and climate change global report on human settlements: <https://unhabitat.org/cities-and-climate-change-global-report-on-human-settlements-2011> (дата звернення: 17.08.2022).
4. Кривомаз Т.І., Савченко А.М. Адаптація секторів міського розвитку до кліматичних змін. *Екологічна безпека та природокористування*. 2021. № 2 (38). С. 64–78.
5. Бобраков А.А., Куліш С.А., Вакулук Я.Є. Озеленення як інноваційний метод при проектуванні енергоефективних будівель та споруд. *Комунальне господарство міст*. 2019. (152). С. 119–123.
6. Богун К.В. Соціально-економічні та екологічні наслідки озеленення дахів будівель: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=1804>.
7. Швець В. В., Руденко К. С., Веремій О. Г. Формування екологічного каркасу міста. Укриття під зеленим покривом. *Науково-технічний збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві»*. 2010. Т. 9. № 2. С. 139–143.
8. Таранець Л. А., Кузьменко Т. Ю. Зовнішнє озеленення будівель : основні прийоми. Історичний досвід і сучасні тенденції розвитку архітектури, дизайну, містобудування та образотворчого мистецтва : зб. наук. праць за матеріалами Всеукр. наук. конф. молодих вчених, аспірантів та студентів, 20–22 трав. 2015 р. Полтава: ПолтНТУ, 2015. С. 417–422.
9. Кривомаз Т.І., Савченко А.М. Зниження впливу будівельної галузі на кліматичні зміни шляхом впровадження принципів зеленого будівництва. *Екологічна безпека та природокористування*. 2021. № 37 (1). С. 55–68.
10. Іванюта С.П., Коломієць О.О., Малиновська О.А., Якушенко Л.М. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь; за ред. С.П. Іванюти. К.: НІСД, 2020. 110 с.

REFERENCES:

1. Shevchenko O., Snizhko S. (2019). Zmina klimatu ta ukrainski міста: proiavy ta proektsii do kintsia KhKhI stolittia na osnovi RCP-stsenariiv. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka: Neohrafiia*. Т. 2(75), p.p. 11–18. [in Ukrainian].
2. The United Nations Human Settlements Programme – UN-HABITAT: <https://unhabitat.org>. [in English].
3. Cities and climate change global report on human settlements: <https://unhabitat.org/cities-and-climate-change-global-report-on-human-settlements-2011>. [in English].
4. Kryvomaz T.I., Savchenko A.M. (2021). Adaptatsiia sektoriv miskoho rozvytku do klimatychnykh zmin. *Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannia*. 2021. № 2 (38). P.P. 64–78. [in Ukrainian].
5. Bobrakov A.A., Kulish S.A., Vakuliuk Ya.Ie. (2019). Ozelenennia yak innovatsiinyi metod pry proektuvanni enerhoefektyvnykh budivel ta sporud. *Komunalne hospodarstvo mist*. (152), p.p. 119–123. [in Ukrainian].
6. Bohun K.V. Sotsialno-ekonomichni ta ekolohichni naslidky ozelenennia dakhiv budivel: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=1804>. [in Ukrainian].
7. Shvets V.V., Rudenko K.S., Veremii O.H. (2010). Formuvannia ekolohichnoho karkasu міста. Uкрыття pid zelenym pokryvom. *Naukovo-tekhnichnyi zbirnyk «Suchasni tekhnolohii, materialy i konstruksii v budivnytstvi»*. Т. 9. № 2, p.p. 139–143. [in Ukrainian].

8. Taranets L.A., Kuzmenko T.Yu. (2015). Zovnishnie ozelenennia budivel : osnovni pryiony. Istorychnyi dosvid i suchasni tendentsii rozvytku arkhitektury, dyzainu, mistobuduvannia ta obrazotvorchoho mystetstva : zb. nauk. prats za materialamy Vseukr. nauk. konf. molodykh vchenykh, aspirantiv ta studentiv, 20-22 trav. 2015 r. Poltava: PoltNTU, pp. 417–422. [in Ukrainian].

9. Kryvomaz T.I., Savchenko A.M. (2021). Znyzhennia vplyvu budivelnoi haluzi na klimatychni zminy shliakhom vprovadzhennia pryntsyviv zelenoho budivnytstva. Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannia. № 37 (1), p.p. 55-68. [in Ukrainian].

10. Ivaniuta S.P., Kolomiets O.O., Malynovska O.A., Yakushenko L.M. (2020). Zmina klimatu: naslidky ta zakhody adaptatsii: analit. dopovid; za red. S.P. Ivaniuty. K.: NISD, 110 p. [in Ukrainian].