

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально - науковий інститут екології
Кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

на тему

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ І ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ М. РИГА (ЛАТВІЯ)

Виконав: студентка 2 курсу, групи ЗДЕ-73
спеціальності : 101 «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

_____/Маргарита БУГАКОВА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник _____/ д. геогр. н, проф.,
Надія МАКСИМЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент _____/
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри _____/ д. геогр. н, проф.,
Надія МАКСИМЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль _____/Аліна ГРЕЧКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК _____/Світлана БУРЧЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2022 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА

Навчально-науковий інститут екології
Кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) магістр
Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____/ проф. Надія МАКСИМЕНКО
підпис ім'я та прізвище

“01” листопада 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)

Маргариті БУГАКОВІЙ

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи Особливості формування і функціонування зеленої інфраструктури м. Рига (Латвія)

керівник роботи Надія Максименко, доктор географічних наук, професор,
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “10” листопада 2022 року №4301-5/1990

2. Строк подання студентом роботи 21.11. 2022 р.

3. Перелік питань, які потрібно розробити

1. Опис та огляд наукових публікацій по темі: особливості формування і функціонування зеленої інфраструктури м. Рига (Латвія)
2. Пошук на території міста Рига різних об'єктів зеленої інфраструктури.
3. Обчислення загальних та окремих площ зелених зон кожного району міста Риги.

4. Розрахунок та оцінка рівня функціонування ЗІ за допомогою зеленого індексу територій, тобто обчислення забезпеченості населення зеленими насадженнями.
 5. Дати рекомендації щодо впровадження та використання даного дослідження.
 6. Зробити висновки.
4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Огляд наукових публікацій по темі
2	Оцінка зеленої інфраструктури м. Рига (Латвія)
3	Розрахунки, аналіз, написання роботи.

5. Дата видачі завдання 16.05.2022 р.

Студент _____
підпис

Маргарита БУГАКОВА
ім'я і прізвище

Керівник роботи _____
підпис

проф., Надія МАКСИМЕНКО
посада, ім'я і прізвище

АНОТАЦІЯ

**ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ І ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗЕЛЕНОЇ
ІНФРАСТРУКТУРИ М. РИГА (ЛАТВІЯ)**

Маргарита БУГАКОВА

Кваліфікаційна робота «Особливості формування і функціонування зеленої інфраструктури м. Рига (Латвія)» містить 44 сторінки, 4 розділи, 2 підрозділи, 3 таблиці, 17 рисунків, 10 використаних джерел та 3 додатки.

Мета роботи: визначити особливості формування та функціонування ЗІ у м. Рига та порівняти забезпеченість населення зеленими зонами у різних адміністративних одиницях міста.

Актуальність теми. Зелена інфраструктура виконує ряд екосистемних функцій у містах тому важливо аналізувати ситуацію з забезпеченістю населення зеленими насадженнями для стабільного розвитку міських територій.

Завдання. Провести натурні дослідження зеленої інфраструктури, проаналізувати статистичні дані про площу зелених зон різних районів м. Рига, щодо забезпеченості населення ЗІ.

Методи. Робота включає аналітичний, порівняльний, методологічний та практичний методи дослідження.

Результати. Для роботи було взято 6 адміністративних районів м. Рига, до кожного з яких було розраховано площу відповідної зеленої зони та кількість населення. Шляхом математичних розрахунків співвідношення площі до числа мешканців того чи іншого району було виявлено що: найбільш забезпеченими ЗІ являються 5 районів із 6. Загалом місто можна вважати добре забезпеченим ЗІ. Окремо виявлені й описані окремі локації, як елементи ЗІ.

ЗЕЛЕНА ІНФРАСТРУКТУРА, ЗЕЛЕНИЙ ІНДЕКС, УРБОСИСТЕМИ,
КЛІМАТ МІСТА, ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ.

ANNOTATION

**FEATURES OF THE FORMATION AND FUNCTIONING OF THE GREEN
INFRASTRUCTURE OF THE CITY OF RIGA (LATVIA)**

Marharyta BUHAKOVA

Qualification work "Features of the formation and functioning of the green infrastructure of the city of Riga (Latvia)" contains 44 pages, 4 chapters, 2 subdivisions, 4 tables, 17 figures, 10 used sources and 3 appendices.

The purpose of the work: to determine the specifics of the formation and functioning of GI in the city of Riga and to compare the provision of green areas to the population in different administrative units of the city.

Relevance of the topic. Green infrastructure performs a kind of ecosystem functions in cities, therefore it is important to analyze the situation with the provision of green spaces to the population for the stable development of urban areas.

Task. Conduct field studies of green infrastructure, analyze statistical data on the area of green zones in various districts of the city of Riga, regarding the security of the population of GI.

Methods. The work includes analytical, methodological and practical methods.

The results. For work, 6 administrative districts of the city of Riga were taken, for each of which the area of the corresponding green zone and the number of the population were calculated. Through mathematical calculations of the ratio of the area to the number of residents of one or another district, it was found that: 5 out of 6 districts are the most equipped with social services. In general, the city can be considered well-supplied with social services. Separate locations were identified and described separately as elements of GI.

GREEN INFRASTRUCTURE, GREEN INDEX, URBO SYSTEMS, CITY
CLIMATE, ECOSYSTEM SERVICES.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ ПО ТЕМІ «ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ І ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ М. РИГА (ЛАТВІЯ)».....	9
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ОЦІНКИ ФОРМУВАННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В РИЗІ	14
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ТА ОЦІНКИ ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ НАСЕЛЕННЯ М. РИГА ЗЕЛЕНОЮ ІНФРАСТРУКТУРОЮ...	15
3.1 Опис територіальних районів міста та їх об'єктів зеленої інфраструктури.....	15
3.2 Розрахунки забезпеченості населення зеленими зонами та порівняльна характеристика районів.....	20
РОЗДІЛ 4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗМІЦНЕННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В М. РИГА НА ПІДСТАВАХ ВЛАСНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ.....	27
ВИСНОВКИ	29
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	30
ДОДАТКИ	32

ВСТУП

Актуальність теми. Розвиток зеленої інфраструктури в містах є важливою основою для формування сприятливих умов існування населення та створення балансу в урбанному кліматі. Головними просторовими структурами природних територій міста Рига є: парки, ліси, лісопарки, сквери, сади, берегові лінії та островки. Збалансованість між площами цих зон та щільністю населення напряму впливає на екологічну ситуацію, а якщо вона порушена в від'ємну сторону до частки ЗІ, то це може спричинити безліч наслідків: збільшення рівня вуглекислого газу, підвищену шумоізоляцію, забруднення водоймищ, погіршення здоров'я населення, скорочення популяції міської флори та фауни, затоплення територій, зсуви та інше. Тому варто слідкувати за статистичними показниками, вчасно їх аналізувати, бо це дає можливість створювати необхідні програми та напрями в розвитку ЗІ до того, як ситуація може стати критичною або невирішальною.

Тема кваліфікаційної роботи – особливості формування і функціонування зеленої інфраструктури м. Рига (Латвія).

Мета і завдання роботи. Визначити особливості формування ЗІ в місті Рига та зробити аналітичне порівняння рівня функціонування зелених зон в різних районах міста.

Завдання. Зробити огляд наукової літератури на тему: «Особливості формування і функціонування зеленої інфраструктури м. Рига (Латвія)», провести оглядовий аналіз прикладів зелених зон міста, виконати математичні розрахунки забезпеченості населення озелененими територіями міста, зробити висновки.

Об'єкт дослідження – парки, сквери, лісопарки, ліси, берегові лінії, садиби.

Предмет дослідження – оцінка особливостей формування та функціонування зеленої інфраструктури в м. Рига.

Основна гіпотеза (постановка проблеми) дослідження – якщо вчасно проводити моніторинг забезпеченості населення зеленою інфраструктурою в

м. Рига, то можна запобігти можливим екологічним наслідкам до того, як ситуація може стати невирішальною (розробити необхідні проєкти та рекомендації щодо поліпшення стану ЗІ).

Методи дослідження. Робота включає теоретичні і практичні методи дослідження.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше було проведено розрахунки щодо забезпеченості кожного окремого району міста Риги об'єктами зеленої інфраструктури.

Практичне значення одержаних результатів. Одержані результати мають бути використані як аргумент для подальшого впровадження проєктів щодо стійкого розвитку міста в галузі зеленої інфраструктури, а саме, врегулюванні площ зелених насаджень у кожному районі м. Рига.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ ПО ТЕМІ «ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ І ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ М. РИГА (ЛАТВІЯ)»

Зелена інфраструктура – це спланована мережа зелених (природних) просторів, яка частково, або повністю поєднується з іншими об’єктами навколишнього середовища. До складу ЗІ включаються зелені зони, сині зони та інші елементи наземних територій сільської та міської місцевості [1].

Україна в останні роки являється активним учасником стратегій сталого розвитку, які включають програми для покращення стану екосистеми за допомогою озеленення міст. Так навіть в наших дослідженнях цього та минулого року визначався вплив об’єктів зеленої інфраструктури на якість поверхневого стоку на прикладі зелених дахів м. Харкова (Додаток 1) та перспективи використання зелених дахів в умовах зміни клімату для сталого розвитку міст (Додаток 3). Ці експерименти показали, що вплив ЗІ на екосистему міста та конкретно на блакитну інфраструктуру має дуже вагоме значення [10]. Тому слід проводити якомога більше моніторингів щодо функціонування об’єктів ЗІ в наших містах [2]. Окрім цього було проведено роботу з оцінки причин та наслідків лісових пожеж в Харківській області (Додаток 2), де було приведено низку рекомендацій щодо їх збереження. Адже ліс відіграє ще вагомішу роль у функціонуванні екосистемних послуг [3].

Важливим у цій оцінці також є аналіз рівня розвитку зелених територій міста в інших країнах. Наприклад, Латвії, країні Європейського Союзу, яка вже багато років працює в розвитку цієї теми.

Латвія неодноразовий учасник міжнародних проєктів за темою пов’язаною з розвитком зеленої інфраструктури. Її парки та зелені зони багатьох міст, у тому

числі міста Рига, входять до складу Європейської екологічної мережі Natura 2000, яка проводить постійний моніторинг екологічного стану та впроваджує природоохоронні заходи задля збереження територій ЗІ [4].

За включеннями окремих заходів щодо планування політики екологічного та регіонального розвитку у Ризі відповідає асоціація «Зелена свобода». В основі стратегій організації лежить мета – досягти гармонічного співіснування людини з природою та навколишнім середовищем [5].

Проекти Мінприроди Європейського Союзу зі стратегіями розвитку зеленої інфраструктури в Ризі містять в собі довгочасні та короточасні пріоритети галузевої політики, головними з них є:

- розробка загальної стратегічної основи;
- дослідження ефективності окремих елементів міської зеленої інфраструктури (збір дощової води, багатофункціональність зелених зон, зелені дахи та стіни тощо);
- інтеграція підходу зеленої інфраструктури в міське планування;
- покращення якості екосистемних послуг та доступності у великих природоохоронних територіях;
- інтеграція підходу зеленої інфраструктури в лісове господарство та транспортні системи для покращення зв'язності середовищ існування [9].

Із прогресуючих проєктів на сьогоднішній день, можна навести приклад діючі програми компанії Group 93 зі «Стратегії сталого розвитку міста Риги до 2030 року», в яку входить екологічний огляд природних територій та ресурсів міста [8]. Робота включає опис та дослідження кожної категорії об'єктів зеленої інфраструктури:

- Ліси. У Ризі ліси забезпечують охорону флори та фауни НС, стабілізують температурно-вологісний режим міста, зменшують вплив вітру, зменшують забруднення та шум, задовольняють естетичні запити населення,

позитивно впливають на фізичне та психічне здоров'я людей, зберігають культурні цінності зелених насаджень, забезпечують додаткову вартість у туристичній галузі. Згідно з інформацією, наданою Державною службою лісового господарства на 2020 рік, Ризі належить понад 4 тис. га лісів на адміністративній території міста, а також 57 тис. га лісу в Ризькому регіоні, яким управляє SIA "Rīgas meži".

– Лісопарки. До них належать: вкриті деревами території загального користування (відпочинку, спорту, туризму) різного рівня благоустрою. У лісопарках спеціально створюється інфраструктура, яка потребує регулярного утримання та оновлення. SIA "Rīgas meži" управляє 10 лісопарками Риги.

– Зелені насадження. Громадські зелені насадження Риги (парки, сади і сквери) охоплюють близько 300 га території міста, тобто 2 % усіх міських зелених насаджень і лісів лише 1,2 % площі території міста. 226 га зелених насаджень Ризького міського муніципалітету управляється, підтримується і розвивається SIA "Rīgas meži".

– Сімейні садиби. Сімейний сад є тимчасовим видом використання території. Єдиних обов'язкових правил в Ризі про використання сімейних садів не прийнято, і в результаті садові території використовуються і озеленюються дуже по-різному.

– Особливо охоронювані природні території. В адміністративних межах міста Рига знаходяться три особливо охоронювані природні території, що входять до мережі охоронюваних природних територій європейського значення (Natura 2000). Природний парк «Пійора (Приморський)», який як природна заповідна територія включає колишні природні заповідники: Вакарбуллі, Даугавгріва, Вецдаугава, Яунциемс. На території міста Риги також знаходиться природний заповідник Кремері, який нажалі не входить до Natura 2000.

– Мікробар'єри. На території міста Риги створено 12 мікрозаповідників, які призначені для невеликих біологічно цінних територій, для охорони рідкісних і охоронюваних середовищ, місць проживання видів або родовищ. Їх загальна площа становить 34,5 га. П'ять мікрозаповідників знаходяться на території Приморського природного парку.

– Острови. З точки зору збереження біологічного різноманіття важливими територіями є острови Даугави, які розташовані за межами історичного центру Риги. Біологічно цінні ділянки також можна знайти на острові Рутки і Кудиньсала. Важливе значення для орнітофауни міста має острів Щур. Під час моніторингу водоплавних птахів, організованого дирекцією Ризького вільного порту та проведеного Інститутом біології Латвійського університету, встановлено, що на острові Журки сформувалася стабільна та зростаюча популяція сріблястих чайок.

– Луги. Спільні луки також мають біологічне значення. Це важлива територія для охорони як птахів, так і рослин - галявина території аеродрому є найважливішою з точки зору різноманітності видів рослин і середовищ існування.

– Узбережжя. З точки зору біологічного різноманіття найбільш цікаві території Риги зосереджені на узбережжі Ризької затоки Балтійського моря. Тут виявлено 9 типів місць існування, які особливо охороняються в Латвії, і 13 видів місць існування європейського значення. Майже все узбережжя Ризької затоки розташоване на території природного парку Пійора (Приморського) [6].

Список програм за участі м. Рига та в цілому Латвії з метою розвитку зелено-блакитної інфраструктури можна перераховувати безкінечно. Так, проєкт life+twiette допоміг у створенні парку заплави Двіетє. Адже він став акумулювати води Даугави в 20-кілометровій старій долині, зменшуючи їх вплив далі за течією. На території природного парку виявлено 12 особливо охоронюваних видів рослин і тварин, більше 40 видів птахів і 7 біотопів, що охороняються в

Європі. Нині зелена мережа парку включає 333 території – 4 заповідники, 4 національні парки, 239 заказників, 37 природних парків, 9 заповідних ландшафтних територій, 7 заповідних морських територій та 24 мікрозаповідники. Наземні території Natura 2000 займають 12 % (787 729 га) загальної площі Латвії. На цих територіях діють різні режими охорони та управління – від мінімальних обмежень в охоронюваних ландшафтних зонах до повної заборони господарської діяльності в заповідниках. Тож робота стратегічних програм активно розвивається на території Латвії та міста Рига [7].

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ОЦІНКИ ФОРМУВАННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В РИЗІ

Щоб оцінити наскільки ефективно працює система заходів збереження біорізноманіття за допомогою створення та розвитку зелених зон в місті Рига, недостатньо зробити теоретичний огляд. Для створення повноцінної картини дослідження, було обрано визначення забезпеченості населення площею парків, садів, та інших об'єктів ЗІ. Але в розрахунках не були використані міські кладовища, через те, що їх зона недостатньо озеленена і більшу частину площі займає територія поховання. Окрім цього нестабільними зеленими насадженнями являються мікрорайонні посадки та поодинокі дерева, які також не були використані в експерименті.

Для досліду був проведений статистичний збір даних про чисельність населення кожного району міста та площ присутніх на них окремих зелених ділянок. За допомогою програми супутникових знімків Google-Планета Земля було розраховано приблизну площу кожного з лісів та парків, площі яких не визначалися у загальних даних та/або екологічних проєктах Nature 2000.

Для візуального сприйняття території, практичним методом було створено картографічні твори районування міста та ілюстрації конкретних об'єктів зеленої інфраструктури.

Математичні розрахунки проводилися згідно загальноприйнятої оцінки індексу зелених насаджень як відношення площі до кількості людей. Висновки за результатами розрахунків були зроблені згідно Європейських норм щодо правил озеленення території міста [9].

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ТА ОЦІНКИ ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ НАСЕЛЕННЯ
М. РИГА ЗЕЛЕНОЮ ІНФРАСТРУКТУРОЮ

3.1 Опис територіальних районів міста та їх об'єктів зеленої інфраструктури

Рига розташована в центральній частині Латвії, на південному узбережжі Ризької затоки Балтійського моря, в гирлі найбільшої річки Латвії Даугави. Територія Ризького міського муніципалітету поділяється на шість адміністративно-територіальних одиниць, які і було взято для оцінки забезпеченості рижан зеленою інфраструктурою (Рис. 3.1).

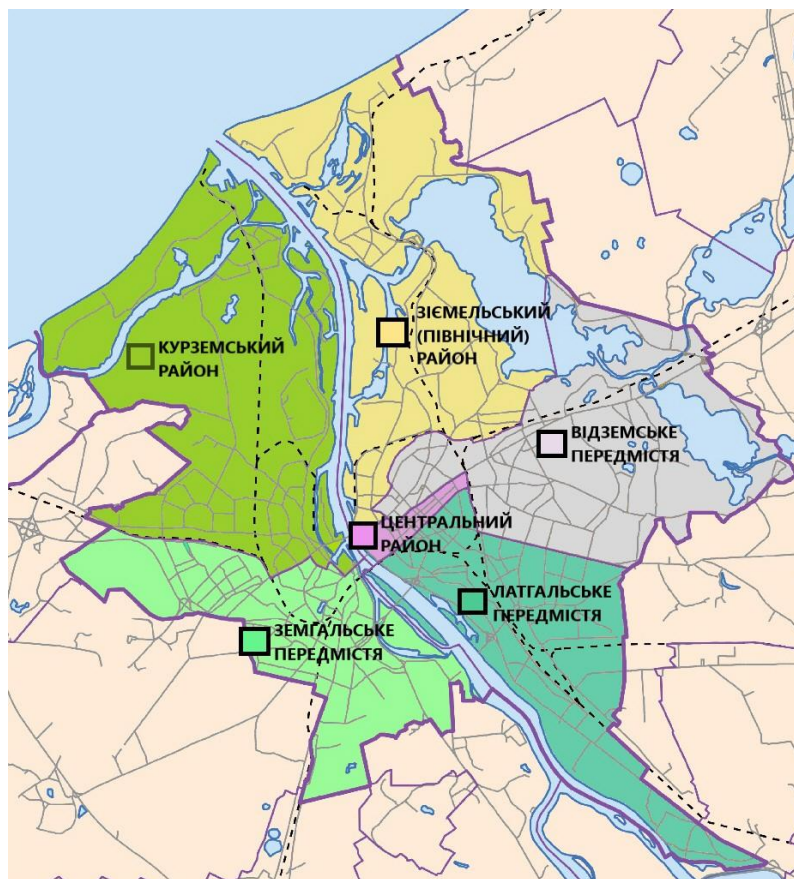


Рис. 3.1 – Адміністративний розподіл Риги

Курземський район знаходиться на північній частині лівого узбережжя річки Даугави. Займає площу близько 79 км² з чисельністю населення 133505 чоловік. До складу об'єктів зеленої інфраструктури входить: Ботанічний Сад Лу, парк Дзегужкалнс, садиба Нордекю, Садиба Анніньмуйжа, зелена зона передпляжна зона Вакарбуллі, ліс Даугавгріва, ліс Іманта, Заповідник Вецдаугава (Рис. 3.2).



Рис. 3.2 – Заповідник Вецдаугава

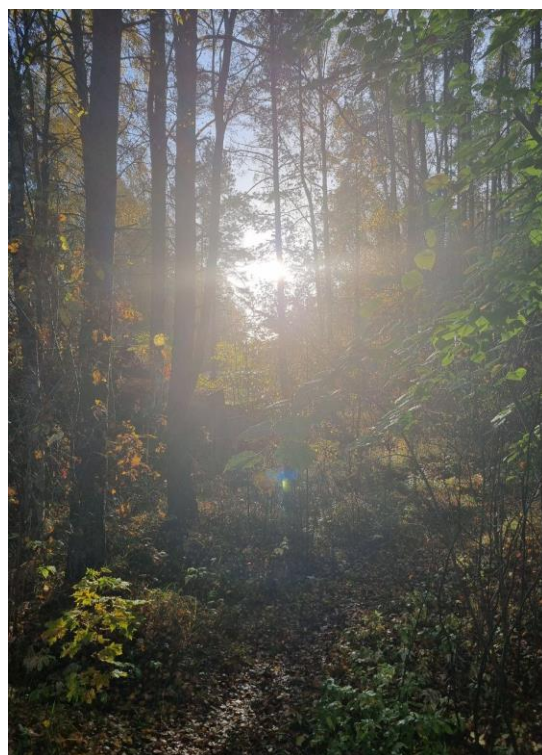


Рис. 3.3 – Ліс Іманта

Земгальське передмістя межує з Курземським районом та займає південно-західну частину міста. Площа передмістя складає близько 41 км² з чисельністю 105090 чоловік. Об'єкти зеленої інфраструктури, які охоплює район, це: ліс Зієпнієккалнс, Ебельмуйзький парк, парк Луцавсала (включаючи узбережжя, Рис. 3.5), парк Аркадія, парк Перемоги, Молодіжний парк, сад Кобі, ліс Мукупурвс (Рис. 3.4).

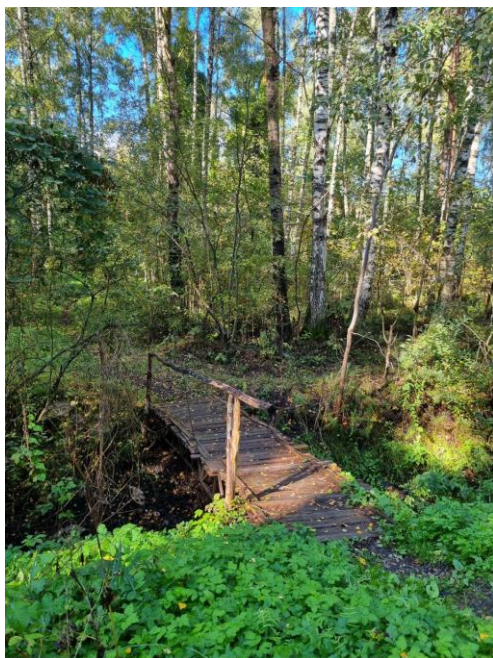


Рис. 3.4 – Ліс Мукупурвс



Рис. 3.5 - Острів Луцапсала

Зіємельський (раніше Північний район) знаходиться на правобережній частині р. Даугави, займає всю південно-східну частину Риги. Площа району 77 км², з населення 80652 чоловік. До складу об'єктів ЗІ відноситься: сад Вієнстура, Міжпарк (Рис. 3.7), ліс Мілгравіс, ліс Космічна Сосна, ліс Мангальсал (Рис. 3.6).

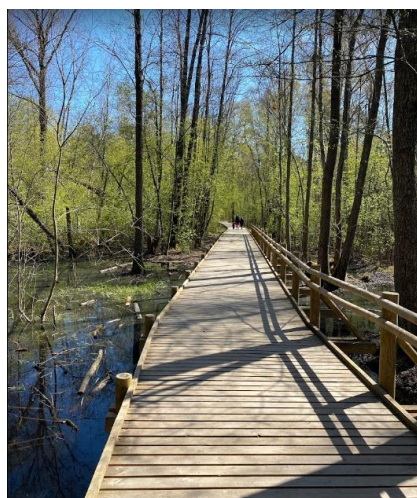


Рис. 3.6 – Ліс Мангальсал



Рис. 3.7 - Міжпарк

Центральний район площею 3 км² з населенням 24 547 чоловік розміщений в самому серці Риги, де зібрались найбільш відомі об'єкти зеленої інфраструктури: Вермандський парк, Еспланада (Рис. 3.8), Бастіонний парк (Рис. 3.9 та 3.11), Парк Кронвальда (Рис. 3.10), сквер Штрік Хаус.



Рис. 3.8 – Парк Еспладана

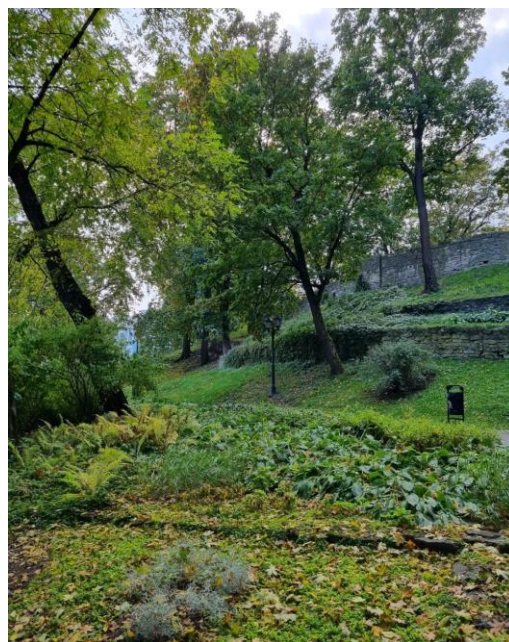


Рис. 3.9 – Бастіонна гірка



Рис. 3.10 – Парк Кронвальда



Рис. 3.11 – Бастіонний парк

Відземське передмістя займає площу 57 км^2 з чисельністю населення 172064 людини. Географічно передмістя простягається у східній частині міста від самого центру. До складу зеленої інфраструктури входять наступні об'єкти: ліс Бікернієку (Рис. 3.13), ліс Бабеліте (Рис. 3.12), парк Кегермуйджа та парк Страздумуйджа.

Латгальсьське передмістя знаходиться на північній частині міста та займає площу близько 50 км^2 з чисельністю населення 193287 чоловік. Основними об'єктами зеленої інфраструктури являються: парк Грізінькалнс (Рис. 3.15), парк Зієдоньдарзс, сад Миру, Тихий сад (Рис. 3.14), садиба Мазюмправас.



Рис. 3.12 – Ліс Бернієку

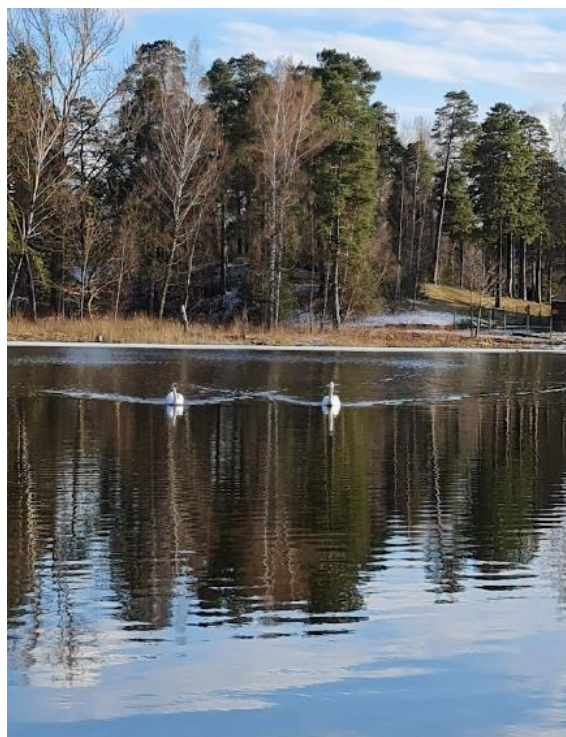


Рис. 3.13 - Ліс Бабеліте

За офіційними даними Центрального статистичного управління реєстру мешканців міста Рига, кількість населення на 2022 рік складає близько 709145 жителів на площу міста 307 км^2 . Озеленена територія займає приблизно $106,8 \text{ км}^2$ міста та в середньому розташована в межах до 300 метрів від житлових масивів.

Але чи забезпечує це кожного жителя достатньою площею зеленої інфраструктури поки невідомо.

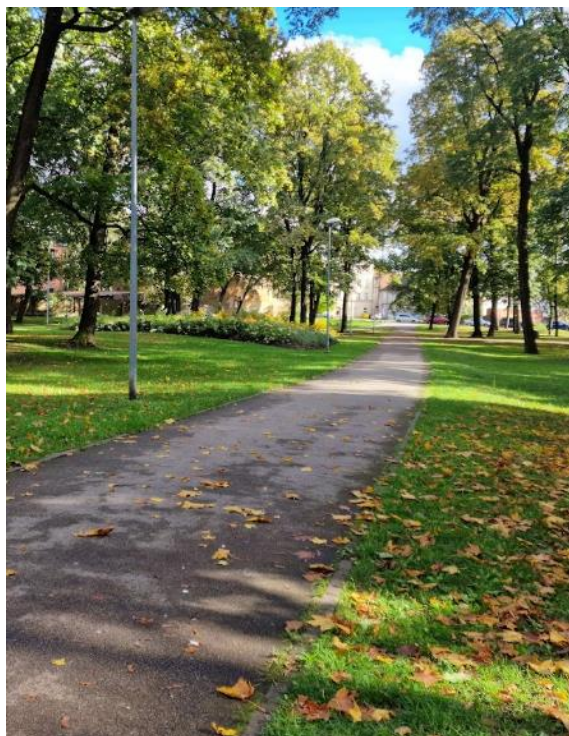


Рис. 3.14 – Тихий сад

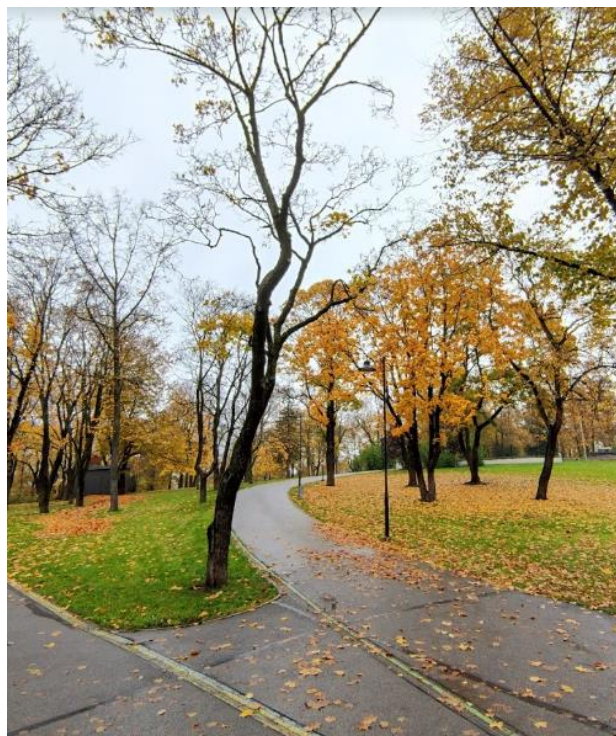


Рис. 3.15 – Парк Гризінькалнс

3.2 Розрахунки забезпеченості населення зеленими зонами та порівняльна характеристика районів

Для розрахунків було використано окремі площі зелених насаджень кожного району (Табл. 3.1, Табл. 3.2) та відповідну чисельність населення району/передмістя. Також було визначено відсотковий склад частини озелененої території від загальної площі, що дало змогу зрозуміти середній показник забезпеченості зеленими насадженнями для жителів м. Рига (Табл. 3.3).

Таблиця 3.1

Адміністративний розподіл ЗІ м. Рига

Адміністративний район м. Рига					
Курземський район		Земгальське передмістя		Зіємельський (Північний) район	
Об'єкт ЗІ	Площа, км ²	Об'єкт ЗІ	Площа, км ²	Об'єкт ЗІ	Площа, км ²
Ботанічний Сад Лу	0,148	Зієпнієккалнс (зелена зона)	1,0717	Сад Вієстура	0,076
Дзєгужкалнс	0,064	Ебельмуйзький парк	0,089	Міжпарк	8,047
Садиба Нордекю	0,036	Парк Луцавсала	0,137	Мілгравіс (зелена зона)	0,45
Даугавгріва (зелена зона)	1,62	Парк Аркадія	0,096	Космічна Сосна	6,3
Вакарбуллі (зелена зона пляжу)	5,46	Парк Перемоги	0,367	Мангальсал (зелена зона)	4,88
Садиба Анніньмуйжа	55,13	Молодіжний парк	0,0078		
Гори Іманта	4,25	Сад Кобі	0,02		
Вакарбуллі (зелена зона за пляжем)	7,52	Мукупурвс (ліс)	1,92		

Таблиця 3.2

Адміністративний розподіл ЗІ м. Рига (продовження)

Адміністративний район м. Рига					
Центральний район		Відземське передмістя		Латгальське передмістя	
Об'єкт ЗІ	Площа, км ²	Об'єкт ЗІ	Площа, км ²	Об'єкт ЗІ	Площа, км ²
Вермандський парк	0,05	Бікернієцький	6,42	Гризінькалнс парк	0,367
Еспланада	0,087	Бабеліте (зелена зона пляжу)	1,08	Зієдоньдарзс	0,063
Бастіонний парк	0,15	Страздумуйжа	0,26	Латгальський	0,082
Парк Кронвальда	0,13	Кегермуйджа	0,184	Садиба Мазюмправас	0,28
Сквер Штрік Хауса	0,0136			Сад Миру	0,067
				Тихий Сад	0,06

За розрахунками площі зелених насаджень, найбільшу частку має Курземський район, де площа ЗІ досягає 93 % від загальної 79 км². Найменша частка у Земгальському та Латгальському передмісті, де частка зеленої зони від своєї загальної площі складає 1,8 % і 9 % відповідно. Середні значення озеленення мають Центральний район (14 %), Відземське (13 %) та Зіємельське (25 %) передмістя.

Щоб оцінити забезпеченість кожного жителя зеленими насадженнями було взято відношення площі до числа жителів окремих районів (Табл. 3.3). Так, вдалося з'ясувати, що:

- у Курземському районі ($74,2 \text{ км}^2/133505=0,0005557 \text{ км}^2$) на кожного жителя випадає по $555,7 \text{ м}^2$ міської зелені;
- у Земгальському передмісті ($3,7 \text{ км}^2/10590=0,0000352 \text{ км}^2$) на кожного жителя випадає по $35,2 \text{ м}^2$ міської зелені;
- у Зіємельському районі ($19,7 \text{ км}^2/80652=0,000244 \text{ км}^2$) на кожного жителя випадає по 244 м^2 ЗІ;
- у Центральному районі ($0,437,9 \text{ км}^2/24547=0,000017 \text{ км}^2$) на кожного мешканця випадає 170 м^2 ЗІ;
- у Відземському передмісті ($7,9 \text{ км}^2/172604=0,000045 \text{ км}^2$) на кожного мешканця випадає по 450 м^2 зелених насаджень;
- у Латгальському передмісті ($0,9 \text{ км}^2/193287=0,0000045 \text{ км}^2$) на кожного мешканця випадає по $4,5 \text{ м}^2$ зеленої зони.

Зелений індекс територій Курземського, Зіємельського, Відземського, Центрального районів є досить показовим (Рис. 3.16). Адже його значення знаходиться на високому рівні щодо забезпеченості населення. Це підтверджує ефективне впровадження проєктів розвитку зеленої інфраструктури та покращенню її функціонування.

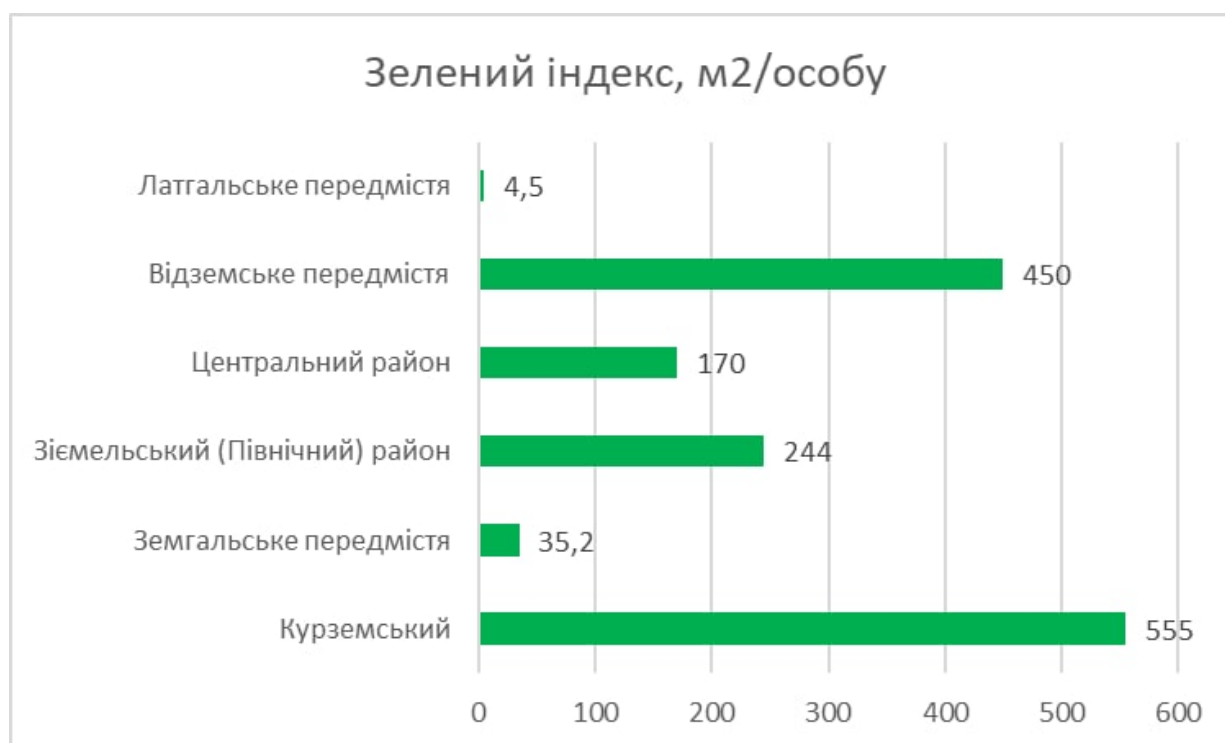


Рис. 3.16 – Зелений індекс районів м. Рига

Територія ж Земгальського передмістя має не такий високий показник, всього – 35,2 м² на людину. Але за міжнародними нормами ВООЗ про площу зелених зон, де вказано що мінімум 20м² на особу, функціонування політики екологічного стану предмістя знаходиться на допустимому рівні.

Найгірший випадок зеленого забезпечення території наразі у Латгальському предмісті, де на 1 особу виходить 4,5м² території ЗІ. Цей показник навіть менше середнього значення озеленення всіх міст України, який сягає 16,3 м².

Таблиця 3.3

Порівняльна характеристика щодо забезпеченості ЗІ районів Риги

Адміністративний район	Чисельність населення, чоловік	Загальна площа району, км ²	Площа зеленої зони	Відсоток складу ЗІ, %	Забезпеченість населення ЗІ, м ² для 1 людини
------------------------	--------------------------------	--	--------------------	-----------------------	--

Продовження табл. 3.3

			району, км ²		
Курземський	133505	79	74,2	93	555
Земгальське передмістя	105090	41	3,7	9	35,2
Зіємельський (Північний) район	80652	77	19,7	25	244
Центральний район	24547	3	0,43	14	170
Відземське передмістя	172604	57	7,9	13	450
Латгальське передмістя	193287	50	0,9	1,8	4,5

При розрахуванні забезпеченості Риги об'єктами ЗІ для всього населення міста (Рис. 3.16), стало відомо, що зелена зона займає близько 34,7% території від загальної 307 км², а тому для кожного мешканця виходить щонайменше по 150 м² зелених насаджень. Загальний показник являється дуже високим і говорить про те, що в цілому Ригу можна вважати «зеленим містом». Особливо зважаючи на той факт, що всі житлові масиви та приватні будинки Риги в радіусі 300 метрів

мають зелені насадження, рижани беззаперечно не відчують негативних наслідків на собі через недостатчу зеленої інфраструктури.

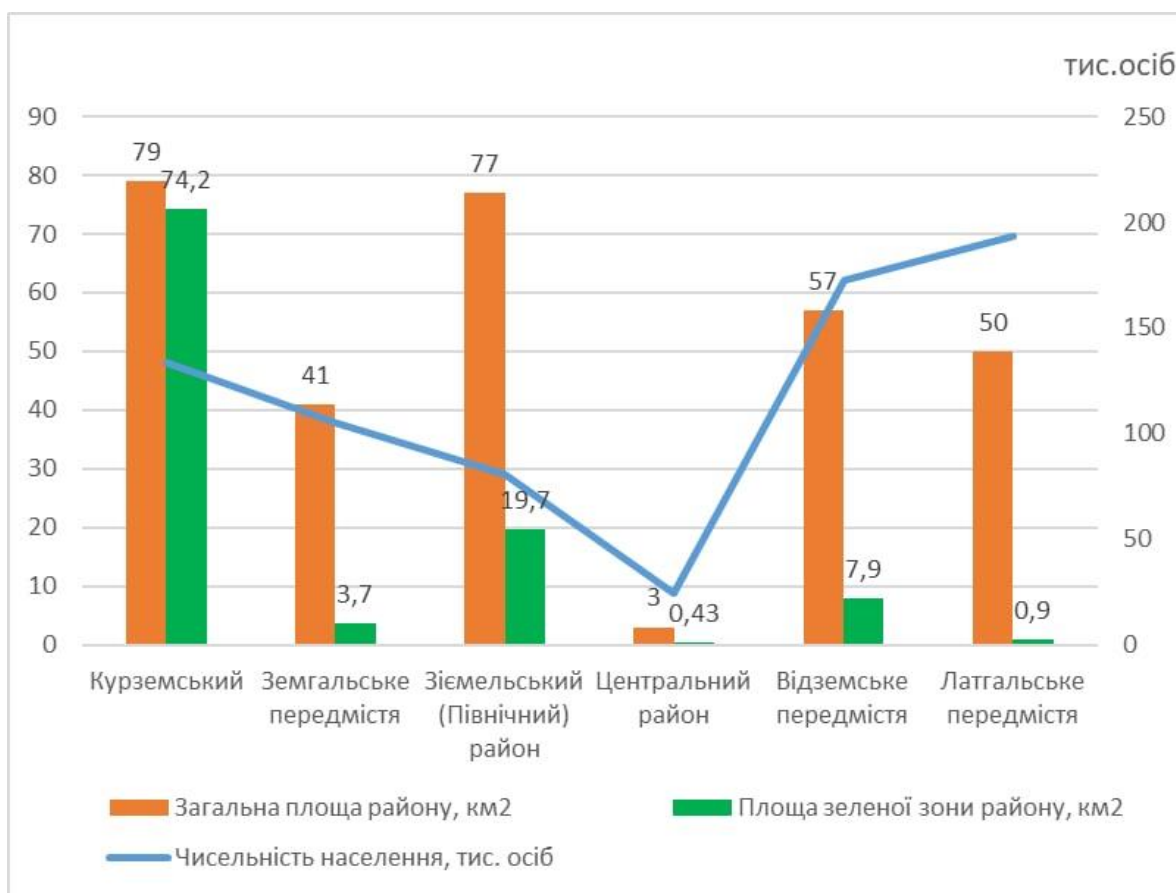


Рис. 3.17 – Забезпечення зеленою інфраструктурою м. Рига

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗМІЦНЕННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В М. РИГА НА ПІДСТАВАХ ВЛАСНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Власний моніторинг особливостей формування і функціонування зеленої інфраструктури показав, що програма сталого розвитку в Ризі працює досить добре. Але як і кожна, має свої недоречності та недоробки, а саме:

1. Не приділяється достатня увага розробці картографічних творів малих парків, лісів, островів, лугів і інших зелених територій, де можна було б взяти інформацію про площу території, флору та фауну, особливості ландшафту.

2. Багато лісопаркових зон міста мають низький рівень благоустрою: спостерігається інтенсивна ерозія ґрунту, засмічення ТПВ та зайвим листям, тому багато об'єктів не відвідується мешканцями.

3. Низька естетична та екологічна якість берегів Даугави на ділянках від гирла Даугави до Кіпсали. У багатьох місцях набережні заболочені та порослі чагарниками, а також забруднені побутовими відходами.

4. Неупорядкованість кладовищ та малий рівень їх озеленення. З кожним роком площа міських кладовищ збільшується і до кінця не вирішено питання збору сміття, кладовища мають низький рівень безпеки, закриті. кладовища тривалий час не доглядаються.

5. Вуличні ландшафти погіршуються низькою якістю тротуарів, недостатньо регулярним утриманням вуличних зелених насаджень, у багатьох місцях трав'яні смуги вздовж вулиці використовуються як стоянки для автотранспорту.

6. Наявність деградованих територій свідчить про неефективне використання території міста, оскільки розвиток міста найчастіше відбувається

за рахунок зелених територій, залишаючи невикористані деградовані території, вже позбавлені природи.

Якщо звернути увагу на вищеперераховані питання та впровадити окремі проєкти по вирішенню цих проблем, то екологічна ситуація щодо функціонування зеленої інфраструктури міста стане краще, адже:

1. Стане більш простим ознайомлення з об'єктами зеленого фонду Риги.
2. Чистий простір парків та лісів буде приваблювати населення та підіймати економічне становище міста.
3. Ергономічне розташування кладовищ, їх вчасна реставрація та максимальне озеленення буде позитивно впливати на стан навколишнього середовища.
4. Використання деградованих природних територій під забудову зменшить використання зелених зон міста, що допоможе виконувати їм потрібні екосистемні послуги.

Окрім цього, хотілось би зауважити що такі об'єкти зеленої інфраструктури, як: зелені дахи, сади на балконах, озеленені зупинки та стіни на території міста Рига присутні дуже в малій кількості. Тому важливим впровадження цих об'єктів до зеленої системи міста. Наприклад, це можна зробити в менш забезпечених зеленими насадженнями районах. Так як це надасть можливість підвищити зелений індекс міста і забезпечить його стійкий екологічний розвиток.

Також дану оцінку можна використати як спосіб порівняння рівня озеленення міст України з містами Європи, на прикладі м. Рига, та зробити висновки щодо оптимального та ефективного впровадження ЗІ.

ВИСНОВКИ

На підставі власно проведеного моніторингу щодо ситуації функціонування зеленої інфраструктури та її особливостей в м. Рига, можна зробити наступні висновки:

1. Місто Рига має 34,7 % території під зелено-блакитною інфраструктурою, тому по праву може називатися «зеленим містом». Адаптація функціонування і розвиток ЗІ в європейському місті знаходиться на високому рівні, поступово досягаючи всіх стратегічних цілей, що включені до програми сталого розвитку 2018-2030 року.

2. Найбільш забезпеченими ЗІ являються 5 районів із 6 основних, це Курземський (555,7 м²/люд), Центральний (170 м²/люд), Зіємельський (244 м²/люд), Відземське (450 м²/люд) і Земгальське (35,2 м²/люд) передмістя.

3. Найменш забезпеченою територією є Латгальське передмістя зі значенням 4,5 м² на 1 людину. Але виходом із достатньо критичної ситуації є територія приміського типу біля району, на якій знаходиться понад 100 га лісу загального користування. Вона може допомогти у зниженні збитків для екосистеми міста в Латгальському передмісті.

4. Рига має досить низький рівень розвитку в напрямі нестандартного озеленення (балкони, дахи, парковки та інше), тому слід звернутися до всіх рекомендацій щодо впровадження таких зон.

Використовуючи методику аналізу рівня озеленення територій міста, можна розібрати всі плюси та мінуси роботи різноманітних екологічних проєктів. Так, вдалося зрозуміти, чого бракує та вистачає Ризі для більш стійкого та ефективного розвитку зеленої інфраструктури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Mārtiņš Knite. Novērtējums par zaļās infrastruktūras nepieciešamo pasākumu iekļaušanu vides un reģionālās attīstības politikas plānošanā. URL: [Zalo-infrastrukturu-zinojums-final.pdf](#) (дата звернення 02.10.2022).
2. Maksymenko N., Burchenko S., Utkina K., Buhakova M. Influence of green infrastructure objects for quality of surface runoff (on the example of green roofs in Kharkiv). *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series "Geology. Geography. Ecology"*. 2021. Vol. 55, p. 274-284. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2021-55-20>WoS
3. Максименко Н. В., Бугакова М. В. Динаміка, причини і наслідки лісових пожеж в Харківській області. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XVIII Всеукраїнських наукових Таліївських читань*. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. С. 34-37.
4. Mārtiņš K. Green Infrastructure in Latvia. URL: <https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/pdf/Green%20Infrastructure/GILT.pdf>. (дата звернення 02.10.2022).
5. Rīgas domes Pilsētas attīstības departaments. Rīgas ilgtspējīgas attīstības stratēģija līdz 2030 gadam. URL: https://www.rdpad.lv/wp-content/uploads/2014/11/LV_STRATEGIJA.pdf. (дата звернення 02.10.2022).
6. Biržu reģionālā parka direkcija. Zemieņu upju zaļā infrastruktūra dabai un cilvēka labklājībai. URL: file:///C:/Users/%D0%90%D1%81%D0%B5%D1%80/Downloads/Telegram%20Desktop/LV_Zemie%C5%86u_upju_za%C4%BC%C4%81_infrastrukt%C5%ABra_dabai_un_cilv%C4%93ka_labkl%C4%81j%C4%ABbai.pdf. (дата звернення 02.10.2022).
7. SIA "Rīgas meži" struktūra Drukāt URL: https://rigasmezi.lv/lv/par_mums/struktura/?doc=1262. (дата звернення 02.10.2022).

8. SIA Grupa 93. Vides pārskats. URL: https://www.rdpad.lv/wp-content/uploads/2014/09/Vides_parskats.pdf. (дата звернення 02.10.2022).

9. Інформація про громадське обговорення оновлених проєктів Стратегії сталого розвитку Ризького району планування на 2014-2030 pp., Програми розвитку на 2022-2027 pp. та Проєкту екологічної експертизи Стратегічної оцінки впливу на навколишнє середовище. URL: <https://rpr.gov.lv/darbibas-jomas/attistibas-planosana/sabiedribas-lidzdaliba/>. (дата звернення 02.10.2022).

10. Burchenko, S., Buhakova, M. Perspectives of using green roofs in conditions climate changes for sustainable development of cities. Congress proceedings (student section). 2022. Vol. 315, p. 10-12. DOI: [Збірка статей ISC-SAI 2022 STUDENT SECTION.pdf](#)

**Influence of green infrastructure objects for quality of surface runoff
(on the example of green roofs in Kharkiv)**Nadiya V. Maksymenko¹DSc (Geography), Professor, Head of the Department of Environmental Monitoring and Protected Areas,
V. N. Karazin Kharkiv National University, 6 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine,
e-mail: nadczdax8@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7921-9990>Svitlana V. Burchenko²PhD Student of the Department of Environmental Monitoring and Protected Areas,
e-mail: sveta.burchenko@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5366-5397>Kateryna B. Utkina³PhD (Geography), Associate Professor of the Department of Ecological Safety and Environmental Education,
e-mail: k.utkina@karazin.ua, <https://orcid.org/0000-0002-0632-1273>Markharyta V. Buhakova⁴MSc Student of the Department of Environmental Monitoring and Protected Areas,
e-mail: buhakova.mv@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5575-1181>**ABSTRACT**

Relevance. Modern urbanization processes in Kharkiv are accompanied by an increase in anthropogenic pressure on the natural component, compaction of buildings and reduction of green areas. The concept of green infrastructure is used in many countries around the world, it is the best way to reorganize urban space into modern cities.

The purpose of the article is a determination of quality changes of water runoff after passing through of green roofs in Kharkiv, Ukraine.

Material and methods. A green roof is the roof of a building, partially or completely covered with vegetation and soil layer. Green roofs are divided into "intensive" and "extensive" types. In the research was studied the frequency of use of green roofs in construction and landscaping on the example of Kharkiv, was conducted an inventory of green roofs in Kharkiv. As the number of green roofs in Kharkiv is rather small, it is optimal to choose the particular test sites for research. For chemical analysis, were taken samples of snow, surface runoff from the flat, and sloping green roofs and roof without greening for the content of pollutants. Chemical analysis of the samples was performed by the Laboratory of Analytical Ecological Research of V.N. Karazin Kharkiv National University. The laboratory has the accreditation and certificate of ISO 10012:2005 № 01-0155:2019. The study determined the following indicators: pH, nitrates, nitrites, transparency, smell, turbidity, chlorides, general rigidity, total alkalinity, ammonia, zinc, copper, manganese, cadmium, total iron, chromium. Two types often represent green roofs in Kharkiv: parking roofs and cellars. Points of samples are located in Shevchenkivsky and Khodorivsky districts.

Results and discussion. Results of a study of snow and runoff sampling after a green roof and a roof without landscaping show that most water quality indicators improve after water passes through green areas. Thus, at points the pH, general rigidity, alkalinity, concentration of chlorides, chromium are decrease. The green roof of the first point (parking) also reduces the concentration of nitrates, ammonia, zinc and manganese. The concentration of iron also decreases in the second point. However, there is an increase in the concentration of heavy metals in the water due to their accumulation in the substrate of the green roof. The results of the study are can be used by the Post-Soviet countries, as previously the impact of surface runoff was considered only in terms of the flow of pollutants from storm sewers to water bodies.

Conclusion. The results of the study indicate that green roofs contribute to the treatment of runoff, natural replenishment of surface water bodies and groundwater and reduce the load on municipal wastewater treatment plant.

Keywords: green infrastructure; green roofs; stormwater regulation; urban water; surface runoff.

In cited. Maksymenko N. V., Burchenko S. V., Utkina K. B., Buhakova M. V. (2021). Influence of green infrastructure objects for quality of surface runoff (on the example of green roofs in Kharkiv). *Vіsnyk V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Ecology. Geography. Ecology"*, (55), 274-284. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2021-55-20>

Introduction. Green urban space in Post-Soviet Union countries is a disparate network of linear and planar plantations. At the same time, the modern practice of construction, especially in large cities with a population of more than 1 million people, has a continuous using of "grey" solution. Urbanization is leading to more frequent floods in urban areas. Municipal stormwater collection and sewerage systems do not cope with the anomalous amount of precipitation and have an outdated material and technical fund. Researches of green infrastructure objects were conducted in different countries of Europe and Ukraine (Kuzyk, 2017; Kuzyk and Tsaryk, 2020). Ukrainian legislation on urban landscaping is based mainly on GBN B 1.1-14 (GBN 1.1-14, 2012). In previous studies, we also studied both the theoretical features of the organization of green infrastructure and landscape urban planning (Maksymenko, Burchenko, 2019; Klishch et al., 2017; Bezliubchenko et al. 2011) and its particular objects (Maksymenko et al., 2021; Burchenko, 2021).

structure objects were conducted in different countries of Europe and Ukraine (Kuzyk, 2017; Kuzyk and Tsaryk, 2020). Ukrainian legislation on urban landscaping is based mainly on GBN B 1.1-14 (GBN 1.1-14, 2012). In previous studies, we also studied both the theoretical features of the organization of green infrastructure and landscape urban planning (Maksymenko, Burchenko, 2019; Klishch et al., 2017; Bezliubchenko et al. 2011) and its particular objects (Maksymenko et al., 2021; Burchenko, 2021).

© Maksymenko N. V., Burchenko S. V., Utkina K. B., Buhakova M. V., 2021

Green areas in cities provide a number of benefits: improving the quality of living space, atmospheric air, regulation of temperature and microclimate, regulation of surface runoff, adaptation to climate change, etc. The concept of green infrastructure is used in many countries around the world; it is the best way to reorganize urban space into modern cities. Using of green infrastructure in urban conditions contributes to the development of spatial processes, planning and management of which draws special attention to the impact of non-environmental solutions generated by the urban context (Shkaruba et al., 2021; H. Skryhan et al., 2020).

A green roof is the roof of a building, partially or completely covered with vegetation and soil layer. This green space created by the addition over traditional roofing system additional layer of fertile soil and plants. A green roof is also called an ecological and/or living roof.

Flat roofs are considered to have a slight slope, but not less than 2%, and sloping roofs can have a slope of 20% or more. The flat roof returns less than

1% of moisture to the atmosphere. A thin layer of vegetable soil 10 cm thick, covered with grass, holds up to 20% of precipitation. Green roofs can hold up to 80% of rainwater, which reduces the load on the city's sewage system, which often does not cope with rainwater volumes and cause flooding (Minialo and Filonenko, 2015).

The existing types of architectural and planning solutions for green roofs can be reduced to several main types (Minialo and Filonenko, 2015):

- a) grass roofs in low-rise construction;
- b) gardens on terraces;
- c) gardens on the roofs of outbuildings (garages, shops);

d) gardens on the roofs of high-rise buildings. According to the type of structure, green roofs are also divided into "intensive" and "extensive". Intensive are large enough facilities that typically require relatively complex engineering solutions (Fig. 1). Such roofs can accommodate even small ponds, swimming pools, trees and large recreation areas such as cafes or gyms.

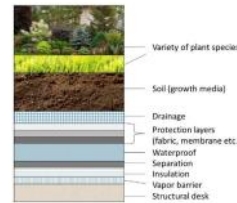


Fig. 1. Intensive type of green roof

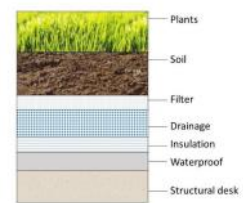


Fig. 2. Extensive type of green roofs

Extensive green roofs are roofs with a thin plant carpet of low grass, moss, lichens and other low and unpretentious plants. This type of green roof can be created independently on an existing house; as usual, the house does not require significant reconstruction (Fig. 2).

The intermediate type between extensive and intensive green roofs is quite popular. These are roofs where it is possible to grow garden crops, accessible for small group of visitors and as a recreation area. It is important that these areas do not interact directly with the earth's surface and may consist of different types of soil. They play an important role in the regulation of surface runoff, life and development of urban flora and fauna, provide protection against overheating of buildings, noise and cold

and forming a comfortable microclimate (Bronz, 2017).

Green roofs are divided into severe and container types. However, the severe type of coating retains precipitation and provides wastewater treatment better than modular. And the calculation of the content of surface runoff can be carried out (Culligan et al., 2014) as ratio of the amount of runoff during the study period to the surface of the green roof.

In addition, it is necessary to pay attention to the need to fertilize the extensive green roof with fertilizers, which can come with runoff to nearby reservoirs (Gilmore et al., 2012).

For example, green roofs are actively used in Lviv, Ukraine on private builds, business centres, study and research institutions.

Retention of surface runoff by greenery, in particular green roofs, is confirmed in various studies (Talebi et al., 2019; Minova and Vramayova, 2020).

Drainage attenuation depends on local precipitation characteristics and individual roof design, but can reach up to 90% for intensive roofs. The peak flow is maintained for 15 minutes, which means relief for the sewer system. Because the green roof drain is filtered, the water can be used to feed groundwater or as tap water on the farm (NWRM project).

For example, green roofs in Geneva, Switzerland have been installed on the roof of a hospital (0.55 ha) to reduce flood risks in urban areas. Indeed, this green roof is designed to retain about 30.25 m³ of water per day in the soil and plants and prevent it from running off (NWRM project).

A pilot research project on the benefits of green roofs was developed in Finland. We studied the impact on the quality of wastewater, pollinating insects, the survival of Finnish endangered arid meadow species on various types of substrates, etc. Obviously, one green roof or several scattered roofs have little or no effect on stormwater regulation. However, simulations have shown that there are potential benefits for large-scale rooftop greening projects in urban areas (NWRM project).

The ability of plants to survive on green roofs depends on certain factors, such as plant species, solar radiation, rainfall, average annual temperatures. It was found (Lönnqvist et al., 2020) that spontaneous vegetation has a higher survival rate and performs ecosystem services than the vegetation chosen for the green roof.

The type of vegetation also affects the water retention efficiency of green roofs. The efficiency of water retention in almost does not depend on increasing the capacity of the substrate (Talebi et al., 2019).

However, the retention of water by the substrate and the filter layer affects the maintenance of temperature depending on the thickness of the layer (Tan et al., 2017).

On the negative side, it is determined (Raimondo et al., 2015) that green roofs are a very unfavorable environment for plant growth due to the small depth of the substrate, high temperatures and light, as well as the effects of wind. As a result, there is a need for a very precise selection of vegetation for a green roof. This in turn will reduce operating costs, ensure all the benefits of a green roof and extend its service life.

According to statistics, the total area of existing greenery in Kharkiv is about 15.4 thousand hectares, which is 44% of the total area of the city (which is 35.0 thousand hectares). However, almost half of all greenery has a significant age threshold. In other

words, the level of landscaping in Kharkiv is not more than 25% - 30% with a regulatory value of 45%. In this research was studied, the frequency of use of green roofs in construction and landscaping, the quality of surface runoff after passing through the substrate of the green roof, on the example of Kharkiv.

Material and methods. In the course of the research was conducted an inventory of green roofs in Kharkiv by field survey and with the remote sensing and GIS (QGIS 3.16, SAS Planet). Samples were taken for chemical analysis of surface runoff samples from flat and sloping roofs, as well as analysis of snow samples for the content of pollutants. Was performed chemical analysis of surface runoff water from green roofs by the Educational Research Laboratory of Analytical Ecological Research of V.N. Karazin Kharkiv National University. The laboratory has the attestation and certificate of ISO 10012:2005 № 01-0155/2019.

Aqueous pH was determined using a pH meter. This method, in contrast to paper or special strips, allows to set the acidity and/or alkalinity of the liquid to the nearest hundredths.

The turbidity of the water is determined using a filter. First step is weighing the filter and second – weighing the filter after passing the sample of water through it, then dry the filter and weighing again.

The difference in the mass of the filter will indicate the proportion of suspended solids in the water.

The transparency of the water is determined by the Snellen method, with the help of a glass cylinder with a flat bottom 30 cm high. The water must be mixed and poured into the cylinder to its full height. Under the bottom of the cylinder, it is necessary to put a paper with a standard font. Then, looking through the cylinder at the inscription, drain the water from it until the font becomes clear. The height of the water, expressed in centimetres, will indicate transparency.

To determine the smell at room temperature + 20°C, first shake the water well in a test tube, cover it with glass and then remove the glass and inhale the aroma through the nose.

Alkalinity was determined by acid-base titration within 24 hours after sampling. Previously, the acidity was measured using a pH meter. Next, water samples were titrated with HCl solution with methyl orange indicator. The methyl orange color change indicator indicates total alkalinity.

The general rigidity was determined by titration with a solution of disodium salt (Trilon B and complex III) in an alkaline medium using the indicator chromogen black.

Heavy metals, namely zinc (Zn), iron (Fe), manganese (Mn), copper (Cu), cadmium (Cd), chromium (Cr) were determined by atomic absorption

spectrometry and optical emission spectrometry.

Ammonia, or ammonium nitrogen, was determined using a photo-electro-colorimeter instrument ULAB 102UV under laboratory conditions. This device automatically determines the intensity of the image by comparing the selected water and standard solution with a known concentration of solution.

Nitrates were determined by the Gris method in the laboratory.

Nitrates were determined in the laboratory using a photo-electro-colorimeter.

The concentration of chlorides in water was determined in the laboratory by titrimetric method.

Results and discussion. In the city of Kharkiv, the green infrastructure is represented mainly by parks, gardens, squares, linear plantings along roads and special purpose plantations (sanitary protection zones, green areas of enterprises and organizations). Green roofs are not very popular among architects and owners, so their number in the city is quite small. Green roofs in Kharkiv are often represented by two types: parking roofs (fig. 3) and cellars (fig. 4). The latter type is quite common, due to the traditions that have historically developed in the area. Cellars are used for storage of vegetables and canning and are located mainly near apartment buildings.

The first sampling point was parking at the Bakulina street near the residential complex (fig.3). The area is located in the yard of the private sector and plays the role of the roof of the parking. The area is 10 square meters (0.001 ha) with an angle of 25°, this position plays a role in the rate of water runoff from the surface. The lowest point of the roof is at a distance of 40 cm from the ground, the highest reaches about 4 meters. Vegetation is grown on the site artificially on a specially selected substrate (soil mixture), the ecosystem itself is up to 3 years old. The thickness of the surface layer is up to 10 cm of soil mixture. According to the Ukrainian legislation, for functional purposes, this area is for special use, i. e. access by unauthorized persons is prohibited.

The second sampling point for sampling was the area of the surface of the cellars at the Heroiv Pratsi street (fig.4). The plot is located near the garages in the courtyard of residential buildings. The green roof has an area of about 50 square meters (0.005 ha), with an angle of 0-3°. The height above the ground averages 1 meter. The roof is a typical soil of urban soil, which grows ruderal vegetation. The age of this ecosystem is about 20 years.

The third sampling point for comparison was the roof of a private house without landscaping at the Kholodnohirska district of Kharkiv.

In the field, two samples were taken from each area. The first sample was water from the surface,

namely melted snow, the second sample – water soaked through the surface of the green roof and taken from the drain. In the third sample, snow and melt water were taken from the drain. The study determined the following indicators: pH, nitrates, nitrites, transparency, smell, turbidity, chlorides, general rigidity, total alkalinity, ammonia, zinc, copper, manganese, cadmium, total iron, chromium. Comparison of samples of surface and drainage water from the first point at Bakulina street (table 1). All indicators do not exceed the norm of maximum permissible concentrations according to State Sanitary Norms And Rules 2.2.4-171.10 "Hygienic requirements for human water consumption", but the percentage of chemicals changes when passing through the soil mixture of the green roof. Therefore, the following changes can be observed:

- pH of surface water after impregnation decreased by 5.3%, nitrites by 50%, chlorides by 6.2%, general rigidity decreased by 39.5%, total alkalinity decreased by 21.30%, ammonia by 75%, zinc decreased by 13.6%, manganese by 69.3% and chromium by 100%.

These results tell us that the vegetation and substrate of the green roof do retain most of the chemical elements and clean the surface runoff. But instead there are indicators of the percentage of concentration which has increased:

- The smell of drainage water was 100% stronger than the surface and had a woody hue. The reason for this was the remains of leaves at the point of runoff.

- Heavy metals – cadmium and iron increased by 10 and 19 percent, respectively. The reason for this was the accumulation of chemical particles in the soil due to the constant inflow of surface water.

In addition to variables, there are also those that remain at the initial concentration after water seepage through the surface of the green roof: copper (0.003 mg / dm³), nitrates (0 mg / dm³), turbidity (1.5) and transparency (25).

Summarizing the analysis of the first samples and their changes, it can be argued that the green roof on Bakulina Street plays an improving role as a surface runoff. Due to the fact that surface water concentrations of chemicals are initially within normal limits, even a small percentage increase in heavy metals is imperceptibly true for the quality of drainage water.

The study area at the Heroiv Pratsi street had the following results (Table 2):

- the concentration of impregnated water decreased compared to the surface at the following percentages: pH by 8.5%, chlorides > 4.2%, general rigidity > 87.8%, total alkalinity > 81.5%, iron > 1.6%, chromium > 100%;



Fig. 3. Green roofs on a parking



Fig. 4. Cellar

the concentration increased after drainage through the green roof in the following indicators: smell by 100%, turbidity by 15%, in heavy metals – zinc (↑ 9%), copper (↑ 75%), manganese (↑ 77%), cadmium (↑ 50%).

The increase in the content of heavy metals after the infiltration of water through the surface, occurred due to their accumulation in urban soil. Especially that the ecosystem has existed for about 20 years and is constantly under anthropogenic interference.



Fig. 5. Sampling points

Table 1

Comparison of samples of surface and drainage water from the first point at Bakulina street

Indicator	Units of measurement	Standard value	Sloping surface with grassy vegetation (green roof)	Drain after passing through the green roof	Changing in the concentration of the substance	The percentage change of the indicator
pH	—	6.5-8.5	8.266	7.83	↓	5.30 %
Nitrates (NO ₃)	mg/dm ³	<50	0	0	—	0
Nitrites (NO ₂)	mg/dm ³	<3	0.004	0.002	↓	50.0 %
Transparency	sm	>30	25	25	—	0
Smell	point	2	0	1	↓	100 %
Turbidity	—	<1	1.5	1.5	—	0
Chlorides (Cl)	mg/dm ³	<250	196	184	↓	6.2 %
General rigidity	mmol/dm ³	<7 (<10)	1.3	0.8	↓	39.5 %
Alkalinity general	mg/dm ³	0.5-6.5	1.65	1.3	↓	21.3 %
Ammonia (NH ₃)	mg/dm ³	<2	0.08	0.2	↑	75.0 %
Zinc (Zn)	mg/dm ³	<1	0.0432	0.0773	↑	77.6 %
Copper (Cu)	mg/dm ³	<1	0.0003	0.0003	—	0
Manganese (Mn)	mg/dm ³	<0.05	0.00065	0.0002	↓	69.3 %
Cadmium (Cd)	mg/dm ³	<0.01	0.00045	0.0005	↑	10.0 %
Total iron (Fe)	mg/dm ³	<0.2	0.01935	0.0217	↑	19.0 %
Chromium (Cr)	mg/dm ³	<0.05	0.0003	0	↓	100 %

rence (for example, the roadway for vehicles or trampling). But if comparing the numerical values, even an increase in heavy metals corresponds to the norm State Sanitary Norms And Rules 2.2.4-171.10 "Hygienic requirements for human water consumption". Only one indicator – turbidity, was initially not in the normal range and after drainage its value did not increase. This was due to the presence in the soil of various fine residues that remained in the wa-

ter in a suspended state.

The concentration remained unchanged after impregnation: nitrates (0 mg / dm³), nitrites (0.001 mg / dm³), transparency (25), ammonia (0.08 mg / dm³).

Summing up the sample of surface and drainage water at the Heroiv Pratsi street, it can be argued that the green roof is more of a barrier to relatively light chemical elements. Due to the long life and ir-

Table 2
Comparison of samples of surface and drainage water from the second point at the Heroiv Pratsi street

Indicator	Units of measurement	Standard value	Sloping surface with grassy vegetation (green roof)	Drain after passing through the green roof	Changing in the concentration of the substance	The percentage change of the indicator
pH	-	6.5-8.5	7.292	7.252	↘	8.5 %
Nitrates (NO ₃)	mg/dm ³	<50	0	0	—	0
Nitrites (NO ₂)	mg/dm ³	<3.3	0.001	0.001	—	0
Transparency	sm	>30	25	25	—	0
Smell	point	2	0	2	↗	100 %
Turbidity	point	<1	1.5	2	↗	15 %
Chlorides (Cl)	mg/dm ³	<250	192	184	↘	4.2 %
General rigidity	mmol/dm ³	<7 (<10)	1.8	0.4	↘	87.80 %
Alkalinity general	mg/dm ³	0.5-6.5	2.8	0.8	↘	81.5 %
Ammonia (NH ₃)	mg/dm ³	<2	0.08	0.08	—	0
Zinc (Zn)	mg/dm ³	<1	0.0417	0.0458	↗	9 %
Copper (Cu)	mg/dm ³	<1	0.0001	0.0004	↗	75 %
Manganese (Mg)	mg/dm ³	<0.05	0.0001	0.0001	—	77 %
Cadmium (Cd)	mg/dm ³	<0.01	0.0002	0.0004	↗	50 %
Total iron (Fe)	mg/dm ³	<0.2	0.0066	0.0065	↘	1.6 %
Chromium (Cr)	mg/dm ³	<0.05	0.0001	0	↘	100 %

regular cleaning of the territory, the ecosystem cannot be quickly renewed.

Comparing the role of the green roof in two areas, common features and differences were found:

- Cadmium and smell in both samples increased in the water composition after drainage through the surface;
- Concentration of indicators: pH, Chlorides, total alkalinity, general rigidity, Chromium decreased after drainage in both samples;
- the values of Nitrates and transparency in both cases remained unchanged after passing thro-

ugh the soil layer;

- Iron, Manganese and Zinc were the opposite. If in 1 sample (Bakulina Street) the concentration of zinc and manganese decreased, in the second (Heroiv Pratsi Street) the opposite increased after drainage; Iron in the first sample increased and in the second decreased;
- Nitrites and Copper in the first sample decreased, in the second remained unchanged;
- Copper and turbidity in the second sample increased their concentration after drainage, in the first were static.

Table 3
Comparison of samples of surface and drainage water from the third point at Kholodnohivskiy district

Indicator	Units of measurement	Standard value	Sloping surface with grassy vegetation (green roof)	Drain after passing through the green roof	Changing in the concentration of the substance	The percentage change of the indicator
pH	-	6.5-8.5	6.185	7.685	↗	24.25 %
Nitrates (NO ₃)	mg/dm ³	<50	0	0	—	0
Nitrites (NO ₂)	mg/dm ³	<3.3	0.001	0.001	—	0
Transparency	sm	>30	30	30	—	0
Smell	point	2	0	0	—	0
Turbidity	point	<1	1.5	1.5	—	0
Chlorides (Cl)	mg/dm ³	<250	184	200	↗	8 %
General rigidity	mmol/dm ³	<7 (<10)	1	2.0	↗	50 %
Alkalinity is general	mg/dm ³	0.5-6.5	0.8	2.0	↗	60 %
Ammonia (NH ₃)	mg/dm ³	<2	0.2	0.08	↘	60 %
Total iron (Fe)	mg/dm ³	<0.2	0.05	0.05	—	0

Research area without landscaping at Kholodnohivskiy district had following results:

- increase pH, Chlorides, general rigidity and alkalinity
- reduction of ammonia after passing through the stormwater collection system
- indicators of nitrates, nitrites, iron, transparency, turbidity, smell remained unchanged.

Conclusion. The methods and forms of organization of green infrastructure are different in each city according to geographical, environmental, socio-economic conditions, the goals they pursue remain the same. Identification and expansion of green infrastructure is one of the most important strategies for implementing an ecosystem approach to spatial planning. One type of green infrastructure objects is a green roof.

Green roofs are the optimal urban green infrastructure due to their multifunctionality: they can be converted into existing buildings, they provide space for urban wildlife, and they can enrich public spaces for the city residents. In addition, green roofs make previously unfriendly places pleasant, as well as provide a new open space for office workers.

The main types of green roofs are extensive and intensive, sedum and container. They also differ from the typical vegetation and substrate. These fac-

tors will affect the maintenance of the green roof before the maintenance and treatment of stormwater runoff.

In the Post-Soviet countries, surface runoff was considered as a pollutant, which was sent to sewage treatment plants through the storm sewer system or to the water bodies directly. Our study shows positive aspect of green roofs on the qualitative characteristics of surface runoff.

In this study, were identified two types of green roofs – at the parking and typical for the Post-Soviet countries at the form of a cellar.

The results of a study of snow and runoff sampling after a green roof and a roof without landscaping show that most water quality indicators improve after water passes through green areas. Thus, at both points the pH, general rigidity, alkalinity, concentration of chlorides, chromium are decrease. The green roof of the first point (parking) also reduces the concentration of nitrites, ammonia, zinc and manganese. The concentration of iron also decreases in the second point. The increase in the content of individual elements (smell, turbidity, iron, zinc, copper, manganese, cadmium) is associated with the specific features of each area where the green roof is located and do not have regular repetition.

Bibliography

1. Кулик І. Р. До проблеми сталого функціонування зеленої зони міста Тернополя / І. Р. Кулик // Вісник Тернопільського відділу Українського географічного товариства. 2017. – №1(1). – С. 38–42.
2. Кулик І. Р. Геоекологічна оцінка структури комплексної зеленої зони міста Тернополя та її оптимізація / І. Р. Кулик, Л. П. Царук // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2020. – № 34. – С. 8–18. DOI: <https://doi.org/10.26555/1992-4224-2020-34-01>
3. ДНБ Б.1.1-14:2012. Склад та зміст детального плану території: затв. наказом від 12.03.2012 № 107 Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України // Інформаційний бюлетень Мікрорегіоналістики, будівництва та ЖКГ України. 2012. – № 4. – С. 37 с.
4. Максименко Н. В. Теоретичні основи створення зеленої інфраструктури: міжнародний досвід / Н. В. Максименко, С. В. Бурченко // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2019. – № 31. – С. 16–25. DOI: <https://doi.org/10.26555/1992-4224-2019-31-02>
5. Бєлзобченко О. С. Планування і благоустрій міст: навч. пос. / О. С. Бєлзобченко, О. В. Завальний, Т. О. Чернотина. – Харків: ХНАІГ, 2011. – 191 с.
6. Кістя А. А. Територіальна структура природокористування міста Харків / А. А. Кістя, Н. В. Максименко, П. Р. Покорицький // Людина і довкілля. Проблеми неоекології. 2017. – № 1–2 (27). – С. 23–34.
7. Maksymenko N. Inventory of green roofs in Kharkiv (Ukraine) and Edinburgh (Scotland): current occurrence, future potential and implications for biodiversity and ecosystem services / N. Maksymenko, S. Burchenko, K. Miller, L. Cohen, V. Krut'ko // Актуальні проблеми формування і неформальної освіти з міжнародною доповіддю на загальному рівні: 36 між-конференцій і Міжнародної Інтернет-конференції. – Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна. 2021. – С. 127–128.
8. Burchenko S. Green roofs for cities surface runoff regulation. 25th international scientific conference ENVIRO 2021: book of abstracts / S. Burchenko. – Nitra: Slovak University of Agriculture in Nitra, 2021. – P. 44. DOI: <https://doi.org/10.15144/2021/678405524084>
9. Shkaruba A. Development of sustainable urban drainage systems in Eastern Europe: an analytical overview of the constraints and enabling conditions / Shkaruba A., Skryhan H., Likhacheva O. et al. // Journal of Environmental Planning and Management. 2021. – Vol. 64. – № 13. – P. 2435–2458. DOI: <https://doi.org/10.1080/09613504.2021.1974982>
10. Skryhan H. Sustainable urban drainage systems in Eastern Europe: policy transfer and legacy effects / H. Skryhan, A. Katona, V. Kireyev et al. // 1st international tale-russia online conference „landscape science and landscape ecology: considering responses to global challenges”: book of abstracts. – Moscow: Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, 2020. – P. 211.

11. Miniatto M. A. Roof gardens and their socio-economic impact / M. A. Miniatto, O. I. Filonenko // Collection of scientific works construction, materials science, engineering. 2015. – Vol. 81. – P. 111–118.
12. Brontz I. A. Graphical Approach to Analysis of Individual GSI Project Stormwater Mitigation in Urban Settings. University of Pennsylvania / I. A. Brontz // Scholarly Common: uec-calum. URL: https://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1003&context=uec_projects (дата звернення: 13.06.2021).
13. Culligan P. J. Evaluation of Green Roof Water Quantity and Quality Performance in an Urban Climate / P. J. Culligan, T. B. Carson, S. Giffin et al. – U.S. Environmental Protection Agency. – P. 79. URL: <http://nepis.epa.gov/Adobe/PDF/P100K119.pdf>
14. Gilmore, K. Impacts of Runoff Water Quality from Extensive Green Roofs / K. Gilmore, R. Crago, J. M. Guzman // Proceedings of the Water Environment Federation, 2012. – Vol. 11. – P. 4948–4965.
15. Talebi A. Water retention performance of green roof technology: A comparison of Canadian climates / A. Talebi, S. Bagg, B. E. Sleep, D. M. O'Carroll // Ecological Engineering. 2019. – Vol. 126. – P. 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.10.006>
16. Minova Z. Green Roofs and Water Retention in Kotice / Z. Minova, Z. Vranayova. – Slovakia, 2020. – 133 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-24070-4>
17. Case Study Green Roofs of Vienna. Natural Water Retention Measures project (NWRM): uec-calum. URL: <https://nwrmi.eu> (дата звернення: 13.06.2021).
18. Lönnqvist J. Temperatures and precipitation affect vegetation dynamics on Scandinavian extensive green roofs / J. Lönnqvist, H. M. Hanslin, B. G. Johannessen et al. // International Journal of Biometeorology. 2020. – Vol. 65. – № 6. – P. 837–849. URL: <https://doi.org/10.1007/s00484-020-02060-2>
19. Tan C. L. Impact of soil and water retention characteristics on green roof thermal performance / C. L. Tan, P. Y. Tan, N. H. Wong et al. // Energy and Buildings. 2017. – Vol. 152. – P. 830–842. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.01.011>
20. Raimondo F. Plant performance on Mediterranean green roofs: Interaction of species-specific hydraulic strategies and substrate water relations / F. Raimondo, P. Trifilo, M. A. La Gallo et al. // AoB PLANTS. 2015. – Vol. 7. DOI: <https://doi.org/10.1093/aobpla/plp007>

Authors Contribution: All authors have contributed equally to this work

References

1. Kuczyk, I. R. (2017). On the problem of sustainable functioning of the comprehensive green area of the city Ternopil. *Viznyk of the Ternopil department of the Ukrainian Geographical Society*, 1(1), 38–42. [in Ukrainian]
2. Kuczyk, I. R., Tsaryk, L. P. (2020). Geocological Assessment for The Structure of the Complex Green Zone of Ternopil City and Its Optimization. *Man and Environment. Issues of Neocology*, 34, 8–18. [in Ukrainian] <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2020-14-0>
3. GBN B.1.1-14: 2012. Composition and content of a detailed plan of the territory. Y. M. Bilokon State Enterprise Ukrainian State Research Institute of Urban Design „Dipromisto” [in Ukrainian]
4. Makymenko N.V., Burchenko S.V. (2019). Theoretical Basis of the Green Infrastructure Strategy: International Experience. *Man and Environment. Issues of Neocology*, 31, 16–25. [in Ukrainian] <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2019-30-14>
5. Bezliubchenko O.S., Zavalnyi O.V., Chernomusova T.O. (2011). Urban planning and improvement. Tutorial, 191. [in Ukrainian]
6. Khenchukh A., Makymenko N. V., Ponomarenko P. R. (2017). Territorial structure of the land use of Kharkiv city. *Man and Environment. Issues of Neocology*, 27(1-2), 23–34. [in Ukrainian] URL: <https://periodicals.karpuh.ua/humanenviron/article/view/9168>
7. Makymenko N., Burchenko S., Miller K., Cohen L., Krivtsov V. (2021). Inventory of green roofs in Kharkiv (Ukraine) and Edinburgh (Scotland): current occurrence, future potential and implications for biodiversity and ecosystem services. Current issues of formal and nonformal education in environmental monitoring and conservation Abstracts of 1 International Internal-conference, 127–128. <https://europe.karpuh.ua/wp-content/uploads/2021/09/abstract-form-1-uecfom-ovs-c-mont-donk-ep-2020-epc-2021.p>
8. Burchenko S. (2021). Green roofs for cities surface runoff regulation. 25th international scientific conference EN-VRD 2021, June 3–4.
9. Shkaruba A., Stryhan H., Likhacheva O., Katona A., Maryshevych O., Kireyev V., Sepp K., Shpakivska I. (2021). Development of sustainable urban drainage systems in Eastern Europe: an analytical overview of the constraints and enabling conditions. *Journal of Environmental Planning and Management*. 2435–2458. <https://doi.org/10.1080/09646560.2021.1874893>
10. Stryhan H., Katona A., Kireyev V., Likhacheva O., Maryshevych O., Sepp K., Shkaruba A., Shpakivska I. (2020). Sustainable urban drainage systems in Eastern Europe: policy transfer and legacy effects. 1st international lule-russia online conference „landscape science and landscape ecology: considering responses to global challenges”, 211.
11. Miniatto, M. A., Filonenko, O. I. (2015). Roof gardens and their socio-economic impact. Collection of scientific works construction, materials science, engineering, 81, 111–118.

12. Brontz, I. (2017). A Graphical Approach to Analysis of Individual GSI Project Stormwater Mitigation in Urban Settings. Master of Science in Applied Geosciences Project Designs, 39. https://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1003&context=uec_projects
13. Culligan, P. J., Carson, T.B., Giffin S. et al. (2014). Evaluation of Green Roof Water Quantity and Quality Performance in an Urban Climate. U.S. Environmental Protection Agency, 79. <http://nepis.epa.gov/Adobe/PDF/P100K119.pdf>
14. Gilmore, K., Shepiro, R., Crago, R., Guzman, J. M. (2012). Impacts of Runoff Water Quality from Extensive Green Roofs. Proceedings of the Water Environment Federation, 11, 4948–4965.
15. Talebi, A., Bagg, S., Sleep, B. E., O'Carroll, D. M. (2019). Water retention performance of green roof technology: A comparison of Canadian climates. Ecological Engineering, 126, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.10.006>
16. Minova, Z., Vranayova, Z. (2020). Green Roofs and Water Retention in Kotice, Slovakia, 133. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-24070-4>
17. Natural Water Retention Measures project (NWRM). Case Study Green Roofs of Vienna, 13. <http://nwrmi.eu/>
18. Lönnqvist J., Hanslin H. M., Johannessen B. G., et al. (2020). Temperatures and precipitation affect vegetation dynamics on Scandinavian extensive green roofs. *International Journal of Biometeorology*, 65, 6, 837–849. <https://doi.org/10.1007/s00484-020-02060-2>
19. Tan, C. L., Tan, P. Y., Wong, N. H. et al. (2017). Impact of soil and water retention characteristics on green roof thermal performance. *Energy and Buildings*, 152, 830–842. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.01.011>
20. Raimondo F., Trifilo, P., A Lo Gallo, M. et al. (2015). Plant performance on Mediterranean green roofs: Interaction of species-specific hydraulic strategies and substrate water relations. *AoB PLANTS*, 7, plv 007. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plp007>

Влияние зеленой инфраструктуры на качество поверхностного стока (на примере зеленых крыш в г. Харькове)

Навасида Васильевна Максименко¹

д. геогр. н., профессор, зав. кафедрой экологического мониторинга и запоедного дела,
Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, пл. Свободы, 6, г. Харьков, 61022, Украина;

Светлана Владимировна Бурченко²

аспирант кафедры экологического мониторинга и запоедного дела,

Евгений Александрович Усташев³

к. геогр. н., доцент кафедры экологической безопасности и экологического образования;

Маргарита Васильевна Буганова⁴

магистрант кафедры экологического мониторинга и запоедного дела

Современные процессы урбанизации в Харькове сопровождаются усилением антропогенного давления на природную составляющую, уплотнением зданий и уменьшением зеленых зон. Концепция зеленой инфраструктуры используется во многих странах мира, это самый лучший способ реорганизовать городское пространство в современные устойчивые города. Целью исследования является определение качественных изменений химического состава поверхностного стока после проложения через зеленые крыши в Харькове. Зеленая крыша – это крыша здания, частично или полностью покрытая растительностью и слоем грунта. Зеленые крыши делятся на два типа: экстенсивные и интенсивные. В исследовании изучались частота использования и особенности зеленых крыш в зеленой инфраструктуре Харькова, проведена инвентаризация зеленых крыш в Харькове. Поскольку в Харькове достаточно небольшое количество зеленых крыш оптимальным является выбор отдельных типовых полигонов для проведения исследований. Отобраны образцы для химического анализа поверхностного стока воды и снега от плоских и наклонных зеленых крыш и крыш без озеленения на содержание загрязняющих веществ. Химический анализ проб был проведен аттестованной лабораторией аналитических исследований УИИ экологии Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина, имеющая сертификат ISO 10012:2005 № 01-0155/2019. В ходе исследования определялись в воде следующие показатели: pH, нитриты, нитраты, прозрачность, запах, мутность, хлориды, общая жесткость, общая щелочность, аммиак, цинк, медь, марганец, кадмий, общее железо, хром. В Харькове зеленые крыши представляли преимущественно двумя типами: паркинг и терраса. Сравнение проб снега и стока после зеленой кровли и крыши без озеленения свидетельствует о том, что большинство показателей качества воды улучшаются после проложения через зеленые насаждения крыши (снижаются показатели pH, общей жесткости, щелочности, концентрации хлоридов, хрома). Зеленая крыша первого участка (паркинг) уменьшает концентрацию нитритов, аммиака, цинка и марганца. На втором участке также уменьшается концентрация железа. Уменьшение содержания отдельных элементов (запах, мутность, медь, марганец, кадмий) связано со специфическими особенностями каждого участка, где расположена зеленая крыша и не имеют регулярного повторения. Результаты исследования могут быть использованы постсоветскими странами, поскольку ранее влияние поверхностного стока рассматривалось только с

Серія «Геологія. Географія. Екологія», 2021, випуск 55

точки зрення поступлення забруднюючих речовин із ливневої каналізації в водні об'єкти, і зменшують навантаження на городські очисні споруди.

Ключові слова: зелена інфраструктура, зелені дахи, ливневе регулювання, городські води, поверхневий стік.

Вплив зеленої інфраструктури на якість поверхневого стоку (на прикладі зелених дахів у м. Харків)

Надія Василівна Максименко¹,

д. геогр. н., професор, зав. кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи,

¹Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, майдан Свободи, 6, м. Харків, 61022, Україна;

Світлана Володимирівна Бурченко²,

аспірант кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи;

Катерина Богданівна Уткіна³,

к. геогр. н., доцент кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти;

Маргарита Василівна Бушкова⁴,

магістрантка кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи

Сучасні процеси урбанізації в Харкові супроводжуються посиленням антропогенного тиску на природу, збільшенням будівель та зменшенням зелених насаджень. Концепція зеленої інфраструктури використовується в багатьох країнах світу, це найкращий спосіб реорганізувати міський простір у сучасні сталі міста. Метою дослідження є визначення якісних змін хімічного складу поверхневого стоку після проходження через зелені дахи у м. Харків. Зелений дах – це дах будівлі, частково або повністю вкритий рослинністю і шаром ґрунту. Зелені дахи поділяються на два типи: екстенсивні та інтенсивні. У дослідженні вивчалася частота використання та особливості зелених дахів у зеленій інфраструктурі м. Харкова, проведена інвентаризація зелених дахів у Харкові. Оскільки, у Харкові досить невелика кількість зелених дахів оптимальним є вибір окремих тестових полігонів для проведення досліджень. Відібрано зразки для хімічного аналізу поверхневого стоку води і снігу з плоских і похилих зелених дахів, та даху без озеленення на вміст забруднюючих речовин. Хімічний аналіз проб було проведено атестованою лабораторією аналітичних екологічних досліджень ННІ екології Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна яка має сертифікат ISO 10012:2005 № 01-0155/2019. В ході дослідження визначалися у воді такі показники: рН, нітрити, нітрати, прозорість, запах, каламутність, хлориди, загальна жорсткість, загальна лужність, аміак, цинк, мідь, марганець, кадмій, загальне залізо, хром. У Харкові зелені дахи представлені переважно двома типами: паркінг і погребі. Порівняння проб снігу та стоку після зеленого даху та даху без озеленення свідчать про те, що більшість показників якості води покращуються після проходження через зелені насадження дахів (знизуються показники рН, загальної жорсткості, лужності, концентрація хлоридів, хрому). Зелений дах першої ділянки (паркінг) зменшує також концентрацію нітритів, аміаку, цинку та марганцю. На другій ділянці також зменшується концентрація заліза. Збільшення вмісту окремих елементів (запах, каламутність, мідь, марганець, кадмій) пов'язане зі специфічними особливостями кожної ділянки, де розташовано зелений дах та не мають регулярного повторювання. Результати дослідження можуть бути використані пострадянськими країнами, оскільки раніше вплив поверхневого стоку розглядався лише з точки зору надходження забруднюючих речовин із ливневої каналізації до водних об'єктів. Дослідженням доведено, що зелені дахи сприяють очищенню стоку, природному поповненню поверхневих водних об'єктів та ґрунтових вод та зменшують навантаження на міські очисні споруди.

Ключові слова: зелена інфраструктура, зелені дахи, ливневе регулювання, міські води, поверхневий стік.

Внесок авторів: всі автори зробили рівний внесок у цю роботу

Надійшла 23 вересня 2021 р.

Прийнята 19 листопада 2021 р.



The publication was prepared in the framework of International Visegrad Fund project "GREEN & BLUE INFRASTRUCTURE IN POST-USSR CITIES: EXPLORING LEGACIES AND CONNECTING TO V4 EXPERIENCE". Responsibility for the information and views set out in this publication lies entirely with the authors.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В. Н. КАРАЗІНА
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЇ



СЕРТИФІКАТ № 01

про апробацію результатів наукових досліджень на
XVIII Всеукраїнських наукових Таліївських читаннях
виданий БУГАКОВІЙ МАРГАРИТІ

Директор



Ганна ТІТЕНКО



Rosa talijevii Dubovik

20 жовтня 2022 р., м. Харків

Посвідчення УкрІНТЕІ № 1074 від 20 грудня 2021 року

XVIII Всеукраїнські наукові Талійські читання

цю воду. На цьому масиві автомобільні колії часто досягають, або й перевищують, глибину в один метр відносно поверхні навколо.

Висновки: проблема джипінгу зараз постала дуже гостро, зокрема, через зростання популярності цього виду відпочинку. Тому потрібно розвинути широку систему просвітництва серед населення про негативний вплив джипінгу. Вдосконалити систему контролю за дотриманням природоохоронного законодавства на об'єктах природно-заповідного фонду.

Список використаних джерел: 1. Закон України Про тваринний світ: прийнятий 13.12.2001 № 2894-III. Київ: Верховна Рада України. 2. Степан Жабка Дитячий садок на дорозі. URL: <https://pryroda.in.ua/blog/dityachij-sadok-na-doroz/> 3. Закон України Про природно-заповідний фонд України: прийнятий 16.06.1992 № 2456-XII. Київ: Верховна Рада України. 4. Катерина Родак У Карпатах проводять нелегальні оффроуд-разі. URL: <https://axid.net/d-hiperi-z-polshhi-kazhut-shho-v-ukravini-mozhna-vse-n1519687>

УДК: 504 (54)

**ДИНАМІКА, ПРИЧИННИ І НАСЛІДКИ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ В
ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

МАКСИМЕНКО Н. В., БУТАКОВА М. В.

maksymenko@karazin.ua, bugakova.mw@gmail.com

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

Проаналізовано динаміку лісозаготівлі у Харківській області та вплив на неї лісових пожеж. Виявлено причини і наслідки лісових пожеж.

Ключові слова: ліс, пожежі, лісозаготівля, причини, наслідки

The dynamics of logging in the Kharkiv region and the impact of forest fires on it were analyzed. The causes and consequences of forest fires have been revealed.

Key words: forest, fires, logging, causes, consequences

Охорона довкілля, 2022

Всі ліси відіграють важливу роль у функціонуванні екосистеми, впливають на людину, тварин та макроклімат регіону. Тому вкрай необхідним є аналіз лісозабезпеченості кожної території лісовим фондом. Розглянемо ліси Харківського обласного управління лісового та мисливського господарства. До складу яких відносяться 10 держлісгоспів та НПП «Гомільшанські ліси». За матеріалами Регіональних доповідей про стан навколишнього природного середовища у Харківській області с 2017 року під порядкуванням Управління перебуває 301,4 тисячі гектарів лісового фонду [1-4]. Ця цифра за останні 4 роки незмінна.

Таблиця 1

Динаміка лісозаготівлі і площі пожеж в Харківській області [1-4]

Рік	Обсяг заготовленої деревини, м ³	Ліквідної з них, м ³	Площа лісових пожеж, га	Верхових з них, га	Середня площа пожеж, га	Кількість пожеж
2017	416072	65115	241,27	37,7	1,09	222
2018	500072	71813	95,37	6	0,8	119
2019	671193	573317	38,47	0,2	0,34	113
2020	508600	432400	570,17	163,6	---	240

Аналіз показників заготовленої деревини та кількості пожеж показав, що з 2017 по 2019 рік обсяг заготовленої деревини (в тому числі ліквідної) збільшувався, а площа та кількість лісових пожеж зменшувалась. Рисунок 1 демонструє характер змін обсягів заготівлі загалом та ліквідної деревини окремо. Зазначимо, що частка ліквідної останніми роками значно зросла. (рис.1).

Але в 2020 році показники деревозаготівлі зменшились, завдяки значній кількості пожеж. Причиною таких обставин стала менша кількість лісоохоронних заходів, метою яких є безпечне використання земель лісового фонду населенням.

XVIII Всеукраїнське наукове Талієвське читання

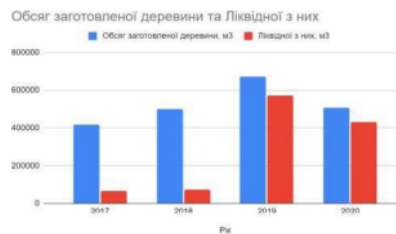


Рис. 1. Динаміка лісозаготівлі у Харківській області

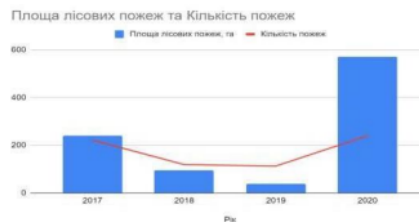


Рис.2. Динаміка кількості і площі пожеж на Харківщині

Із даних про державне фінансування на необхідні цілі задля охорони ресурсів, а саме: на авіаційне патрулювання, поновлення пожежної техніки та утримання працівників лісдержохорони – не були виділені необхідні кошти. Тому в 2020 році лісовий фонд через пожежі потерпів збитків на суму від 110 млн. грн., що в декілька разів більше ніж за минулі 3 роки. Окрім матеріальних

Охорона довкілля, 2022

збитків велика кількість пожеж завдає значиних втрат екосистемі лісу, в тому числі:

- зменшується виробництво кисню, тоді як одне дерево виробляє його в середньому на 3 людини;
- порушується водний баланс водойм;
- руйнуються середовища існування тварин та помирають самі тварини, птахи, які також відіграють свою роль у природньому середовищі;
- страждає лісова підстилка на верхні шари ґрунту;
- забруднюється атмосферне повітря парниковими газами, що спричиняють парниковий ефект;
- відбувається забруднення пилом;
- погіршується шумоізоляція;
- зменшується кількість ліквідної деревини, придатної для будівельних матеріалів та іншої переробки.

Список використаних джерел: 1. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2017 році. Харків. 2018. С. 61–63. 2. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2018 році. Харків. 2019. С. 61–63. 3. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2019 році. Харків. 2020. С. 61–63. 4. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2020 році. Харків. 2021. С. 61–63.

e-certificate
ISC SAI



CERTIFICATE

OF SCIENTIFIC INTERNSHIP

ID 324-2022

MARHARYTA BUHAKOVA

HAS SUCCESFULLY PARTICIPATED IN
V INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONGRESS "SOCIETY OF AMBIENT INTELLIGENCE 2022"
AND COMPLETED SCIENTIFIC INTERNSHIP
(1 ECTS CREDITS)

SCIENTIFIC COMMITTEE

Iluta Arbidane
Prof. PhD

Andrii Shaikan
Prof. DSc

Abdukhakim Mamanazarov
Assoc. Prof. PhD

Rui Manuel de SOUSA FRAGOSO
Prof. PhD

Maneesh Paul. S
Prof. DSc

GENERAL PARTNERS



Organization for Security and
Co-operation in Europe
Project Co-ordinator in Ukraine



METINVEST



KRYVY RIH
FOUNDATION
OF THE FUTURE



RUDOMAIN



ArcelorMittal

October 17 - 21, 2022

Ukraine • Uzbekistan • Latvia • Portugal • India



CONTENTS

INFORMATION TECHNOLOGIES AND BUSINESS INNOVATIONS

Marharyta Buhakova PERSPECTIVES OF USING GREEN ROOFS IN CONDITIONS CLIMATE CHANGES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF CITIES.....	10
Vlad Fediai PROBLEMS AND PROSPECTS OF BIODIVERSITY CONSERVATION IN THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE AT THE ECOLOGICAL NETWORK OF SUMY REGION.....	12
Viktor Filatov ANALYSIS OF THE HEAVY METALS CONTENT IN THE SOIL OF KHARKIV RECREATIONAL AREAS	16
Oleksiy Holovnov PROBLEMS IN CLIMATE CHANGE AND THEIR SOLUTION AT THE NATIONAL AND INTERNATIONAL LEVELS	19
Oleksandr Kalynovskyi INVENTORY OF GREEN AREAS ENSURING FUNCTIONING OF GREEN INFRASTRUCTURE.....	23
Ilgia Krampuza IS SUSTAINABLE COEXISTENCE OF BEARS AND APIARIES POSSIBLE? PROBLEMS AND SOLUTIONS	26
Victoriia Mishchenko ANALYSIS OF PATHOGENIC ACTION OF WEATHER IN POLATAVA REGION AND ITS IMPACT ON HUMAN HEALTH IN THE CONDITIONS OF GLOBAL CLIMATE CHANGE.....	31
Vanessa Palienko ORGANIZATION AND CONSERVATION OF PROTECTED AREAS AS A GUARANTEE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT	34
Dariia Rudenko ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF WATER CONSERVATION IN THE KHARKIV REGION.....	37
Oleksiy Shovkun ASSESSMENT OF DIAGNOSTIC INDICATORS OF IRRIGATIVE WATER QUALITY BY AGRONOMIC AND ECOLOGICAL-TOXICOLOGICAL CRITERIA IN USE OF SUBSURFACE DRIP IRRIGATION	40
Ilna Valiiova GLOBAL CLIMATE CHANGE IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT.....	43

INFORMATION TECHNOLOGIES AND BUSINESS INNOVATIONS

Marharyta Buhakova

MA, V. N. Karazin Kharkiv National University,
e-mail: bugakova.mw@gmail.com, Ukraine
Supervisor – Svitlana Burchenko, PhD, V. N. Karazin Kharkiv National
University, e-mail: s.burchenko@karazin.ua, Ukraine

PERSPECTIVES OF USING GREEN ROOFS IN CONDITIONS
CLIMATE CHANGES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF
CITIES

Abstract. The challenges of climate change and adaptation are becoming more and more acute, especially in large cities. Green roofs are one of the objects of green infrastructure, which together with other greenery in the city form its green framework and make cities more environmentally friendly and sustainable. Was conducted a full-scale study of building types in Kharkiv, were assessed the design features of different types of buildings and accordingly, were developed recommendations for the arrangement of green roofs, walls and terraces. At the same time, landscaping of roofs, in contrast to the creation of parks and squares does not require the allocation of large areas, but on the contrary allow more efficient use of space of buildings. This articles deal with features of green roofs and types of buildings where they can be installed.

Keywords: green infrastructure, green roofs, landscaping, cities, climate change.

A green roof is the roof of a build, partially or completely covered with vegetation and soil layer. Depends on the substrate layer in which plants grow, green roofs are divided into extensive and intensive types. Extensive green roofs are roofs with thin vegetation, consisting of low grass, moss, lichens. Intensive green roofs are larger plant systems that involve planting tall plants and even trees. Extensive green roofs in most cases are sedum, and intensive - container or modular. The arrangement of a green roof has a positive effect on the energy efficiency of the house due to thermal insulation. Green roofs have the ability to hold up to 90% of rainfall and precipitation and have influence on surface runoff cleaning. For the arrangement of the extensive type of green roof, the thickness of

the substrate is 8-15 cm, and for the intensive type - 20-60 cm (Riabyka et al., 2021).

To date, the norms of Ukrainian legislation Governmental Buildings Normative B.2.6-220:2017 "Covering of buildings and constructions" provides the following definition of green roofing – it is a flat or sloping combined coating with the top layer of vegetation. The legislation does not provide a classification of types of green roofs, this document uses only extensive type of roof with the possibility of arranging a pedestrian zone, and in addition, the installation of landscaping on the roof is not mandatory and determined by the developer.

The main conditions that determine the possibility of installing a green roof are the ability of the building structure to withstand additional loads; placement on the roofs of engineering communications buildings, exhaust ventilation systems, etc.; the angle of the roof; general condition of the roof - the presence of pre-insulation.

When creating a green roof, the first step is to determine its purpose. However, in practice you can see that green roofs of different types can be combined - part of the extensive roof, and the other used for recreation, or for commercial purposes. The next step is the conditions of creation - the building already exists or construction is at the design stage. The next step depends on this - the calculation of the load on the structure of the future green roof.

When we decided on the type of green roof, the allowable load was determined, the question of communications arose - not to touch the vents, and one of the main - to organize a system of surface precipitation. Rainwater and meltwater are usually removed from the roof through funnels and drainage trays. At the same time on the floor of both ordinary roof and green it is necessary to install drainage and filter layers.

In general, the following layers must be installed for an extensive green roof: plants with substrate; a filter that protects the substrate from leaching; drainage, which will serve instead of watering; additional insulating layer; waterproof.

The following layers are necessary for an intensive green roof: plants with substrate; a filter that protects the substrate from leaching; drainage; filter, protective layer; waterproof; additional insulating layer; vapor barrier.

The existing housing stock of Ukrainian cities, in particular on the example of Kharkiv, can be divided into the following types:

- five - nine floors' buildings, were built in the 1950-1980s. They have a flat roof, but due to their obsolescence are not suitable for green roofing. Such houses are not suitable for green roofs;

- nine, twelve, sixteen floors' buildings (1960-1970s). Most have a technical floor. On them arrangement of an extensive type of green roof taking into account engineering communications is possible.

- two, five floors' buildings (1930-50s). The roof in houses is two- or multi-pitched, forming a large attic. Slate or roofing iron was used as a roofing material. In such buildings, a possible option is to install modular attic or balcony greening.

Therefore, the following are perspectives for the arrangement of a green roof:

- one-floors, two-floors private existing and new buildings with a flat roof (possible arrangement of extensive and intensive types) or sloping with an angle of not more than 35 degrees (only for extensive roof);
- multi-floors new buildings that are under construction;
- arrangement of a green roof is also possible at public transport stops;
- administrative buildings of private and state property;
- industrial enterprises, warehouses etc.;
- commercial centers.

References

Governmental Buildings Normative, B.2.6-220, 2017. Covering of buildings and constructions. Official webportal of the Ukraine's Parliament.
Riabyka, M., Guskova, O., Zozulia, A., Bushovska, A. et al. (2021). Catalog of nature-based solutions. Lviv: UKM.

Vlad Fediai

BA, V. N. Karazin Kharkiv National University,
e-mail: fedyayvlad2001@gmail.com, Ukraine

Supervisor – Nadiya Maksymenko, Prof. DSc, V. N. Karazin Kharkiv National University, e-mail: maksymenko@karazin.ua, Ukraine

PROBLEMS AND PROSPECTS OF BIODIVERSITY CONSERVATION IN THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE AT THE ECOLOGICAL NETWORK OF SUMY REGION

Abstract. The article considers the role of the objects of the nature reserve fund in Sumy region for the conservation of biological diversity, emphasizing a positive effect of creating an ecological network. There is also an assessment of the recreational load dynamics on protected areas.

Keywords: biological diversity, national park, recreational load, ecological network, nature reserve fund.