

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти і науки України
29 березня 2012 року № 384
Форма № Н-9.02

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

(повне найменування вищого навчального закладу)

ННІ СНАП

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра екології

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

УДК: 504.75:504.05:711.4

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему

**ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА УРБООКОСИСТЕМИ
МІСТА ТРУСКАВЕЦЬ**

Виконав: ст. 6 курсу, групи ЕК-61м
напряму підготовки (спеціальності)

Е2 Екологія

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Роздін Давид Андрійович

(прізвище та ініціали)

Керівник Ошуркевич-Панківська О.Є.

(прізвище та ініціали)

Рецензент доц.Марутяк С.Б.

(прізвище та ініціали)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

(повна назва університету за місцем знаходження)

Інститут, факультет, відділення СНАП
 Кафедра, циклова комісія екології
 Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
 Спеціальність Е2 Екологія
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, голова циклової
 комісії проф.Копій Д.І.



29.12.

2025 року

**ЗАВДАННЯ
 НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Роздіну Давиду Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Екологічна оцінка урбоєкосистеми міста Трускавець

керівник проекту (роботи) Ощуркевич-Панківська О.Є., к.с.-г.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчений звання)

затвержені наказом вищого навчального закладу від «15» грудня 2025 р. № С-940

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 18.12.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Генеральний план м. Трускавець; Звіт про Стратегічну екологічну оцінку Документа державного планування «Генерального плану м. Трускавець»; Обсяги забруднюючих речовин, водовідведення та твердих відходів які утворилися на території м. Трускавець за даними Головного управління статистики у Львівській області; Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ; 1. Сучасний стан міського середовища міста Трускавець; 2. Оцінка рівня техногенного навантаження на урбоєкосистему міста; 3. Екологічна ефективність зеленої зони міста; 4. Оцінка забезпеченості рекреаційними ресурсами; Висновки; Список використаних джерел; Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Графіки з динамікою зміни розрахованих модулів техногенного навантаження на атмосферне повітря, поверхневі водойми та навантаження від твердих відходів

6. Дата видачі завдання 4.09.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Пробітка
1	Сучасний стан міського середовища м. Трускавець	15.09.25-21.09.25	Виконано
2	Методика проведення досліджень та розрахунків	22.09.25-08.10.25	Виконано
3	Оцінка рівня техногенного навантаження на урбоєкосистему міста	09.10.25-08.11.25	Виконано
4	Оцінка рівня озеленення території міста	09.11.25-15.11.25	Виконано
5	Оцінка еколого-рекреаційної ефективності зеленої зони міста	16.11.25-30.11.25	Виконано
6	Оформлення пояснювальної записки	01.12.25-17.12.25	Виконано

Студент


 (підпис)

Роздін Д.А.
 (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


 (підпис)

Ошуркевич-Панківська О.Є.
 (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Роздін Д.А. Екологічна оцінка урбоекосистеми міста Трускавець: дипломна робота магістра: Е2 Екологія / Роздін Давид Андрійович. - Львів: НЛТУ України, 2025. – 52 с.

У роботі на основі аналізу обсягів викидів забруднюючих речовин, утворення відходів та водовідведення у місті Трускавець оцінено рівень техногенного навантаження на урбоекосистему міста. Виконано розрахунки балансу відтвореного зеленими насадженнями міста кисню, кількості поглинутого діоксиду вуглецю, діоксиду сульфуру та пилу, також оцінено рекреаційну місткість зелених насаджень загального користування міста, водних об'єктів та мінеральних вод.

Ключові слова: урбоекосистема, модулі техногенного навантаження, зелені насадження міста, компенсація викидів забруднюючих речовин, рекреаційна місткість об'єктів озеленення, рекреаційна місткість мінеральних вод.

SUMMARY

Rozdin D.A. Ecological assessment of the urban ecosystem of the city of Truskavets: Master's thesis: E2 Ecology / Rozdin David Andriyovych. - Lviv: NLTU of Ukraine, 2025. - 52 p.

In the work, based on the analysis of the volumes of pollutant emissions, waste generation and wastewater disposal in the city of Truskavets, the level of technogenic load on the urban ecosystem of the city was estimated. Calculations were made of the balance of oxygen reproduced by the city's green spaces, the amount of absorbed carbon dioxide, sulfur dioxide and dust, and the recreational capacity of the city's public green spaces, water bodies and mineral waters was also estimated.

Keywords: urban ecosystem, modules of technogenic load, city green spaces, compensation for pollutant emissions, recreational capacity of green spaces, recreational capacity of mineral waters.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА МІСТА ТРУСКАВЕЦЬ	7
1.1. Коротка історична довідка.....	7
1.2. Коротка характеристика населеного пункту.....	8
1.3. Природно-кліматичні умови.....	11
1.4. Природоохоронні та ландшафтно-рекреаційні ресурси міста.....	15
РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА РІВНЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА УРБОЕКОСИСТЕМУ МІСТА.....	17
2.1. Оцінка техногенного навантаження на атмосферне повітря.....	17
2.2. Оцінка техногенного навантаження на поверхневі водойми.....	19
2.3. Оцінка техногенного навантаження від утворення відходів.....	21
РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗЕЛЕНОЇ ЗОНИ МІСТА.....	24
3.1. Оцінка рівня озеленення міста.....	24
3.2. Оцінка еколого-компенсаційної ефективності озелених територій міста.....	29
3.2.1. Оцінки екологічної ефективності за киснем.....	29
3.2.2. Оцінки екологічної ефективності за діоксидом вуглецю.....	30
3.2.3. Оцінки екологічної ефективності за діоксидом сульфуру.....	31
3.2.4. Оцінки екологічної ефективності за пилом.....	31
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ РЕКРЕАЦІЙНИМИ РЕСУРСАМИ.....	33
4.1. Оцінка забезпеченості внутрішньоміськими рекреаційними ресурсами..	33
4.2. Оцінка рекреаційної місткості водних об'єктів міста.....	34
4.3. Оцінка рекреаційної місткості джерел мінеральних вод.....	35
ВИСНОВКИ.....	36
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	37
ДОДАТКИ.....	40

ВСТУП

Сучасне місто – це урбоєкосистема, істотним компонентом якої є зелені насадження. Ландшафтно-рекреаційні території – невід’ємна складова будь-якого міста, незалежно від його адміністративного і господарського статусу. Вони є засобами збереження природного середовища в урбанізованих містах і відповідають зростаючій потребі людей в спілкуванні з природою.

Зелені насадження у сучасному місті виконують надзвичайно різноманітні та важливі функції. Їм відводиться важлива роль у містобудівних проектах, вони є індикаторами екологічного стану міст, також вони виконують естетичні та рекреаційні функції.

Проте, не у всіх містах показник площі зелених зон відповідає вимогам містобудування, у багатьох з них гостро постає проблема скорочення частки зелених насаджень в містах, вирубка парків та відведення територій під забудову. Для того, щоб зелені насадження ефективно виконували свої функції по насиченню повітря киснем, очищенню середовища від пилових і хімічних забрудників, і рекреації населення, необхідно дотримуватись певних містобудівних правил та принципів ведення зеленого господарства.

З огляду на це актуальною є екологічна оцінка стану урбоєкосистеми міст.

Метою роботи є екологічна оцінка урбоєкосистеми міста Трускавець.

Досягнення мети забезпечувалось виконанням таких **завдань**:

- проаналізувати викиди забруднюючих речовин, утворення відходів та водовідведення у місті Трускавець;
- оцінити рівень техногенного навантаження на урбоєкосистему міста;
- виконати розрахунки балансу відтвореного зеленими насадженнями міста кисню, кількості поглинутого діоксиду вуглецю, діоксиду сульфуру та пилу;
- оцінити рекреаційну місткість зелених насаджень загального користування міста та водних об’єктів.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА МІСТА ТРУСКАВЕЦЬ

1.1. Коротка історична довідка

Трускавець відомий як курорт з 1827 р. У формуванні його розпланування і забудови можна виділити чотири періоди, пов'язані зі змінами суспільно-економічних укладів, державної приналежності у різні історичні періоди Західної України та тогочасних напрямків і тенденцій архітектури: перший - (1827- 1919); другий - (1920- 1939); третій (1939 - 1990); четвертий - з 1991 р. до нашого часу.

При цьому у формуванні історичної курортної забудови пропонується виділити три характерні періоди : 1) друга чверть ХІХ ст. - 1894 р.; 2) 1895 - 1914 рр.; 3) 1921 - 1939 рр.

У першому періоді переважають будинки садибного типу (вілли), архітектура яких відноситься до історизму з перевагою "швейцарського" стилю. У другому періоді простежується перевага форм модерну (сецесії) з домінуванням "закоп'янського" стилю в архітектурі вілл. Для третього періоду характерні вілли та санаторії, побудовані в традиційних формах сецесії та модернізму (функціоналізму).

За станом на 1939 р. у Трускавці налічувалося понад 300 об'єктів, які сьогодні за своїми архітектурно-художніми якостями могли б претендувати на статус пам'ятки архітектури. Згідно з даними натурних обстежень на даний час таких будівель налічується 126, з них 20 % становлять капітальні споруди, 80 % - дерев'яні вілли. У другій половині ХХ ст. знесено біля 200 будівель збудованих до 1939 р., а перебудовано зі значними змінами - біля 50. Слід зауважити, що 70 % збереженої забудови перебуває у задовільному технічному стані. Тоді ж було встановлено, що протягом 1960-1990 рр. було знесено біля 100 будівель ХІХ- початку ХХ ст.

Окрім того, на території Трускавця і околиць донині збереглися дерев'яні селянські хати кінця XIX - початку XX ст. - характерні зразки українського народного (етнографічний район Бойківщини) будівництва на території тодішньої Галичини.

Матеріали натурального обстеження історичної забудови Трускавця, виконані протягом 2001 р., дозволяють пропонувати до включення в реєстр пам'яток місцевого значення ще понад 70 об'єктів забудови (дерев'яних вілл, мурованих будівель санаторіїв та селянських хат), з них першочерговими можна вважати 31 об'єкт. На підставі уточнених даних можна ставити питання про перевід деяких об'єктів з місцевого значення до Національного реєстру, оскільки на території України подібних пам'яток збереглося дуже мало [4].

1.2. Коротка характеристика населеного пункту

Трускавець – місто обласного підпорядкування, бальнеологічний курорт державного (по факту) і міжнародного значення, розташований в передгір'ї українських Карпат за 9 км на південь від м. Дрогобича і за 100 км від обласного центру – м. Львова. Автомобільні маршрути з'єднують його майже з усіма обласними центрами України, а залізнична колія – з м. Львовом.

На даний час територія міста складає 774,0 га. На сьогоднішній день готується пакет документів про юридичне закріплення за курортом статусу «державного значення».

Згідно даних головного управління статистики у Львівській області станом на 1.01.2008 року чисельність постійного населення міста складала 21,4 тис. осіб, житловий фонд – 442,4 тис. м² загальної площі, в тому числі квартирний – 380,0 тис. м² (86,0 %), садибний – 62,4 тис. м² (14,0 %). Середня житлова забезпеченість в місті складає 20,7 м² заг. площі на 1 людину.

Народногосподарський профіль м. Трускавця визначає санаторно-курортне господарство, в основі якого лежить природно-лікувальний фактор

курорту – мінеральні води. У Трускавці є понад 14 видів мінеральних вод, а в Бориславі – поклади озокериту. Представлене санаторно-курортне господарство міста 24 санаторіями, 9 пансіонатами та 4 курортними готелями (див. табл.Ек-1).

В ЗАТ "Трускавецькурорт" входить 7 санаторіїв, в тому числі 5 вілл, із загальною кількістю більше 4,2 тис. місць, 2 бальнеозокеритолікарні на 8,0 тис. відвідувань в день, 2 бювети мінеральних вод з пропускною здатністю до 8,5 тис. відвідувань в день, курортна поліклініка на 1,5 тис. відвідувань в день, 2 медичні реабілітаційні центри на 600 ліжок, діагностичний центр. Місткість відомчих здравниць міста у даний час складає 5,1 тис. місць. Місткість 9 пансіонатів міста складає 0,26 тис. місць і 0,36 тис. місць нараховують курортні готелі і готельно-курортні комплекси.

Трускавець має досить насичену мережу закладів культурно-побутового обслуговування. В місті функціонує 3 загальноосвітні школи (130 класів, 3526 учнів), 5 дитячих дошкільних установ (45 груп , 673 дітей). Забезпеченість установами народної освіти в місті складає, відповідно, 101,4 і 90,3 % від потреб населення.

Мережа установ культури і мистецтва в місті складається з Народного дому на 120 місць, 2-ох кінотеатрів (« Міленіум » і « Злата »), відповідно, на 350 і 330 місць (забезпеченість на 114,4 %), центральна міська бібліотека на 141,5 тис. екземплярів книг (забезпеченість – 102,2 %), 2-ох музеїв, дитячої школи мистецтв на 420 учнів та будинку учнівської молоді на 1300 місць.

Практично при усіх санаторіях курорту функціонують свої клубні приміщення.

Промисловість. Цю містоутворюючу галузь представляють такі промислові підприємства, як: ЗАТ фірма Т.С.Б, ПП ТзОВ «Аква-ЕКО», ТзОВ «Акваріус», ТзОВ «Мільтекс-Текстиль», МПП «Такт», філія ТзОВ «МіК» молочний комплекс «Карпатські луки» та інші.

У загальнообласному обсязі реалізованої промислової продукції області на місто припадає 0,6%. У структурі промисловості міста найбільша частка

(близько двох третин) належить харчовій галузі. Обсяг виробництва промислової продукції за січень-грудень 2007 року по промислових підприємствах Трускавця у порівняних цінах склав 83,6 млн. грн. Темп росту до 2006 року 128,2 %.

Набуває розвитку мале підприємництво: на 10,0 тис. осіб наявного населення припадає 110 малих підприємств – це найбільший показник серед міст області після Львова. У 2008 році господарську діяльність здійснювали 346 суб'єктів підприємництва, з них 316 малих підприємств. Річний обсяг реалізованої продукції (робіт, послуг) становив 411,9 млн. грн. (0,9% в області), майже п'яту частину якого забезпечили малі підприємницькі структури.

Зовнішній транспорт. Дана містоутворююча категорія населення міста представлена залізничним та автомобільним транспортом загального користування (залізнична пасажирська тупикова станція третього класу «Трускавець», автопідприємства – АТП ЗАТ «Трускавецькурорт», ПП «Онікс», ПП «АР-Транс», МПП «Вітязь», ТЗОВ «Підгір'я» та інші), на яких у даний період зайнято біля 200 осіб. Послуги з пасажирських перевезень на таксі у місті надають вісім підприємств, у розпорядженні яких біля 130 легкових автомобілів, які повністю задовольняють потребу відпочиваючих та населення міста.

Капітальне будівництво, представлене наступними підприємствами - ТЗОВ «Герен», ПП «Будсервіс», ТЗОВ «Спецбуд», БУ-47, ДП ВАТ «Прикарпатбуд» та рядом малих приватних підприємств, які здійснюють курортне (ЗАТ «Трускавецькурорт», ОПЛ «Трускавецькурортсервіс») і житлове (ПП «Олвік», ПП «Ремікс», ТЗОВ «Житло-Буд», ТЗОВ «Універсал») будівництво, займаються поточними будівельними роботами – реконструкцією та ремонтною діяльністю.

Чисельність будівельних кадрів у даний час становить 650 осіб. В зв'язку з зростанням обсягів будівельно-монтажних робіт на перспективу цей показник зросте орієнтовно до 700 осіб.

Заготівельно-складське господарство, знаходяться у прямій залежності від розвитку санаторно-курортної сфери міста і представлене такими підприємствами, як ТЗОВ ТВК «Львівхолод», ТЗОВ «Овочі-фрукти». На сьогодні в даній категорії зайнято 217 осіб, перспективна чисельність становитиме 250 осіб.

Вищі і середні спеціальні навчальні заклади. В місті Трускавці функціонують 2 спеціалізовані центри вищої спеціальної освіти : біологічний факультет Дрогобицького педагогічного університету, проектний інститут ім. Грушевського (регіональний підрозділ МАУП), в яких навчається 520 студентів, кількість педтехперсоналу становить 100 осіб. На перспективу передбачається збільшення чисельності студентів до 600 осіб, а чисельності викладачів до 150 осіб.

Установи і організації позаміського значення. У даний час у місті Трускавець нараховується цілий ряд установ та організацій позаміського значення – міська Рада народних депутатів, вузол зв'язку, народний суд, прокуратура, управління юстиції, нотаріальні контори міське фінансове управління, дирекція «Трускавецькурорт», виробнича база електромереж та інші.

1.3. Природно-кліматичні умови

Клімат. Згідно зі статистичними кліматичними даними у Трускавці помірно теплий та вологий клімат. Середньорічна температура (+7,6 °С) робить Трускавець схожим до кавказьких курортів, зокрема до Кисловодська (+7,7 °С). Найгарячіші місяці у Трускавці - липень і серпень з середньомісячною температурою біля +22 °С. Найбільш холодним вважається січень (-4 °С). Навесні переважно тепло. Середня температура за три весняні місяці коливається в районі +14 °С. Восени теж не так холодно і середня температура - біля 12 °С.

Опади. Середньорічні суми опадів для Трускавця не виходять за межі 759-820 мм. Тому вони не перевищують суми опадів на відомих курортах Російської Федерації та Криму (Кисловодськ - 672 мм., П'ятигорськ - 584 мм., Ялта - 577 мм.) Найбільша кількість опадів у Трускавці припадає на період кінця весни і літо (особливо червень і липень), а найменше - взимку.

Вологість і тиск повітря. Для Трускавця характерна висока вологість повітря (взимку - 71-81 %, влітку – 83 %) і понижений атмосферний тиск, який оливається протягом року в рамках 725-742 мм. рт. ст. Висока вологість особливо відчутна зранку і ввечері, вдень вона наближається до оптимальної. А тому, незважаючи на високу температуру повітря, зранку і ввечері відносно прохолодно. Періоди з найвищим рівнем відносної вологості - серпень-жовтень, з найнижчим - квітень-травень. Кількість туманних днів не перевищує 20-25 на рік. Приблизно стільки ж днів з грозами. Середня кількість хмарних днів у році - 99, ясних та сонячних - біля 98. Найбільша хмарність спостерігається у листопаді, найменша - у липні-вересні [4].

Геоморфологічна будова. В геоморфологічному відношенні територія міста-курорту входить в склад Самбірсько-Дрогобицької скульптурної височини, що пролягає з південного сходу на північний захід між зовнішніми Карпатами (Верхньо-Дністровськими Besкидами) і Волинсько-Подільською височиною.

В рельєфі району чітко виділяються підвищені вододільні простори та понижені плоскі долини річок і ярів (балок). В цілому орографія характеризується передгірними формами рельєфу. Рельєф власне території міста має такий самий характер, оскільки формується долинами п'яти струмків, що протікають в межах міста-курорту переважно з заходу на схід [4]. Середня відмітка території міста-курорту – 400 метрів над рівнем моря при середньому пониженні для всього району 4,0 метри на 1 км.

Гідрологічна мережа. Гідрографічна мережа району представлена струмками та невеликими річками, а також декількома водоймами:

1. Струмок Вишниця на початку протікає вздовж західної межі міста-курорту (між Трускавцем і Бориславом) з півдня на північ, а потім повертає і тече вздовж північної межі з заходу на схід та впадає в річку Тисменицю. Довжина струмка близько 4 км, ширина 20-40-100 см, глибина 10-80 см, швидкість течії 0,25 м/с, середній розхід води 29 літрів в секунду. Час замерзання – грудень, танення – березень. Глибина промерзання – 30 см. Берег і дно струмка кам'янисті.

2. Струмок Каточий починається за 1-1,2 км на північний захід від центру міста-курорту і формується злиттям декількох малих струмків. Центральну частину міста-курорту він проходить по закритому каналу, а потім по відкритому каналу впадає в р. Солоницю. Довжина струмка близько 4 км, ширина 30-50 см, глибина 10-80 см, швидкість течії 0,35 м/с, середній розхід води до 10 літрів в секунду.

3. Права притока струмка Каточий витікає з Курортної балки в районі джерела „Ісая” і протікає мимо джерел „Марія”, „Броніслава” до джерела „Едвард”, а далі походить по закритому каналу до впадання в струмок Каточий.

4. Струмок Воротище бере початок за 12 км на південний захід від міста курорту в гірській височині „Орів”. В західній частині міста-курорту в нього впадають чотири менші струмки: Підкамінь, Городище, Колона, Лисича. Струмок Воротище (далі р. Солониця) впадає в р. Тисменицю за 20 км від міста-курорту. Довжина струмка близько 25 км, ширина 20-60 см, глибина 10-80 см, швидкість течії 0,3 м/с, середній розхід води 18 літрів в секунду. В період сніготанення та злив розливається шириною до 20 м. Час замерзання – грудень, танення – березень. Глибина промерзання – 20 см. Береги струмка обривисті, місцями висотою до 2 метрів. Дно кам'янисте.

5. Річка Колодниця бере початок за 15 км на південний захід від міста курорту в гірському масиві „Іванівка” і впадає в річку Дністер. Довжина річки близько 45 км, ширина 50 см, глибина 15-50 см, швидкість течії 0,25 м/с,

середній розхід води 49 літрів в секунду. Час замерзання – грудень, танення – березень. Глибина промерзання – до 50 см.

6. Найбільшою водоймою на території міста-курорту є штучна водойма на струмку Воротище, створена в 1960 році, як тимчасове джерело питтєвого водопостачання Трускавця. Штучне водосховище має площу 25 га, загальну ємність 1,27 млн.м³ (корисну ємність 0,29 млн. м³ і мертвий об'єм 0,98 млн.м³). При водоймі збудовані та експлуатуються водоочисні споруди потужністю 5600 м³/добу. Басейн струмка Воротище має форму прямокутника з загальним напрямком на північний схід. Довжина басейну до створу греблі 5 км, ширина 1,7-2,0 км, площа водозбору 9,82 км². Долина струмка значною мірою покрита мішаними лісами і чагарниками, частково використовується під сільськогосподарські угіддя.

7. Друга значна штучна водойма споруджена у 1970 році на струмку Вишниця в місці його перетину з автодорогою Трускавець – Борислав. Площа дзеркала води – 4 га. Водойма використовувалась як купальне озеро. На ньому передбачалась організація водно-спортивної бази загальноміського та загальнокурортного значення.

8. Третя штучна водойма споруджена у 90-х роках, на струмку Вишниця в північній околиці курорту в районі в'їзду в місто-курорт зі сторони Дрогобича. На ньому передбачається організація зони короткочасного відпочинку жителів міста та відпочиваючих курорту.

9. На території Помярок знаходяться дві старі водойми: одна (колишнє джерело водопостачання) – штучний котлован розміром 60 x 10 метрів і глибиною 1,7 метра (ємність 1020 м³), що наповнюється водою з безіменного струмка; друга утворена на місці колишніх розробок озокеритових шахт і живиться підземними ключами і наливом (розмір водойми 70 x 70 метрів, глибина 4 метри).

10. На краю південно-східної частини курорту розташоване водосховище на річці Колодниця біля с. Доброгостів. Водосховище

передбачене для забору технічної води для Стебницького калійного комбінату. Площа водоймища приблизно така ж , як і питного озера в Трускавці.

В місті-курорті на даний час налічується більше 200 криниць. Придатними для питних цілей визнані частина з них, а решта за смаковими якостями та наявністю запаху сірководню придатні лише для технічних потреб.

1.4. Природоохоронні та ландшафтно-рекреаційні ресурси міста

Трускавець розташований в зоні заліснених передгірських височин, що тягнуться вздовж схилів зовнішніх Карпат. Місто-курорт зі всіх сторін оточене крупними лісовими масивами, а територія його забудови майже вся вкрита зеленими насадженнями різного типу, що створює винятково сприятливі умови для санаторно-курортного режиму.

Зелені насадження. В межах курорту розташовані цінні ландшафти, які можуть бути використані для організації довготривалого та короткочасного відпочинку, розміщення об'єктів курортно-рекреаційного призначення. До них відносяться лісові масиви, штучні водоймища.

Враховуючи містобудівну ситуацію, природні ресурси можна розділити на окремі структурні елементи курортно-рекреаційних систем, а саме:

- лісопарки, лугопарки, гідропарки, що безпосередньо примикають до міста-курорту або входять в його межі, та потенційні території, які розташовані в радіусі пішохідної доступності до об'єктів курортно-рекреаційних установ. Такі території складають – 1550 га;
- рекреаційні ліси – 2000 га;

Всього в межах курорту – 3750 га.

Курортна зона. Основу планувальної структури існуючої курортної зони складає загальнокурортний центр, формується вздовж вул. Шевченка, вул. Героїв УПА, вул. Степана Бандери, сполученими із пішохідним бульваром Торосевича та загальнокурортним парком, довкола якого, в

південній частині міста зосереджена основна частина існуючих санаторно-курортних закладів.

Генеральним планом передбачається розвиток курортної зони з включенням в її межі лісових масивів та інших територій для санаторно-курортного будівництва та розвитку курортного парку.

Враховуючи особливий режим забудови і використання територій курорту, особливості планування міста і прилеглих територій на концептуальному рівні пропонується “секторально-поясна” модель його розвитку. Поділ на сектори визначається основними напрямками зовнішніх зав’язків міста.

Таким чином поза межами кільцевої вулиці, в межах якої сформований сучасний Трускавець, формуються 5 комплексів: комплекс “Гідропарк” (1500 місць), комплекс “Воротище” (курортні готелі) (500 місць), комплекс “Помірки” (1370 місць), комплекс “Липки” – зона приміського відпочинку на березі озера “Купального” (500 місць). Всі комплекси об’єднуються лісопарковою зоною навколо, власне, Трускавця [4].

РОЗДІЛ 2

ОЦІНКА РІВНЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА УРБОЕКОСИСТЕМУ МІСТА

2.1. Оцінка техногенного навантаження на атмосферне повітря

Стан атмосферного повітря на території міста в значній мірі залежить від об'ємів викидів забруднюючих речовин від двох основних джерел забруднення: стаціонарних (промислових підприємств) та пересувних (автотранспорт).

Обсяги забруднюючих речовин, які надійшли у атмосферне повітря м.Трускавець від стаціонарних джерел за період з 2013 по 2020 рік, за даними Головного управління статистики Львівської області [6] подані в таблиці 2.1. Загалом, за досліджуваний період не простежується чіткої тенденції до зменшення загального обсягу викидів (рис.2.1).

Таблиця 2.1

Викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення міста Трускавець, т/рік [6, 26]

Рік	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Діоксид вуглецю	480,5	384,4	576,6	192,2	961	961	1057,1	864,9
Оксид вуглецю	5	4	6	2	10	10	11	9
Діоксид азоту	34	26	29	19	25	22	19	13
Метан	0	0	0	0	0	0	0	0
Неметанові леткі органічні сполуки	-	-	0	-	-	-	0	0
Сажа	0,2	-	0,8	0,4	-	0,7	0,7	0,5
Інші	1	-	1,2	0,8	3	1,3	1,3	0,5
Усього	520,5	414,4	615,6	214,2	999	996	1089,1	887,9

У загальному обсязі викидів від стаціонарних джерел забруднення основну частку складає діоксид вуглецю (92,3 %), серед інших переважають, діоксид азоту (6,5 %) та оксид вуглецю (0,96 %) (див.табл. 2.1).



Рис.2.1. Обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне місто

Очевидно, що якість атмосферного повітря прямопропорційна обсягу викидів забруднюючих речовин, тому для оцінки забруднення атмосфери на території міста Трускавець розраховано модуль техногенного навантаження, під яким розуміють масу викидів забруднюючих речовин, що припадає на одиницю площі (для розрахунку використовували площі населених пунктів) за умови рівномірного розподілу викидів, і виражається у тоннах на квадратний кілометр за рік.

Результати розрахунків свідчать, що на кожен кілометр квадратний території міста в різні роки надходило від 12,93 до 65,73 тонни забруднюючих речовин щорічно (рис.2.2), що згідно з класифікацією [31] (Додаток А) відповідає категорії «мінімальне техногенне навантаження». За весь досліджуваний період найбільш техногенно навантаженим був 2019 рік (модуль техногенного навантаження досягнув 65,73 т/км²). Варто зазначити, що основне техногенне навантаження створюють парникові гази (в основному діоксид карбону).

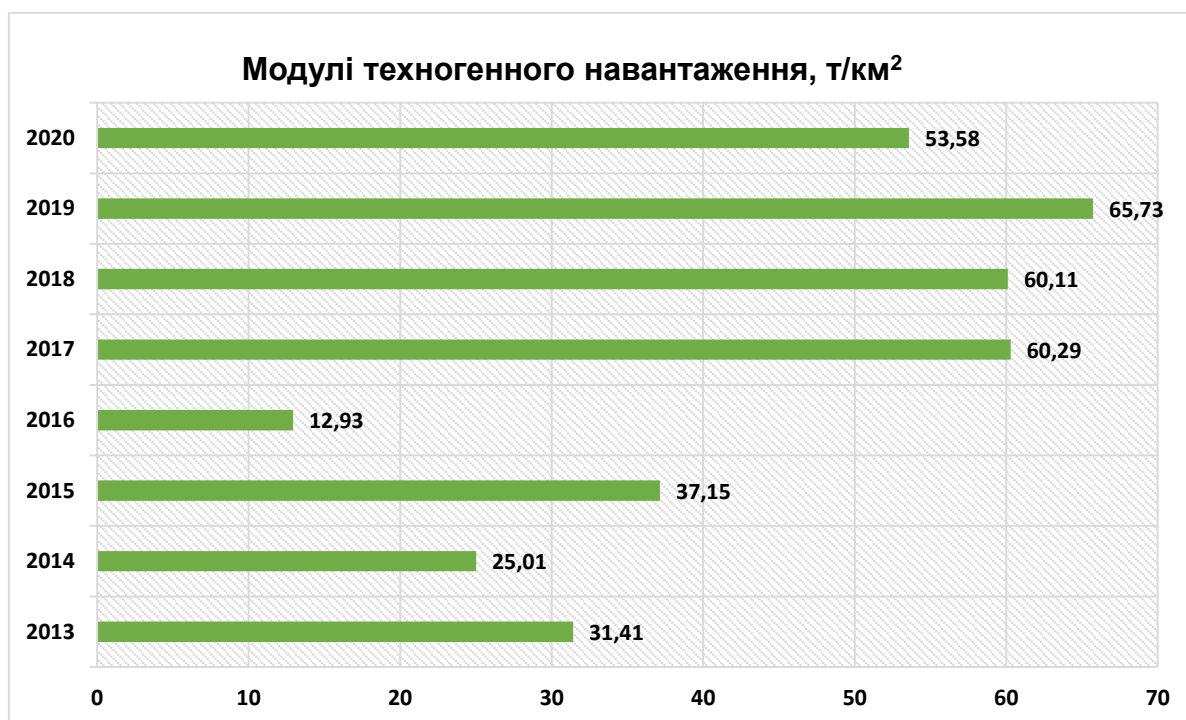


Рис.2.2. Модулі техногенного навантаження за викидами забруднюючих речовин

Відповідно до «Порядку здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 № 827 виконавчий комітет Трускавецької міської ради належить до суб'єктів моніторингу. Проте, спостереження за станом атмосферного повітря в межах Трускавецької територіальної громади не проводяться у зв'язку з відсутністю стаціонарних пунктів спостереження за рівнями забруднюючих речовин. У щорічних Регіональних доповідях про стан навколишнього природного середовища Львівської області [29] наводяться дані про середньорічні та максимальні концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі лише для Львова.

2.2. Оцінка техногенного навантаження на поверхневі водойми

В даний час питна вода в м. Трускавець подається з двох джерел: водосховища, організованого на околиці міста в долині річки Воротище і

районного водопроводу. Централізованим водопостачанням охоплено всю забудову. Згідно даних ТзОВ «Трускавецький водоканал» загальна подача води в міську водопровідну мережу складає 13,56 тис. м³/добу, з них: з районного водопроводу – 13,0 тис. м³/добу та з водосховища – 2,4 тис. м³/добу. Довжина водопровідної мережі складає 64,8 км. Водопроводом охоплено 95 % міста.

В даний час в м. Трускавці існує повна роздільна система каналізації, якою охоплено згідно даних ТзОВ «Трускавецький водоканал» 80 % забудови. Загальне водовідведення по місту складає 15100 м³/добу, з них від житлової забудови – 8349 м³/добу і 6751 м³/добу від решти об'єктів міста. Протяжність каналізаційної мережі складає 54 км.

Стічні води по мережі госпобутової каналізації відводяться в приймальне відділення РКНС, яка розташована в м. Стебник, насоси якої перекачують стоки обох міст по двох напірних колекторах на очисні споруди каналізації м. Дрогобича. Потужність очисних споруд 100 тис м³/добу.

На каналізаційні очисні споруди Дрогобича відводяться стоки від м. Борислава, Дрогобича, Стебника, Трускавця. Санітарно-захисна зона складає 400 м. Потужність очисних споруд на сьогоднішній день вичерпана [4].

Обсяги водовідведення у поверхневі водні об'єкти м. Трускавець за період з 2013 по 2020 рік, за даними Головного управління статистики області [6] подані в таблиці 2.2. Як бачимо, не простежується чіткої тенденції до збільшення обсягів водовідведення протягом цього періоду.

Таблиця 2.2

Водовідведення у поверхневі водні об'єкти (млн. м³/рік) [6, 26]

Рік	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Водовідведення у поверхневі водні об'єкти	0,7	0,8	0,6	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8
забруднені зворотні води	0,7	-	0,6	0,8	0,8	0,5	0,7	0,8
нормативно очищені води	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-

Очевидно, що якість води у поверхневих водоймах прямопропорційна обсягу водовідведення, тому для оцінки техногенного тиску на водні об'єкти м.Трускавець, а саме на р.Тисмениця (басейн р. Дністер), розраховано модуль техногенного навантаження, під яким розуміють об'єм стічних вод, що припадає на одиницю площі, і виражається у метрах кубічних на квадратний кілометр за рік (рис.2.3).

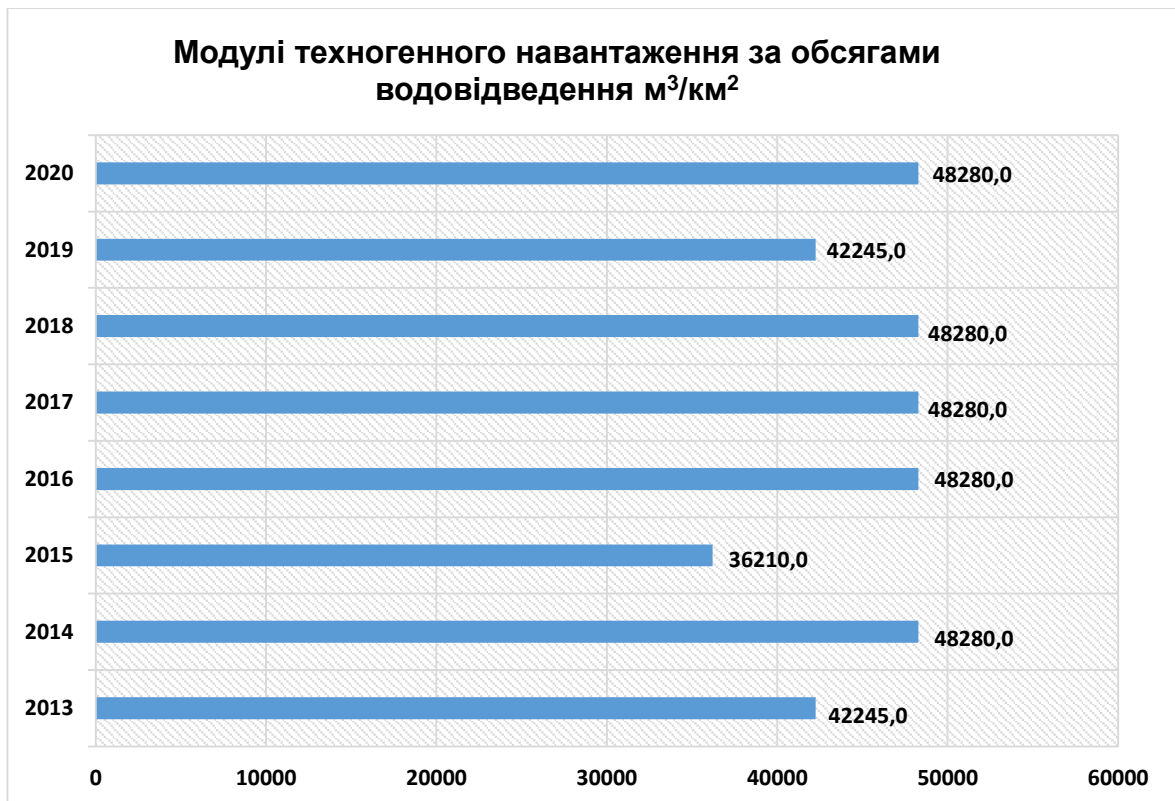


Рис.2.3. Модулі техногенного навантаження за обсягами водовідведення

Як бачимо, щорічно на кожен кілометр квадратний міста припадає від 36,2 до 48,3 тис. м³ стічних вод, що згідно з класифікацією [31] (Додаток А) відповідає категорії «середнє техногенне навантаження».

2.3. Оцінка техногенного навантаження від утворення відходів

В місті Трускавці проводиться планова система очистки від твердих побутових відходів, які вивозяться на сміттєзвалище, розташоване в м. Стрий. Річний об'єм побутових відходів міста складає 25455 м³/рік.

В місті реалізовується планова система очистки території, при якій тверді побутові відходи збирають в контейнери і регулярно вивозять на сміттєзвалище м. Стрия. В перспективі передбачається будівництво сміттєпереробного заводу в м. Дрогобичі (в р-ні очисних споруд), який розраховується на прийняття сміття міст дрогобицької агломерації Дрогобича, Трускавця, Борислава, Стебника, а також прилеглих населених пунктів.

На території громади частково запроваджено роздільний збір ТПВ: змішані відходи, ПЕТ тара, скло, папір. Збір, приймання, тимчасове зберігання, передача небезпечних відходів у складі побутових відходів спеціалізованим підприємствам на території громади не проводиться.

Обсяги відходів, що утворилися у місті за період з 2013 по 2020 рік, за даними Головного управління статистики області [6] подані в таблиці 2.4. Кількість відходів, що утворилася за ці роки не дуже рівномірна, і важко прослідкувати чітку тенденцію до зменшення кількості відходів з роками. Очевидно, що така ситуація зумовлена кращим охопленням системою завезенням відходів сільських населених пунктів, а також, зміною (сезонною чи середньорічною) «чисельності» міста за рахунок рекреантів.

Таблиця 2.4

Утворення та поводження з відходами I-IV класів небезпеки, т/рік [6, 26]

Рік	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Утворено	688	383	696	226	523	502	426	260
Зібрано, отримано	-	0	-	-	-	-	-	-
Утилізовано	-	-	-	-	200	-	-	-
Спалено	-	0	-	-	-	-	-	-
Передано на сторону	686	385	695	227	520	501	425	254

Для оцінки техногенного тиску на урбоекосистему міста внаслідок утворення відходів розраховано модуль техногенного навантаження (рис.2.4), під яким розуміють масу відходів, що припадає на одиницю площі, і виражається у тонах на квадратний кілометр за рік.

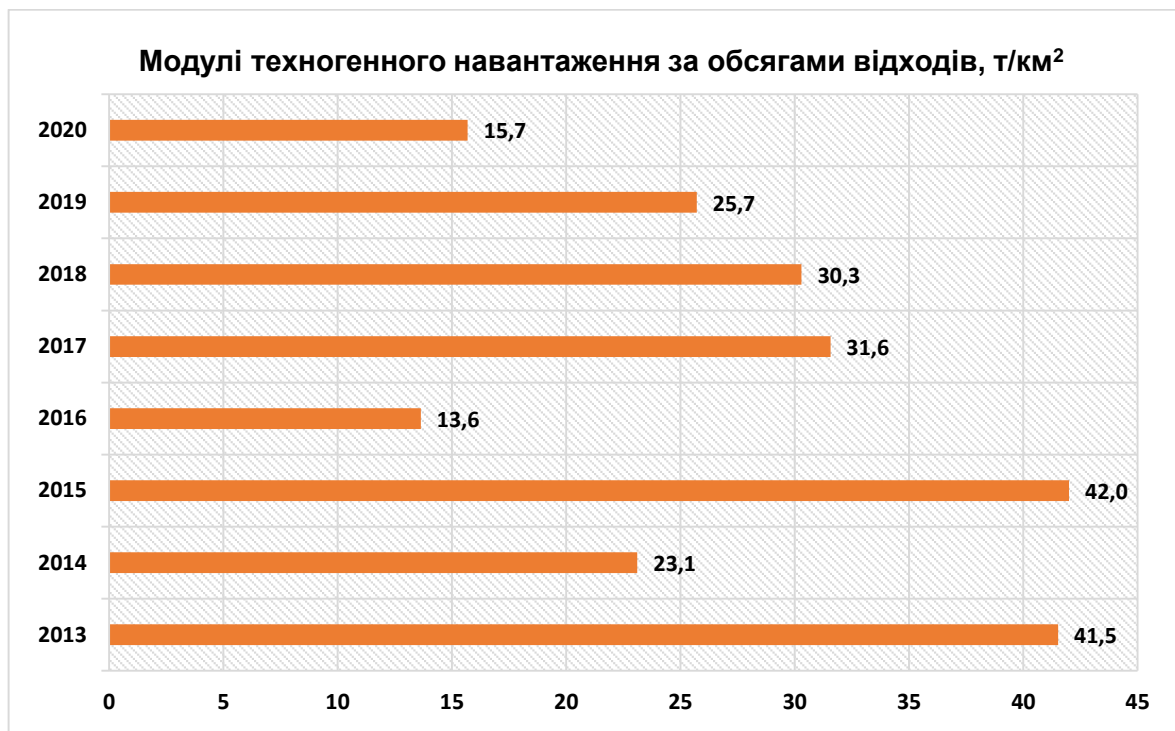


Рис.2.4. Модулі техногенного навантаження за кількістю відходів

Як бачимо, протягом досліджуваного періоду модулі техногенного навантаження коливаються в межах 13,6 – 42,0 т/км² на рік. Згідно з класифікацією [31] (Додаток А) це відповідає категорії «мінімальне техногенне навантаження». Максимальна кількість відходів що припадала на кожен кілометр квадратний міста становила 42,0 т/км² (у 2015 році), в наступні роки модуль техногенного навантаження поступово зменшувався, досягнувши 15,7 т/км² (у 2020 році).

РОЗДІЛ 3

ЕКОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗЕЛеної ЗОНИ МІСТА

Озеленені території, як структурні елементи зеленої зони міста, відіграють, не лише архітектурно-планувальну, але й інженерно-захисну (спрямовану на протидію різним геофізичним потокам, наприклад, вітропилодимовим) та сануючу (санітарно-гігієнічну функцію: кисневидільну, фільтрувальну, фітонцидну, іонізуючу, шумопоглинальну) та рекреаційну роль.

Рослинам належить значна роль у доочищенні атмосферного повітря від забруднюючих речовин. Вони виконують роль зелених фільтрів продукуючи кисень та поглинаючи сполуки сульфуру та вуглецю, пил та ін.

Під екологічною ефективністю розуміють обсяги антропогенного впливу, що нейтралізуються зеленими насадженнями. Екологічна ефективність різних насаджень є різною і залежить від їх структури і стану. Найвищу фітомеліоративну ефективність мають деревні насадження (лісопарки і парки).

3.1. Оцінка рівня озеленення міста

До зелених насаджень міста належить деревна, чагарникова, квіткова та трав'яна рослинність природного і штучного походження на території населеного пункту [9]. Головним завданням озеленення територій є благоустрій і створення сприятливих умов для відпочинку населення у безпосередній близькості від житла, покращення загального стану довкілля.

Їх поділяють на: насадження загального користування, насадження обмеженого користування та насадження спеціального призначення [25]. До зелених насаджень загального користування належать насадження, які розташовані на території загальноміських і районних парків, спеціалізованих парків, парків культури та відпочинку; на територіях зоопарків та ботанічних садів, міських садів і садів житлових районів, міжквартальних або при групі житлових будинків; скверів, бульварів, насадження на схилах, набережних, лісопарків, лугопарків, гідропарків і інших, які мають вільний доступ для відпочинку. До *насадження обмеженого користування* відносять насадження на територіях громадських і житлових будинків, шкіл, дитячих установ, вищих

та середніх спеціальних навчальних закладів, профтехучилищ, закладів охорони здоров'я, промислових підприємств і складських зон, санаторіїв, культурно-освітніх і спортивно-оздоровчих установ та інші. А *зелені насадження спеціального призначення* – це насадження транспортних магістралей і вулиць; на ділянках санітарно-захисних зон довкола промислових підприємств; виставок, кладовищ і крематоріїв, ліній електропередач високої напруги; лісомеліоративні, водоохоронні, вітрозахисні, протиерозійні, насадження розсадників, квітникарських господарств, пришляхові насадження в межах населених пунктів [25].

Перелік об'єктів, що належать до зелених насаджень в існуючих межах міста подано в таблиці 3.1, рис.3.1. Зелені насадження м. Трускавець систематизуються таким чином [4]:

1. Зелені насадження в санаторно-курортній зоні:

1.1. Центральний курортний парк (в Курортній балці). Площа парку – 42 га. Зелені насадження парку – це 2200 дерев більш як 20-ти порід, таких як: дуб, каштан, ясен, явір, липа, ялина, смерека, сосна, яблуня, акація, граб, горіх, клен, береза, туя, бук, тополя, вільха, верба, берест, модрина та інші.

Дерева, які ростуть в курортному парку, досягають 100-літнього віку. Зараження деревини на території курортного парку не спостерігається. Парк має хороший благоустрій. Струмок Каточий, що протікає на території парку, схований в підземні труби. Над джерелами мінеральних вод збудовані надкаптажні споруди з відповідним огороженням, головні пішохідні доріжки та алеї заміщені каменем чи покриті асфальтом та обставлені лавочками.

В курортному парку в районі головного входу функціонує бювет № 1 для роздачі мінеральних вод, та бювет № 2 в його західній частині.

1.2. Парк пансіонатів. Площа парку – 12 га. Спорудження парку передбачено генпланом міста-курорту на території, відведеній для комплексу пансіонатів на 4000 місць. На даний час частина ділянки парку рішенням міськради передана приватним структурам під будівництво об'єктів рекреації. На території парку передбачається влаштування штучної водойми.

2. Зелені насадження в зоні лісопарків:

1.1. Лісовий масив «Модричі» - оточує Трускавець з півночі, складається з мішаних порід: дуба, ялини, ялиці;

1.2. Лісовий масив «Доброгостів» – оточує Трускавець зі сходу, складається переважно з ялини, ялиці і невеликої кількості буку;

1.3. Лісовий масив «Орів» – оточує Трускавець з півдня, складається також з ялини, ялиці, буку;

1.4. Лісовий масив «Тустановичі» – оточує Трускавець з заходу, складається переважно з дуба, а на височинах – з ялини, ялиці, буку.

Перераховані лісові масиви досягають віку від 60 до 100 років і більше. Частина лісових масивів, що знаходиться в межах курорту, передбачається використати: по периметру меж міста-курорту організувати захисне зелене кільце з реконструкцією лісових масивів під лісопарки. Крім вищезазначених існуючих лісових масивів держлісфонду в зоні лісопарків проектується лісопосадки для захисту курорту від шкідливого впливу стебниківського калійного комбінату.

Таблиця 3.1

Зведена таблиця зелених насаджень загального користування по функціональних зонах міста-курорту Трускавця [4]

№ з/п	Назва зелених насаджень	Площа, га
<u>Санаторно-курортна зона</u>		
1.	Курортний парк	42
2.	Парк пансіонатів	12
3.	Бульвари та сквери (в межах червоних ліній)	10
4.	Внутрішні парки санаторно-курортних комплексів	60
5.	Санітарна захисна зелена смуга (вздовж межі житлової зони)	10
Всього		137
<u>Сельбищна зона</u>		
1.	Мікрорайонні сади	15
<u>Комунально-господарська зона</u>		
1.	Санітарно-захисні зелені смуги	15
<u>Зона лісопарків</u>		
1.	Лісові масиви «Модричі», «Доброгостів», «Орів», «Тустановичі» (за межами міста-курорту Трускавця)	750
2.	Захисна зелена смуга на стебниківському напрямку	20
Всього		770
Разом		950

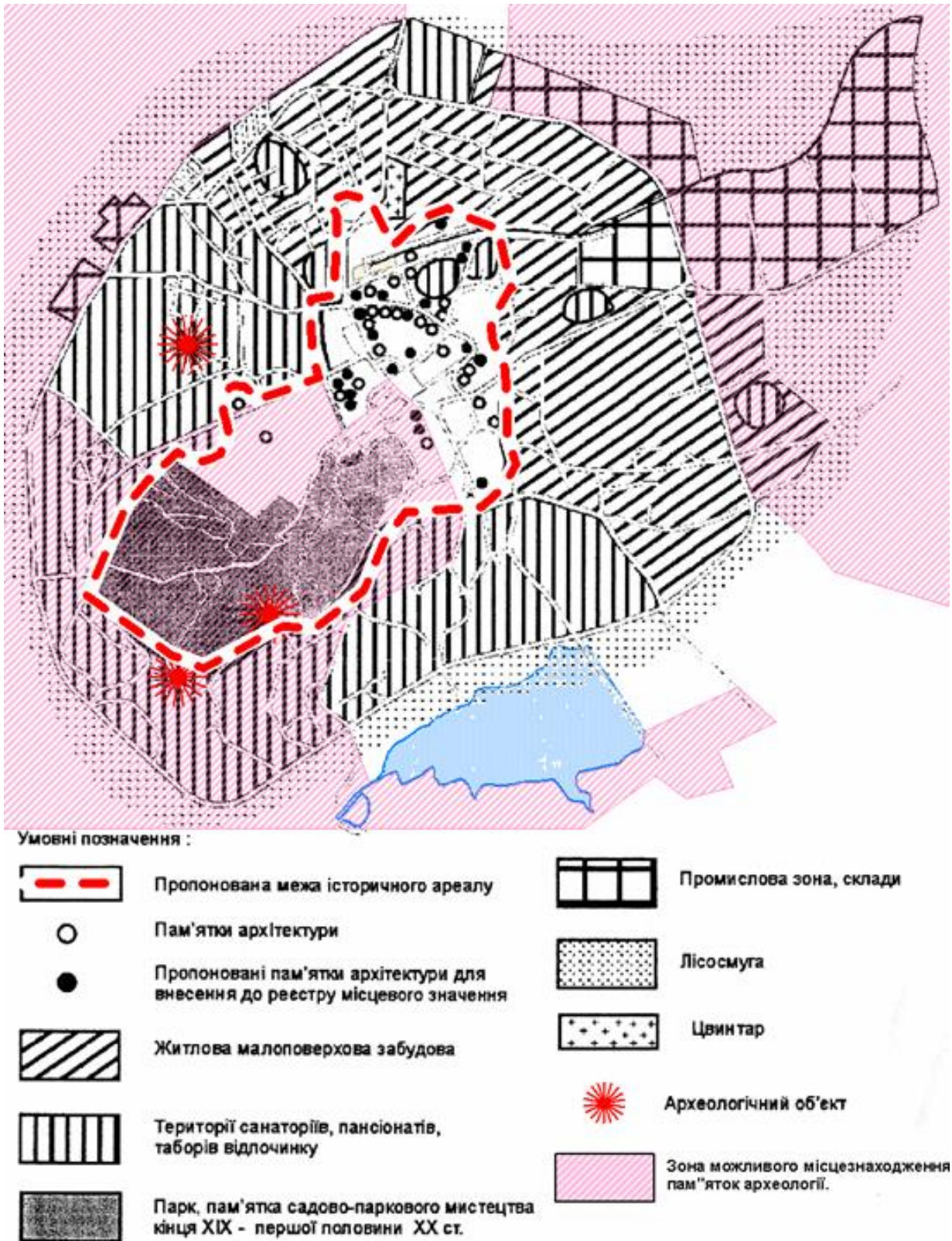


Рис. 3.1. Функціональне зонування території Трускавця [4]

Згідно з «Правилами забудови населених пунктів України» [9] для міста Трускавець, як міста з чисельністю 33 тис. осіб, що менше 50 тис. осіб, яке розташоване в зоні II – Прикарпаття, нормативна площа зелених насаджень загального користування повинна становити 10 м²/люд (Додаток А.2). Рівень

озеленення території житлової забудови повинен бути не менше 40 %, промпідприємств - 30 %, ділянок шкіл і дитячих дошкільних закладів – 80 %, лікарень - не менше 60 % [9] (табл.3.2).

Таблиця 3.2

Вимоги до рівня озеленення зелених насаджень різного призначення м.Трускавець

№ з/п	Назва зелених насаджень	Площа, га	Призначення згідно з [9]	Нормативні вимоги [9]
1	Санаторно-курортна зона	137	загального користування	$\geq 10 \text{ м}^2/\text{люд}$
2	Зона лісопарків	750	загального користування	$\geq 10 \text{ м}^2/\text{люд}$
3	Сельбищна зона	15	обмеженого користування	$\geq 40\%$
4	Комунально-господарська зона	15	спеціального користування	$\geq 30 \%$

Тому, з метою оцінки рівня озеленення на основі даних про площі об'єктів загального користування (див.табл. 3.2) та чисельності населення міста розраховано забезпеченість населення міста зеленими насадженнями:

$$((137+750) \text{ га} \cdot 10000) / 33000 = 268,8 \text{ м}^2/\text{особу}.$$

Як бачимо, площа озелених територій загального користування у місті є більш, ніж достатня, оскільки у 26,8 разів перевищує встановлену норму (10 м²/особу). Основними об'єктами озеленення міста є парк Центральний курортний парк, Парк пансіонатів, Лісові масив «Доброгостів», «Орів» та «Тустановичі».

Відповідно до вимог щодо необхідної площі насаджень обмеженого (в межах житлової забудови) та спеціального користування (див.табл. 3.2), на основі даних про площі зон житлової забудови (126,4 га) та зон спецкоритування (99,5 га) розраховано забезпеченість ними населення міста:

- для житлової зони: $15 \text{ га} / 126,4 \text{ га} \cdot 100 \% = 11,87 \%$, що $< 40 \%$;
- для зони спецпризначення: $15 \text{ га} / 99,5 \text{ га} \cdot 100 \% = 15,1 \%$, що $< 30 \%$.

Отже, рівні озеленення територій міста обмеженого та спеціального користування є недостатні, адже вони менші за нормативні у 3,37 разів і у 2 рази відповідно.

3.2. Оцінка еколого-компенсаційної ефективності озелених територій міста

Екологічні, захисні та компенсаційні можливості ґрунтово-рослинного покриву залежать від типу, видового та вікового складу, тривалості вегетаційного періоду, особливостей умов місцезростання, стійкістю рослин до забруднень та інших негативних факторів, тому під час вивчення цих можливостей вчені (як українські, так і іноземні) використовують різні підходи для проведення досліджень та різні способи представлення отриманих результатів. Оскільки, більшість з них подана у вигляді питомих показників для різних типів ґрунтово-рослинного вкриття, то для оцінки екологічної ефективності озелених територій міста усі «природні» території (озеленені території різного призначення) згрупували за цими типами.

3.2.1. Оцінки екологічної ефективності за киснем

Розрахуємо кількість спожитого кисню усіма технологічними процесами в населеному пункті за методикою викладеною у Додатку А та даних про викиди основних забруднюючих речовин, при утворенні яких поглинається кисень (CO_2 , CO , NO_2 , SO_2):

$$P_c = 0,73 \cdot 864,9 + 0,571 \cdot 9,0 + 0,696 \cdot 13,0 + 0,5 \cdot 0 = 631,4 + 5,1 + 9,1 = 645,6 \text{ т/рік.}$$

Далі розрахували кількість кисню, що продукується зеленими насадженнями за фактичного рівня озеленення міста за усередненими даними робіт [2, 19]. Результати розрахунків занесемо у таблицю 3.3.

Як бачимо, за фактичного стану озеленення міста отримаємо додатній баланс по відтворенню кисню міськими зеленими насадженнями, тобто:

$$P_\phi = 3257,2 - 645,6 = 2611,6 \text{ тO}_2/\text{рік.}$$

Таблиця 3.3.

Продуктування кисню озеленими територіями міста

Тип вкриття в межах озелених територій міста	Питома кисне-продуктивність, т/рік з 1 га [2,19]	Площа, га	Сумарна кисне-продуктивність, тО ₂ /рік
Вкриті деревною рослинністю	13,0	187	2431
Вкриті чагарниковою рослинністю	5,5	9,8	53,9
Газони (трав'яне вкриття)	4,0	186,7	746,8
Водні об'єкти	1,0	25,5	25,5
Разом		222,3	3257,2

Отже, за фактичного рівня та стану озеленення території міста можуть компенсувати кількість кисню, що у 5 разів перевищує використання його техногенними об'єктами міста.

3.2.2. Оцінки екологічної ефективності за діоксидом вуглецю

Розрахуємо кількість поглинутого вуглекислого газу рослинними угрупованнями озелених міських територій, скориставшись усередненим даними про питомі показники поглинання CO₂ різними екосистемами згідно з методикою викладеною у Додатку А. Результати розрахунків занесемо у таблицю 3.4.

Таблиця 3.4

Поглинання діоксиду карбону озеленими територіями міста

Тип вкриття в межах озелених територій міста	Питома продуктивність по поглинанню CO ₂ , т/рік з 1 га [1]	Площа, га	Сумарна продуктивність, тCO ₂ /рік
Вкриті деревною рослинністю	20,0	187	3740
Вкриті чагарниковою рослинністю	14,0	9,8	137,2
Газони (трав'яне вкриття)	10,0	186,7	1867
Водні об'єкти	1,0	25,5	25,5
Разом		222,3	5769,7

Оскільки, внаслідок технологічних виробничих процесів від стаціонарних джерел міста надходить 864,9 тCO₂/рік, то зелені насадження міста не лише повністю компенсують викиди діоксиду карбону:

$$P_{\phi} = 5769,7 - 864,9 = 4904,8 \text{ тСО}_2/\text{рік},$$

але, й поглинають його з суттєвим надлишком 4904,8 тСО₂/рік.

3.2.5. Оцінки екологічної ефективності за діоксидом сульфуру

Розрахуємо кількість поглинутого діоксиду сульфуру рослинними угрупованнями озелених міських територій міста, скориставшись усередненими даними про питомі показники поглинання SO₂ різними екосистемами згідно з результатами робіт [10, 22] за методикою викладеною у Додатку А. Результати розрахунків занесемо у таблицю 3.5.

Таблиця 3.5

Поглинання діоксиду сульфуру озеленими територіями міста

Тип вкриття в межах озелених територій міста	Питома продуктивність по поглинанню SO ₂ , т/рік з 1 га [10, 22]	Площа, га	Сумарна продуктивність, тSO ₂ /рік
Вкриті деревною рослинністю	0,05	187	9,35
Вкриті чагарниковою рослинністю	0,015	9,8	0,15
Газони (трав'яне вкриття)	0,001	186,7	0,19
Водні об'єкти	-	25,5	0
Разом		222,3	9,68

Згідно з статистичними даними внаслідок роботи господарських об'єктів міста в атмосферне повітря не викидається діоксиду сульфуру (див.табл. 2.1), у той же час при фактичному рівні озеленення рослинні угруповання міста можуть компенсувати 9,68 тSO₂/рік.

3.2.6. Оцінки екологічної ефективності за пилом

Розрахуємо кількість затриманого пилу озеленими територіями міста, скориставшись усередненими даними про питомі показники поглинання пилу різними екосистемами за методикою викладеною у Додатку А. Результати розрахунків занесемо у таблицю 3.6.

Таблиця 3.6

Поглинання пилу озелениними територіями міста

Тип вкриття в межах озелениених територій міста	Питома продуктивність по поглинанню пилу, т/рік з 1 га [30]	Площа, га	Сумарна продуктивність, тпилу/рік
Вкриті деревною рослинністю	100	187	18700
Вкриті чагарниковою рослинністю	25	9,8	245
Газони (трав'яне вкриття)	10	186,7	1867
Водні об'єкти	-	25,5	0
Разом		222,3	20812

Оскільки сумарна маса пилу (сажі), що виділяється внаслідок роботи господарських об'єктів міста незначна - лише 5,0 т/рік, тому в межах озелениених міських територій може бути компенсована маса пилу, що у 4162,4 разів перевищує викиди.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ РЕКРЕАЦІЙНИМИ РЕСУРСАМИ

4.1. Оцінка забезпеченості внутрішньоміськими рекреаційними ресурсами

Однією із пріоритетних соціальних функцій зеленої зони міста є рекреаційна. Врахування та розміщення тих чи інших елементів у структурі ландшафтно-рекреаційних територій є визначальним фактором доступності зони міської та заміської рекреації. В межах цих територій виділяють зони ближньої, середньої і далекої рекреації [18].

Зона ближньої та середньої внутрішньо міської рекреації пов'язана із відпочинком поблизу житла, місця роботи або навчання (насадження житлових кварталів, закладів освіти, охорони здоров'я, організацій і підприємств). Тут найчастіше відпочивають люди похилого віку, батьки з немовлятами та діти [18].

Зона середньої внутрішньоміської рекреації розташована на відстані 10-20 хвилинної пішохідної або 10-15-ти хвилинної транспортної доступності від житла. Як правило, це районні парки, парки житлових мікрорайонів, сквери, бульвари, алеї, в яких можна здійснювати чимало видів рекреаційної діяльності (від прогулянок до участі у різних іграх та атракціонах) [16].

Зона далекої внутрішньоміської рекреації розташована на відстані 20-30-ти хвилинної транспортної доступності від житла. Це міські парки, лісопарки, гідропарки та лугопарки. До зони далекої внутрішньоміської рекреації належать також зоопарки, дендропарки, ботанічні сади, куди приходять дорослі і діти з пізнавальною метою [18].

Зона ближньої заміської рекреації знаходиться на контакті міста і приміської зони із її лісами, луками, водоймами чи полями. У більшості випадків ця зона розташована ближче до нових мікрорайонів міста на відстані 10-15-ти хвилинної пішохідної доступності [18].

Згідно з Державними будівельними нормами [9], максимально допустима одночасна кількість відвідувачів озелених територій загального користування

в межах населених пунктів для міських парків становить 100 осіб/га. У «піковий» період 40 % населення міста, потребують рекреаційних територій для відпочинку та оздоровлення [16].

З метою оцінки рівня забезпеченості місцевими рекреаційними ресурсами населення міста на основі даних про площі озеленених об'єктів загального користування (див. табл. 3.1) розраховано їх рекреаційну ємність:

$$K = (137+750) \text{ га} \cdot 100 \text{ ос/га} = 88700 \text{ осіб.}$$

Враховуючи кількість населення міста – 33000 осіб, а також вимоги Державних будівельних норм [9], щодо необхідності у «пікові» періоди забезпечити відпочинком одночасно 40 % мешканців ($33000 \cdot 0,4 = 13200$ осіб), озеленені території загального користування можуть забезпечити внутрішньоміським відпочинком кількість осіб, що 6,7 разів перевищує кількість місцевого населення. Зважаючи на те, що місто Трускавець є популярним українським курортом, «надлишок» озеленених територій є хорошим природним ресурсом для забезпечення короткочасним відпочинком туристів.

3.2. Оцінка рекреаційної місткості водних об'єктів міста

Гідрографічна мережа міста представлена струмками та невеликими річками, а також декількома водоймами. Найбільшою водоймою на території міста-курорту є штучна водойма на струмку Воротище. Загальна площа водних об'єктів в межах міста 25,5 га [4].

Водні об'єкти також є місцями для відпочинку місцевого населення, тому розрахуємо їх екологічно допустиму рекреаційну місткість згідно з [16] за методикою викладеною у Додатку А:

$$W_o = (25,5 / 0,02 \text{ га/особу}) \cdot 0,8 = 1020 \text{ осіб/добу.}$$

Отже, у «пікові» періоди водні об'єкти міста здатні задовольнити рекреаційні потреби лише $(1020 / 33000) \cdot 100 = 3,1$ % населення міста.

4.3. Оцінка рекреаційної місткості джерел мінеральних вод

Основою гідромінеральної бази курорту Трускавець є мінеральна вода типу «Нафтуся». ДКЗ СРСР в 1973 р. затверджені запаси води при безперервному використанні (протокол № 6855 від 16.03.1973 р.) (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Затверджені запаси води м.Трускавець [4]

Номер свердловини	Категорії запасів при безперервному цілодобовому режимі експлуатації		
	А	В	С ₁
21-Н	3,2	2,8	---
8-НО	2,9	1,6	---
1-НО	---	2,1	1,6
9-Н	---	1,4	---
17-Н	--	2,0	---
Всього	6,1	9,9	1,6

Сумарний дебіт усіх свердловин складає 17,6 м³/добу (6424 м³/рік).

При такому об'ємі відбору води потенційна максимальна ємність усіх мінеральних ресурсів міста складає:

$$E = \frac{17,6 \cdot 365}{0,0015 \cdot 24} = 178444 \text{ осіб/рік,}$$

що цілком узгоджується з статистичними даними про середню кількість відпочиваючих у Трускавці – 165-180 тис.осіб/рік.

ВИСНОВКИ

У роботі на основі аналізу обсягів викидів забруднюючих речовин, утворення відходів та водовідведення у місті Трускавець оцінено рівень техногенного навантаження на урбоекосистему міста. Виконано розрахунки балансу відтвореного зеленими насадженнями міста кисню, кількості поглинутого діоксиду вуглецю, діоксиду сульфуру та пилю, також оцінено рекреаційну місткість зелених насаджень загального користування міста, водних об'єктів та мінеральних вод.

Основні висновки полягають в тому, що:

- фактичні обсяги викидів та відходів, що утворюються в межах міста чинять «мінімальне техногенне навантаження», а обсяги скидів - «середнє техногенне навантаження» на урбоекосистему м.Трускавець;
- площа озелених територій загального користування у місті є більш, ніж достатня, проте рівень озеленення житлової зони та зон спеціального призначення менші за нормативні;
- за фактичного рівня та стану озеленення природні екосистеми міста здатні із значним надлишком компенсувати основну частку забруднюючих речовин, що надходять в атмосферу міста;
- ємність основних рекреаційних ресурсів міста – мінеральних вод та лісових ландшафтів є граничною для задоволення рекреаційних потреб місцевого населення та середньорічної кількості туристів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Василенко О. Г., Рибалова О. В., Артем'єв С. Р. та ін. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища: монографія. Х.: НУГЗУ, 2015. 419 с.
2. Владимиров В. Урбоекологія. Курс лекцій. М.: МНЭПУ, 1999. 204 с.
3. Всеукраїнська екологічна ліга. Офіційний сайт. URL: <https://www.ecoleague.net/index.php>
4. Генеральний план міста Трускавець. Основні положення генерального плану. – Львів: «Державний інститут проектування міст «Містопроект», 2017. 117 с.
5. Ганаба Д. В. Пилове навантаження на деревні насадження міста Хмельницького. Вісник Черкаського університету. 2015. № 19. С. 55-60. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VchuB_2015_19_9
6. Державна служба статистики України. Головне управління статистики у Львівській області. URL: https://www.lv.ukrstat.gov.ua/ukr/si/st_inf.php
7. Державне агентство водних ресурсів України Результати моніторингу та екологічної оцінка водних ресурсів України. Офіційний сайт. URL: <http://monitoring.davr.gov.ua>
8. Департамент захисту довкілля та адаптації до зміни клімату виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації). Офіційний сайт. URL: <https://ecodep.kyivcity.gov.ua/news/128.html>
9. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Затверджено наказом МОЗУ від 19.06.96 №173. Київ: Світ, 1996. 25 с.
10. Екологія міста / За. ред. Ф.В. Стольберга. Київ: Лібра, 2000. 464 с.
11. Екосистемні послуги регіонального ландшафтного парку «Знесіння»: Дослідження Екологія. Право. Людина. Львів, 2019. 25 с. URL: https://www.researchgate.net/publication/351393089_Assessment_of_the_ecosystem_service_indicators_of_urban_green_zones_in_relation_with_the_urbogenic_load_of_Ukraine_regions

12. Архипова Л.М. та ін. Методичні вказівки для виконання бакалаврської роботи. – Івано-Франківськ: ПВНЗ «Галицька Академія», 2006. - 73 с.
13. Калінін М.І. Лісові культури і захисне лісорозведення. Львів: Світ. 1994. 296 с.
14. Кузик І. Кисневідновлювальна функція природних територій міста Тернополя. Довкілля і здоров'я: збірник матеріалів науково-практичної конференції / за ред. проф. Вадзюка С. Тернопіль: Укрмедкнига, 2018. С. 78-79.
15. Кузик І. Фітоценотичний аналіз зелених насаджень міста Тернополя. Актуальні питання сьогодення: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Вінниця. 2018. Т.3. С. 68-71.
16. Кузик І.Р. Комплексна зелена зона міста Тернопіль: геоекологічні засади сталого функціонування. – Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 103 Науки про Землю. – Тернопіль: Тернопільський національний педагогічний університет ім. В. Гнатюка, 2021 р. 219 с.
17. Кузик І.Р. Роль комплексної зеленої зони міста у функціонуванні урбоекосистеми Тернополя. Сучасні проблеми урбоекосистем: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції (1-2 жовтня 2020 р., Кам'янець-Подільський) / за ред. О.І. Любинського. Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друкарня «Рута», 2020. С. 144-148.
18. Кучерявий В.П. Озеленення населених місць: Підручник. Львів: Світ, 2005. 456 с.
19. Кучерявий В.П. Урбоекнологія: Підручник. Львів: Світ, 2001. 440 с.
20. Кучерявий В.П. Фітомеліорація. Львів: Світ, 2003. 540 с.
21. Левон Ф.М. Створення зелених насаджень в умовах урбанізованого середовища: вимоги, лімітуючі чинники, шляхи оптимізації. Науковий вісник УкрДЛТУ. 2003. Вип.13.5. С. 157-162.
22. Литвинова, Л. І., Левон Ф.М. Зелені насадження і охорона навколишнього середовища. - К.: Здоров'я, 1986. 64. с.

23. Про зелені насадження міст та інших населених пунктів. Закон України.
Проект від 21.09.2018 року №9112. URL:
http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/JH1JX68C.html
24. Пунько Б.М., Мельничук С.П. Урбоекологічні проблеми розвитку зелених зон. Науковий вісник УДЛТ України. Львів, 2003. Випуск 13.5. С. 355-359.
25. Правила утримання зелених насаджень у населених пунктах України. Затверджено Наказом Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 10.04.2006 № 105. URL:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-06#Text>
26. Паспорт регіону: місто Трускавець: навколишнє середовище. URL:
http://database.ukrcensus.gov.ua/regionalstatistics/regiontree.files/asp_tables_u_k/109.htm#48
27. Позняк І. Фітомеліораційна роль комплексної зеленої зони урбоекосистеми міста Тернополя. Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Географія. 2015. № 2 (39). С. 193-199.
28. Прищеп А.М. Екосистемні послуги зелених насаджень урбосистем. Наукові доповіді НУБіП України. Біологія, біотехнологія, екологія. 2019. №1 (77). URL: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.01.004>
29. Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів. Офіційний сайт. - URL: Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/news/35990.html>
30. Стратегія сталого розвитку України до 2030 року. URL:
https://www.undp.org/content/dam/ukraine/docs/SDGreports/UNDP_Strategy_v06-optimized.pdf
31. Фурдичко О.І. та ін. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище. Навч. посіб. К.: Основа, 2008. – 360 с.
32. Bloxham T. The Tile Book: History, Pattern, Design / Terry Bloxham. 2019. 39 с.

Додатки

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА РОЗРАХУНКІВ

А.1. Визначення категорії техногенного навантаження на природні екосистеми. Класифікація регіонів за рівнями техногенного навантаження МНТ

- техногенно-напруженні регіони мають МНТ 100-1000 тис.т/км² – до них належать Київська область (у неї максимальний МНТ – 1000 тис.т/км² за рік.), Донецька, Дніпропетровська і Запорізька області;
- середні показники МНТ (10-50 і 50-100 тис.т/км² за рік) мають Львівська, Івано-Франківська, Хмельницька, Вінницька, Одеська, Черкаська, Полтавська, Харківська, Луганська, Херсонська області;
- мінімальний показник МНТ (1-10 тис.т/км² за рік) характерний для Волинської, Рівненської, Житомирської, Чернівецької, Тернопільської і Закарпатської областей.

А.2. Оцінка рівня озеленення. Відповідно до «Правил утримання зелених насаджень у населених пунктах України» вимоги до площі озеленених територій загального користування в населених пунктах залежить від кількості населення міста, а також від природно-кліматичних районів (табл. А.1, табл. А.2).

Таблиця А.1

Нормативна площа озеленених територій загального користування в населених пунктах України

Озеленені території загального користування у межах міста	Групи міст за кількістю населення, тис. чол.	Площа озеленених територій, кв.м/чол.			
		Полісся, Прикарпаття, Закарпаття II В-1, II В-4	Лісос-теп II В-2, II В-3	Степ III-В, III-Б	Південний берег Криму IV В-2
Загальноміські	100-1000 і більше	10	11	12	15
	50-100	7	8	9	11
	До 50	8 (10)	9 (11)	10 (12)	12 (15)
	Сільські поселення	12	13	14	17
Житлових районів	100-1000 і більше	6	6	7	8
	50-100	6	6	7	8

1. У містах, де розміщуються промислові підприємства I і II класу шкідливості, наведені норми загальноміських озеленених територій загального користування слід збільшувати на 15-20 %. У містах, де розміщуються залізничні вузли, наведені норми загальноміських озеленених територій загального користування треба збільшувати на 5-10 %. У середніх, малих містах і сільських поселеннях, розміщених в оточенні існуючих лісів, у прибережних зонах великих річок і водойм, площу озеленених територій загального користування допускається зменшувати, але не більше як на 20%.

2. У дужках наведені розміри для малих міст з кількістю населення до 20 тис. чол.

А.3. Оцінки екологічної ефективності озелених територій

Розрахунок балансу відтвореного кисню. Оцінка ефективності озелених територій по відтворенню кисню передбачає розрахунок мас «спожитого» підприємством атмосферного кисню та кисню відтвореного природними екосистемами. Кількість кисню, що забирається з атмосфери об'єктом господарювання залежить від специфіки технологічних процесів та кількості використаної сировини [28].

Розрахунок кількості відтвореного кисню. Кількість відтвореного кисню рослинними угрупованнями залежить від багатьох факторів, головно від фітомаси насаджень, а також: періоду вегетації, породного складу насаджень, їх віку, щільності, стійкості до забруднення і т.д.

Дослідження процесів продукування кисню рослинами проводилися багатьма, у тому числі українськими вченими [2,3,5, 8,18,19,30]. Оскільки ними вивчатися різні за складом, віком, природними умовами зростання рослинні угруповання, то отримано результати, що різняться, як за числовими значеннями, так і за форматом їх подачі.

Середня продуктивність екосистем по кисню за даними різних авторів подана в таблиці А.3.

Таблиця А.3

Виділення кисню в атмосферу рослинними угрупованнями

Тип рослинного угруповання	Маса кисню, що виділяється	Автор, джерело
Ліс	180-215 кг/день з 1 га (у погожий літній день)	Кучерявий В.П. [19]
Ліс	Більше 1000 т/рік з 1 км ²	
Степ	500 т/рік з 1 км ²	
Соснове 20-річне насадження	7,25 т/рік з 1 га	
Мішаний ліс	10-15 т/рік з 1 га	Владимиров В.В. [2]
Рілля	5-6 т/рік з 1 га	
Пасовище	4-5 т/рік з 1 га	
Водна поверхня	1 т/рік з 1 га	
Зелені насадження міста	0,8-1 т/рік з 1 га	Смирнов В.І. [30]
Сосновий ліс	30 т/рік з 1 га	
Листяний ліс	16 т/рік з 1 га	

Сільваценоз (лісопаркові та паркові масиви)	16,5 кг/м ² за рік	Кучерявий В.П. [18]
Стрипоценоз (захисні смуги, сквери, сади)	15,4 кг/м ² за рік	
Фрутоценоз (чагарникові зарості та огорожі)	3,7 кг/м ² за рік	
Пратоценоз (газони, галявини)	2,1 кг/м ² за рік	
Торфовища	260-700 кг/рік з 1 га	За даними Департаменту захисту довкілля та адаптації до зміни клімату виконавчого органу Київської міської ради [8]
20-річний сосняк	7,3т /рік з 1 га	За даними Всеукраїнської екологічної ліги [3]
60-річний сосняк	10,9 т/рік з 1 га	
40 – річне дубове насадження	14,0 т/рік з 1 га	

Оскільки, на території озелених територій підприємств зустрічаються різні типи рослинно-грунтового вкриття, то *сумарну киснепродуктивність території* можна розрахувати за формулою:

$$P_B^{O_2} = \sum S_i \cdot k_{O_2}, \quad (A.1)$$

де

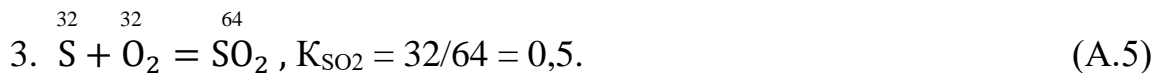
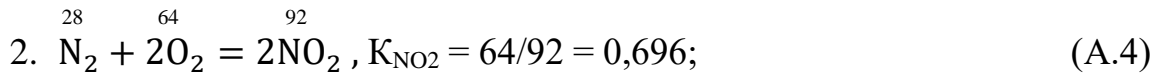
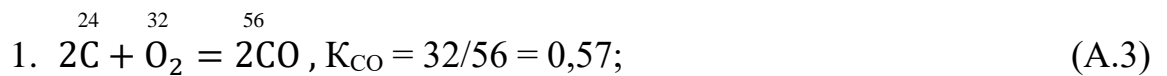
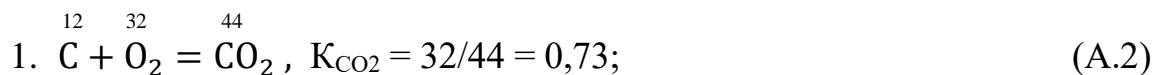
S – площа території під *i*-м видом рослинного вкриття;

k_{O_2} – питома маса виділення кисню певним типом рослинного вкриття (табл.А.3).

Розрахунок кількості спожитого кисню. Масу спожитого кисню можна розрахувати на основі даних про обсяги викидів забруднюючих речовин, які під час утворення зв'язують атмосферний кисень (оксиди вуглецю, оксид азоту, сірчаний ангідрид) [28].

Перехід від масових викидів забруднюючих речовин до маси спожитого кисню здійснювали за рівняннями хімічних реакцій окислення Карбону, Нітрогену і Сульфуру [14, 16]. На основі співвідношення молярних мас реагентів

та продуктів реакції розраховували перехідні коефіцієнти (К) для розрахунку маси кисню:



Отже, масу кисню, спожитого при утворенні забруднюючих речовин можна визначити за загальною формулою:

$$P_c = 0,73 m_{\text{CO}_2} + 0,571 m_{\text{CO}} + 0,696 m_{\text{NO}_2} + 0,5 m_{\text{SO}_2}, \quad (\text{A.6})$$

де

m_{CO_2} , m_{CO} , m_{NO_2} , m_{SO_2} – маса викидів діоксиду та оксиду вуглецю, оксиду азоту, сірчаного ангідриду, т/рік.

Розрахунок поглинутого діоксиду вуглецю. Кількість поглинутого вуглекислого газу рослинними угрупованнями залежить від періоду вегетації, породного складу насаджень, їх віку, щільності насаджень, стійкості до забруднення.

Середня продуктивність екосистем по поглинанню вуглекислого газу за даними різних джерел подана в таблиці А.4.

Оскільки, на території озелених територій зустрічаються різні типи рослинно-грунтового вкриття, то сумарну кількість поглинутого вуглекислого газу рослинами озелененої території можна розрахувати за загальною формулою:

$$P_{\text{п}}^{\text{CO}_2} = \sum S_i \cdot k_{\text{CO}_2}, \quad (\text{A.7})$$

де

S_i – площа території під і-м видом рослинного вкриття;

K_{CO_2} – питома маса поглинутого вуглекислого газу певним типом рослинного вкриття (табл. А.4).

Таблиця А.4

Кількісні показники поглинання вуглекислого газу рослинними угрупованнями

Тип рослинного угруповання	Маса вуглекислого газу, що поглинається	Автор, джерело
Ліс	220-275 кг/день з 1 га (у погожий літній день)	Кучерявий В.П. [19]
Соснове 20-річне насадження	9,35 т/рік з 1 га	
Зелені насадження міста	8 кг/год з 1 га	Кучерявий В.П. [18]
Ліс	20 т/рік з 1 га	Василенко О.Г. та ін. [1]
Чагарникові насадження	14 т/рік з 1 га	
Пасовища та сіножаті	10 т/рік з 1 га	
Моря	1 т/рік з 1 га	
Торфовища	550-1800 кг/рік з 1 га	За даними Департаменту захисту довкілля та адаптації до зміни клімату виконавчого органу Київської міської ради [8]
20-річний сосняк	9,4 т /рік з 1 га	За даними Всеукраїнської екологічної ліги [3]
60-річний сосняк	14,4 т/рік з 1 га	
40 – річне дубове насадження	18,0 т/рік з 1 га	
Деревна рослинність	8 кг/год з 1 га; 70 т/рік з 1 га	За даними ЕПЛ «Екологія. Право. Людина» [11]

Розрахунок поглинутого пилу. Важливою екологічною функцією зелених насаджень є поглинання пилових частинок та сажі. Здатність рослин затримувати пил залежить від біологічних особливостей (опушення, клейкості, наявності воскового нальоту на листках), кількості й характеру опадів, вітрового режиму тощо. Затримування пилу деревами відбувається не лише завдяки його осадженню на поверхню листкових пластинок, але й завдяки осіданню на ґрунтову поверхню, обумовленого зміною швидкості та напрямку повітряних потоків під наметом насаджень.

Середня продуктивність екосистем по поглинанню пилових частинок за даними різних джерел подана в таблиці А.5.

Оскільки, на території озелених територій зустрічаються різні типи рослинно-грунтового вкриття, то сумарну кількість поглинутого пилу рослинами можна розрахувати за загальною формулою:

$$P_{\text{п}}^{\text{пил}} = \sum S_i \cdot k_{\text{пил}}, \quad (\text{А.8})$$

де

S_i – площа території під і-м видом рослинного вкриття;

$k_{\text{пил}}$ – питома маса поглинутого пилу певним типом рослинного вкриття (табл. А.5).

Таблиця А.5

Кількісні показники поглинання пилових частинок рослинними угрупованням

Тип рослинного угруповання	Маса пилу, що поглинається	Автор, джерело
Міські насадження	30-40 кг/рік на одне дерево	Смирнов В.І. [30]
Хвойні насадження	40 т/рік на 1 га	
Листяні насадження	100 т/рік на 1 га	
Мішані насадження	70 т/рік на 1 га	
Букові насадження	68 т/рік на 1 га	
Тополині насадження (400 дерев на 1 га)	136 кг/рік на 1 га	Литвинова, Л. І., Левон Ф.М. [22]
Паркова територія	50 т/рік на 1 га	За даними Департаменту захисту довкілля та адаптації до зміни клімату виконавчого органу Київської міської ради [8]
Торфовища	3 т/рік на 1 га	

Розрахунок поглинутого діоксиду сульфуру. Екологічна роль зелених насаджень проявляється також у поглинанні діоксиду сульфуру. Дослідження

Литвинова Л.І. і Левона Ф.М. [21,22] показують, що один гектар насаджень тополі за вегетаційний період може поглинути 100 кг сірчистого газу.

Отже, сумарну кількість поглинутого діоксиду сульфуру зеленими насадженнями можна розраховували за формулою:

$$P_{\text{п}}^{SO_2} = S \cdot k_{SO_2}, \quad (\text{A.9})$$

де

S – площа території, що вкрита насадженнями;

k_{SO_2} – питома маса поглинутого газу певним типом рослинного вкриття.

Газопоглинальна здатність дерев та їх середня відносна стійкість до газопилових викидів за Ф.В. Стольбергом (2000) [10] подана у таблиці А.6.

Таблиця А.6

Газопоглинальна здатність дерев та їхня середня відносна стійкість до газопилових викидів [10]

Порода	Життєва форма	Поглинання SO_2 однією рослиною, г/вегетаційний період	Середні відносна стійкість до газопилових викидів, бал
Клен ясенелистий	Дерево	30	4
Тополя чорна	Дерево	180	4
Шовковиця біла	Дерево	31	4
Тополя канадська	Дерево	180	3,8
Ясен звичайний	Дерево	170	3,8
Тополя пірамідальна	Дерево	180	3,75
Верба біла	Дерево	36	3,7
Каштан кінський	Дерево	100	3,6
Айлант найвищий	Дерево	24	3,5
В'яз граболистий	Дерево	80	3,5
Клен гостролистий Клен польовий	Дерево	20	3,5
Липа серцелиста	Дерево	100	3,5
Ясен зелений	Дерево	30	3,5
Робінія псевдоакація	Дерево	10	3,4
Береза бородавчаста	Дерево	90	3,0
Жимолость татарська	Чагарник	0,2	3,8
Сніжноягідник	Чагарник	0,2	3,75
Бересклет європейський	Чагарник	0,6	3,7
Бузина червона	Чагарник	0,4	3,6
Бузок звичайний	Чагарник	1,6	3,25

Звідси, сумарну кількість поглинутого діоксиду сульфуру зеленими насадженнями можна розрахувати за формулою:

$$\Pi_{\text{п}}^{\text{SO}_2} = \sum N_i \cdot p_{\text{SO}_2}, \quad (\text{A.10})$$

де

N_i – кількість дерев i -того виду, що зростають на території;

p_{SO_2} – маса діоксиду сульфуру, що поглинається одним дорослим деревом за вегетаційний період (табл. А.6).

А.4. Оцінка рівня забезпеченості рекреаційними ресурсами.

Відповідно до вимог ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова населених пунктів» [9] у зоні короткочасного відпочинку розмір території на 1 відпочиваючого слід приймати 500-1000 м², для активного відпочинку не менше 100 м² на 1 відпочиваючого.

Згідно з Державними будівельними нормами [9], максимально допустима одночасна кількість відвідувачів озелених територій загального користування в межах населених пунктів для міських парків становить 100 осіб/га. У «піковий» період, 40 % населення міста, потребують рекреаційних територій для відпочинку та оздоровлення [16].

Максимально допустима одночасна кількість відвідувачів озелених територій загального користування міста визначається за формулою:

$$K_{max} = K \cdot S \quad (A.12),$$

де

K_{max} – максимально допустима кількість відвідувачів озеленої території загального користування (осіб);

K – максимально допустима кількість відвідувачів озеленої території загального користування на одиницю площі (відповідно до ДБН Б.2.2-12:2019 - 100 осіб/га);

S – площа озеленої території загального користування.

Зона ближньої заміської рекреації знаходиться на контакті міста і приміської зони із її лісами, луками, водоймами чи полями. У більшості випадків ця зона розташована ближче до нових мікрорайонів міста на відстані 10-15-ти хвилинної пішохідної доступності [18].

Екологічно допустима рекреаційна ємність розраховується також для водних об'єктів (якщо вони виконують рекреаційні функції) за формулою [16]:

$$W_o = (S_o / N_n) \cdot K_n \quad (A.13),$$

де

W_0 – екологічно допустима місткість водного об'єкту, осіб;

S_0 – площа водного об'єкта, га;

N_n – нормативний коефіцієнт навантаження (0,02 га/особу);

K_n – понижуючий коефіцієнт навантаження на водний об'єкт (0,2).

А.5. Розрахунок рекреаційної місткості джерел мінеральних і термальних вод. Оцінка рекреаційних ємностей окремих джерел мінеральних вод одного бальнеологічного типу обчислюється за формулою [12]:

$$E = \frac{V_i}{n_i} \quad (\text{A.12})$$

де

E – рекреаційна ємність джерела або групи джерел i -того виду, осіб/рік;

V_i – сумарні запаси ресурсу, м³/рік;

n_i – норма споживання ресурсу на один курс лікування, м³.

Норма витрати мінеральних вод на один курс лікування (24 дні) різні в залежності від характеру захворювання, бальнеологічного типу вод, їх мінералізації, способу лікування (ванни, інгаляції, оральне застосування). Добова доза споживання мінеральних вод при питному лікуванні не перевищує 1,5 л/добу, а на приготування ванн використовується до 250 л мінеральних (термальних) вод.