

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))

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему

**ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА УРБООКОСИСТЕМИ
МІСТА ІВАНО-ФРАНКІВСЬК**

Виконав: студент 4_курсу, групи ЕК-41
напряму підготовки (спеціальності)

Е2 Екологія

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Павлів І.Д.

(прізвище та ініціали)

Керівник Ошуркевич-Панківська О.Є.

(прізвище та ініціали)

Рецензент доц.Марутяк С.Б.

(прізвище та ініціали)

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти і науки України
29 березня 2012 року № 384
Форма № Н-9.01

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення СНАЦ
Кафедра, циклова комісія екології
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Напрямок підготовки _____
Спеціальність Е2 Екологія
(цифр і назва)
(цифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

"17" 10 2025 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Павліву Івану Дмитровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Екологічна оцінка урбоекосистеми міста Івано-Франківськ

керівник проекту (роботи) Ошуркевич-Панківська О.Є., к.с.-г.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, членство в академіях)

затвержені наказом вищого навчального закладу від «06» травня 2025 р. № С-303

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 18.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Генеральний план міста Івано-Франківська; Звіт про стратегічну екологічну оцінку Програми охорони навколишнього природного середовища Івано-Франківської міської територіальної громади на 2021 – 2025 роки; Обсяги забруднюючих речовин, водовідведення та твердих відходів які утворилися на території міста Івано-Франківськ за даними Головного управління статистики у Івано-Франківській 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 Івано-Франківська; 2. Оцінка рівня техногенного навантаження на урбоекосистему міста; 3. Еколого-рекреаційна ефективність зеленої зони міста; 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 10.02.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Сучасний стан міського середовища міста Івано-Франківськ	10.02.25- 13.03.25	Виконано
2	Методика проведення досліджень та розрахунків	13.03.25- 03.04.25	Виконано
3	Оцінка рівня техногенного навантаження на урбоекосистему міста	04.04.25- 04.05.25	Виконано
4	Еколого-рекреаційна ефективність зеленої зони міста	04.05.25- 28.05.25	Виконано
5	Оформлення пояснювальної записки	28.05.25- 18.06.25	Виконано

Студент


(підпис)

Павлів І.Д.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

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

АНОТАЦІЯ

Павлів І. Д. Екологічна оцінка урбоєкосистеми міста Івано-Франківськ: дипломна робота бакалавра: Е2 Екологія / Павлів Іван Дмитрович. - Львів: НЛТУ України, 2025. – 56 с.

У роботі на основі аналізу обсягів викидів забруднюючих речовин, утворення відходів та водовідведення у місті Івано-Франківськ оцінено рівень техногенного навантаження на урбоєкосистему 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 та водного об'єкту.

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

SUMMARY

Pavliv I. D. Ecological assessment of the urban ecosystem of the city of Ivano-Frankivsk: bachelor's thesis: E2 Ecology / Pavliv Ivan Dmytrovych. - Lviv: NLTU of Ukraine, 2025. - 56 p.

In the work, based on the analysis of the volumes of pollutant emissions, waste generation and wastewater disposal in the city of Ivano-Frankivsk, 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 carbon dioxide, sulfur dioxide and dust absorbed, and the recreational capacity of the city's public green spaces and water bodies was also estimated.

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

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА ІВАНО-ФРАНКІВСЬКА.....	4
1.1. Географічне положення та розташування міста	4
1.2. Природні умови.....	5
1.3. Характеристика стану довкілля	11
РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА РІВНЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА УРБОЕКОСИСТЕМУ МІСТА.....	21
2.1. Оцінка техногенного навантаження на атмосферне повітря.....	21
2.2. Оцінка техногенного навантаження на поверхневі водойми.....	23
2.3. Оцінка техногенного навантаження від утворення відходів.....	26
РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГО-РЕКРЕАЦІЙНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗЕЛЕНОЇ ЗОНИ МІСТА.....	29
3.1. Оцінка рівня озеленення міста.....	29
3.2. Оцінка еколого-компенсаційної ефективності озелених територій міста.....	33
3.2.1. Оцінки екологічної ефективності за киснем.....	33
3.2.2. Оцінки екологічної ефективності за діоксидом вуглецю.....	34
3.2.3. Оцінки екологічної ефективності за діоксидом сульфуру.....	35
3.2.4. Оцінки екологічної ефективності за пилом.....	36
3.3. Оцінка рівня забезпеченості рекреаційними ресурсами.....	36
ВИСНОВКИ.....	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	40
ДОДАТКИ.....	43

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, по зниженню шуму 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 Івано-Франківськ. Досягнення мети забезпечувалось виконанням таких **завдань**:

- проаналізувати викиди забруднюючих речовин, утворення відходів та водовідведення у місті Івано-Франківськ;
- 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 водного об’єкту.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА ІВАНО- ФРАНКІВСЬКА

1.4. Географічне положення та розташування міста

Івано-Франківськ - багатогалузевий економічний, адміністративний і культурний центр України.

Місто знаходиться на перетині залізничних шляхів та автомагістралей України. Через Івано-Франківськ з півночі на південь перетинає залізниця Львів - Чернівці. Івано-Франківський залізничний вузол, працює на 4 напрямки: Львів, Чернівці, Делятин, Долина.

В Івано-Франківську функціонує чотири автовокзали та автостанції, які працюють на відправлення та прибуття автобусів у всіх видах сполучення (міжнародному, міжміському та приміському). Відстань до Києва – 550 км.

Основу автодорожньої мережі Івано-Франківського вузла складають автомобільні дороги державного значення: національна автомобільна дорога Н-09, сполученням Мукачеве – Івано-Франківськ – Рогатин – Львів (через Рахів); національна дорога Н-10, сполученням Стрий - Івано-Франківськ – Чернівці – Мамалига (на Кишинів); національна дорога Н-18 Івано-Франківськ – Бучач – Тернопіль.

Відстань від кордонів з Румунією (митний перехід «Порубне») – 180 км; з Польщею (митний перехід «Мостиська») – 200 км; із Словаччиною (митний перехід «Ужгород») – 300 км; із Угорщиною (митний перехід «Чоп») – 320 км.

Фактично забудованою є понад 85 % території міста, що вказує на вичерпання територіальних ресурсів. Територія міста являє собою здебільшого рівнинну поверхню з порівняно невеликими коливаннями відміток. Місто можна поділити на три планувальні утворення:

- центральна частина — історична частина міста, територія між р. Бистрицею-Солотвинською та залізницею;

- східна частина — територія міста на схід від залізниці до річки Бистриця-Надвірнянська;

- західна частина — територія на лівому березі річки Бистриці-Солотвинської, що обмежена на півдні селом Загвіздя, на заході держлісфондом і на півночі територією села Утринів (так званий район Пасічна).

Центральна частина включає в себе територію історичного центру, що зберігає радіально-променеву планувальну структуру і представлена щільно забудованою територією, що важко піддається реконструкції з огляду на капітальність житлової та громадської забудови.

Східна частина забудована, як багатопверховими будинками, так і садибними ділянками різної величини. Незначна територія (житловий мікрорайон Рінь), розташований на правобережжі р. Бистриці-Надвірнянської.

Західна частина (Пасічна) включає в себе переважно сельбищні території. З центром міста, з промисловими районами та з місцями відпочинку зв'язана лише однією магістральною вулицею - Галицькою, яка проходить мостом через річку Бистрицю-Солотвинську. В північному напрямку вулиця Галицька виходить на зовнішній зв'язок в зону досить потужного промислового вузла Ямницький, що знаходиться за межею міста, і далі прямує у напрямку на Львів.

1.5. Природні умови

Рельєф. Відповідно фізико-географічного районування місто Івано-Франківськ розташоване на місці злиття річок Бистриця-Наддвірнянська та Бистриця-Солотвинська, в фізико-географічній області Передкарпаття.

У геоморфологічному відношенні територія представлена рівною частиною надзаплавних терас цих річок. Основні форми рельєфу — призаплавно-терасова рівнина. Абсолютні рівні поверхні коливаються в межах від 240 мБС на північно-східній околиці міста до 280 мБС на південній.

У північно-західній частині відмітки досягають 320 мБС. Мінімальні відмітки в заплавах річок – 236 – 265 мБС. Загальний ухил поверхні у північно-східному напрямку. У північно-західній частині території що проектується абсолютні відмітки поверхні досягають 320 мБС.

Рівнинна частина надзаплавних терас є основною територією розвитку сельбищної міської системи.

Геоморфологічна та геологічна будова. В геоструктурному відношенні дана територія приурочена до зовнішньої зони Передкарпатського прогину. В геологічній будові приймають участь девонські піщаники, що залягають на глибинах 2000 - 2500 метрів. На них залягають верхнеюрські відклади крейди, поверхня яких дуже сильно розмита. Вище по розрізу залягають відклади неогену, які мають широке поширення і представлені породами верхнього тортону. Верхній тортон починається товщею гіпсів і ангідритів (тираська світа), яка переходить у піщано-глинисті породи (косівська світа).

В верхній частині гіпсово-ангидритової товщі місцями залягає крейда, потужністю до 2 - 3 метрів. Потужність гіпсів та ангідритів досягає 40 метрів.

Косовська світа складена глинами, іноді з шарами туфо-піщаників і глинистих крейд, у верхній частині товщі – перемішані глини і піщаники. Загальна потужність до 100 метрів і більше.

Четвертинні відклади поширені повсюдно і представлені алювіальними суглинками, супісками, пісками і галечниками. Потужність галечникових відкладів коливається від 0,5 м до 15 - 17 м. Галечникова товща терас дуже різномісна. На окремих ділянках виділяються шари гравію і крупної гальки без домішки піску і пилюватих часток, а на інших ділянках в товщі галечників зустрічаються шари пісків різної крупності і глинистості, перемішаних з галькою і гравієм.

В межах заплав річок спостерігається повторні (перевідклади) галечників, що характеризуються високим ступенем однорідності. Серед галечників зустрічаються лінзи піску, супісків, суглинків та глин обмеженої

потужності. Загальна характеристика геологічної будови проектованої території має суттєве значення в плані інженерно-будівельного освоєння території. При цьому головним об'єктом характеристики є четвертинні відклади.

За даними ДНВГ «Геоінформ України» на території околиць міста наявні родовища корисних копалин природних будівельних матеріалів, а саме: сировини цегельно-черепичної, гіпсу та ангідриту.

Отже, завдяки геологічній будові, води річок змішуються, що необхідно враховувати, оскільки річка Бистриця-Надвірнянська підлягає високому антропогенному навантаженню і її води непридатні для господарсько-питного водокористування через наднормативний (до 4,8 рази) вміст марганцю.

Гідрографія. Основним джерелом централізованого водопостачання є поверхневі джерела. Водозабір р. Бистриці-Надвірнянської потужністю 50 тис. м³/добу знаходиться в с. Березівка Тисменицького району. Водозабір р. Бистриці-Солотвинської потужністю 40 тис. м³/добу знаходиться в с. Скобичівка Богородчанського району. Запаси питної води поверхневих водозаборів підприємством КП «Івано-Франківськ Водокотехпром» не визначались.

Додатковим джерелом централізованого водопостачання є водозабір підземних вод, що розміщений на території Черніївського комплексу водоочисних споруд в с. Черніїв Тисменицького району. Водоносний горизонт Черніївського родовища питних підземних вод представлений прісними підземними водами алювіальних відкладів гравійно-галечникових утворень з піщаним та піщано-глинистим наповнювачем. Підземні води слабо захищені від бактеріального забруднення по причині водопроникності шарів, що перекривають водоносні горизонти. Загальна продуктивність відновлених на даний час свердловин становить 7,1 тис. м³/добу. Запаси підземних вод визначені протоколом ДКЗ СРСР від 18.11.1964 №4451 і затверджені у кількості 30,8 тис. м³/добу (по ділянкам Черніївська 1, Черніївська 2).

Перед подачею питної води споживачам вода на всіх водозаборах проходить необхідне очищення, підготовку та контроль якості на відповідність санітарним нормам.

Для перспективних ділянок житлово-громадського призначення проектом передбачається організація 100 % централізованого водопостачання.

Гідрографічна мережа міста представлена ріками Бистриця-Солотвинська та Бистриця-Надвірнянська, Черешенков, Рудка, Підгородна, Млинівка. У північно-західній частині протікає р. Черешенков, з притоками, яка є лівою притокою р. Бистриця-Солотвинська. Також наявні струмки, озера (найбільше Міське озеро), ставки та інші штучні водойми.

Ріка Бистриця-Солотвинська має довжину 84 км, площа басейну – 810 км². За прийнятими відповідно до Водного кодексу України критеріями відноситься до категорії малої річки. В 2 км на північний-схід від м. Івано-Франківськ ріка зливається Бистрицею-Надвірнянською утворюючи єдину Бистрицю, яка через 17 км впадає у Дністер.

У межі Бистрицької улоговини долина ріки дуже широка, її лівий берег високий, крутий, порізаний ярами і численними невеликими долинами — лівими притоками річки. Схили переважно покриті лісом. Правий берег, навпаки, більш пологий і невисокий, майже суцільно розораний і заселений. Заплава двостороння, що часто чергується по берегах, її ширина складає від 50 м до 1,7 км, переважно низька (0,5 - 1,3 м), суха, лугова, здебільшого розорана, місцями поросла лісом, вербовими і вільховими чагарниками, складена піщано-гальковими і гальково-каменистими ґрунтами.

Русло звивисте, дуже розгалужене, покрите галечником і легко деформується. Ширина русла в межах території 20-40 м. Глибина місцями 1,0-1,5 м, переважно 0,5-0,7 м. Швидкість течії 0,5-3 м/с. Дно нерівне, гальково-кам'янисте, гальково-піщане.

Ріка Бистриця-Надвірнянська має довжину 94 км, площу водозбірного басейну 1585 км². За прийнятими відповідно до Водного кодексу України критеріями відноситься до категорії малої річки. Долина річки симетрична,

протікає у широкій долині. Русло розтікається на густу мережу рукавів. Русло дуже звивисте, ширина 40 - 80 метрів. Середня глибина – 0,5 - 1,0 м. Швидкість течії у нижній течії біля 0,7 м/с. Річка характерна надто нестійким режимом, частими паводками. Модуль стоку коливається від 12-14 л/с у горах до 10 л/с.

Режим живлення річок змішаний, але з переважанням дощового. Це створює можливу небезпеку раптових паводків. Весняна повінь на річках незначна. Загрозу становлять літні, дощові паводки, що можуть повторюватись 5 - 7 разів в сезон. При катастрофічних паводках проходить затоплення прилеглих до річок територій.

Спостереження за водним режимом велися в місті протягом 1887 - 2004 років. Згідно матеріалів генерального плану м. Івано-Франківськ (інститут «Діпромисто», Київ, 2000 р.) відмітка 1 % горизонту по водопосту на р. Бистриця-Солотвинська становила 246,07 мБС, а 10 % – 243,35 мБС. Враховуючи, що рівні паводку 2008 року були найбільшими за спостережний період, необхідно провести коригування даних показників, шляхом розробки спеціалізованого проекту з визначення лінії затоплення міста паводково-повеневими водами 1%-го забезпечення від рік Бистриця-Солотвинська та Бистриця-Надвірнянська з урахуванням сучасної містобудівної ситуації.

У межах міста є кілька водних об'єктів, серед яких найбільше Міське озеро (Станіславське море) - штучна водойма, розташована в південно-західній частині міста, яка є популярним місцем відпочинку. Площа озера становить близько 33 гектарів, а глибина досягає 4 метрів; річка Бистриця - місто перетинають дві її притоки: Бистриця-Надвірнянська та Бистриця-Солотвинська; річка Млинівка - також протікає через Івано-Франківськ.

Клімат території проектування атлантико-континентальний, Характеристика кліматичних умов, основних метеорологічних показників, необхідних для обґрунтування й прийняття планувальних рішень наведена за даними багаторічних спостережень по метеостанції «Івано-Франківськ, АМСГ» (244 мБС).

Температура повітря: середньорічна + 7,3 °С, абсолютний мінімум – 34 °С, абсолютний максимум + 37 °С. Розрахункова температура: самої холодної п'ятиденки – 20 °С, зимова вентиляційна – 8,7 °С. Опалювальний період: середня температура – 0,1°С, період - 184 доби.

Глибина промерзання ґрунту, см (по МС «Коломия»): середня 39 см, максимальна 83 см. Тривалість безморозного періоду: середня 155 днів, максимальна 172 днів. Середньорічна відносна вологість повітря – 79 %.

Атмосферні опади: середньорічна кількість - 603 мм: в т. ч. теплий період - 459 мм, холодний - 144 мм, середньодобовий максимум - 42 мм, спостережний максимум - 93 мм (17.07.1948 р.).

Висота снігового покриву: середньодекадна 16 см, максимальна 38 см. Кількість днів із стійким сніговим покривом – 79.

Особливі атмосферні явища (прояв днів/рік – середнє число): тумани – 59 днів, заметілі - 7 днів, грози - 30 днів, град – 1,3 днів, пилові бурі – 0,8 днів.

Максимальна швидкість вітру (можлива): 24 м/с - кожний рік, 30-33 м/с - один раз в 5-10 років, 34-35 м/с – один раз в 15-20 років.

Ґрунтовий покрив. Ґрунтовий покрив території міста характеризується відносною однорідністю, що обумовлено обмеженими розмірами даної території і її геоморфологічними особливостями. Ґрунти представлені дерновими опідзоленими оглеєними ґрунтами. Вони сформувались на алювіальних відкладах, мають несприятливі фізичні властивості.

Відповідно фізико-хімічним властивостям дані ґрунти мають слабокислу реакцію, середня забезпеченість гумусом 2,1 - 3,7 %. Для підвищення родючості необхідно вносити органічні та мінеральні добрива, застосовувати вапнування та поліпшувати водно-повітряний режим.

В заплавах річок розвинені лугові та лугові опідзолені ґрунти, які характеризуються досить високою урожайністю і сприятливими фізичними особливостями, мають достатню кількість поживних речовин. Дані ґрунти для потреб зеленого будівництва придатні без обмежень.

В прирусловій заплаві річок розвинені дернові слаборозвинені піщані та глинисто-піщані ґрунти та піски слабодерновані, слабогумусовані і негумусовані. Це бідні ґрунти, в зеленому будівництві можуть використовуватись тільки при проведенні відповідних агротехнічних заходів.

За агроґрунтовим районуванням України місто знаходиться в зоні бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтів передгір'їв до 300 – 500 м.

Згідно Наказу Державного комітету України по земельних ресурсах від 06.10.2003 №245 «Про затвердження переліку особливо цінних груп ґрунтів» та відповідно матеріалів нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського використання (ДП «ДІПРОМІСТО», 2014 р.) в межі міста до особливо цінних ґрунтів відносяться дерново-підзолисті поверхнево-оглеєні осушені середньо-суглинкові ґрунти. Ділянка знаходиться у північно-західній частині міста, у долині р. Черешенков орієнтовною площею 65,5 га.

Природно-заповідний фонд та екологічна мережа міста. Наявні природно-заповідні території та об'єкти ПЗФ входять до складу екологічного стабілізаційного каркасу міста. Даною проектною документацією враховуються зазначені території та передбачається їх подальшу охорону щодо функціонального використання, згідно категорії заповідання.

Результати інвентаризації зелених насаджень, проведені Українським науково-дослідним інститутом гірського лісівництва імені П. С. Пастернака, показують, що дендрофлора міста Івано-Франківська представлена 113 видами і формами деревнокущових рослин, які відносяться до 61 роду та 29 родин. У структурі зелених насаджень міста домінують представники таких родин: Rosaceae, Betulaceae, Pinaceae, Salicaceae, Cupressaceae, Aceraceae, Fagaceae.

1.6. Характеристика стану довкілля

Атмосферне повітря. За метеорологічними умовами місто відноситься до територій з високим природним потенціалом забруднення приземних шарів

повітря та відповідно несприятливими умовами розсіювання викидів забруднюючих речовин у повітрі (районування України за потенціалом забруднення).

Джерелами забруднення повітряного басейну є стаціонарні джерела викидів забруднюючих речовин – промислові та комунальні підприємства та пересувні джерела, переважно автотранспорт.

Більшість стаціонарних джерел викидів забруднюючих речовин розташовані на промислових та комунальних підприємствах міста які зосереджені переважно промислово-комунальними групами, що мінімізує їх вплив на житлову та рекреаційну забудову міста. Територіально найбільші промислово-комунальні вузли розташовані на північній околиці та у південній частині міста, яка простягається вздовж залізниці до залізничного вокзалу. Промислові групи підприємств також сформувалися на північно-західній, західній та південно-західній околицях міста. Певна кількість промислово-комунальних підприємств розташовані розосереджено по всій території міста.

За даними Управління екології та природних ресурсів Івано-Франківської ОДА дозволи на викиди забруднюючих речовин у повітря стаціонарними джерелами У 2013 - 2017 роках було надано біля 100 дозволів промисловим підприємствам та громадським установам на близько 190 виробничо-комунальних ділянок. До підприємств, які мають найбільший вплив на стан повітря можна віднести ДМП «Івано-Франківськтеплокомуненерго» та відомчі котельні промислових підприємств та громадських організацій і установ, ВП «Локомотивне депо Коломия» ДТГО «Львівська залізниця» станція Івано-Франківськ, ТДВ «Івано-Франківський хлібокомбінат», ІФОДО спиртової та лікєро-горілкової промисловості, ДП Івано-Франківський котельно-зварювальний завод та інші. Співвідношення валових викидів галузевих виробництв постійно змінюється, проте однією з галузей, що найбільше впливає на стан повітря, є паливно-енергетичний комплекс.

В переважній мірі на забруднення повітря на території житлової забудови впливають викиди від пересувних джерел - автотранспорту. Інтенсивність впливу даного фактору обумовлена недосконалою організацією вуличної магістральної мережі міста та дорожнього руху, технічним станом транспортних засобів, якістю доріг, типом та якістю пального. Викиди від автотранспорту особливо небезпечні для здоров'я людини, оскільки потрапляють у повітря в приземному шарі, в зоні дихання людини.

Найбільш несприятлива ситуація може виникати вздовж магістральних вулиць, з великою інтенсивністю руху яка періодично утворюється на ділянках вулиць: Галицька, Дністровська, Тарнавського, Незалежності, Василянок, Новгородська, Коновальця, Бандери, Вовчинецька, Привокзальна, Мазепи.

Контроль за станом атмосферного повітря міста здійснює ДУ «Івано-Франківський обласний лабораторний центр МОЗ України» Івано-Франківська міськрайонна філія. Дослідження щодо вмісту шкідливих речовин у повітрі проводяться в санітарно захисній зоні промислових об'єктів, на території житлової забудови, в зоні впливу вулиць з інтенсивним рухом транспорту.

Відповідно інформації даної установи за останній звітний період та попередні роки, згідно даних лабораторних-інструментальних досліджень перевищення гранично-допустимої концентрації (ГДК) азоту діоксиду, вуглецю оксиду в атмосферному повітрі виявлено на вулицях м. Івано-Франківська (табл.1.2).

Місця та рівні перевищення ГДК по окремих забруднюючих речовинах приведені в таблиці нижче. Згідно даних ДУ «Івано-Франківський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України»

Для забезпечення відповідності стану повітря санітарним нормам на території житлової забудови також сприятиме виконання заходів з планувальної організації території та комплексне озеленення міста.

Таблиця 1.2

Найбільші середні і максимальні концентрації забруднюючих речовин
у повітрі міста Івано-Франківськ 1

Шкідливі речовини	ГДК, мг/м ³	Середня концентрація, мг/м ³	Максимальна концентрація, мг/м ³
вул. Тичини (біля міської дитячої поліклініки)			
Діоксид азоту	0,085	0,065	0,068
Формальдегід	0,035	0,017	0,018
Пил	0,2	0,25	0,25
Оксид вуглецю	5,0	1,9	2,3
вул. Гарнавського, буд. 31			
Діоксид азоту	0,085	0,055	0,058
Формальдегід	0,035	0,016	0,016
Пил	0,2	0,25	0,25
Оксид вуглецю	5,0	1,5	1,8
вул. Привокзальна (вхід в жд вокзал)			
Діоксид азоту	0,085	0,064	0,069
Формальдегід	0,035	0,017	0,018
Пил	0,2	0,28	0,38
Оксид вуглецю	5,0	3,2	3,6
вул. Привокзальна, буд 19			
Оксид вуглецю	5,0	2,18	2,5
Діоксид азоту	0,085	0,094	0,1
Діоксид сірки	0,5	<0,081	<0,081
Формальдегід	0,035	0,02	0,022
Сажа	0,15	<0,025	<0,025
перехрестя вул. Галицька- Дністровська- Новгородська			
Оксид вуглецю	5,0	5,8	6,8
Діоксид азоту	0,085	0,105	0,11
Діоксид сірки	0,5	<0,081	<0,081
Пил	0,2	0,145	0,15
вул. Тролейбусна, вул. Пасічна			
Оксид вуглецю	5,0	4,3	4,7
Діоксид азоту	0,085	0,092	0,098
Діоксид сірки	0,5	<0,081	<0,081
Пил	0,2	0,135	0,14
перехрестя вул. Мазепи – Чорновола – Січових Стрільців – П. Орлика			
Оксид вуглецю	5,0	4	4,3
Діоксид азоту	0,085	0,0985	0,099
Діоксид сірки	0,5	<0,081	<0,081
Пил	0,2	0,135	0,14
вул. Грушевського, буд. 1			
Оксид вуглецю	5,0	5,1	5,2
Діоксид азоту	0,085	0,12	0,12
Діоксид сірки	0,5	<0,01	<0,01
Пил	0,2	0,15	0,15

вул. Вовчинецька			
Оксид вуглецю	5,0	1,5	2
Діоксид азоту	0,085	0,082	0,087
Діоксид сірки	0,5	<0,1	<0,1
Формальдегід	0,035	<0,01	<0,01
пл. Героїв			
Формальдегід	0,035	0,028	0,032
Діоксид азоту	0,085	0,076	0,094
Оксид вуглецю	5,0	3,9	4,5
Пил	0,2	0,3	0,44
просп. Л. Українки			
Формальдегід	0,035	0,028	0,033
Діоксид азоту	0,085	0,086	0,096
Оксид вуглецю	5,0	4,2	4,75
Пил	0,2	0,32	0,45
вул. Степана Бандери			
Формальдегід	0,035	0,035	0,038
Діоксид азоту	0,085	0,092	0,098
Оксид вуглецю	5,0	3,8	4,45
Пил	0,2	0,32	0,41

Управління відходами. За даними головного управління статистики в Івано-Франківській області протягом 2016 року від економічно активних протягом звітного року підприємств та організацій у місті утворилось 187 тис. т відходів I - IV класів небезпеки, що на 34,8 % більше порівняно з 2015 роком (з них 42,2 т I - III класу небезпеки), у т.ч. від економічної діяльності підприємств та організацій, розташованих на території міста – 129,2 тис. т (що у 3,9 рази більше, переважно за рахунок утворення деревних відходів які склали 102,7 тис. т), що говорить про зростання кількості економічно активних підприємств та їх потужностей; від домогосподарств – 57,8 тис. т відходів (на 45,6% менше). Із загальної кількості відходів 187,0 тис. т найбільшу частку становили деревні відходи 102,7 тис. т, побутові та подібні відходи 64,1 тис. т; осад промислових стоків 13,3 тис. т.

Із загальної кількості відходів було утилізовано 3290 т (у т.ч. 9,5 т I - III класу шкідливості); спалено 2340 т; передано для утилізації 16315 т (у т.ч. 33,8 т I - III класу шкідливості); передано для видалення 73253 т; відведено у спеціально відведені місця чи об'єкти 99823 т. Як видно спалення та утилізації відходів становить лише біля 3 % від загального обсягу. У місті здійснюється

роздільне збирання ТПВ, вилучаються ПЕТ-пляшка, склобій. Однак, кількість наявних контейнерів як для загальних відходів, так і для поліетиленової тари, скла, паперу є недостатньою.

У спеціально відведених місцях чи об'єктах економічно активних підприємств та організацій на кінець 2016 року накопичилось 2400,9 тис. т відходів I - IV класу небезпеки, (в т.ч. 0,4 т I класу небезпеки, 2,0 т III класу небезпеки).

Полігон твердих побутових відходів (далі - полігон ТПВ) розташований в урочищі Рибне Тисменицького району Івано-Франківської області. Відстань найближчого до полігону ТПВ населеного пункту (село Рибне) становить 3,2 км. Площа полігону - 20,8 га, проектна потужність – 8,3 млн. м³. На полігоні твердих побутових відходів щорічно хорониться приблизно 490 тис. м³ (130 тис. т) ТПВ, у т.ч. з поза меж міста – 60 тис. м³. Проектна площа полігону для захоронення, в основному, використана. Станом на кінець 2015 року поховано 7,95 млн. м³ побутових відходів, тому полігон потребує розширення, а заповнені робочі карти для складування потребують рекультивациі.

По периметру полігон ТПВ огорожений металевією сіткою та обвідною канавою, яка служить для запобігання попадання поверхневих вод на територію полігону. Щорічно на полігоні ТПВ накопичується орієнтовно 20 тис. м³ фільтрату, який наземним трубопроводом перекачується на міські КОС на очищення.

Пріоритетом у поводженні з відходами має стати діяльність, спрямована на зменшення утворення відходів, роздільне збирання твердих побутових відходів і залучення відходів у процеси виробництва як ресурсів сировини та енергії.

Видалення твердих побутових відходів здійснюється на міському полігоні ТПВ, який розташований біля с. Рибне Тисменицького району (12 км в північно-західному напрямі від межі міста, урочище Рибне).

Полігон функціонує з 1992 року. Проектна площа полігону 13,00 га. Станом на 01.01.2017 заповнення «робочої» площі полігону складає 85 %. Санітарно - захисна зона 500 м - витримана.

Полігон має донний ізоляційний екран (плівка), бортові ізоляційні екрани – глинясті, наявне обвалування по периметру. Полігон обладнано системою відводу біогазу, встановлена когенераційна установка по виробленню електроенергії. Існує під'їзна дорога з твердим покриттям (гравій), контрольно-пропускний пункт та ваги. Мийка коліс спецавтотранспорту при виїзді здійснюється мийкою «KARCHER». Здійснюється спостереження за станом підземних вод за допомогою спостережних свердловин.

Полігон оснащений системою збирання та накопичення фільтрату. З існуючого відстійника (грунтовий резервуар-накопичувач) фільтрат самопливом по наземному збірно-розбірному фільтратопроводу Ø150 мм, довжиною 14,50 км подається до урізки в комунальну систему каналізації м. Івано-Франківськ, що забезпечує постійне відведення та знешкодження фільтрату на міських КОС. На даний час, згідно розробленої проектно-кошторисної документації, проводиться будівництво стаціонарного самопливного фільтратопроводу із точкою під'єднання до міської каналізації. Проектна довжина фільтратопроводу – 13,50 км, побудовано біля 70 %.

Система санітарного очищення міста планово-регулярна, здійснюється за допомогою контейнерів. Частина сектору індивідуальної забудови обслуговуються за планово-подвірною (побудинковою та груповою) системою. Вивезення ТПВ здійснюється по графіках, що затверджені у терміни визначені санітарними нормами. Поступово впроваджується роздільне збирання відходів (ПЕТ пляшки, поліетилен скло). Санітарним очищенням охоплено 100% території міста.

Рідкі побутові відходи вивозяться асенізаційним транспортом та скидаються у місцях визначених міськводоканалом і потім знешкоджуються на очисних спорудах промпобутової каналізації.

Водопостачання і водовідведення. Водопостачання. Джерелом питного водопостачання м. Івано-Франківськ є поверхневі води річок Бистриця-Надвірнянська і Бистриця-Солотвинська.

Водопостачання міста здійснюється централізованим комунальним водопроводом та локальними системами водопостачання промислових підприємств. Комунальний водопровід обслуговує населення міста, комунальні та окремі промислові підприємства.

Водопровідна мережа господарсько-протипожежна, кільцева, низького тиску, має протипожежні гідранти, а також арматуру для аварійного відключення ділянок мережі. Одиночна протяжність водоводів – 63,90 км, з них у незадовільному технічному стані – 17,40 км (27 % від загальної протяжності). Вуличної водопровідної мережі - 302,50 км, у тому числі у аварійному стані – 41,00 км (14 %). Внутрішньоквартальної та внутрішньодворової мережі – 228,90 км, з них аварійних – 40,30 км (18 %). Централізованим водопостачанням охоплено близько 97 % міста.

Відведення та очищення побутових і виробничих стічних вод здійснюється централізованою комунальною системою каналізації. У центральній частині міста функціонує загальносплавна система, на території нових районів та підприємств - роздільна.

У 2016 році на каналізаційні очисні споруди (КОС) міською системою каналізації було відведено та очищено 26,78 млн. м³ стічних вод (73,37 тис. м³/добу). Установлена пропускна спроможність системи каналізації 250,00 тис. м³/добу.

Стічні води від житлової забудови, установ та підприємств обслуговування, промислових підприємств внутрішньоквартальними та внутрішньодворовими мережами відводяться у систему вуличних каналізаційних мереж і далі, по двом магістральним колекторам (Ø2000 та Ø1200), відводяться на КОС.

Відведення стічних вод по всій території міста а також їх надходження на очисні споруди здійснюється самопливом. Також у міську мережу каналізації надходять стічні води від м. Тисмениця та групи прилеглих сіл.

На балансі КП «Івано-Франківськводокотехпром» знаходяться 4 каналізаційні насосні станції (КНС). Насосні станції КНС «Тисменицька» (проектна потужність 0,48 тис. м³/добу), КНС «Тополина» (0,43 тис. м³/добу) та КНС «Підпечери» (0,43 тис. м³/добу) розташовані за межами міста і задіяні у схемах відведення стічних вод прилеглих населених пунктів. Насосна станція ГНС КОС (90,00 тис. м³/добу) задіяна в технологічному процесі на міських каналізаційних очисних спорудах.

Міські каналізаційні очисні споруди знаходяться у с. Ямниця Тисменицького району і представляють собою комплекс споруд механічної та біологічної очистки стічних вод змішаного типу (господарсько-побутових, промислових і дощових). Установлена пропускна спроможність очисних споруд – 90,00 тис. м³/добу. Нормативна санітарно-захисна зона від споруд 500 м - забезпечується. Після повного механічного та біологічного очищення стічні води знезаражуються і потім по щитовому випуску з шибером (стан задовільний) скидаються у р. Бистриця.

Одиночна протяжність головних колекторів 32,80 км, із них аварійних 11,30 км (35 %). Вуличної каналізаційної мережі 143,10 км, із неї ветхої та аварійної 46,80 км (33 %). Внутрішньоквартальної та внутрішньодворової мережі 149,30 км, із неї ветхої та аварійної 67,80 км (45 %). Централізованою системою каналізації охоплено біля 97 % міста. Садибна забудова частково не каналізована, мешканці користуються вигребами.

Промислові підприємства після попереднього очищення до нормативних показників скидають стічні води у міську каналізацію.

Гідрографічна мережа міста представлена ріками Бистриця-Солотвинська та Бистриця-Надвірнянська та їх притоки. У північно-західній частині протікає р. Черешенков, з притоками, яка є лівою притокою р.

Бистриця-Солотвинська. Також у місті наявні струмки, озера (найбільше Міське озеро), ставки та інші штучні водойми.

На ріках Бистриця-Солотвинська та Бистриця-Надвірнянська яких вище за течією, за межами міста, організовані поверхневі водозабори централізованого водопостачання м. Івано-Франківськ.

Забруднені стічні води, що утворюються на території м. Івано-Франківськ, очищуються на каналізаційних очисних спорудах (далі КОС), які знаходяться у с. Ямниця Тисменицького району і представляють собою комплекс споруд механічної та біологічної очистки стічних вод змішаного типу (господарсько-побутових, промислових та дощових) м. Івано-Франківськ, м. Тисмениці та прилеглих сіл.

Очищені стічні води скидаються в р. Бистрицю. Проектна продуктивність КОС 90,0 тис. м³/добу. Фактично у 2016 році на КОС поступило в середньому 73,1 тис. м³/добу.

Контроль за станом поверхневих вод міста здійснюють: ДУ «Івано-Франківський обласний лабораторний центр МОЗ України» Івано-Франківська міськрайонна філія, Івано-Франківське обласне управління водних ресурсів. У порівнянні з максимальними значеннями показників за попередній рік, стан води в річках Бистриця-Солотвинська та Бистриця-Надвірнянська майже не змінився. За екологічною класифікацією води рік відносяться до II класу якості, 2 категорії, а за їх станом - «добрі», за ступенем чистоти – «чисті».

Джерелом водопостачання міста є переважно поверхневі води річок Бистриця-Солотвинська та Бистриця-Надвірнянська та частково підземні води. Якість питної води контролюється відомчою лабораторією КП «Івано-Франківськ Водокотехпром», та ДУ «Івано-Франківський обласний лабораторний центр МОЗ України» Івано-Франківська міськрайонна філія.

Централізоване водопостачання та водовідведення міста охоплює орієнтовно 97 %. Втрати води підприємства з усіх джерел водопостачання становлять орієнтовно 32 %.

РОЗДІЛ 2

ОЦІНКА РІВНЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА УРБОЕКОСИСТЕМУ МІСТА

2.1. Оцінка техногенного навантаження на атмосферне повітря

Обсяги забруднюючих речовин, які надійшли у атмосферне повітря міста Івано-Франківськ від стаціонарних джерел за період з 2016 по 2020 рік, за даними Головного управління статистики у Івано-Франківській області [2] подані в таблиці 2.1. За досліджуваний період загалом, простежується тенденція до зменшення загального обсягу викидів забруднюючих речовин.

У загальному обсязі викидів від стаціонарних джерел забруднення на території Івано-Франківська основну частку складає діоксид вуглецю (97,6 %), серед інших переважають, суспендовані частинки недиференційовані за складом (пил) (1,9 %), оксид вуглецю (0,29 %), диоксид азоту (0,073 %), метан (0,061 %), Неметанові леткі органічні сполуки (0,042 %), (див.табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення міста Івано-Франківська, т/рік [2, 29]

Рік	2016	2017	2018	2019	2020
Діоксид вуглецю	153173	136775,7	152694,8	141393,8	96850,7
Діоксид сірки	6,3	7,2	1,9	1,2	0,8
Оксид вуглецю	103,4	402,6	449,5	416,2	285,1
Діоксид азоту	114	58,4	103	102,2	72,3
Метан	78,7	85,1	95,0	88,0	60,2
Неметанові леткі органічні сполуки	92,8	59,50	66,42	61,51	42,13
Суспендовані частинки недиференційовані за складом	2586,6	2657,6	2966,9	2747,3	1881,8
Разом	156154,3	140046,0	156377,5	144810,1	99193,1



Рис.2.1. Обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря м.Івано-Франківськ, т/рік

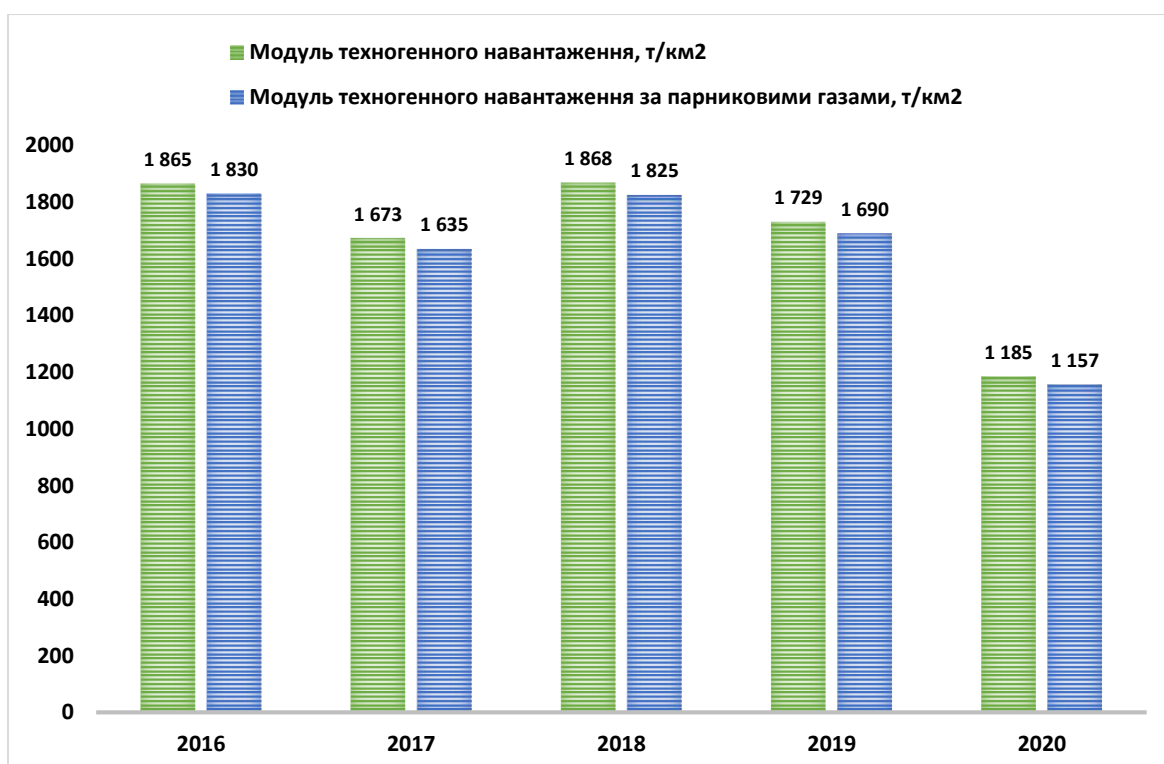


Рис.2.2. Модулі техногенного навантаження за викидами забруднюючих речовин

Очевидно, що якість атмосферного повітря прямопропорційна обсягу викидів забруднюючих речовин, тому для оцінки забруднення атмосфери на території міста 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 1,2 до 1,9 тис. тонн забруднюючих речовин щорічно (рис.2.1). За весь досліджуваний період найбільш техногенно навантаженим були 2016 і 2018 роки, що згідно з класифікацією [31] (Додаток А) відповідає категорії «мінімальне техногенне навантаження».

Варто зазначити, що основне техногенне навантаження на територію міста створюють парникові гази (в основному диоксид карбону).

2.2. Оцінка техногенного навантаження на поверхневі водойми

Забруднені стічні води, які утворюються на території м. Івано-Франківська, очищуються на Івано-Франківській станції аерації (очисні споруди), що розташовані у с. Ямниця на лівому березі р. Бистриця. Для подачі стічних вод на очисні споруди збудована мережа каналізаційних колекторів та каналізаційних насосних станцій. Більшість каналізаційних колекторів збудовані у 1920-1939 роках, перебувають в аварійному стані і потребують заміни. Крім того, на території Івано-Франківської міської ради є неканалізовані вулиці і населені пункти.

Очисні споруди розташовані на північний схід від міста у с. Ямниця і являють собою комплекс споруд механічної та біологічної очистки стічних вод змішаного типу (господарсько-побутових, промислових та дощових) м. Івано-Франківськ, м. Тисмениці та прилеглих сіл. Потужність очисних

споруд – 145 тис. м³/добу (53,1 млн м³/рік). Дозволене скидання у ріку Бистриця – 114,5 тис. м³/добу (41,8 млн м³/рік) [8].

В 2012 - 2014 роках, в рамках проекту «Розвиток міської інфраструктури», згідно проекту «Реконструкція каналізаційних очисних споруд та будівництво лінії обробки мулу для м. Івано-Франківськ» проведено повну реконструкцію КОС з заміною усього технологічного обладнання [4].

Обсяги водовідведення у поверхневі водні об'єкти м.Івано-Франківська за період з 2015 по 2019 рік, за даними Головного управління статистики області [2] подані в таблиці 2.2. Загалом, не простежується чіткої тенденції до зміни обсягів водовідведення за ці роки.

Таблиця 2.2

Водовідведення у поверхневі водні об'єкти (р.Бистриця), млн. м³/рік [2, 8, 29]

Рік	2015	2016	2017	2018	2019
Водовідведення у поверхневі водні об'єкти	27,6	-	28,7	28,7	27,7
забруднені зворотні води	0,3	-	0,3	0,4	0,2
нормативно очищені води	27,3	-	28,4	28,3	27,5

Очевидно, що якість води у поверхневих водоймах прямопропорційна обсягу водовідведення, тому для оцінки техногенного тиску на водні об'єкти 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.

Як бачимо, щорічно на кожен кілометр квадратний міста припадає від 226 до 235 тис. м³ стічних вод (рис.2.3), що згідно з класифікацією [31] (Додаток А) відповідає категорії «техногенно-напруженні». За весь досліджуваний період найбільш техногенно навантаженими були 2017 та 2018 роки (модуль техногенного навантаження перевищував 235 тис. м³/км²).

За даними Івано-Франківського обласного управління водних ресурсів [8], оцінка гідрохімічного стану і рівнів забруднення річкових вод проводилась на гідрологічних постах на р. Бистриця-Солотвинська у с. Скобичівка (від міста вище за течією), на р. Бистриця-Надвірнянська у с. Черніїв (від міста вище за течією).



Рис.2.3. Модулі техногенного навантаження за обсягами водовідведення

Згідно результатів досліджень:

1) Якісний стан води в річці Бистриця Солотвинська характеризується показниками, значення яких не перевищують ГДК і змінювались протягом року таким чином:

- ХСК - від 6,0 мгО/дм³ до 10 мгО/дм³,
- БСК_{повне} - від 2,3 мгО/дм³ до 2,8 мгО/дм³,
- розчинений кисень - від 9,8 мг/дм³ до 12,7 мг/дм³,
- азот амонійний - від 0,040 мг/дм³ до 0,30 мг/дм³.

2) Якісний стан води в річці Бистриця Надвірнянська характеризується показниками, значення яких не перевищують ГДК і змінювались протягом року таким чином:

- ХСК - від 5,0 мгО/дм³ до 12 мгО/дм³,
- БСК_{повне} - від 2,1 мгО/дм³ до 3,0 мгО/дм³,
- розчинений кисень - від 9,9 мг/дм³ до 12,8 мг/дм³,
- азот амонійний - від 0,038 мг/дм³ до 0,29 мг/дм³.

У порівнянні з максимальними значеннями показників за попередній

рік, стан води в річках Бистриця-Солотвинська та Бистриця-Надвірнянська майже не змінився. За екологічною класифікацією води рік відносяться до II класу якості, 2 категорії, а за їх станом - «добрі», за ступенем чистоти – «чисті».

2.3. Оцінка техногенного навантаження від утворення відходів

Полігон твердих побутових відходів (далі - полігон ТПВ) розташований в урочищі Рибне Тисменицького району Івано-Франківської області. Відстань найближчого до полігону ТПВ населеного пункту (село Рибне) становить 3,2 км. Площа полігону - 20,8 га, проектна потужність – 8,3 млн. м³. На полігоні твердих побутових відходів щорічно хорониться приблизно 490 тис. м³ (130 тис. т) ТПВ, у т.ч. з поза меж міста – 60 тис. м³. Проектна площа полігону для захоронення, в основному, використана. Станом на кінець 2015 року накопичено 7,95 млн. м³ побутових відходів, тому полігон потребує розширення, а заповнені робочі карти для складування потребують рекультивациі [4].

По периметру полігон ТПВ огорожений металевою сіткою та обвідною канавою, яка служить для запобігання попадання поверхневих вод на територію полігону. Щорічно на полігоні ТПВ накопичується орієнтовно 20 тис. м³ фільтрату, який наземним трубопроводом перекачується на міські КОС на очищення [8].

Обсяги відходів, що утворилися у місті Івано-Франківськ за період з 2016 по 2020 рік, за даними Головного управління статистики області [2] подані в таблиці 2.3. Кількість відходів, що утворилася за ці роки не дуже рівномірна, і загалом прослідковується тенденція до зменшення кількості відходів з роками. Очевидно, що така ситуація зумовлена частковим впровадженням роздільного збирання окремих компонентів відходів (пластик, батарейки, скло, папір).

Таблиця 2.3

Утворення відходів I-IV класів небезпеки, тис.т/рік [2,8, 29]

Рік	2015	2016	2017	2018	2019
Утворено	138,7	-	115,2	109,3	103,9
З них відходи I-III класів небезпеки	39,8	-	44,6	35,2	34,5
З них відходи IV класу небезпеки	98,9		70,6	74,1	69,4
Утилізовано	4,4	-	3,9	4,4	4,9
Спалено	2,9	-	2,3	5,7	4,3
Видалено у спеціально відведені місця чи об'єкти	102,6		128,1	27,0	19,9
Видалено у місця неорганізованого зберігання	-	-	-	-	-
Накопичено протягом експлуатації, у місцях видалення відходів на кінець року	2301,1	-	2529,1	435,3	455,2

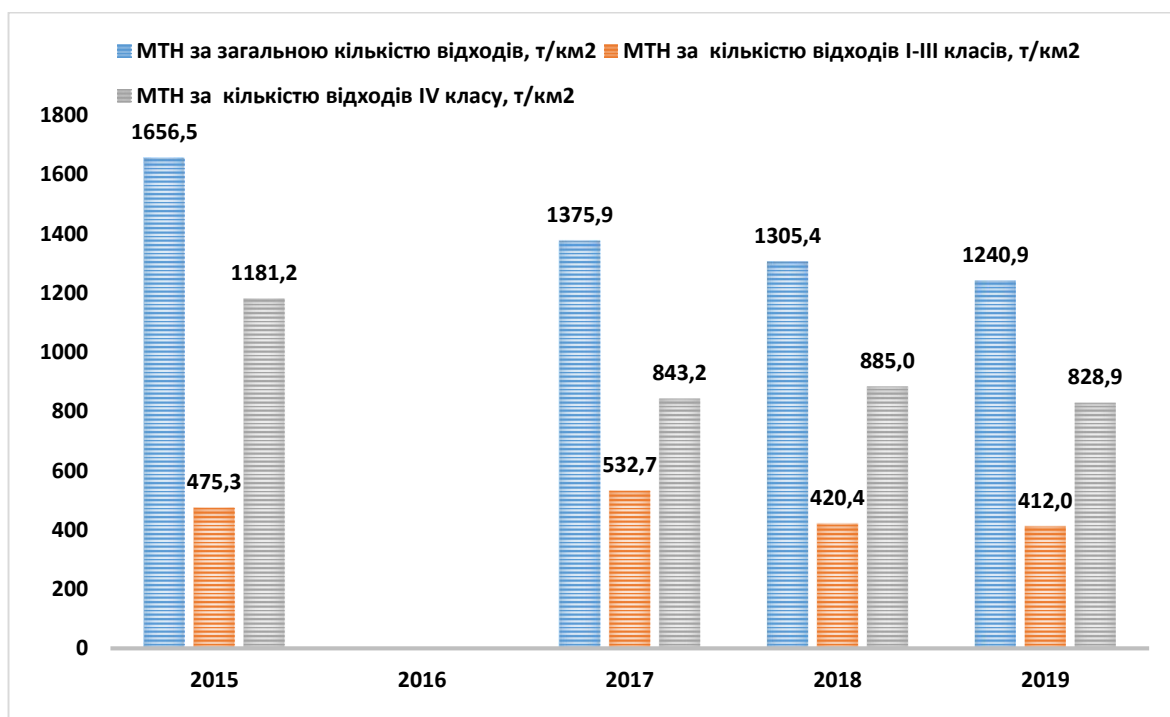


Рис.2.4. Модулі техногенного навантаження за кількістю відходів

Для оцінки техногенного тиску на урбокосистему 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.

Як бачимо, протягом цього періоду модулі техногенного навантаження коливаються в межах 830 – 1660 т/км² на рік. Максимальна кількість відходів

що припадала на кожен кілометр квадратний міста становила 1656 т/км^2 (у 2015 році), а мінімальна – 829 т/км^2 (у 2019 році). Згідно з класифікацією [31] (Додаток А) це відповідає категорії «середнє техногенне навантаження». Слід, зауважити, що значну частку техногенного навантаження (біля 30 %) чинять відходи І-ІІ класів небезпеки.

РОЗДІЛ 3

ЕКОЛОГО-РЕКРЕАЦІЙНА 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]. 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 та розташування об'єктів, що належать до зелених насаджень загального користування в існуючих межах Івано-Франківська подано в таблиці 3.1. Перелік та розташування територій та об'єктів природно-заповідного фонду міста – у таблиці 3.2.

Таблиця 3.1

Існуючі зелені насадження загального користування [4]

<i>Назва, розташування</i>	<i>Площа, га</i>
ПАРКИ	
Загальна площа	89,3
Міський парк імені Т.Г. Шевченка (вул. Чорновола, 126)	24,39
Парк воїнів-інтернаціоналістів (між вул. Сестер Василянок – Галицької)	3,9291
Парк по вул. Молодіжній	6,28
Парк біля міського озера (вул. Мазепи, 106б)	41,4
Парк біля озера «Німецьке» (мікрорайон Пасічна)	13,3
СКВЕРИ	
Загальна площа	14,9
1. меморіальний сквер («Станіславський некрополь»)	5,3925
2. поруч Вічевого майдану	0,2555
3. вулиця В. Стуса – вулиця 24 Серпня	0,1237
4. вулиця Грюнвальдська – вулиця Привокзальна	0,1327
5. на вулиці В. Чорновола	0,3312
6. вулиця Гаркуші – вулиця М. Підгорянки	0,6519
7. на вулиці Чорновола (біля буд. №119)	0,2054
8. на вулиці В. Стуса	0,1401
9. на вулиці Лесі Українки	0,3621
10. на вулиці Гетьмана Мазепи	0,4580
11. на вулиці Грюнвальдська	0,2498
12. Інші сквери	6,5571
ІНШІ НАСАДЖЕННЯ	
Зелені насадження на прибудинкових територіях	131,3
Разом	235,5

У межі міста є 7 об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ) загальнодержавного і місцевого значення загальною площею 29,4579 га, в тому числі дендрологічний парк «Дружба», що частиною розташований в межі міста (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Перелік територій та об'єктів природно-заповідного фонду міста [4,8]

Назва території чи об'єкта ПЗФ	Категорія (тип)	Площа, га	Місце розташування території чи об'єкту ПЗФ	Рішення, яким створено (змінено) територію чи об'єкт ПЗФ
Загальнодержавного значення				
«Дружба»	дендрологічний парк	10,0 (5,0 в межах міста)	Тисменицький район, с. Угринів Івано-Франківської МР	Постанова РМ УРСР від 22.07.1983 №311
Місцевого значення				
«Дуб звичайний»	пам'ятка природи (ботанічна)	0,01	вул. Гнатюка, 4	Рішення облвиконкому від 13.12.1976 №478
«Бук пурпуrolистий»	пам'ятка природи (ботанічна)	0,02	вул. Княгинин № 44	Рішення облвиконкому від 13.12.1976 №478
«Гінко дволопатево»	пам'ятка природи (ботанічна)	0,01	вул. Василянок, 54	Рішення облвиконкому від 13.12.1976 №478
«Дуб звичайний»	пам'ятка природи (ботанічна)	0,01	вул. Матейки, 64	Рішення обласної ради від 11.01.2010 №991-35/2010
«Дуб віковий»	пам'ятка природи (ботанічна)	0,01	вул. Маланюка, 25/1	Рішення обласної ради від 28.12.1999 №237-11/99
«Парк ім. Т.Г.Шевченка»	Парки пам'ятка садово-паркового мистецтва	24,3979		Рішення облвиконкому від 07.07.1972 №264
Разом:		29,4579		

Сумарна площа зелених насаджень різного призначення (загального користування, обмеженого користування та спеціального призначення) на території м. Івано-Франківська становить 1140 га [8]. Загальна площа існуючих об'єктів благоустрою зеленого господарства міста (крім парків) становить 161,1 га, з них 29,8 га – зелені насадження вздовж доріг, 131,3 га – зелені насадження

на прибудинкових територіях. Площа меж ділянок існуючих об'єктів благоустрою зеленого господарства, винесених в натурі, складає 155,1 га [8].

Згідно з «Правилами забудови населених пунктів України» [9] для міста Івано-Франківськ, як міста з чисельністю більше 100 тис. осіб, що розташоване в зоні II – Прикарпаття, нормативна площа зелених насаджень загального користування повинна становити 10 м²/особу, а насаджень житлових районів – 6 м²/особу (Додаток Б). Рівень озеленення території житлової забудови повинен бути не менше 40 %, промпідприємств - 30 %, ділянок шкіл і дитячих дошкільних закладів – 80 %, лікарень - не менше 60 % [9].

З метою оцінки рівня озеленення на основі даних про площі об'єктів загального користування (див.табл. 3.1) та чисельності населення міста розраховано забезпеченість населення міста зеленими насадженнями загального користування:

$$(104,2 \text{ га} \cdot 10000) / 223165 = 4,67 \text{ м}^2/\text{особу},$$

та насадженнями житлових районів:

$$(131,3 \text{ га} \cdot 10000) / 223165 = 5,88 \text{ м}^2/\text{особу}.$$

Як бачимо, площа озелених територій загального користування у місті є вдвічі менша за встановлену норму (10 м²/особу), натомість площа насаджень житлових районів майже відповідає нормативному значенню (6 м²/особу).

У генеральному плані м. Івано-Франківська до 2026 року заплановано створення низки нових об'єктів озеленення загального користування площею – біля 75,07 га [4], що дозволить збільшити забезпеченість населення міста зеленими насадженнями загального користування до: $(104,2 \text{ га} \cdot 10000) / 223165 = 8,03 \text{ м}^2/\text{особу}$.

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.

Сумарна площа зелених насаджень різного призначення (загального користування, обмеженого користування та спеціального призначення) на території м. Івано-Франківська становить 1140 га [8].

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):

$$P_c = 0,73 \cdot 96850,7 + 0,571 \cdot 285,1 + 0,696 \cdot 72,3 + 0,5 \cdot 0,8 = 70914,52 \text{ т/рік.}$$

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

Як бачимо, за фактичного стану озеленення міста отримаємо негативний баланс відтвореного кисню міськими зеленими насадженнями, тобто:

$$P_{\phi} = 5976,1 - 70914,52 = - 64938,4 \text{ тО}_2/\text{рік}.$$

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	7,25	455,5	3302,4
Вкриті чагарниковою рослинністю	5,5	223,8	1230,9
Газони (трав'яне вкриття)	4,0	360,7	1442,8
Разом		1140	5976,1

Отже, за фактичного рівня та стану озеленені території міста можуть компенсувати лише 8,4 % кисню. Для повного відтворення кисню необхідно додатково $64938,4 \text{ тО}_2/\text{рік} / 12 \text{ т/рік з 1 га [2]} = 5411,5 \text{ га}$ високопродуктивного мішаного лісу.

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	455,5	9110,0
Вкриті чагарниковою рослинністю	14,0	223,8	3133,2
Газони (трав'яне вкриття)	10,0	360,7	3607,0
Разом		1140	15850,2

Оскільки, внаслідок технологічних виробничих процесів від стаціонарних джерел міста надходить 96850,7 тСО₂/рік, то зелені насадження міста компенсують лише:

$$P_{\phi} = 15850,2 - 96850,7 = - 81000,5 \text{ тСО}_2/\text{рік},$$

що становить лише 16,4 %. Для повної компенсації необхідно додатково 81000,5 тО₂/рік / 12 т/рік з 1 га [2] = 6750 га високопродуктивного мішаного лісу.

3.3.3. 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	455,5	22,8
Вкриті чагарниковою рослинністю	0,015	223,8	3,4
Газони (трав'яне вкриття)	0,001	360,7	0,4
Разом		1140	26,5

Внаслідок роботи господарських об'єктів Івано-Франківська в атмосферне повітря викидається 0,8 тSO₂/рік, і при фактичному рівні озеленення рослинні угруповання не лише здатні повністю компенсувати викиди:

$$P_{\phi} = 26,5 - 0,8 = 25,7 \text{ тSO}_2/\text{рік},$$

але, й поглинають його з суттєвим надлишком 25,7 тSO₂/рік.

3.3.4. Оцінки екологічної ефективності за пилом

Розрахуємо кількість затриманого пилу озеленими територіями міста, скориставшись усередненим 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 озеленими територіями міста

Тип вкриття в межах озелених територій міста	Питома продуктивність по поглинанню пилу, т/рік з 1 га [30]	Площа, га	Сумарна продуктивність, тпилу/рік
Вкриті деревною рослинністю	70	455,5	31885,0
Вкриті чагарниковою рослинністю	25	223,8	5595,0
Газони (трав'яне вкриття)	10	360,7	3607,0
Разом		1140	41087,0

Сумарна маса пилу (сажі), що виділяється внаслідок роботи господарських об'єктів міста становить 1881,8 тпилу/рік, а зелені насадження здатні затримати 41087,0 тпилу/рік, тому отримуємо позитивний баланс по компенсації пилового забруднення, тобто

$$P_{\phi} = 41087,0 - 1881,8 = 39205,2 \text{ тпилу/рік.}$$

Отже, в межах озелених територій міста може бути компенсована маса пилу, що у 21,8 разів перевищує викиди.

3.3. Оцінка рівня забезпеченості 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 рекреаційними ресурсами населення міста на основі даних про площі озелених об'єктів загального користування - 235,5 га (див. табл. 3.1), площі об'єктів ПЗФ, що можуть використовуватися для рекреації – 5,06 (див.табл 3.2) та чисельності населення (235343 особи) розраховано забезпеченість рекреаційними ресурсами у «пікові періоди»:

$$K = (235343 \cdot 0,4) / (235,5+5,06) = 94137,2 / 240,56 = 391,3 \text{ осіб/га.}$$

Як бачимо, у «пікові» періоди для рекреації максимально можлива щільність відпочиваючих жителів міста може досягати 391,3 особи на 1 га, що перевищує норму у 3,9 разів. Це створює незручності для відпочинку мешканців, а також є неприйнятною з екологічної точки зору (може спричиняти дегресію насаджень).

Важливими місцями рекреації м.Івано-Франківська є водні об'єкти, зокрема Міське озеро на вул.Мазепи (площа дзеркала 41,4 га) і озеро «Німецьке» у мікрорайоні Пасічна (площа дзеркала 13,3 га).

Екологічно допустиму рекреаційну місткість водних об'єктів (озер) міста розрахуємо згідно з [16] за методикою викладеною у Додатку А:

$$W_0 = ((41,4 + 13,3) / 0,02) \cdot 0,8 = 2188 \text{ осіб/добу.}$$

Отже, у «пікові» періоди озера міста здатні задовольнити рекреаційні потреби лише $(2188 / 235343) \cdot 100 = 0,9 \%$ населення міста.

ВИСНОВКИ

У роботі на основі аналізу обсягів викидів забруднюючих речовин, утворення відходів та водовідведення у місті Івано-Франківськ 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 та водного об'єкту.

Основні висновки полягають в тому, що:

- максимального техногенного навантаження урбоекосистема міста Івано-Франківськ зазнає внаслідок значних обсягів водовідведення у водні об'єкти, значно меншого - внаслідок утворення відходів, і мінімального - внаслідок викидів забруднюючих речовин;
- за фактичного рівня та стану озеленення природні екосистеми міста здатні компенсувати лише незначну частку (8,4 і 16,4 %) кисню та діоксиду карбону, проте з надлишком компенсують викиди пилу та діоксиду сульфуру.
- об'єкти зеленої зони міста можуть забезпечити внутрішньоміським короткотривалим відпочинком лише 25, 6 % населення, а водні об'єкти лише – 0,9 %;
- недостатня забезпеченість населення міста зеленими насадженнями загального користування вимагає заходів з розширення існуючих та створення нових об'єктів озеленення.

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 Івано-Франківськ. Пояснювальна записка. – Київ: «ДП «Український державний науково-дослідний інститут», 2018. 201 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 Івано-Франківській області. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ifstat.gov.ua/>
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. Звіт про стратегічну екологічну оцінку Програми охорони навколишнього

- природного середовища Івано-Франківської міської територіальної громадина 2021 – 2025 роки. - Івано-Франківськ, 2021. 58 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 урбоєкосистеми Тернополя. Сучасні проблеми урбоєкосистем: 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. Урбоєкологія: 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. Назарук М., Жук Ю. Зелені зони малих та середніх міст Львівської області: сучасний стан та проблеми функціонування. Фізична географія та геоморфологія. – Вип. 1 (69). – Київ : Київський національний університет ім. Т. Шевченка, 2013. – С. 54-62.
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.

Таблиця А.2

Нормативні показники рівня озеленення різних структурних елементів у межах міста, %

Структурні елементи	Рівень озеленення, %
1. Озеленені території загального користування	
Міські парки	65-80
Дитячі парки	40-55
Спортивні парки	15-30
Меморіальні парки	30-65
Зоологічні сади	15-40
Ботанічні сади	40-70
Сквери	75-85
Бульвари	60-75
2. Озеленені території обмеженого користування	
Житлові райони	Не менше 25
Ділянки шкіл	45-50
Ділянки дитячих установ	45-55
Ділянки громадських будинків	Не менше 40
Ділянки навчальних закладів	Близько 50
Ділянки культурно-освітніх установ	40-60
Ділянки спортивних пристроїв і споруд	30-50
Ділянки установ охорони здоров'я	55-65
Озеленені території спеціального призначення:	
на вулицях	не менше 25
біля санітарно-захисних і охоронних зон	60-80

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	Владимиров В.В. [2]
Мішаний ліс	10-15 т/рік з 1 га	
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	7,3 т /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:

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

де

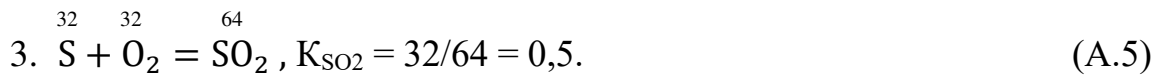
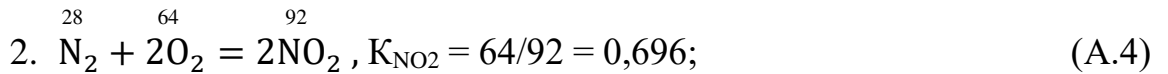
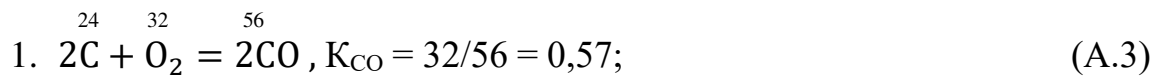
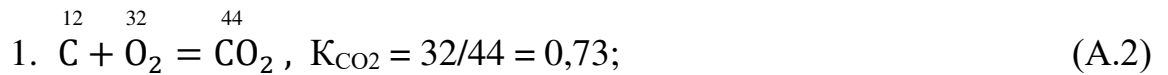
S – площа території під i -м видом рослинного вкриття;

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	

Класифікація деревних порід за пилозатриманням (за М.І. Калініном, 1991) [13] визначає обсяги поглинання пилу 1 м² листкової поверхні та одним деревом залежно від площі його листкової поверхні (табл. А.6).

Таблиця А.6

Атмосферні пилозахисні властивості деревних порід [13]

Дерева порода	Площа поверхні дорослого дерева, м ²	Кількість пилу, що затримується 1 м ² листя, г	Кількість пилу, що поглинається одним дорослим деревом за вегетаційний період, кг
Акація біла	36	1,21	4,23
Айлант високий	202	1,41	24,18
В'яз перистогіллястий	66	4,06	18,19
Верба плакуча	157	8,11	37,92
Гледичія три колючкова	140	5,13	17,63
Горох волоський	164	1,44	19,03
Гіркокаштан звичайний	78	1,22	16,35
Клен польовий	171	3,55	19,90
Клен татарський	58	1,73	11,63
Клен гостролистий	276	1,80	29,21
Тополя канадська	267	1,02	34,12
Тополя пірамідальна	72	1,59	12,47
Шовковиця біла	112	8,12	31,31
Ясен зелений	195	1,85	29,62
Ясен звичайний	124	1,08	27,17

На основі класифікації деревних порід за затриманням Калініна М.І. сумарну кількість поглинутого пилу зеленими насадженнями можна розрахувати за формулою:

$$P_{\text{пил}}^{\text{пил}} = \sum N_i \cdot p_{\text{пил}}, \quad (\text{A.9})$$

де

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

$p_{\text{пил}}$ – маса пилу, що поглинається одним дорослим деревом за вегетаційний період (табл. А.6).

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 розраховувати за формулою:

$$P_{\text{п}}^{SO_2} = S \cdot k_{SO_2}, \quad (\text{A.10})$$

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.7.

Таблиця А.7

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:

$$\Pi_{\text{п}}^{\text{SO}_2} = \sum N_i \cdot p_{\text{SO}_2}, \quad (\text{A.11})$$

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.7).

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 озелененої території загального користування (осіб);

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

S – площа озелененої 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 -0,8).